



PROYECTO DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE - TRONERAS

PROCESO DE CONTRATACIÓN CRW: 345115

POR SOLICITUD PÚBLICA

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA
CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN
GUADALUPE - TRONERAS**

MEDELLÍN, JULIO 2025

TABLA DE CONTENIDO

1	DESCRIPCIÓN Y ACTIVIDADES GENERALES	32
1.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MODERNIZACIÓN GUATRON FASE II	32
1.1.1	ZONA TENCHE	33
1.1.2	ZONA TRONERAS	34
1.1.3	ZONA EL SALTO	35
1.1.4	ZONA GUADALUPE III (TANQUE DE CARGA)	36
1.1.5	ZONA GUADALUPE IV	37
1.2	ALCANCE DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES OBJETO DEL CONTRATO	37
1.2.1	ZONA TENCHE	37
1.2.2	ZONA EL SALTO	40
1.2.3	ZONA GUADALUPE III (TANQUE DE CARGA)	42
1.2.4	ZONA GUADALUPE IV	43
1.3	ASPECTOS GENERALES	44
1.3.1	CÓDIGOS Y NORMAS DE APLICACIÓN	44
1.3.2	SISTEMA DE UNIDADES	46
1.3.3	DOCUMENTACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD	46
1.3.4	GESTIÓN DE LA CALIDAD	47
1.3.5	DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN A CARGO DEL CONTRATISTA	48
1.3.6	CONTROL DE DOCUMENTOS	53
1.3.7	COMPRAS Y SUBCONTRATOS	54
1.3.8	PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO	55
1.3.9	MOVILIZACIÓN, INSTALACIONES TEMPORALES Y PROVISIONALES	58
1.3.10	MANEJO DE RESIDUOS	61
1.3.11	SOSTENIMIENTO DE LA OBRA HASTA SU RECIBO	62
1.3.12	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	62
1.3.13	ENSAYOS E INSPECCIÓN	63
1.3.14	TRABAJOS DEFECTUOSOS	64
1.3.15	DESVIACIONES DE ESPECIFICACIONES Y DISEÑOS	65
1.3.16	LISTADO DE PLANOS Y DOCUMENTOS PARA CONSTRUCCIÓN	65
1.4	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	82
1.4.1	ALCANCE	82
1.4.2	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	82

1.4.3	PLANOS DE OBRA CONSTRUIDA (AS BUILT)	83
1.4.4	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS.....	84
1.4.5	MEDIDA Y PAGO	84
1.5	DESMONTE Y LIMPIEZA	84
1.5.1	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS.....	85
1.5.2	MEDIDA Y PAGO	85
2	MANEJO DE AGUAS DURANTE CONSTRUCCIÓN	86
2.1	ALCANCE	86
2.2	OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....	86
2.3	MANEJO DE AGUAS Y DESECACIÓN	87
2.4	DESECACIÓN DE FUNDACIONES	87
2.5	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE COMPUERTAS Y TABLONES	88
2.6	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	89
2.7	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO.....	89
2.8	MEDIDA Y PAGO.....	90
2.8.1	MEDIDA.....	90
2.8.2	PAGO	90
2.9	ÍTEMS DE PAGO	90
3	EXCAVACIONES	92
3.1	EXCAVACIONES EN EXTERIORES	92
3.1.1	ALCANCE.....	93
3.1.2	GENERALIDADES	93
3.1.3	DESCAPOTE.....	95
3.1.4	CLASIFICACIÓN DE LA EXCAVACIÓN	96
3.1.5	LÍMITES DE EXCAVACIÓN.....	100
3.1.6	MÉTODOS DE EXCAVACIÓN.....	101
3.1.7	PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES EXCAVADAS	101
3.1.8	REMOCIÓN DE DERRUMBES Y REMOCIÓN DE MATERIAL INESTABLE POR FUERA DE LOS LÍMITES DE LA EXCAVACIÓN.....	102
3.1.9	DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS O REMOVIDOS	102
3.1.10	DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES ESTÉRILES.....	102
3.2	EXCAVACIONES PARA PILOTES PREEXCAVADOS	103
3.2.1	ALCANCE.....	103

3.2.2	GENERALIDADES	103
3.2.3	MATERIALES	103
3.2.4	EQUIPO.....	105
3.2.5	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	105
3.3	EXCAVACIÓN PARA LA PANTALLA DE PILOTES SECANTES	108
3.3.1	ALCANCE.....	108
3.3.2	GENERALIDADES	108
3.3.3	MATERIALES	110
3.3.4	EQUIPO.....	111
3.3.5	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	111
3.4	PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	114
3.5	DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS O REMOVIDOS Y CONFORMACIÓN DE RELLENOS	114
3.6	MANEJO AMBIENTAL	115
3.7	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	115
3.7.1	CONTROLES	115
3.7.2	CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS.....	116
3.7.3	TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN	117
3.8	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO	117
3.9	MEDIDA Y PAGO.....	118
3.9.1	REQUISITOS PARA MEDIDA Y PAGO.....	118
3.9.2	MEDIDA.....	119
3.9.3	PAGO	119
3.10	ÍTEMS DE PAGO	119
4	SUMINISTRO Y CONFORMACIÓN DE LLENOS	123
4.1	LLENOS MISCELÁNEOS	124
4.1.1	ALCANCE.....	124
4.1.2	MATERIALES	124
4.1.3	EQUIPO.....	125
4.1.4	CONFORMACIÓN DE LLENOS MISCELÁNEOS.....	126
4.2	LLENOS EN SUELO PARA GEOESTRUCTURAS	127
4.2.1	ALCANCE.....	127
4.2.2	MATERIALES	128

4.2.3	EQUIPO.....	129
4.2.4	CONFORMACIÓN DE LLENOS PARA CADA UNO DE LOS TIPOS DE GEOESTRUCTURAS	129
4.3	LLENOS ESTRUCTURALES	129
4.3.1	ALCANCE.....	129
4.3.2	MATERIALES	129
4.3.3	EQUIPO.....	129
4.3.4	CONFORMACIÓN DE LLENOS ESTRUCTURALES	130
4.4	LLENOS PARA TERRAPLÉN ESTABILIZADOS CON CAL.....	130
4.4.1	ALCANCE.....	130
4.4.2	GENERALIDADES	130
4.4.3	MATERIALES	131
4.4.4	EQUIPO.....	134
4.4.5	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	134
4.4.6	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS.....	142
4.4.7	INSTRUMENTACIÓN PARA TERRAPLENES.....	145
4.5	LLENOS ZONAS DE DEPÓSITO Y ACOPIO.....	146
4.5.1	ALCANCE.....	146
4.5.2	GENERALIDADES	146
4.5.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	147
4.6	ACABADO.....	150
4.7	ESTABILIDAD.....	150
4.8	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	151
4.8.1	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN DE LLENOS	151
4.8.2	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN DE TERRAPLENES ESTABILIZADOS CON CAL	151
4.9	MANEJO AMBIENTAL	151
4.10	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	152
4.10.1	CONTROLES PARA LLENOS	152
4.10.2	CONTROLES PARA TERRAPLENES ESTABILIZADOS CON CAL.....	152
4.11	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO.....	153
4.12	MEDIDA Y PAGO.....	154
4.12.1	MEDIDA.....	154

4.12.2	PAGO	155
4.13	ÍTEMS DE PAGO	156
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOESTRUCTURAS	158
5.1	ALCANCE	158
5.2	GENERALIDADES	158
5.3	MEGA BOLSAS	158
5.3.1	ALCANCE	158
5.3.2	FUNDACIÓN DE LA MEGA BOLSAS	159
5.3.3	ALINEACIÓN DE LAS MEGA BOLSAS	159
5.3.4	DISPOSICIÓN DE LAS MEGA BOLSAS	159
5.3.5	MATERIALES	160
5.3.6	ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN	161
5.4	SACOS	161
5.4.1	ALCANCE	161
5.4.2	DISPOSICIÓN DE LOS SACOS	161
5.4.3	MATERIALES PARA SACOS	161
5.4.4	ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN	162
5.5	GEOCELDAS	162
5.5.1	ALCANCE	162
5.5.2	DISPOSICIÓN DE LAS GEOCELDAS	162
5.5.3	MATERIALES PARA GEOCELDAS	162
5.5.4	ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN	163
5.6	CUIDADOS ESPECIALES PARA LAS GEOESTRUCTURAS	163
5.7	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	163
5.8	CONSTRUCCIÓN Y DESMANTELAMIENTO DE LA OBRA HIDRÁULICA TEMPORAL	164
5.9	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO	164
5.10	MEDIDA Y PAGO	164
5.10.1	MEDIDA	164
5.10.2	PAGO	165
5.11	ÍTEMS DE PAGO	165
6	DRENAJES	167
6.1	ALCANCE	167

6.2	CANALES PERIMETRALES O CUNETAS EN SACOS DE SUELO CEMENTO	167
6.2.1	MATERIALES	167
6.2.2	EQUIPOS PARA INSTALACIÓN	167
6.2.3	ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	167
6.3	GEOMEMBRANA PARA CONFORMACIÓN DE CANALES O CUNETAS.....	168
6.3.1	EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN	168
6.3.2	ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	168
6.4	CUNETAS	169
6.4.1	MATERIALES	169
6.4.2	EQUIPOS	169
6.4.3	EJECUCIÓN	169
6.5	TUBERÍAS DE CONCRETO REFORZADO	170
6.5.1	MATERIALES	170
6.5.2	EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN	171
6.5.3	ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	171
6.6	TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	172
6.6.1	MATERIALES	172
6.6.2	EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN	172
6.6.3	ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	172
6.7	MEDIDA Y PAGO.....	173
6.7.1	MEDIDA.....	173
6.7.2	PAGO	174
6.8	ÍTEMS DE PAGO	174
7	PERFORACIONES PARA DRENAJE	177
7.1	ALCANCE	177
7.2	GENERALIDADES.....	177
7.3	MATERIALES	178
7.3.1	PERFORACIONES PARA DRENAJE PROFUNDOS	178
7.3.2	PERFORACIONES PARA DRENAJES CORTOS	178
7.4	EQUIPO	179
7.5	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	179
7.6	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	180

7.7	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	180
7.8	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO.....	180
7.9	MEDIDA Y PAGO.....	181
7.9.1	MEDIDA.....	181
7.9.2	PAGO	181
7.10	ÍTEMS DE PAGO	181
8	CONSTRUCCIÓN DE PILOTES	183
8.1	PILOTES PREEXCAVADOS.....	183
8.1.1	ALCANCE.....	183
8.1.2	MATERIALES	184
8.1.3	EQUIPOS	184
8.1.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	184
8.2	PANTALLA DE PILOTES SECANTES	187
8.2.1	ALCANCE.....	187
8.2.2	GENERALIDADES	187
8.2.3	MATERIALES	189
8.2.4	EQUIPO.....	190
8.2.5	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	190
8.3	MANEJO AMBIENTAL	191
8.4	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	192
8.4.1	CONTROLES	192
8.4.2	CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS.....	192
8.4.3	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	193
8.5	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO	194
8.6	MEDIDA Y PAGO.....	194
9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN Y REFUERZO DE SUPERFICIES Y TALUDES	195
9.1	REVEGETALIZACIÓN CONVENCIONAL	195
9.1.1	ALCANCE.....	195
9.1.2	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	195
9.2	HIDROSIEMBRA - REVEGETALIZACIÓN EN TALUDES DE CORTE.....	197
9.2.1	ALCANCE.....	197
9.2.2	MATERIALES	197

9.2.3	EQUIPO.....	198
9.2.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	199
9.2.5	CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS.....	200
9.3	ENROCADO DE PROTECCIÓN	200
9.3.1	ALCANCE.....	200
9.3.2	MATERIALES	200
9.3.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	201
9.4	PIEDRA PEGADA.....	201
9.4.1	ALCANCE.....	201
9.4.2	MATERIALES	202
9.4.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	202
9.5	GEOTEXTIL.....	202
9.5.1	ALCANCE.....	202
9.5.2	MATERIALES	203
9.5.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	203
9.5.4	CONTROLES	204
9.6	GEOMEMBRANA.....	204
9.6.1	ALCANCE.....	204
9.6.2	MATERIALES	205
9.6.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	206
9.6.4	EQUIPO.....	206
9.6.5	CONTROLES	207
9.7	TENDONES DE ANCLAJE	207
9.7.1	ALCANCE.....	207
9.7.2	GENERALIDADES	207
9.7.3	MATERIALES	208
9.7.4	PERFORACIÓN Y COLOCACIÓN DE ELEMENTOS.....	209
9.7.5	INYECCIÓN.....	211
9.7.6	TENSIONAMIENTO.....	212
9.7.7	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	213
9.8	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO.....	213
9.9	MEDIDA Y PAGO.....	215
9.9.1	MEDIDA.....	215

9.9.2	PAGO	216
9.10	ÍTEMS DE PAGO	217
10	PAVIMENTOS.....	219
10.1	ADECUACIÓN DE VÍAS EXISTENTES	219
10.1.1	ALCANCE.....	219
10.1.2	MATERIALES	219
10.1.3	EQUIPO.....	219
10.1.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	220
10.1.5	CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS.....	223
10.2	AFIRMADO	225
10.2.1	ALCANCE.....	225
10.2.2	MATERIALES	225
10.2.3	EQUIPO.....	226
10.2.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	227
10.2.5	CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS.....	229
10.3	SUBBASE GRANULAR.....	230
10.3.1	ALCANCE.....	230
10.3.2	MATERIALES	230
10.3.3	EQUIPO.....	231
10.3.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	232
10.3.5	CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS.....	233
10.4	BASE GRANULAR.....	235
10.4.1	ALCANCE.....	235
10.4.2	MATERIALES	235
10.4.3	EQUIPO.....	236
10.4.4	. EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	237
10.4.5	CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS.....	238
10.5	MEZCLA ASFALTICA	239
10.5.1	AGREGADOS PÉTREOS Y LLENANTE MINERAL.....	239
10.5.2	FABRICACIÓN	241
10.5.3	TRANSPORTE DE LA MEZCLA.....	243
10.5.4	TRANSFERENCIA DE LA MEZCLA	243
10.5.5	EXTENSIÓN DE LA MEZCLA.....	243

10.5.6	COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA	244
10.6	LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN	245
10.7	CONTROLES GENERALES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	245
10.8	MANEJO AMBIENTAL	246
10.9	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO.....	246
10.10	MEDIDA Y PAGO.....	247
10.10.1	MEDIDA	247
10.10.2	PAGO.....	248
10.11	ÍTEMS DE PAGO	249
11	SEÑALIZACIÓN VIAL	251
11.1	SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO	251
11.1.1	MATERIALES	251
11.1.2	EQUIPO.....	256
11.1.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	256
11.1.4	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS.....	257
11.1.5	MEDIDA.....	258
11.1.6	FORMA DE PAGO.....	258
11.2	DEFENSAS METÁLICAS.....	259
11.2.1	MATERIALES	259
11.2.2	EQUIPO.....	260
11.2.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	261
11.2.4	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS.....	262
11.2.5	MEDIDA.....	264
11.2.6	FORMA DE PAGO.....	264
11.3	CAPTAFAROS.....	264
11.3.1	MATERIALES	264
11.3.2	EQUIPO.....	265
11.3.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	265
11.3.4	CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS.....	265
11.3.5	MEDIDA.....	266
11.3.6	FORMA DE PAGO.....	266
11.4	ÍTEMS DE PAGO	266
12	TRANSPORTE DE MATERIALES.....	269

12.1	ALCANCE	269
12.2	GENERALIDADES.....	269
12.3	MATERIALES	269
12.3.1	MATERIALES PROVENIENTES DE LAS DEMOLICIONES Y EXCAVACIONES EN EXTERIORES.....	270
12.3.2	MATERIALES PROVENIENTES DE LOS DERRUMBES.....	270
12.3.3	MATERIALES PROVENIENTES DEL DESMONTE DE LAS ATAGÜÍAS	270
12.4	EQUIPOS.....	270
12.5	TRABAJO QUE NO TENDRÁN MEDIDA Y PAGO POR SEPARADO	270
12.6	MEDIDA Y PAGO.....	271
12.6.1	MEDIDA.....	271
12.6.2	PAGO	271
12.7	ÍTEMS DE PAGO	271
13	DEMOLICIONES, RETIRO Y REMOCIÓN.....	273
13.1	ALCANCE Y GENERALIDADES.....	273
13.2	NORMAS	274
13.3	MANO DE OBRA	274
13.4	CLASIFICACIÓN.....	274
13.4.1	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE CONCRETO EN ESPESORES MENORES A 5 CM	274
13.4.2	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE CONCRETO EN ESPESORES ENTRE 5 CM Y 15 CM	275
13.4.3	DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPO MENOR.....	275
13.4.4	DEMOLICIÓN CON EQUIPO MENOR PARA DESCABECE DE PILOTES	275
13.4.5	DEMOLICION, RETIRO Y DISPOSICION FINAL DE ELEMENTO EMBEBIDOS ASOCIADOS A EQUIPOS O COMPUERTAS.....	276
13.4.6	DEMOLICIÓN EN SUPERFICIE MEDIANTE HILOS, DISCOS Y EQUIPOS DE CORTE DIAMANTE	276
13.4.7	SERVICIO DE PERFORACIÓN PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	277
13.4.8	DESMONTE Y RETIRO DE METÁLICAS INCLUYENDO EQUIPOS.....	277
13.4.9	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN CUALQUIER ESPESOR.....	277
13.5	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	277

13.5.1	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES	278
13.5.2	DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPO MENOR Y OTROS	278
13.5.3	DEMOLICIÓN MEDIANTE HILOS, DISCOS Y EQUIPOS DE CORTE DE DIAMANTE 278	
13.5.4	DESMONTE Y RETIRO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES INCLUYENDO EQUIPOS MECÁNICOS	279
13.5.5	DEMOLICIÓN, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICIÓN FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE	280
13.6	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	280
13.6.1	ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES	280
13.6.2	DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPOS MENORES	281
13.6.3	DEMOLICIÓN MEDIANTE HILOS, DISCOS Y EQUIPOS DE CORTE DE DIAMANTE 283	
13.6.4	DESMONTE Y RETIRO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES, INCLUYENDO EQUIPOS MECÁNICOS	285
13.6.5	DEMOLICIÓN, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICIÓN FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE	287
13.7	CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD	288
13.8	MEDIDA Y PAGO	291
13.9	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO	292
13.10	ÍTEMS DE PAGO	292
14	ACERO DE REFUERZO	297
14.1	ALCANCE	297
14.2	NORMAS	297
14.3	MANO DE OBRA Y EQUIPOS	298
14.4	MATERIALES	298
14.4.1	VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO CONVENCIONAL Y MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	298
14.4.2	VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO PARA PILOTES PREEXCAVADOS Y PANTALLA DE PILOTES SECANTES	299
14.4.3	MALLA ELECTROSOLDADA Y GRAFILES PARA ESTRUCTURAS PERMANENTES DE CONCRETO Y CONCRETO LANZADO	300
14.4.4	ANCLAJES POSTINSTALADOS	300

14.4.5	CONECTORES MECÁNICOS	301
14.5	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	301
14.5.1	SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO	301
14.5.2	DOBLADO	302
14.5.3	COLOCACIÓN.....	303
14.5.4	EMPALMES Y TRASLAPOS	303
14.5.5	MALLA ELECTROSOLDADA	304
14.5.6	CONECTORES MECÁNICOS	304
14.6	ENSAYOS.....	305
14.6.1	BARRAS DE REFUERZO.....	305
14.6.2	ANCLAJES EPÓXICOS.....	305
14.7	CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD	306
14.8	MEDIDA Y PAGO.....	306
14.8.1	MEDIDA.....	306
14.8.2	PAGO	307
15	CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.....	312
15.1	ALCANCE	312
15.2	NORMAS TÉCNICAS	312
15.3	MATERIALES	315
15.3.1	CEMENTO Y MATERIALES CEMENTANTES	315
15.3.2	AGUA	316
15.3.3	AGREGADO	316
15.3.4	ADITIVOS.....	317
15.3.5	PUZOLANAS.....	317
15.3.6	GROUTING CEMENTOSO SIN CONTRACCIÓN.....	318
15.3.7	GROUTING EPÓXICO PARA EQUIPOS O MÁQUINAS CON VIBRACIÓN IMPORTANTE	319
15.4	EQUIPOS.....	320
15.4.1	GENERALIDADES	320
15.4.2	VIBRADORES	320
15.4.3	FORMALETAS Y OBRA FALSA	320
15.5	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	322
15.5.1	CONCRETO	322

15.5.2	JUNTAS.....	332
15.5.3	SELLOS.....	334
15.5.4	GROUT DE NIVELACIÓN	335
15.6	ENSAYOS.....	338
15.6.1	ENSAYO DE ASENTAMIENTO	338
15.6.2	ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	339
15.6.3	ENSAYOS PARA SELLOS	340
15.6.4	ENSAYOS PARA GROUT DE NIVELACIÓN.....	341
15.7	CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD.....	342
15.7.1	TOLERANCIAS	342
15.7.2	REPARACIÓN DEL CONCRETO DETERIORADO O DEFECTUOSO	343
15.7.3	ENTREGAS, REGISTROS Y CONTROL DE CALIDAD.....	346
15.8	CLASIFICACIÓN.....	347
15.8.1	CONCRETOS.....	347
15.8.2	CONCRETOS PARA PILOTES PREEXCAVADOS	347
15.8.3	CONCRETO PARA PANTALLA DE PILOTES SECANTES.....	348
15.8.4	CONCRETOS DE SEGUNDA ETAPA PARA EQUIPOS HIDROMECAÑICOS.....	350
15.8.5	CONCRETO PARA MURO DE CONTROL DE SEDIMENTOS, INCLUYENDO INSTALACIÓN DE REJILLAS Y SU SISTEMA DE SOPORTE	351
15.8.6	CONCRETOS PREFABRICADOS.....	352
15.8.7	CONCRETO CICLOPEO	352
15.8.8	CONCRETO PARA CUNETAS Y OBRAS MISCELÁNEAS	353
15.8.9	CONCRETO PARA CIMENTACIÓN DE CERRAMIENTOS.....	353
15.8.10	MORTEROS	353
15.9	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN PAGO ADICIONAL	354
15.10	MEDIDA Y PAGO.....	355
15.10.1	INSTALACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS DE PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA 356	
15.10.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE GROUTING CEMENTOSO	356
15.10.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE GROUTING EPÓXICO.....	356
16	CONCRETO LANZADO	363
16.1	ALCANCE	363
16.2	CONCRETO LANZADO PARA PROTECCIONES DE TALUDES	363

16.2.1	MATERIALES	363
16.2.2	EQUIPOS	366
16.2.3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	367
16.2.4	ENSAYOS	370
16.3	PERNOS DE FIJACIÓN	373
16.3.1	ALCANCE	373
16.3.2	MATERIALES	373
16.3.3	EQUIPOS	374
16.3.4	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	375
16.4	TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO	376
16.5	MEDIDA Y PAGO	377
16.5.1	MEDIDA	377
16.5.2	PAGO	377
16.6	ÍTEMS DE PAGO	377
17	MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	379
17.1	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE	379
17.2	NORMAS TÉCNICAS	379
17.3	MATERIALES	380
17.3.1	UNIDADES DE MAMPOSTERÍA	380
17.3.2	MORTERO DE PEGA	380
17.3.3	MORTERO DE RELLENO	381
17.3.4	ACERO DE REFUERZO	381
17.4	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	381
17.4.1	DESCRIPCIÓN Y PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	381
17.4.2	DINTELES	382
17.4.3	MATERIALES Y HERRAMIENTAS	384
17.5	MUESTRAS Y ENSAYOS	384
17.5.1	MORTERO DE PEGA	384
17.5.2	MORTERO DE RELLENO	384
17.5.3	UNIDADES DE MAMPOSTERÍA	385
17.5.4	MURETES	385
17.5.5	ACERO DE REFUERZO	385
17.6	CONDICIONES DE RECIBO	385

17.7	MEDIDA Y PAGO.....	386
17.7.1	MEDIDA.....	386
17.7.2	PAGO	386
17.8	ÍTEMS DE PAGO	386
18	ACABADOS ARQUITECTÓNICOS	388
18.1	PISO EN CONCRETO ENDURECIDO.....	388
18.1.1	ALCANCE.....	388
18.1.2	MANO DE OBRA.....	388
18.1.3	EQUIPOS	388
18.1.4	MATERIALES	389
18.1.5	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	389
18.1.6	CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD	389
18.2	CARPINTERÍA METÁLICA	389
18.2.1	ALCANCE.....	390
18.2.2	MANO DE OBRA.....	390
18.2.3	EQUIPOS	390
18.2.4	MATERIALES	391
18.2.5	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	391
18.2.6	ENSAYOS	391
18.2.7	CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD	392
18.3	IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA.....	392
18.3.1	ALCANCE.....	392
18.3.2	GENERALIDADES	392
18.3.3	MANO DE OBRA.....	393
18.3.4	EQUIPOS	393
18.3.5	MATERIALES	393
18.3.6	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	393
18.3.7	CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD	395
18.3.8	CONDICIONES ESPECIALES DE LA ACTIVIDAD.....	395
18.4	ACABADOS GENERADOS POR LAS DEMOLICIONES EN OBRAS EXISTENTES	395
18.5	MEDIDA Y PAGO.....	396
18.5.1	MEDIDA.....	396

18.5.2	PAGO	396
18.6	ÍTEMS DE PAGO	397
19	REHABILITACIÓN DE OBRAS EXISTENTES	399
19.1	ALCANCE	399
19.2	NORMAS	399
19.3	EQUIPOS.....	400
19.4	MATERIALES	400
19.4.1	FUNGICIDAS.....	400
19.4.2	SOLUCIONES ÁCIDAS	401
19.4.3	MORTEROS DE REPARACIÓN PARA ZONAS PUNTUALES	401
19.4.4	CONCRETOS FLUIDOS PARA GRANDES SUPERFICIES	402
19.4.5	RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS	402
19.4.6	RESINAS EPÓXICAS.....	403
19.4.7	CRISTALIZADOR DE CONCRETOS.....	404
19.5	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	404
19.5.1	PREPARACIÓN Y MEZCLADO DE LOS MATERIALES DE REPARACIÓN	405
19.5.2	COLOCACIÓN DE LOS MATERIALES DE REPARACIÓN Y RECUBRIMIENTO	405
19.5.3	ACABADO DE LAS SUPERFICIES REPARADAS	406
19.5.4	CURADO	406
19.5.5	PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN	407
19.6	MEDIDA Y PAGO.....	414
19.6.1	MEDIDA.....	414
19.6.2	PAGO	414
19.7	ÍTEMS DE PAGO	415
20	ELEMENTOS METÁLICOS MISCELÁNEOS Y EMBEBIDOS	421
20.1	ALCANCE	421
20.2	NORMAS	422
20.3	MATERIALES	423
20.3.1	ACERO ESTRUCTURAL CLASIFICACIÓN A36	423
20.3.2	ACERO ESTRUCTURAL CLASIFICACIÓN A572 GR 50	423
20.3.3	PERFILES DE LÁMINA DELGADA CLASIFICACIÓN A1008 Y A1011 GR-50	424
20.3.4	BARRAS DE ACERO PARA ANCLAJES.....	424
20.3.5	VARILLAS LISAS CLASIFICACIÓN A-37	424

20.3.6	TUBERÍA DE ACERO CLASIFICACIÓN A-500 GR -C	424
20.3.7	PERNOS	424
20.3.8	SOLDADURA	424
20.3.9	PERNOS DE EXPANSIÓN	425
20.4	EJECUCIÓN DEL TRABAJO	426
20.4.1	GENERALIDADES	426
20.4.2	PLANOS DE FABRICACIÓN DE TALLER Y MONTAJE.....	427
20.4.3	MARCAS	428
20.4.4	CONSTRUCCIONES PERNADAS	428
20.4.5	CONSTRUCCIONES SOLDADAS.....	429
20.4.6	PROCESOS DE SOLDADURA.....	430
20.4.7	ESCALERAS INCLINADAS	434
20.4.8	ESCALERAS VERTICALES	434
20.4.9	ESCALERAS CONVENCIONALES METÁLICAS	436
20.4.10	PASAMANOS Y BARANDAS DE SEGURIDAD	436
20.4.11	PUNTOS DE ANCLAJE PARA TRABAJO EN ALTURAS	436
20.4.12	CERRAMIENTOS EN MALLA ESLABONADA	437
20.4.13	ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS EN CONCRETO PARA EQUIPOS HIDROMECÁNICOS.....	438
20.4.14	FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA PARA EQUIPOS MECÁNICOS E HIDROMECÁNICOS	439
20.4.15	PROCESOS ESPECIALES	440
20.5	CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD	442
20.5.1	INSPECCIÓN	442
20.5.2	TOLERANCIAS	442
20.6	TRABAJOS QUE TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO	443
20.7	MEDIDA Y PAGO.....	444
20.7.1	MEDIDA.....	444
20.8	ÍTEMS DE PAGO	444
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA LAS OBRAS ELÉCTRICAS 448	
21.1	ALCANCE	448
21.2	NORMAS PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO	448

21.2.1	NORMAS APLICABLES GENERALES.....	448
21.2.2	NORMAS PARA TABLEROS EN BAJA TENSIÓN	448
21.2.3	NORMAS PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES	449
21.2.4	NORMAS PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN	449
21.2.5	NORMAS PARA PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO.....	450
21.3	GENERALIDADES DE LAS OBRAS ELÉCTRICAS.....	450
21.3.1	ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR	450
21.3.2	TOMACORRIENTES	451
21.3.3	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO	451
21.3.4	BANCOS DE DUCTOS Y CANALIZACIONES.....	452
21.4	PARTICULARIDADES DE LAS OBRAS ELÉCTRICAS	453
21.4.2	CARACTERÍSTICAS DE TOMACORRIENTES, LUMINARIAS Y ACCESORIOS.....	455
21.4.3	CABLES DE FUERZA AISLADOS A 600 V	460
21.4.4	TUBERÍAS Y ACCESORIOS CONDUIT	460
21.4.5	CAJAS PARA SALIDAS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES	462
21.4.6	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	462
21.4.7	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO	464
21.4.8	BANCO DE DUCTOS Y CAJAS	466
21.4.9	CANALIZACIONES DE INSTRUMENTACIÓN	468
21.5	MEDIDA Y PAGO.....	468
22	GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL CONTRATO	478
22.1	MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE.....	478
22.1.1	ALCANCE.....	478
22.1.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA	478
22.1.3	DESARROLLO	478
22.1.4	ENTREGABLES	479
22.1.5	UNIDAD DE MEDIDA	480
22.1.6	PERSONAL REQUERIDO.....	480
22.1.7	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	480
22.1.8	FORMA DE PAGO.....	480
22.2	MONITOREO DE EMISIONES DE RUIDO	481
22.2.1	ALCANCE.....	481
22.2.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	481

22.2.3	DESARROLLO	481
22.2.4	ENTREGABLES	481
22.2.5	UNIDAD DE MEDIDA	482
22.2.6	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	482
22.2.7	PERSONAL REQUERIDO.....	483
22.2.8	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	483
22.2.9	FORMA DE PAGO.....	483
22.3	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS ESPECIALES	483
22.3.1	ALCANCE.....	483
22.3.2	NORMATIVA ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL.....	484
22.3.3	DESARROLLO	484
22.3.4	ENTREGABLES	484
22.3.5	UNIDAD DE MEDIDA	484
22.3.6	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	484
22.3.7	PERSONAL REQUERIDO.....	485
22.3.8	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	485
22.3.9	FORMA DE PAGO.....	485
22.3.10	ANEXOS	485
22.4	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	485
22.4.1	ALCANCE.....	485
22.4.2	NORMATIVA ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL.....	485
22.4.3	DESARROLLO	486
22.4.4	ENTREGABLES	486
22.4.5	UNIDAD DE MEDIDA	486
22.4.6	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	487
22.4.7	FORMA DE PAGO.....	487
22.4.8	ANEXOS.....	487
22.5	MANEJO DE NIDO, COLMENA O ENJAMBRE DE ABEJAS O AVISPAS	487
22.5.1	ALCANCE.....	487
22.5.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	487
22.5.3	DESCRIPCIÓN.....	488
22.5.4	ENTREGABLES	490
22.5.5	UNIDAD DE MEDIDA	490

22.5.6	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	491
22.5.7	PERSONAL REQUERIDO.....	491
22.5.8	FORMA DE PAGO.....	491
22.5.9	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	491
22.5.10	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	491
22.6	AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA.....	492
22.6.1	ALCANCE.....	492
22.6.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	492
22.6.3	DESCRIPCIÓN.....	493
22.6.4	PLAN DE AHUYENTAMIENTO	493
22.6.5	INFORMACIÓN AL PERSONAL DE LA OBRA (CAPACITACIÓN / SENSIBILIZACIÓN)	494
22.6.6	AHUYENTAMIENTO, CAPTURA, TRASLADO Y REUBICACIÓN DE FAUNA	494
22.6.7	IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS ECOLÓGICAS PARA LA POSIBLE REUBICACIÓN DE FAUNA	494
22.6.8	BÚSQUEDA DE ACTIVIDAD REPRODUCTIVA.....	495
22.6.9	AHUYENTAMIENTO	496
22.6.10	RESCATE DE FAUNA SILVESTRE	497
22.6.11	REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE	498
22.6.12	PROTOCOLO MÉDICO VETERINARIO	499
22.6.13	ENTREGABLES.....	499
22.6.14	UNIDAD DE MEDIDA.....	500
22.6.15	TIEMPO DE EJECUCIÓN	500
22.6.16	PERSONAL REQUERIDO	500
22.6.17	FORMA DE PAGO	501
22.6.18	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS.....	501
22.6.19	OTROS	501
22.7	ATENCIÓN DE FAUNA LESIONADA.....	501
22.7.1	ALCANCE.....	502
22.7.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	502
22.7.3	DESARROLLO	503
22.7.4	ENTREGABLES	503
22.7.5	UNIDAD DE MEDIDA	503

22.7.6	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	504
22.7.7	PERSONAL REQUERIDO.....	504
22.7.8	FORMA DE PAGO.....	504
22.7.9	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	504
22.7.10	OTROS	505
22.8	CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES DE FLORA EN VEDA...	505
22.8.1	ALCANCE.....	505
22.8.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	505
22.8.3	DESARROLLO	506
22.8.4	ENTREGABLES	508
22.8.5	UNIDAD DE MEDIDA	512
22.8.6	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	512
22.8.7	PERSONAL REQUERIDO.....	512
22.8.8	FORMA DE PAGO.....	513
22.8.9	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	513
22.8.10	OTROS	513
22.8.11	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	513
22.9	REUNIONES DE SOCIALIZACIÓN CON COMUNIDADES, AUTORIDADES LOCALES, ASOCIACIONES, GREMIOS Y OTRAS ORGANIZACIONES	514
22.9.1	ALCANCE.....	514
22.9.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	515
22.9.3	DESCRIPCIÓN DE ÍTEM.....	515
22.9.4	ENTREGABLES	515
22.9.5	UNIDAD DE MEDIDA	515
22.9.6	TIEMPO DE EJECUCIÓN.....	515
22.9.7	PERSONAL REQUERIDO.....	516
22.9.8	FORMA DE PAGO.....	516
22.9.9	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS	516
22.9.10	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	516
22.9.11	ANEXOS	516
22.10	SERVICIO DE IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL A LAS COMUNIDADES.....	517
22.10.1	ALCANCE	517

22.10.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	517
22.10.3	DESCRIPCIÓN DE ÍTEM	517
22.10.4	ENTREGABLES.....	518
22.10.5	UNIDAD DE MEDIDA.....	518
22.10.6	TIEMPO DE EJECUCIÓN	518
22.10.7	PERSONAL REQUERIDO	519
22.10.8	FORMA DE PAGO	519
22.10.9	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS.....	519
22.10.10	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	519
22.10.11	ANEXOS	520
22.11	RESCATE, TRASLADO, MANTENIMIENTO Y MONITOREO DE ESPECIES DE FLORA SILVESTRE EN VEDA O IMPORTANTES (PLANTULA/EPIFITA)	520
22.11.1	ALCANCE	520
22.11.2	DEFINICIONES.....	520
22.11.3	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	521
22.11.4	DESCRIPCIÓN DE ÍTEM	521
22.11.5	ENTREGABLES.....	531
22.11.6	UNIDAD DE MEDIDA.....	532
22.11.7	TIEMPO DE EJECUCIÓN	532
22.11.8	PERSONAL REQUERIDO	532
22.11.9	FORMA DE PAGO	533
22.11.10	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS.....	533
22.11.11	OTROS	533
22.11.12	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	534
22.11.13	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	534
22.11.14	ANEXOS	535
22.12	IMPLEMENTACION DE PLAN DE MANEJO DEL PROGRAMA DE ARQUEOLOGIA PREVENTIVA PARA LA FASE DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANEJO ARQUEOLOGICO	535
22.12.1	ALCANCE	535
22.12.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	535
22.12.3	DESARROLLO.....	536
22.12.4	UNIDAD DE MEDIDA.....	537

22.12.5	TIEMPO DE EJECUCIÓN	537
22.12.6	PERSONAL REQUERIDO	537
22.12.7	FORMA DE PAGO	538
22.12.8	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS.....	538
22.12.9	OTROS	538
22.12.10	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	539
22.13	ESTRUCTURACIÓN DEL COMPONENTE GEOMÁTICO PARA EL INFORME DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL (ICA) PARA PROYECTOS LICENCIADOS.....	539
22.13.1	ALCANCE	539
22.13.2	NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL	539
22.13.3	DESARROLLO.....	540
22.13.4	UNIDAD DE MEDIDA.....	541
22.13.5	TIEMPO DE EJECUCIÓN	541
22.13.6	PERSONAL REQUERIDO	542
22.13.7	FORMA DE PAGO	542
22.13.8	MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS.....	542
22.13.9	OTROS	542
22.13.10	CONSIDERACIONES ADICIONALES.....	542
22.14	ÍTEMS DE PAGO	543
23	ANEXOS	544

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Zona Tenche	38
Tabla 2 Zona Troneras.....	40
Tabla 3 Zona El Salto.....	41
Tabla 4 Zona Guadalupe III (Tanque de carga Guadalupe IV)	42
Tabla 5 Zona Guadalupe IV	43
Tabla 6 Unidades de medida	46
Tabla 7 Fechas de indisponibilidades de la Cadena	50
Tabla 8 Listado de hitos principales	50
Tabla 9 Personal clave para ejecución del contrato	56
Tabla 10 Planos generales	66
Tabla 11 Planos para construcción LT2.2 Descarga De Fondo Bocatoma Tenche	66
Tabla 12 Planos para construcción LT2.3 Vertedero y Descarga de Fondo Bocatoma GIII.....	67
Tabla 13 Planos para construcción LT3.2 Obras Bocatoma Tenche	70
Tabla 14 Planos para construcción LT3.3 Obras Bocatoma Troneras.....	72
Tabla 15 Planos para construcción LT3.4 Obras Bocatoma Guadalupe I.....	73
Tabla 16 Planos para construcción LT3.5 Obras Bocatoma Guadalupe II	74
Tabla 17 Planos para construcción LT3.6 Obras Bocatoma Guadalupe III	74
Tabla 18 Planos para construcción LT3.7 Obras Bocatoma Guadalupe IV	74
Tabla 19 Planos para construcción LT5.5 Obras Cámara de Válvulas GIII	75
Tabla 20 Planos para construcción LT8.1 Obras Infraestructura: Zodme Zona Industrial y Vías Bocatoma Tenche.....	75
Tabla 21 Planos para construcción LT8.2 Obras Infraestructura: Vías y Zonas Industriales Bocatoma GIII	76
Tabla 22 Planos para construcción LT9.1 Obras de Descargas de Turbinas Troneras	79
Tabla 23 Planos para construcción LT9.2 Obras de Descargas de Turbinas Guadalupe III	80
Tabla 24 Planos para construcción LT9.3 Obras de Descargas de Turbinas Guadalupe IV	81
Tabla 25 Informes de procedimientos constructivos.....	81
Tabla 26 Puntos de amarre del Proyecto	83
Tabla 27 Ítems de pago Manejo de aguas durante construcción.....	91
Tabla 28 Ítems de pago del manejo de aguas por grupo de obras	91
Tabla 29 Características de la suspensión mineral para lodos de perforación	103
Tabla 30 Propiedades de lodos minerales. Pilotes Secantes	110
Tabla 31 Propiedades de lodos sintéticos. Pilotes Secantes.....	111

Tabla 32 Propiedades de lodos de agua. Pilotes Secantes.....	111
Tabla 33 Ítems de pago excavaciones	120
Tabla 34 Ítems de pago Excavaciones por grupo de obra.....	120
Tabla 35 Requisitos del material granular drenante	125
Tabla 36 Requisitos de los materiales a estabilizar para su uso en terraplenes	131
Tabla 37 Características de la cal hidratada o cal viva.....	132
Tabla 38 Requisitos del agua no potable para la estabilización con cal	133
Tabla 39 Requisitos del material para terraplén estabilizado con cal	133
Tabla 40 Criterios de diseño de estabilización de terraplenes con cal.....	135
Tabla 41 Verificación periódicas sobre el suelo por estabilizar	142
Tabla 42 Verificaciones periódicas sobre el suelo estabilizado	145
Tabla 43 Capacidad estimada ZODMEs	146
Tabla 44 Ítems de pago de los llenos.....	156
Tabla 45 Ítems de pago llenos por grupo de obra	157
Tabla 46 Valores de propiedades mecánicas Megabolsas.....	160
Tabla 47 Valores de propiedades físicas Sacos.....	161
Tabla 48 Requisitos geoceldas (ecodique o similar)	163
Tabla 49 Ítems de pago de las geoestructuras.....	165
Tabla 50 Ítems de pago geoestructuras por grupo de obra	166
Tabla 51 Ítems de Pago Drenaje.....	175
Tabla 52 Ítems de pago drenaje por grupo de obra.....	175
Tabla 53 Ítems de pago perforaciones de superficies y taludes	181
Tabla 54 Ítems de pago perforaciones de taludes por grupo de obra.....	182
Tabla 55 Gradación para el material de enrocado de protección	201
Tabla 56 Valores de propiedades físicas y mecánicas de Piedra Pegada.....	202
Tabla 57 Valores de propiedades mecánicas Geotextil NT-2500 o equivalente	203
Tabla 58 Propiedades geomembrana	205
Tabla 59 Ítems de Pago Protección de superficies y taludes.....	217
Tabla 60 Ítems de pago protección de taludes por grupo de obra.....	217
Tabla 61 Criterios de diseño de la mezcla asfáltica en caliente por el método Marshall.....	221
Tabla 62 Requisitos de los agregados para afirmados.....	225
Tabla 63 Franjas granulométricas del material de afirmado	226
Tabla 64 Relaciones que debe cumplir el material de afirmado	226

Tabla 65 Verificaciones periódicas de la calidad del material de afirmado	229
Tabla 66 Requisito de los agregados para subbase granular	230
Tabla 67 Franjas granulométricas del material de la subbase granular	231
Tabla 68 Verificaciones periódicas de la calidad del material de subbase granular	233
Tabla 69 Ensayos para verificar la conservación de las propiedades de los agregados.....	234
Tabla 70 Requisito de los agregados para base granular	235
Tabla 71 Franjas granulométricas del material de base granular	236
Tabla 72 Verificaciones periódicas de la calidad del material de base granular	238
Tabla 73 Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	239
Tabla 74 Proporción máxima de arena natural en el agregado para las mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.....	240
Tabla 75 Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente	241
Tabla 76 Tipo de asfalto por emplear en mezcla asfáltica en caliente de gradación continua	241
Tabla 77 Ítems de pago de afirmado.....	249
Tabla 78 Ítems de pago llenos por grupo de obra	249
Tabla 79 Requisitos de lámina para defensas metálicas.....	259
Tabla 80 Ítems de pago señalización	266
Tabla 81 Ítems de pago de señalización por grupo de obra	267
Tabla 82 Ítems de pago de transportes.....	271
Tabla 83 Ítems de pago transporte por grupo de obra.....	271
Tabla 84 Ítems y pago para demoliciones	293
Tabla 85 Ítems de pago para demoliciones por frente de obra.....	293
Tabla 86 Requisitos mínimos ensayos de tracción y doblado	300
Tabla 87 Diámetro mínimo de doblado	302
Tabla 88 Ensayos en anclajes post instalados.....	305
Tabla 89 Ítem de pago de acero de refuerzo.....	308
Tabla 90 Ítem de pago de acero de refuerzo por frente de obra.....	308
Tabla 91 Límites granulométricos	316
Tabla 92 Resistencia mínima del grout cementoso sin contracción.....	318
Tabla 93 Requerimientos del grouting epóxico.....	319
Tabla 94 Especificaciones para el equipo de mezclado	325
Tabla 95 Remoción de encofrados.....	327

Tabla 96 Aplicaciones de los tipos de grouting.....	335
Tabla 97 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcciones.....	338
Tabla 98 Concretos – Tolerancias.....	342
Tabla 99 Clasificación de concretos.....	347
Tabla 100 Requisitos de asentamiento para concreto de pilotes preexcavados.....	348
Tabla 101 Especificaciones del Mortero de Pega.....	354
Tabla 102 Ítems de pago de los concretos.....	357
Tabla 103 Ítems de pago para concretos por frente de obra.....	358
Tabla 104 Granulometría de los agregados.....	363
Tabla 105 Tiempos de fraguado y resistencia a las 8 horas.....	364
Tabla 106 Espesor adicionales de concreto lanzado.....	372
Tabla 107 Granulometría de la arena.....	373
Tabla 108 Ítems de Pago Concreto Lanzado.....	377
Tabla 109 Ítems de pago concreto lanzado por grupo de obra.....	378
Tabla 110 Especificaciones del mortero de pega para mampostería estructural.....	380
Tabla 111 Resistencia mínima de morteros.....	384
Tabla 112 Tolerancia constructivas para muros de mampostería.....	385
Tabla 113 Ítems de pago para mampostería.....	386
Tabla 114 Ítems de pago para mampostería por frente de obra.....	387
Tabla 115 Ítems de pago para acabados arquitectónicos.....	397
Tabla 116 Ítems de pago para acabados arquitectónicos.....	398
Tabla 117 Resinas para inyección – Recomendaciones según Boletín 1 – RAP del ACI.....	403
Tabla 118 Ensayos para mortero de reparación.....	413
Tabla 119 Ensayos para inyección de resina en fisura.....	413
Tabla 120 Ítems de pago de rehabilitación.....	415
Tabla 121 Ítems de pago de rehabilitación por frente de obra.....	415
Tabla 122 Materiales para elementos y componentes de estructuras de acero.....	425
Tabla 123 Materiales para elementos metálicos misceláneos.....	425
Tabla 124 Pinturas – Esquemas de colores.....	440
Tabla 125 Ítems de pago para elementos metálicos misceláneos.....	445
Tabla 126 Ítems de pago para elementos metálicos misceláneos por frente de obra.....	445
Tabla 128 ítems de pago para obras eléctricas.....	469
Tabla 129 ítems de pago para las obras eléctricas en los diferentes frentes del contrato.....	472

Tabla 130 Puntos de monitoreo de calidad de aire	478
Tabla 131 Puntos de monitoreo de emisiones de ruido y ruido ambiental	481
Tabla 132 Personal requerido para ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.....	500
Tabla 133 Perfil requerido en atención de fauna.....	504
Tabla 134 Personal requerido	512
Tabla 135 Perfiles profesionales requeridos para la actividad de rescate y traslado	532
Tabla 136 Documentos de referencia	534
Tabla 137 Polígonos específicos	536
Tabla 138 Perfil requerido en el manejo del programa de arqueología	538
Tabla 139 Personal requerido componente geomático	542
Tabla 140 ítems Gestión ambiental y social	543

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Localización de la cadena de generación.....	32
Figura 2 Tipología de la cadena Guadalupe – Troneras.....	33
Figura 3 Localización de la Desviación Tenche-Troneras	33
Figura 4 Localización de las estructuras a intervenir en la central Troneras.....	34
Figura 5 Localización de la Bocatoma El Salto.....	35
Figura 6 Localización de la Central Guadalupe III	36
Figura 7 Localización de la Central Guadalupe IV.....	37
Figura 8 Localización de ZODMES del Modernización Complejo Hidroeléctrico Guadalupe Fase II (zona del antiguo campamento Brisas en el sector Guadalupe III - El Salto y sector Tenche)	147

1 DESCRIPCIÓN Y ACTIVIDADES GENERALES

Las especificaciones técnicas de esta sección deberán ser seguidas estrictamente por el Contratista para la realización de los trabajos, los cuales se deberán adelantar mediante la utilización de métodos de Ingeniería eficientes y modernos. Donde se mencionen especificaciones o normas de diferentes entidades o instituciones, se entiende que aplicará la última versión o revisión de dichas normas.

También serán aceptables las normas aplicables, nacionales o internacionales, que sean equivalentes y que, en concepto de EPM, aseguren una calidad igual o mayor que las de estas especificaciones técnicas.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO MODERNIZACIÓN GUATRON FASE II

La cadena hidráulica Guadalupe - Troneras (GUATRON), se localiza en la subregión del norte del departamento de Antioquia, en los municipios de Carolina del Príncipe, Guadalupe y Gómez Plata. Esta cadena se encuentra conformada por las centrales hidroeléctricas Troneras (40 MW), Guadalupe III (270 MW) y Guadalupe IV (202 MW), por los embalses de Miraflores y Troneras, la bocatoma de Tenche y la desviación de Nechí - Pajarito, Pajarito - Dolores, Dolores - Concepción (afluente del río Tenche) y Tenche - Troneras. En la Figura 1 se detalla la ubicación del proyecto y la cadena de generación GUATRON y en la Figura 2 la tipología de la cadena GUATRON.

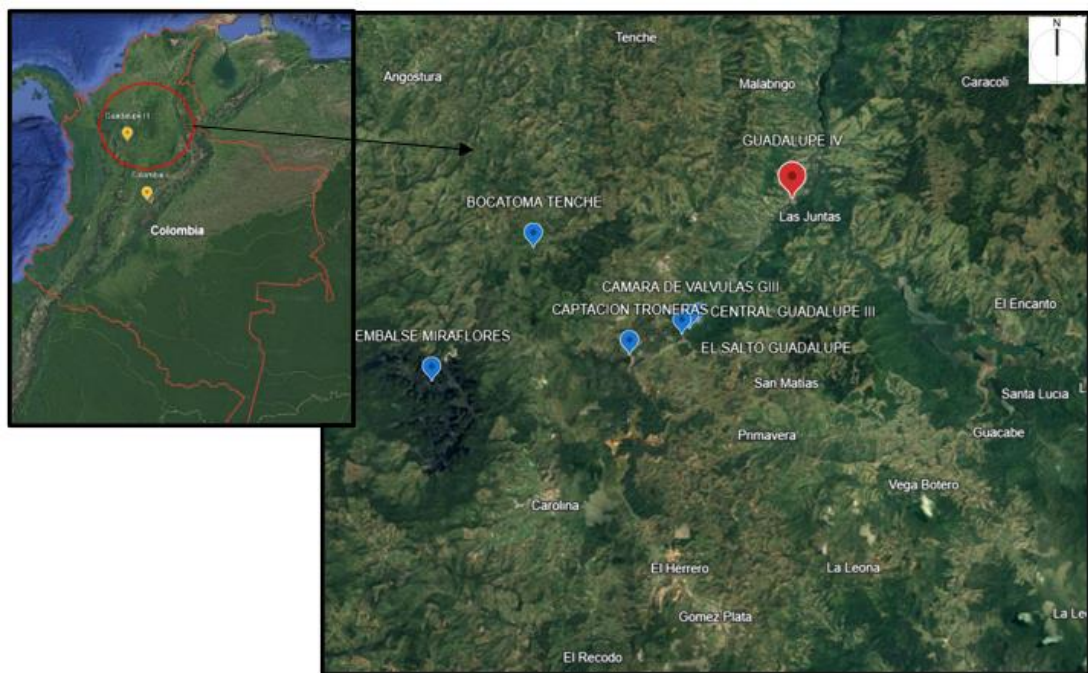


Figura 1 Localización de la cadena de generación

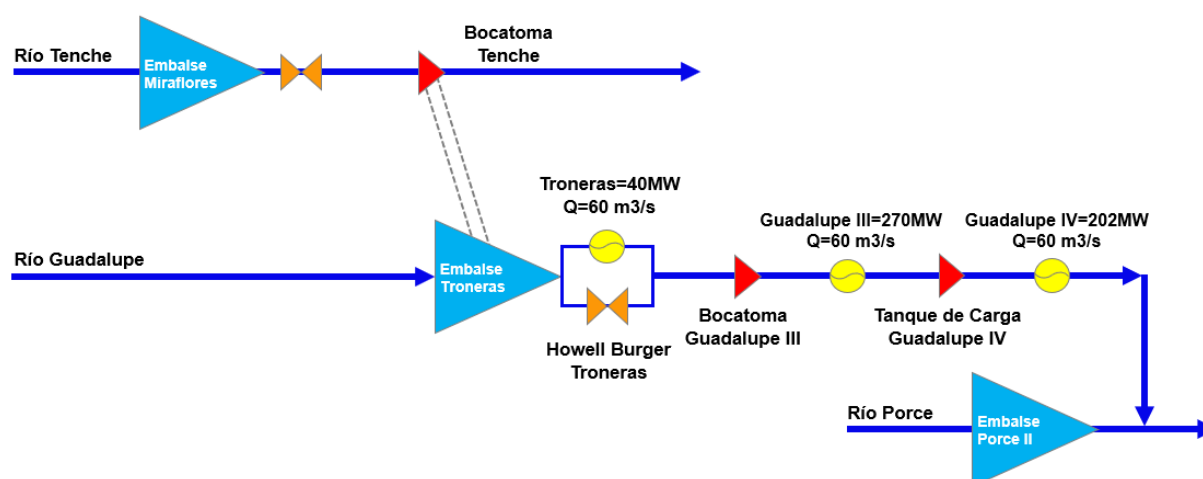


Figura 2 Tipología de la cadena Guadalupe – Troneras

A continuación, se presenta una breve descripción de las estructuras que son objeto del contrato de obra civil para la Modernización de la Cadena GUATRON Fase II. Se discretizan las obras en cuatro zonas según su localización. El detalle de las diferentes zonas se presenta a continuación.

1.1.1 ZONA TENCHE

En la desviación Tenche-Troneras se encuentra un reservorio que recibe los aportes del río Tenche y las descargas del embalse Miraflores y las desviaciones Nechí, Pajarito, Dolores a través del río Concepción. En esta zona se encuentran 3 estructuras principales: presa (vertedero), descarga de fondo y entrada del túnel Tenche – Troneras. La localización general de las estructuras en la desviación Tenche-Troneras se presenta en la Figura 3.



Figura 3 Localización de la Desviación Tenche-Troneras

La estructura de la descarga de fondo Tenche consiste en una construcción en concreto reforzado con una altura expuesta de aproximadamente 13 m, compuesta por 2 vanos de ancho variable que va desde los 3 m en la zona de las guías para las compuertas de guarda hasta 2,45 m en la zona de las compuertas de servicio. Los vanos se encuentran separados por un tabique central de espesor variable con un valor máximo de alrededor de 1,30 m.

El portal de entrada al túnel Tenche-Troneras consiste en una estructura de concreto compuesta por losas y muros de concreto que aloja los equipos de compuertas y limpiarrejas necesarios para el control del flujo proveniente del embalse Tenche.

La estructura de la entrada al túnel es una estructura de concreto reforzado de 9 m de altura y un ancho de 5,0 m, la cual está conformada por un vano de 2,44 m de ancho libre con una compuerta plana de 2,5 m x 2,5 m. La cara superior de la losa de aproximación a la entrada del túnel se encuentra en la cota 1795,84 m s. n. m. y la parte superior de la estructura en la 1804,84 m.s.n.m. La estructura cuenta con una reja coladera en la parte frontal para la retención de material de gran tamaño.

1.1.2 ZONA TRONERAS

La localización de las obras de modernización definidas para la central Troneras, ubicada entre los municipios de Carolina del Príncipe y Guadalupe, se presenta en la Figura 4.



Figura 4 Localización de las estructuras a intervenir en la central Troneras

La torre de captación de la Central Troneras es una estructura en concreto reforzado, localizada cerca al vertedero del embalse. El acceso a la torre se realiza a través de un puente peatonal en concreto reforzado de aproximadamente 50 m de longitud, mientras que la casa de máquinas se ubica en el pie de la presa, aprovechando un salto neto de 86,6 metros y un caudal de 60 m³/s. Cuenta con dos unidades de generación tipo Francis de eje vertical. cada una de ellas con una capacidad de 20 MW, para una capacidad efectiva de la central de 40 MW.

La estructura del canal de descarga de la central Troneras (pozo de aquietamiento) corresponde a un Box culvert, en concreto reforzado que cumple con la función de recolectar y aquietar las aguas provenientes ya sea de las unidades generadoras o de la válvula de cono, para luego encauzarlas hacia el río Guadalupe.

1.1.3 ZONA EL SALTO

En la central de Guadalupe III los trabajos se centran en la bocatoma El Salto, el vertedero y la descarga de fondo de la bocatoma Guadalupe III y la descarga de turbinas de la central Guadalupe III. La localización de las obras en la bocatoma El Salto se presenta en la Figura 5.



Figura 5 Localización de la Bocatoma El Salto

La descarga de unidades de la central Guadalupe III se ubica aguas abajo de la captación El Salto, en la margen derecha del río Guadalupe. Su sistema de vertedero y descarga de fondo está compuesto por cuatro vanos de 9,00 m de ancho, con compuertas radiales para el control del flujo. El vertedero se apoya en una losa masiva con muros en voladizo, mientras que la descarga de fondo tiene una losa de espesor variable (hasta 2,80 m) y muros laterales de hasta 10,00 m de altura. En la parte superior, una pasarela peatonal se apoya sobre las pilas de la estructura.

La captación de Guadalupe I consta de una torre de concreto de 12 m de altura, con cinco muros que soportan rejillas y conducen el flujo a dos conductos con compuertas radiales. La descarga de fondo tiene cuatro conductos que confluyen en un box controlado por una compuerta plana, con un canal de 1,00 m de ancho en tres sectores.

La captación de Guadalupe III es una estructura de concreto reforzado de 10,0 m de altura, con dos vanos de 6,0 m de ancho, separados por un tabique central. Captura el flujo y lo dirige a un pozo vertical que alimenta el túnel de captación hacia la casa de máquinas.

Dentro del proyecto de modernización, se intervendrá la estructura de toma de Guadalupe III, reemplazando el entibado aguas arriba por un muro de contención en concreto. La descarga de unidades está conformada por seis ductos rectangulares con compuertas, que convergen en un canal recolector con vertederos y compuertas planas. La plataforma de acceso sobre la descarga está conformada por una losa de concreto. Los conductos tienen un ancho de 3,00 m y alturas de hasta 5,50 m, con muros de 0,55 m de espesor en el primer tramo. Las unidades descargan a un canal principal con un desnivel entre las elevaciones 1114,88 m s. n. m. y 1111,58 m s. n. m.

1.1.4 ZONA GUADALUPE III (TANQUE DE CARGA)

En la casa de máquinas de Guadalupe III los trabajos se centran en la descarga de turbinas de la central Guadalupe III, Bocatoma Guadalupe II y captación y tanque de carga de la central Guadalupe IV. La localización de las obras se presenta en la Figura 6.



Figura 6 Localización de la Central Guadalupe III

La estructura de descarga de la Central Guadalupe III consta de seis ductos rectangulares con compuertas, que convergen en un canal recolector con vertederos frontales y laterales, controlados por compuertas planas. Estos conductos tienen 3,00 m de ancho y hasta 5,50 m de altura, con muros de 0,55 m de espesor en el primer tramo.

La antigua bocatoma de Guadalupe II se ubica aguas abajo de la descarga de la Central Guadalupe III, entre la descarga al río y el conducto hacia el tanque de carga de Guadalupe IV.

La obra de compuertas del tanque de carga de Guadalupe IV es una estructura semienterrada de concreto reforzado con configuración de "botellón", compuesta por losas y tres muros que delimitan dos conductos con compuertas radiales. La entrada tiene dos vanos de 4,6 m de ancho, cada uno con una compuerta radial y un tabique central. Aguas arriba se encuentra una

compuerta plana cuadrada de 70 cm, que controla el bypass. Luego de las compuertas, el tanque se ensancha con escalones y una pendiente en la losa inferior que aumenta su profundidad.

1.1.5 ZONA GUADALUPE IV

Los trabajos dentro de la zona de Guadalupe IV se centran en la Bocatoma Guadalupe II, captación y tanque de carga de la central Guadalupe IV y casa de máquinas de Guadalupe IV. La localización de estas estructuras se presenta en la Figura 7.



Figura 7 Localización de la Central Guadalupe IV

La central Guadalupe IV cuenta con 3 descargas operativas y una cuarta actualmente clausurada debido a que no se instaló la cuarta unidad prevista durante la etapa de diseño. Las descargas de la central están conformadas por vertederos con muros laterales que conforman recintos de 4,82 m de ancho por 6,80 m de longitud en la descarga al río. El espesor de los muros laterales conforme a lo indicado en planos es de 0,60 m. En la zona de la cresta del vertedero se encuentran los asientos y guías laterales para la colocación de las compuertas planas.

1.2 ALCANCE DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES OBJETO DEL CONTRATO

1.2.1 ZONA TENCHE

En el embalse de Tenche se plantean obras de recuperación para las estructuras de toma y descarga de fondo, que incluyen la construcción de nuevas obras civiles, tales como una caseta, losas de almacenamiento para tablonés, cimentaciones de equipos y plataformas para disposición de los residuos extraídos por el limpiarrejas, entre otras.

Tabla 1 Zona Tenche

Zona	Lotes de trabajo	Descripción
Tenche	LT2.2	Descarga de fondo Bocatoma Tenche
	LT3.2	Obras Bocatoma Tenche
	LT8.1	ZODME zona industrial y Vías Bocatoma Tenche

A continuación, se destaca el alcance de las diferentes obras a modernizar en sus respectivos lotes de trabajo:

1.2.1.1 Lote 2.2 Descarga de Fondo Bocatoma Tenche

1.2.1.1.1 Obras de adecuación y nuevas estructuras

Se tienen contempladas como actividades previas, la construcción de la ataguía de la bocatoma y de la descarga de fondo y la dismantelación de ambas ataguías conformada por Mega Bags rellenas con material disponible en la zona.

El alcance de las obras en descarga de fondo incluye la recuperación y adecuación de superficies de concreto, abarcando la rehabilitación de empotrados de las compuertas de servicio Rodney Hunt, con inyecciones de contacto en la caja marco. Se realizarán trabajos en la losa inferior, muros laterales y pilar central, así como el reemplazo de asientos y guías laterales de dos vanos de compuertas de mantenimiento (stoplogs), con la extensión vertical de los muros y pilar central e inclusión de una plataforma metálica de trabajo. Además, se construirán falsas guías para almacenamiento de stoplogs y se ejecutará la recuperación del concreto en el túnel de descarga de fondo en un tramo de 66 m, desde el portal de entrada hasta el sky al final del túnel, garantizando la rehabilitación estructural integral.

1.2.1.1.2 Suministro eléctrico

EL CONTRATISTA realizará pruebas eléctricas, operacionales y mecánicas, embalaje, suministro, entrega e instalación de los materiales relacionados en el presente documento. EL CONTRATISTA deberá acordar con EPM el lugar de entrega de los materiales. Las pruebas para realizar son las indicadas en las Especificaciones Técnicas con código MEEGT-EJ-0607-CSB-G01-ELE-INF-006.

EL CONTRATISTA debe entregar los certificados de pruebas de rutina y en fábrica, así como los documentos que garanticen la conformidad del producto RETIE para los elementos que hacen parte de su suministro (tablero eléctrico, iluminación, tomacorrientes, cableado, canalizaciones, puntas captadoras y varillas copperweld).

EL CONTRATISTA estará encargado de las obras civiles correspondientes a las instalaciones eléctricas de baja tensión, iluminación, tomacorrientes, puesta a tierra y apantallamiento, con sus respectivos circuitos como se muestra en los siguientes documentos y planos indicados en la sección 1.3.16 LISTADO DE PLANOS Y DOCUMENTOS PARA CONSTRUCCIÓN.

1.2.1.2 Lote 3.2 Obras Bocatoma Tenche

1.2.1.2.1 Obras de adecuación y nuevas estructuras

El alcance de las obras de adecuación de la bocatoma incluye la recuperación y adecuación de superficies de concreto, abarcando el ajuste de empotrados de la compuerta de servicio del túnel e instalación de la nueva reja coladera, con inyecciones de contacto si es necesario. Se ejecutarán trabajos de recuperación en la losa inferior y muros laterales, junto con la construcción de una caseta en mampostería reforzada para albergar los equipos oleohidráulicos, de potencia y control del limpiarrejas y la compuerta de aducción. Además, se realizará la cimentación para el nuevo transformador de potencia, instalación de cerramiento en malla y construcción de una estructura de concreto para soporte y descargue de la tolva de desechos en la estructura de control del túnel de conducción Tenche, con el suministro e instalación de las estructuras metálicas necesarias para la tolva y el equipo limpiarrejas.

1.2.1.2.2 Suministro eléctrico

EL CONTRATISTA realizará pruebas eléctricas, operacionales y mecánicas, embalaje, suministro, entrega e instalación de los materiales relacionados en el presente documento. EL CONTRATISTA deberá acordar con EPM el lugar de entrega de los materiales. Las pruebas para realizar son las indicadas en las Especificaciones Técnicas con código MEEGT-EJ-0607-CSB-G01-ELE-INF-006.

Para todos los tableros eléctricos y equipos incluidos en este alcance, se deberá enviar previamente la ingeniería de detalle para fabricación, con el propósito de ser revisada y aprobada por parte de EPM. Adicionalmente, estos tableros deberán someterse a pruebas FAT, en la que participará la interventoría y EPM con el objetivo de liberar estos equipos para despacho desde fábrica hacia el proyecto.

EL CONTRATISTA debe entregar los certificados de pruebas de rutina y en fábrica, así como los documentos que garanticen la conformidad del producto RETIE para los elementos que hacen parte de su suministro (tablero eléctrico, iluminación, tomacorrientes, cableado, canalizaciones, puntas captadoras y varillas copperweld).

EL CONTRATISTA estará encargado de las obras civiles correspondientes a las instalaciones eléctricas de baja tensión, puesta a tierra, apantallamiento, tableros de iluminación y tomacorrientes, con sus respectivos circuitos como se muestra en los documentos y planos indicados en la sección 1.3.16 LISTADO DE PLANOS Y DOCUMENTOS PARA CONSTRUCCIÓN.

1.2.1.3 Lote 8.1 Zodme, zona industrial y vías Bocatoma Tenche

Para la zona Tenche, se tiene como alcance la conformación de la zona de depósito de materiales estériles (ZODME) denominado TENCHE 2, ubicado en las coordenadas 865 324 N, 1246155E, para la disposición de materiales sobrantes del proyecto acorde al balance de masas y sus respectivas obras anexas, tales como obras de drenaje, enrocado, entre otros. También se contempla la construcción de la vía de acceso y señalización al Zodme, con una longitud aproximada de 103m.

1.2.1.3.1 ZONA TRONERAS

Se describe a continuación el alcance en las diferentes obras que conforman la central Troneras, principalmente en Bocatoma y descarga de turbinas en los respectivos lotes de trabajo.

Tabla 2 Zona Troneras

Zona	Lotes de trabajo	Descripción
Troneras	LT3.3	Obras bocatoma Troneras
	LT9.1	Obras de descargas de turbinas Troneras

1.2.1.4 Lote 3.3 Obras Bocatoma

1.2.1.4.1 Obras de adecuación y nuevas estructuras

Se tiene como alcance la construcción de las canalizaciones hacia torre de captación, así mismo, la recuperación y adecuación de superficies de concreto requeridas para la rehabilitación de las estructuras existentes.

1.2.1.4.2 Suministro eléctrico

EL CONTRATISTA realizará pruebas eléctricas, operacionales y mecánicas, embalaje, suministro, entrega e instalación de los materiales relacionados en el presente documento. EL CONTRATISTA deberá acordar con EPM el lugar de entrega de los materiales. Las pruebas para realizar son las indicadas en las Especificaciones Técnicas con código MEEGT-EJ-0607-CSB-G01-ELE-INF-006.

EL CONTRATISTA debe entregar los certificados de pruebas de rutina y en fábrica, así como los documentos que garanticen la conformidad del producto RETIE para los elementos que hacen parte de su suministro (tablero eléctrico, iluminación, tomacorrientes, cableado, canalizaciones, puntas captadoras y varillas copperweld).

EL CONTRATISTA estará encargado de las obras civiles correspondientes a las instalaciones eléctricas de baja tensión, iluminación, tomacorrientes, puesta a tierra y apantallamiento, con sus respectivos circuitos como se muestra en los documentos y planos indicados en la sección 1.3.16 LISTADO DE PLANOS Y DOCUMENTOS PARA CONSTRUCCIÓN.

1.2.1.5 LT 9.1 Obras de Descarga de Turbinas

Se tiene como alcance en la descarga de turbina la recuperación y adecuación de superficies de concreto, abarcando la rehabilitación de empotrados de compuertas en la descarga de turbinas, la losa de descarga de unidades y la base de los muros hasta 60 cm de altura. Además, contempla la instalación de rieles, topes y elementos metálicos empotrados para el desplazamiento longitudinal del pórtico grúa de las compuertas de descarga.

1.2.2 ZONA EL SALTO

A continuación, se describen los alcances en las obras principales que hacen parte de la modernización en la Zona Guadalupe III, tales como vertedero, descarga de fondo, Bocatoma Guadalupe I, Bocatoma Guadalupe III, y descarga de unidades.

Tabla 3 Zona El Salto

Zona	Lotes de trabajo	Descripción
El Salto (Bocatoma Guadalupe III)	LT2.3	Vertedero y Descarga de Fondo GIII
	LT3.4	Obras Bocatoma Guadalupe I
	LT3.6	Obras Bocatoma Guadalupe III
	LT8.2	Vías y zonas industriales Bocatoma GIII

1.2.2.1 LT 2.3 Vertedero y Descarga de Fondo Guadalupe III

Como estrategia de intervención para los trabajos de modernización a efectuar en la Zona de El Salto se proyectan obras hidráulicas temporales o ataguías del Sector de Guadalupe III de tipo muro de gravedad, conformadas por geoestructuras tipo Mega Bags rellenas con material proveniente de las excavaciones, zonas de depósito y/o zonas de préstamo. Las ataguías en las uniones o cierres particulares contra otras estructuras como las pilas de la estructura de Guadalupe III se complementarán con geomembranas.

El alcance de las obras del vertedero y descarga de fondo incluyen la construcción y montaje de guías y asientos para nuevas compuertas de guarda en los vanos de las cuatro compuertas radiales, así como la adecuación de concretos en la pasarela superior del vertedero para el cambio de los mecanismos de operación. También contempla la prefabricación e instalación de las vigas carrileras para un nuevo pórtico grúa, la construcción de accesos, barandas de protección y una estructura de almacenamiento de tabloneros en la descarga de fondo y vertedero de Guadalupe III. Además, se llevará a cabo la construcción de un muro de contención para reemplazar el entibado en la captación, la demolición del muro aguas arriba de la descarga de fondo y la recuperación de superficies de concreto para rehabilitar las estructuras existentes.

Como parte del proceso constructivo, se plantea la construcción de pantallas de pilotes secantes en el sector de aguas arriba de las pilas 3 y 5 de la descarga de fondo y la construcción de una losa de cimentación que servirá como cimentación temporal para la grúa telescópica con la cual se realizarán actividades de adecuación en la descarga de fondo y vertedero para el montaje de un pórtico grúa en estas estructuras.

1.2.2.2 LT 3.4 Obras Bocatoma Guadalupe I

El alcance de las obras del lote de trabajo 3.4 incluye el taponamiento de la antigua captación de la Central Guadalupe I mediante la remoción parcial de rejas y la construcción de tapones de concreto en los canales de captación. Además, se realizarán adecuaciones en la descarga de fondo para la instalación de compuertas planas que controlen el tránsito de la quebrada Cañas Gordas. También se contempla la construcción de un muro parapeto con reja coladera para la retención de sedimentos y empalizadas, la recuperación de superficies de concreto en el canal de descarga, incluyendo la estructura de descole al salto de Guadalupe, así como la instalación de rejas coladeras y una barrera flotante.

1.2.2.3 LT 3.6 Bocatoma Guadalupe III

Este lote al igual que el lote 2.3, presenta como alcance las obras hidráulicas temporales o ataguías del Sector de Guadalupe III de tipo muro de gravedad, conformadas por geoestructuras tipo Mega Bags rellenas con material proveniente de las excavaciones, zonas de depósito y/o zonas de préstamo. Así mismo, contempla la recuperación y adecuación de superficies de

concreto para el ajuste de empotrados de las compuertas de captación, la reparación de la obra de protección fallada en la margen derecha del reservorio Guadalupe III mediante la construcción de un nuevo muro de gravedad en concreto, y la rehabilitación general de las estructuras existentes.

Finalmente se contempla como alcance, una obra de protección de orilla con muro tipo voladizo en concreto proyectado en la margen derecha del río Guadalupe en cercanías de la entrada del túnel de la Captación Guadalupe III, lugar donde se encuentra una estructura metálica fallada que servía como protección contra la erosión hidráulica del río.

1.2.2.4 LT 8.2 Vías y zonas industriales Bocatoma GIII

Para la zona Bocatoma GIII, se tiene como alcance la conformación de 4 zonas de depósito de materiales estériles (ZODMEs) denominados BRISAS NORTE, BRISAS MEDIO, ZONA INDUSTRIAL 1 Y 2, para la disposición de materiales sobrantes del proyecto acorde al balance de masas y sus respectivas obras anexas, (obras de drenaje, tanques, escalones, etc). También se contempla la construcción de las vías de acceso y señalización respectiva para su conformación.

En relación con las vías de acceso para el desarrollo de las obras en el Salto, en la zona de la central Guadalupe III se deben construir dos vías industriales.

- Vía Industrial de acceso al salto:

Se deben realizar las obras para la construcción de una (1) vía industrial en afirmado sobre la margen izquierda del reservorio de Guadalupe III con una longitud de 541 m y una sección de vía de 5,0 m que servirá para comunicar la vía principal Carolina – El Salto con el costado izquierdo de la estructura del vertedero de Guadalupe III. El alcance incluye la construcción de obras de drenaje y 5 muros *cantilever* para contención y protección de taludes.

- Ramal de acceso al río:

Se deben realizar las obras para la construcción de un ramal en afirmado para acceder al fondo del reservorio con el material para rellenar las megabolsas que conformarán las ataguías tanto de Etapa 1 como de la Etapa 2, tiene una longitud de 77 metros e inicia en el costado sur de la plataforma de la zona industrial 3.

Finalmente se debe considerar la conformación de 3 zonas industriales para la ejecución de las obras y que son relevantes para el almacenamiento temporal de materiales, acopios, maquinaria, entre otros.

1.2.3 ZONA GUADALUPE III (TANQUE DE CARGA)

En la zona de Guadalupe III, se contempla como alcance las obras principales de Bocatoma Guadalupe II, Bocatoma Guadalupe IV y descarga de unidades.

Tabla 4 Zona Guadalupe III (Tanque de carga Guadalupe IV)

Zona	Lotes de trabajo	Descripción
Guadalupe III (Tanque de carga)	LT3.5	Obras Bocatoma Guadalupe II
	LT3.7	Obras Bocatoma Guadalupe IV
	LT5.5	Equipos Cámara de Válvulas Guadalupe III

Zona	Lotes de trabajo	Descripción
	LT9.2	Obras de Descargas de turbinas Guadalupe III

1.2.3.1 LT 3.5 Obras Bocatoma Guadalupe II

En la obra de Bocatoma Guadalupe II, se incluyen la recuperación y adecuación de superficies de concreto para la rehabilitación de las estructuras existentes, además de la construcción de un muro de concreto de 2,00 m x 2,00 m y un espesor de 0,50 m, diseñado como un tapón para inhabilitar el conducto de captación de la antigua Central Guadalupe II.

1.2.3.2 LT 3.7 Obras Bocatoma Guadalupe IV

Se incluye en la estructura de entrada de Guadalupe IV, la construcción de guías laterales y asientos para las compuertas de guarda tipo stoplogs, extensión de los pilares de la estructura de captación con muñones de apoyo para la compuerta radial, que incluyen también las adecuaciones necesarias para la instalación de sellos de asiento de este equipo, guías de *stoplogs* en el sector de aguas abajo, adecuación de la losa para los malacates de izaje de las compuertas radiales, y recuperación de concretos para ajustar empotrados de la compuerta plana utilizada como bypass. También se construirán falsas guías para almacenamiento de stoplogs.

1.2.3.3 LT 9.2 Descarga de unidades Guadalupe III

El alcance de las obras en este lote incluye la recuperación y adecuación de superficies de concreto para ajustar y recuperar los empotrados de las ranuras de posicionamiento de las compuertas de descarga de turbina y las compuertas de descarga lateral. Además, se contempla la rehabilitación de las estructuras existentes y la construcción de un muro parapeto mediante eco diques para prevenir inundaciones en las áreas bajas de la vía hacia el teleférico y la plataforma de parqueaderos.

1.2.4 ZONA GUADALUPE IV

A continuación, se listan las obras nuevas proyectadas en la zona Guadalupe IV en sus lotes correspondientes:

Tabla 5 Zona Guadalupe IV

Zona	Lotes de trabajo	Descripción
Guadalupe IV (Casa de máquinas)	L5.6	Equipos Cámara de Válvulas Guadalupe IV
	LT9.3	Obras de Descargas de turbinas Guadalupe IV

1.2.4.1 LT 9.3 Obras de Descarga de Turbinas Guadalupe IV

Las obras asociadas a la descarga de la turbina de Guadalupe IV consiste en la recuperación de los empotrados de las compuertas de las descargas de las turbinas y en la rehabilitación de los concretos de los canales de descarga. También se proyecta construir obras de contención hidráulica temporales o ataguías tipo muro de gravedad conformadas por sacos de suelo o suelo cemento, tendrá como fundación la placa en concreto reforzado del fondo del canal de descarga de este sector.

1.3 ASPECTOS GENERALES

El Contratista deberá cumplir estrictamente con las especificaciones técnicas establecidas en esta sección para la ejecución de los trabajos, empleando métodos de ingeniería modernos y eficientes. Cuando se haga referencia a normas o especificaciones de diferentes entidades o instituciones, se entenderá que deberá aplicarse la versión más reciente o revisada de dichas normativas. Asimismo, podrán aceptarse normas nacionales e internacionales equivalentes, siempre que, a juicio de EPM, garanticen un nivel de calidad igual o superior al exigido en estas especificaciones técnicas.

1.3.1 CÓDIGOS Y NORMAS DE APLICACIÓN

Se presentan de forma general en este capítulo las normas, códigos y estándares nacionales e internacionales que se deben cumplir para cada una de las actividades propias del presente contrato.

Aparte de estas especificaciones, las normas o especificaciones bajo las cuales se ejecutarán las obras objeto de este contrato se presentan en este mismo documento. Donde se mencionan especificaciones o normas de otras entidades o instituciones, se entiende que se aplicará la última versión o revisión de dichas normas.

Las normas y especificaciones estándar, a que se hace referencia en las Especificaciones Técnicas o en los planos, formarán parte de ellas solamente en la extensión que se exprese en tales referencias. Donde se cite una norma, debe entenderse que se refiere a su última edición, a menos que expresamente se diga lo contrario.

Las normas aplicables, nacionales e internacionales, que sean equivalentes y que, en opinión de EPM, aseguren una calidad igual o superior que las especificaciones, serán aceptables.

Donde no se citan normas específicas, los materiales, equipos y elementos, suministrados por EL CONTRATISTA, deben cumplir las disposiciones aplicables de las normas que se citan a continuación, entre las cuales tendrán prioridad las que se refieren a un campo específico de aplicación, según el tipo de trabajo que se esté ejecutando.

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC
- Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10
- American Society for Testing and Materials ASTM
- Especificaciones Generales de Construcción y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras INVIAS-22
- Normas ASTM D 6567, ASTM D 6524, ASTM D 6525, ASTM D 6818, ASTM D 4355.
- Normas ASTM D 4525, ASTM D 6241, ASTM D 4533, ASTM D 4491.
- Normas ASTM D 3884, ASTM D 6637.
- Normas ASTM C-88, ASTM C-131.
- Normas ASTM D-4533, ASTM D-4632, ASTM D-4644, ASTM D-4992, ASTM D-5199.

En caso de discrepancia entre una de las normas aquí mencionadas y las especificaciones de los Documentos del Contrato, primarán éstas últimas.

En todo lo relacionado con los elementos de concreto, tipos de materiales, dosificación, mezcla, transporte, colocación y curado, ensayos de resistencia y durabilidad, encofrados, juntas, refuerzo y en general, en todo lo relacionado con las estructuras de concreto y estructuras metálicas, se aplicarán las últimas ediciones o revisiones de los códigos y publicaciones detallados en el presente documento, siendo la norma básica el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10. Salvo que se indique algo diferente, se hará referencia siempre a la versión más reciente del respectivo documento.

Los materiales y las mezclas para el concreto y los métodos de construcción para el concreto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-10, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998, las normas NTC pertinentes, las normas del "American Concrete Institute" (ACI), de la "American Society for Testing and Materials" (ASTM) y del "Concrete Manual" publicado por el "United States Bureau of Reclamation", en sus últimas revisiones. Donde haya discrepancia entre las normas y códigos mencionados anteriormente y las especificaciones contenidas en este capítulo, regirán estas últimas.

En complemento a las normas generales, las actividades se regirán por la última versión de la normatividad específica indicada en el capítulo respectivo.

EL CONTRATISTA, además, deberá dar cumplimiento a los requerimientos ambientales que se estipulan en los documentos contractuales, de seguridad y salud en el trabajo, de imagen física y manejo de tránsito, que se estipulan en los documentos relacionados con las especificaciones para la Gestión Ambiental y Social, el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SGSST, las Normas de transporte de personas y bienes a tener en cuenta por EL CONTRATISTA, y el Manual de Identidad para Contratistas EPM.

Estos procedimientos deberán ajustarse a lo establecido en:

- El Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- La Resolución 1257 del 7 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y se adoptan otras disposiciones.
- La Resolución N° 01351 del 3 de agosto de 2021, por la cual se aprueba la actualización de unas Medidas de Manejo Ambiental y se adoptan otras determinaciones en el MMA (medidas de manejo ambiental) del complejo Guadalupe, así como en el documento de Actualización de Medidas de Manejo Ambiental del Complejo Hidroeléctrico Guadalupe, expediente LAM 2578 Versión No 3 de diciembre de 2021.
- El Plan de Gestión de Riesgo de Desastres para Entidades Públicas y Privadas Complejo Hidroeléctrico Guadalupe, Versión 04 de Julio de 2024.
- El decreto 2157 de 2017 por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012 y lo establecido en el Plan de Gestión de Riesgos de Desastres para Empresas Públicas y Privadas Complejo

Hidroeléctrico Guadalupe, versión 5 de diciembre de 2024.

1.3.2 SISTEMA DE UNIDADES

Excepto donde se indique lo contrario, el sistema de unidades que se utilizará en para las obras civiles, incluidas en el alcance del contrato, es el Sistema Internacional de Unidades (SI).

La Tabla 6 define los símbolos de las unidades de medida utilizadas en la presente especificación. Las obras se pagarán en la medida indicada en planos o ítems de pago especificados para cada actividad en la presente especificación.

Tabla 6 Unidades de medida

Magnitud física	Unidad básica	Símbolo unidad
Longitud	Metro	m
Superficie	Metro cuadrado	m ²
Volumen	Metro cúbico	m ³
Temperatura	Grado Celsius	°C
Luminosidad	Lumen	lm
Masa	Kilogramo	kg
Fuerza	Newton	N
Presión	Pascal	Pa (N/m ²)

1.3.3 DOCUMENTACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

En esta sección se establecen los requerimientos generales respecto al sistema de aseguramiento de la calidad y control de la calidad, aplicables a la construcción de la obra civil, obras permanentes y no permanentes.

1.3.3.1 GESTIÓN DE LA CALIDAD

EL CONTRATISTA deberá disponer, durante el desarrollo o ejecución del Contrato, de un organismo de gestión de la calidad conformado por personal competente, que tenga la autoridad y la libertad organizacional requerida para asegurar que se cumplan tanto los requisitos establecidos en el sistema de gestión de calidad como los indicados en estas especificaciones.

1.3.3.2 AUTORIDAD Y RESPONSABILIDAD

EL CONTRATISTA deberá definir las funciones, las responsabilidades, las autoridades y la interrelación de todas las personas que dirijan, ejecuten y verifiquen actividades que afecten la calidad.

EL CONTRATISTA será único responsable de la construcción y desarrollo de actividades incluidas en el alcance de las obras civiles asociadas a la modernización, además de la selección y del uso apropiado de los materiales y de todas las actividades de control de calidad realizadas,

independientemente de los controles, pruebas e inspecciones que efectúe LA INTERVENTORIA O EPM por sus propios medios, o por los de un tercero designado para este efecto.

EL CONTRATISTA será responsable por los daños y perjuicios que ocasione a terceros durante la construcción; igualmente responderá por los perjuicios que ocasione por disposición inadecuada de materiales, por defecto, por descuido del manejo del equipo de construcción, por mal manejo de las aguas de escurrimiento, por deficiencia o por cualquier falla atribuible a negligencia y falta de cuidado en las mismas, y en general por los incumplimientos de cualquier índole de la normatividad ambiental vigente y las medidas de manejo ambiental especificadas para el proyecto. Las reparaciones e indemnizaciones a que haya lugar por esta causa, incluyendo eventuales sanciones de las autoridades ambientales en caso de presentarse serán a costa del CONTRATISTA.

1.3.4 GESTIÓN DE LA CALIDAD

Los documentos enumerados a continuación, no generarán pago alguno al contratista, la responsabilidad de la calidad de la obra será única y exclusivamente del contratista y cualquier supervisión, revisión o comprobación que realice la interventoría a EPM, no eximirá al contratista de su obligación de garantizar la calidad del trabajo objeto del contrato.

1.3.4.1 PLAN DE LA CALIDAD

EL CONTRATISTA deberá preparar y presentar a EPM, dentro de los plazos estipulados, el plan o programa de aseguramiento de calidad para todos los procedimientos constructivos de las obras civiles, acorde con los requerimientos del sistema de gestión de calidad y con los requisitos de las especificaciones técnicas, con base en buenas prácticas de ingeniería y gerencia de proyectos, conforme la GTC-ISO 10005 en su versión vigente. Para mayor detalle dirigirse a las condiciones particulares del plan de calidad.

1.3.4.1.1 MEDIDA

No se establece sistema alguno de medición para las actividades descritas en esta sección “Gestión de la calidad”.

1.3.4.1.2 PAGO

No habrá pago separado por concepto de los costos en que incurra el contratista para ejecutar las labores requeridas para hacer el seguimiento de las actividades de los planes de calidad establecidos en el su sistema de gestión de calidad. Todos los costos en que incurra el contratista en el desarrollo de esta actividad deberán quedar incluidos en los precios unitarios del contrato.

1.3.4.2 REGISTRO DE LA CALIDAD

EL CONTRATISTA deberá establecer un sistema que asegure que los resultados de los exámenes, inspecciones, mediciones, pruebas y ensayos efectuados se registren en forma legible, y que estos registros permitan la correcta identificación del producto, de los elementos involucrados y de las personas que los emiten. Estos registros deberán permitir, además, el seguimiento de los materiales y procesos, para verificar y comprobar si atienden los requisitos contractuales.

EL CONTRATISTA deberá certificar la calidad de los servicios ejecutados para la obra civil. EL CONTRATISTA, además deberá establecer los procedimientos para identificar, compilar, listar o relacionar, archivar, almacenar, conservar, mantener disponibles y recuperar los registros de calidad. Tales procedimientos deberán definir los documentos que serán transferidos a EPM, el momento y la forma de transferencia, y el período de protección de los documentos no transferidos a EPM.

1.3.5 DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN A CARGO DEL CONTRATISTA

EL CONTRATISTA entregará a EPM la documentación técnica y comercial, de acuerdo con el alcance y dentro de los términos que más adelante se estipulan en este numeral, así como también los demás documentos que eventualmente sean requeridos para el mantenimiento y operación de las obras civiles. EPM podrá reproducir, publicar, usar, suministrar a terceras personas o divulgar en cualquier forma, o para cualquier propósito, cualquiera de los documentos suministrados por EL CONTRATISTA y establecidos en los documentos del Contrato, siempre y cuando EL CONTRATISTA no haya manifestado alguna reserva expresa y con fundamento legal respecto de toda o alguna información por él aportada.

Todos los documentos que, de acuerdo con este capítulo, sean sometidos a revisión de EPM, deberán ser entregados en una (1) copia impresa en papel y una copia en formato digital en disco duro con los editables correspondientes, EPM al inicio del proyecto reglamentará el software que se deberá utilizar para manejar la información técnica y contractual.

EL CONTRATISTA deberá realizar la gestión y revisión de información implementando la metodología BIM, bajo la cual EPM entregará los diseños base como planos, modelos, diagramas, manuales y documentos técnicos. Los modelos BIM deberán considerarse como un documento oficial de consulta, EL CONTRATISTA se encargará de asegurar que la obra siga a cabalidad las rutas y los diseños planteados en los modelos BIM y sus planos respectivos.

Todo lo relacionado con trámites y tiempo de autorización de planos de construcción y especificaciones técnicas de construcción, están detallados en las condiciones particulares, planos de construcción y especificaciones técnicas de construcción.

1.3.5.1 LISTA DE DOCUMENTOS

La información que EL CONTRATISTA deberá entregar para aprobación en forma de lista incluirá, pero no se limitará a lo siguiente:

- Plan de calidad
- Cronograma de construcción de la obra civil con los hitos que se definen por la consultoría.
- Informe mensual por zonas de trabajo.
- Informe de cambios con su debida justificación técnica y levantamiento en campo de los posibles ajustes en los diseños para la respectiva actualización de los planos de las obras civiles AS-BUILT.
- Plan de inspección y pruebas.
- Certificados de calidad de materiales y equipos.
- Metodologías constructivas (procedimiento de construcción), incluyendo el montaje de los elementos metálicos empotrados asociados a los equipos mecánicos e hidromecánicos.

- Protocolos de montaje para los elementos metálicos empotrados asociados a los equipos mecánicos e hidromecánicos, asegurando que estos se ajusten a las especificaciones y tolerancias establecidas por el fabricante. Dichos protocolos deberán incluir las verificaciones necesarias mediante equipos de topografía y otros instrumentos de medición, garantizando el correcto posicionamiento, alineación, nivelación, verticalidad y planitud de los elementos metálicos empotrados en sus distintas etapas de instalación (primera, segunda y, si es requerido, tercera etapa).
- Procedimientos de montaje de equipos
- Registro de ensayos No destructivos (END) a las soldaduras de montaje de elementos empotrados de segunda etapa y tercera etapa en caso de que aplique, asociados a los equipos mecánicos e hidromecánicos.
- Demás documentación técnica y comercial, de acuerdo con el alcance, así como también los demás documentos que eventualmente sean requeridos para la construcción, mantenimiento y operación de las obras civiles.

La lista de documentos debe ser elaborada en forma tal que pueda ser actualizada durante el desarrollo del Contrato y debe indicar por lo menos, para cada documento, el código asignado, el título, la descripción, la fecha prevista para entregarlo y el estado de revisión (número o letra de la versión, fechas de remisión por parte de EL CONTRATISTA y de devolución por parte de EPM, calificación que se le ha dado al documento: APROBADO, APROBADO CON OBSERVACIONES, REVISADO Y DEVUELTO PARA CORRECCIÓN, INFORMATIVO, RECHAZADO.

La lista será revisada y ampliada por EL CONTRATISTA cada vez que sea necesario. El hecho de que EL CONTRATISTA entregue a EPM un documento se entenderá como una certificación de que el mismo ha sido revisado por él y encontrado correcto para ser usado.

1.3.5.2 CRONOGRAMA

EL CONTRATISTA deberá presentar un programa detallado de trabajo, que incluya suficiente desagregación de actividades, con un plazo de 10 días hábiles a partir de la orden de inicio. El programa deberá elaborarse por el Método de la Ruta Crítica (C.P.M.), y presentar un diagrama de Gantt, igualmente con indicación de las actividades de ruta crítica, ajustado a las fechas reales con respecto a la fecha prevista de inicio, para revisión y aprobación de LA INTERVENTORÍA, deberá ser entregado en formato Microsoft Project.

EPM a través de LA INTERVENTORÍA, revisará el cronograma detallado presentado por EL CONTRATISTA, para los correspondientes ajustes y observaciones al programa de trabajo, considerando todas las descripciones presentadas en las especificaciones y planos de construcción.

El programa de trabajo deberá considerar la construcción de las obras para el presente proyecto. En la aprobación del programa de trabajo, EPM podrá introducir cambios en la ruta de ejecución de las obras. LA INTERVENTORÍA podrá, al momento de la presentación del programa de trabajo, o posteriormente durante la realización de las obras, solicitar al CONTRATISTA una o varias reprogramaciones que se ajusten al plazo vigente del contrato. EL CONTRATISTA deberá mantener actualizado el programa de trabajo durante todo el tiempo de ejecución de los trabajos, la reprogramación no dará lugar a pago de costos adicionales ni a ampliación del plazo.

EL CONTRATISTA deberá suministrar la información adicional que requiera LA INTERVENTORÍA para analizarla, con el fin de determinar si el programa es adecuado y proceder con su aprobación. De especial importancia será la programación que EL CONTRATISTA haga para la ejecución del objeto del contrato, pues se deberá causar la mínima interferencia posible y no podrá trabajarse sino en las actividades programadas para un sector específico y de acuerdo con el programa presentado y aprobado por LA INTERVENTORÍA y por EPM.

La aprobación del programa por parte de EPM o de LA INTERVENTORÍA no exonera al CONTRATISTA ni le atenúa sus obligaciones contractuales. EL CONTRATISTA deberá entregar las obras oportunamente y en forma satisfactoria, aunque para ello tenga necesidad de utilizar un número mayor o tipo diferente de los equipos programados, lo mismo que personal adicional, aumentar la jornada diaria, trabajar en horas nocturnas, en días festivos o que tenga necesidad de reprogramar algunas o todas sus actividades. Asimismo, EPM podrá solicitar cambio en la jornada o que se labore en horas nocturnas o días festivos, sin que tales órdenes impliquen modificaciones en los precios del contrato o actas de modificación bilateral.

Para los trabajos con restricción de generación se cuenta con las siguientes ventanas de tiempo, expresadas como año de referencia, el cual se ajustará de acuerdo con la fecha final de inicio de construcción de las obras (véase Tabla 7):

Tabla 7 Fechas de indisponibilidades de la Cadena

Descripción	Año	Fecha inicio	Fecha fin	Duración
				[Días]
Indisponibilidad 1	2026	14-nov	15-dic	32
Indisponibilidad 2	2027	30-ene	15-feb	16
Indisponibilidad 3	2027	31-mar	7-mar	8

De otra parte, para el cumplimiento de los plazos totales de las obras se han previsto como hitos de control los siguientes, los cuales están identificados como años y meses genéricos y serán ajustados de acuerdo con la fecha final de inicio de construcción de las obras (véase Tabla 8). Se resalta que la fecha tardía máxima de inicio de las obras es el 1 de abril del Año 2026, de lo contrario deberá reprogramarse todas las fechas previstas en común acuerdo con el contratista.

Tabla 8 Listado de hitos principales

ID	Hito	Fecha
	LT8.1 - ZODME, ZONA INDUSTRIAL Y VÍAS TENCHE	
1	Fin adecuación ZODME Tenche 2 para disposición de materiales	27/05/2026
	LT8.2 - ZODME, VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES EL SALTO	
2	Fin movimiento de tierras vía industrial y acceso a zonas industriales	15/08/2026
	LT3.4 - BOCATOMA GUADALUPE I	
3	Inicio actividades	8/01/2027
	LT2.3 - VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO GUADALUPE III	
4	Inicio actividades	22/09/2026

ID	Hito	Fecha
5	Fin Instalación pórtico grúa (incluye carro traslación)	11/12/2026
6	Inicio Manejo del reservorio - Etapa 1	8/01/2027
7	Fin ataguía Etapa 1	8/02/2027
8	Fin Pruebas con agua stoplogs (1)	25/03/2027
9	Inicio manejo del reservorio - Etapa 2	26/03/2027
10	Fin manejo reservorio - Etapa 2	11/04/2027
11	Fin retiro ataguías Etapa 2	1/06/2027
12	Fin compuerta radial 4	17/08/2027
	LT3.6 - BOCATOMA GUADALUPE III	
13	Fin muro margen derecha	8/02/2027
14	Fin obras bocatoma Guadalupe III	8/02/2027
15	Inicio obras Tenche	4/11/2026
16	Inicio Construcción canal de encausamiento hacia el boquete	8/01/2027
	LT3.2 - OBRAS BOCATOMA	
17	Inicio Construcción ataguía etapa 2 - Tenche	8/02/2027
18	Fin lote 3.2 Bocatoma Tenche	4/03/2027
	LT2.2 - DESCARGA DE FONDO	
19	Inicio actividades	8/01/2027
20	Inicio Retiro ataguías	27/03/2027
21	Fin lote 3.2 y 2.2	19/07/2027
	LT9.3 - OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE IV	
22	Inicio actividades	10/12/2026
23	Fin Intervención de la compuerta de la descarga de la unidad 2	8/02/2027
	LT3.5 - OBRAS BOCATOMA GUADALUPE II	
24	Inicio actividades	10/12/2026
	LT3.7 - OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV	
25	Fin Vaciado del túnel	8/01/2027
26	Fin montaje compuertas auxiliares	8/02/2027
27	Inicio Compuerta Plana By pass	27/03/2027
	LT9.2 - OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III	
28	Inicio Compuerta de descarga Turbina	8/01/2027
29	Fin rehabilitación compuertas	8/02/2027
	LT3.3 - OBRAS CAPTACIÓN TRONERA	1/04/2026
30	Inicio actividades	4/11/2026
31	Fin obras lote 3.3 Captación Troneras	12/01/2027
	LT9.1 - OBRAS DESCARGA TRONERAS	
32	Inicio actividades	4/11/2026
33	Fin Bombeo y secado del pozo de aquietamiento	8/01/2027
34	Fin obras lote 9.1 Descarga Troneras - sin pruebas	8/02/2027

ID	Hito	Fecha
35	Fin Obras	17/08/2027

El cumplimiento, tanto de los tiempos de indisponibilidad como las fechas de ejecución de los hitos del proyecto son de estricta responsabilidad del contratista, quien deberá garantizar los recursos necesarios y logística para su cumplimiento, dado que cualquier retraso afecta la operación de la cadena de centrales.

1.3.5.3 INFORMES DE AVANCE

EL CONTRATISTA deberá entregar un informe semanal que contenga mínimo las actividades ejecutadas durante el día y las programadas para el día siguiente, personal y equipos en la obra, porcentaje de avance por actividad, problemas y dificultades en el desarrollo de las actividades y aspectos ambientales, de control de calidad, seguridad y salud ocupacional. El informe deberá contener un anexo de fotografías representativas de la obra. Se deberá cargar en el ACC a más tardar el lunes de la siguiente semana a la del informe o según lo indique LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA debe cargar mensualmente a EPM y dentro de los cinco (5) primeros días del mes, un informe del progreso de construcción de las obras civiles. En este reporte se debe incluir, al menos, la siguiente información:

- Un resumen ejecutivo del progreso del mes, comparado con el aprobado por LA INTERVENTORÍA, en el cual se muestre el trabajo hecho durante el mes anterior y los porcentajes de obra ejecutada, incluyendo un breve análisis sobre la viabilidad del cumplimiento del plazo y el comportamiento de los indicadores de gestión utilizados para medir la eficacia en el logro de los resultados propuestos en el programa de la obra.
- Avance del programa de inversión mensual, en el cual se muestre el avance de inversión hecho durante el mes anterior y los porcentajes acumulados, incluyendo facturación acumulada y pendiente.
- Descripción de los principales hechos del mes en relación con la obra del proyecto, y porcentaje de avance en el mes y acumulado total del progreso.
- Descripción de los principales hechos del mes en relación con la adquisición de materiales, y porcentaje de avance en el mes y acumulado total del progreso.
- Equipo utilizado en cada uno de los frentes de obra, con clara identificación y situación de pertenencia.
- Fotografías que muestren el estado en que está la construcción de las obras civiles.
- Plazo transcurrido y plazo faltante según el Contrato.
- Relación del personal que labora en el proyecto: profesional, técnico y de planilla. También, se debe presentar una relación del personal contratado, identificando su procedencia. Se deberá informar sobre la rotación del personal en el contrato, registrando las entradas y salidas de personal, con sus respectivas justificaciones y explicaciones.
- Lista de subcontratistas.
- Certificado del pago de prestaciones sociales al personal que labora en el proyecto.
- Resultados de ensayos de calidad de los materiales.
- Informe SST. (Anexo al informe principal)
- Otras informaciones que se consideren relevantes.
- En caso de requerir un tercero para alguna actividad del proyecto, se debe presentar el contrato entre las partes, junto con toda la información solicitada por EPM al contratista.

1.3.5.4 INFORMES ESPECÍFICOS

EL CONTRATISTA deberá entregar una copia en formato digital editable de los informes que EPM le solicite sobre aspectos o problemas técnicos específicos surgidos durante el desarrollo del Contrato.

A solicitud de EPM o de LA INTERVENTORÍA, y con al menos dos semanas de anterioridad al inicio de las labores, EL CONTRATISTA deberá entregar para aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA documentos que incluyan los **procedimientos constructivos** a llevar a cabo para el desarrollo de las obras. EL CONTRATISTA no podrá iniciar las labores hasta tanto dicho procedimiento no reciba la debida aprobación.

1.3.6 CONTROL DE DOCUMENTOS

1.3.6.1 APROBACIÓN Y EMISIÓN DE DOCUMENTOS

EL CONTRATISTA deberá establecer, de acuerdo con los requisitos contractuales, un procedimiento para la emisión, control, actualización y distribución de documentos, con el objeto de asegurar:

- Que la emisión, la aprobación y las revisiones sean efectuadas por organismos o personas autorizadas y claramente identificadas.
- Que los documentos de la revisión pertinente estén disponibles en los sitios en que su utilización sea necesaria.
- Que los documentos de revisiones obsoletas sean identificados y controlados para evitar el uso no intencionado.

EL CONTRATISTA presentará para aprobación de LA INTERVENTORÍA y en todo momento llevará un listado maestro de planos, documentación e información técnica citada en el numeral 1.3.5 DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN A CARGO DEL CONTRATISTA, pero sin limitarse a esta información y llevará un control actualizado de su estado de aprobación el cual será entregado mensualmente a EPM, hasta el recibo final de las diferentes centrales.

1.3.6.2 APROBACIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

Una vez recibidos los documentos enviados por EL CONTRATISTA y requeridos en estas especificaciones, LA INTERVENTORÍA le informará sus observaciones, con una de las siguientes anotaciones: “APROBADO”, “APROBADO CON OBSERVACIONES” o “REVISADO Y DEVUELTO PARA CORREGIR”, “RECHAZADO”.

Las anotaciones “APROBADO” y “APROBADO CON CORRECCIONES” autorizan a EL CONTRATISTA a proceder con la construcción y desarrollo de las obras, pero teniendo en cuenta las observaciones de EPM. La aprobación de los documentos no exime ni atenúa la responsabilidad de EL CONTRATISTA de cumplir con las estipulaciones del pliego de condiciones, o por la correcta ejecución del trabajo o la operación correcta, segura y eficiente de los equipos. La anotación “REVISADO Y DEVUELTO PARA CORREGIR” obliga al CONTRATISTA a efectuar de inmediato las correcciones necesarias y a devolver a EPM el documento corregido. Correrá por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA todo trabajo que se adelante con anterioridad a la aprobación de los planos.

Solamente en casos excepcionales plenamente justificados por EL CONTRATISTA, se permitirá modificar documentos que ya han sido aprobados por EPM. LA INTERVENTORÍA podrá rechazar actividades, procesos, estructuras, acabados, instalaciones o demás componentes de la obra civil con base en modificaciones no aprobadas de planos o especificaciones que ya habían sido previamente aprobadas.

1.3.7 COMPRAS Y SUBCONTRATOS

1.3.7.1 REGISTRO DE PROVEEDORES Y SUBCONTRATISTAS

EL CONTRATISTA deberá establecer un sistema de registro y clasificación de sus proveedores de materiales y de sus subcontratistas, que permita evaluar la capacidad de estos para atender los requisitos exigidos por EPM; los registros de las evaluaciones deberán conservarse apropiadamente. La evaluación deberá comprender, por lo menos, aspectos relacionados con los recursos humanos y materiales, instalaciones, capacidad tecnológica y el propio sistema de calidad.

EL CONTRATISTA deberá seleccionar sus proveedores y subcontratistas con base en la capacidad que tengan para cumplir los requerimientos del subcontrato, incluidos los requisitos de calidad, y mantener los registros de aquellos que sean aceptables para él y para EPM. Además, EL CONTRATISTA deberá establecer un procedimiento para la evaluación del comportamiento de los materiales, actividades y servicios subcontratados.

1.3.7.2 ADJUDICACIÓN DE COMPRAS Y SUBCONTRATOS

EL CONTRATISTA deberá establecer un sistema que asegure que las compras y los subcontratos se adjudiquen o asignen a proveedores o subcontratistas previamente registrados y evaluados por él y aceptados por EPM.

No podrán utilizarse proveedores o subcontratistas que no sean previamente aprobados por la INTERVENTORIA y EPM.

Los proveedores de materiales deberán cumplir los requisitos de calidad establecidos para el suministro de los materiales conforme con las exigencias de EPM.

1.3.7.3 INSPECCIÓN DE SUBCONTRATISTAS

EL CONTRATISTA, de conformidad con los requisitos contractuales, deberá:

- Garantizar que los materiales y los productos comprados o los servicios subcontratados satisfagan todos los requerimientos especificados.
- Exigir a sus subcontratistas o proveedores que suministren todos los certificados o registros de calidad.
- Efectuar las inspecciones o auditorías requeridas, dentro del alcance de su suministro, durante cualquier etapa del proceso hasta la recepción final.

Los documentos de compra deberán contener información que describa claramente el producto ordenado e indicar donde sea aplicable: a) el tipo, la clase, el estilo, el grado u otra identificación precisa; b) el título u otra identificación inherente y la edición aplicable de las especificaciones, planos, requerimientos del proceso, instrucciones de inspección y cualquier otra información

técnica importante, incluidos los requerimientos para la calificación o la aprobación del producto, de los procedimientos, de los equipos de proceso y del personal utilizado; c) la norma internacional del sistema de calidad que será aplicada al producto.

EL CONTRATISTA deberá revisar y aprobar, antes del despacho de los materiales o de los componentes por parte de sus proveedores o subcontratistas, los documentos respectivos para la compra de materiales, partes o componentes, con el fin de verificar si están de acuerdo con los requerimientos especificados.

EL CONTRATISTA deberá establecer y mantener procedimientos para la verificación, el almacenamiento y el mantenimiento de los productos adquiridos para ser incorporados al suministro. Cualquier pérdida o daño de estos productos deberá registrarse e informarse oportunamente; EL CONTRATISTA deberá proceder de igual manera si considera que alguno de estos productos es inadecuado para el uso que pretende dársele.

1.3.7.4 IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO

EL CONTRATISTA deberá elaborar e implantar, de conformidad con los requisitos contractuales, un plan de identificación y seguimiento con el objeto de:

- Evitar la utilización de materiales, elementos y partes que no cumplan con lo especificado.
- Evitar la utilización de materiales, elementos y partes no conformes o aún pendientes de liberación.
- Asegurar una correlación de materiales, elementos y partes con la documentación técnica correspondiente.

1.3.8 PERSONAL MÍNIMO REQUERIDO

Conjuntamente con el plan y el programa de trabajo, EL CONTRATISTA deberá presentar para la aprobación de LA INTERVENTORÍA una descripción detallada de la organización que implementará para la ejecución de los trabajos. La descripción deberá definir la estructura organizacional para ejecutar las obras, describir su modo de funcionamiento y precisar las relaciones entre los diferentes elementos de la organización.

EL CONTRATISTA deberá adjuntar adicionalmente un cuadro completo y detallado de la organización del trabajo hasta el nivel más bajo. Los empleados deberán ser identificados por sus nombres y será de responsabilidad de EL CONTRATISTA mantener dicho cuadro actualizado.

EL CONTRATISTA se obliga a atender en forma permanente y personal la dirección de la obra. Además, se obliga a mantener en el lugar de los trabajos, los profesionales idóneos, requeridos por LA INTERVENTORÍA para la ejecución del contrato, de acuerdo con el avance del Proyecto y las especialidades demandadas, con amplias facultades para obrar y decidir en su representación sobre los problemas que se presenten.

EL CONTRATISTA se obliga a mantener el orden y a emplear personal idóneo con el fin que las obras se ejecuten en forma técnica y eficiente y se ejecuten a cabalidad dentro del plazo acordado. Todos los trabajadores deberán estar afiliados al Sistema de Seguridad Social Integral de acuerdo con el Decreto 1295 de 1994 y sus decretos reglamentarios, y deberán cumplir con la normatividad vigente para el ejercicio de su profesión; serán de libre vinculación y

desvinculación del CONTRATISTA y no adquieren vinculación laboral, administrativa, ni de ninguna índole con EPM; por lo tanto, corre a cargo del CONTRATISTA el pago de salarios, indemnización, bonificaciones y prestaciones sociales a que ellos tengan derecho.

El número de personal profesional, técnico, auxiliar y trabajadores calificados será definido por EL CONTRATISTA para cumplir con el objeto y tiempo de ejecución del contrato y deberá estar acorde mínimamente con lo definido en los diferentes documentos contractuales.

- PERSONAL CLAVE PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

Tabla 9 Personal clave para ejecución del contrato

Personal Clave	Experiencia
Director de Obra	Ingeniero civil, experiencia profesional mayor o igual a quince (15) años (contados a partir de la expedición de la matrícula profesional) en dirección y ejecución de obras civiles relacionadas con la construcción o rehabilitación de proyectos hidroeléctricos con una capacidad mayor o igual a 10 MW, construcción de atagüas con geocontenedores de altura mayor a 5 m y obras hidráulicas como bocatomas, presas derivadoras, descargas de fondo, entre otras, de los cuales deberá tener ocho (8) años de experiencia específica como Director de obra, que tengan dentro de su alcance la construcción de obras civiles.
Residente de Obra civil (Coordinador de Zona)	Ingeniero civil, experiencia profesional mayor o igual a ocho (8) años (contados a partir de la expedición de la matrícula profesional), de los cuales deberá tener cuatro (4) años de experiencia específica como jefe de frente o coordinador de frente, que tengan dentro de su alcance la construcción de obras civiles. Este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos.
Residente de obras mecánicas (Coordinador de Zona)	Ingeniero mecánico experiencia profesional mayor o igual a doce (12) años (contados a partir de la expedición de la matrícula), de los cuales deberá tener seis (6) años de experiencia específica como jefe o coordinador de montajes de equipos hidromecánicos en centrales de generación o embalses. Este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos.
Ingeniero jefe de obras de desviación	Ingeniero civil, experiencia profesional mayor o igual a ocho (8) años (contados a partir de la expedición de la matrícula profesional), de los cuales deberá tener cuatro (4) años de experiencia específica como jefe de frente o coordinador de frente, que tengan dentro de su alcance la construcción de obras civiles.
Profesional programas y actas	Ingeniero civil, experiencia profesional mayor o igual a cinco (5) años (contados a partir de la expedición de la matrícula profesional), de los cuales deberá tener tres (3) años de experiencia específica en la elaboración y seguimiento de programación y presupuestos.
Coordinador BIM	Ingeniero civil con experiencia profesional mayor o igual a cinco (5) años (contados a partir de la expedición de la matrícula profesional), de los cuales deberá tener tres (3) años de experiencia específica en gestión BIM, en las herramientas ACC y VAULT.

Personal Clave	Experiencia
Coordinador de gestión de calidad	El gestor de calidad se encarga de la supervisión y aseguramiento de la calidad en los procesos constructivos y materiales utilizados, experiencia profesional mayor o igual a siete (7) años (contados a partir de la expedición de la matrícula profesional), de los cuales deberá tener cuatro (4) años de experiencia específica en supervisión de calidad de proyecto civiles, deseable de infraestructura hidráulica o similares.
Especialista en patologías estructurales	Ingeniero Civil con experiencia certificada en patología, de al menos tres (3) años en inspección, diagnóstico y rehabilitación de estructuras de concreto y acero en obras de infraestructura. Debe tener conocimientos en técnicas de rehabilitación, instrumentación estructural y normativas aplicables (NSR-10, ACI, ASTM), así como experiencia en identificación de patologías estructurales y aplicación de soluciones constructivas. Su función principal será liderar inspecciones, supervisar trabajos de rehabilitación y garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas en obra. Este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos.
Especialista en Geotecnia	Ingeniero Civil con especialización o maestría en Geotecnia, con una experiencia profesional de al menos ocho (8) años (contados desde la expedición de la matrícula profesional) de los cuales deberá tener cuatro (4) años de experiencia específica en ejecución de obras de estabilización de taludes, cimentaciones profundas y seguimiento de instrumentación geotécnica.
Ingeniero electricista	Ingeniero electricista con experiencia profesional mayor o igual a cinco (5) años (contados a partir de la expedición de la matrícula), de los cuales deberá tener tres (3) años de experiencia específica como ingeniero residente de montaje de equipos eléctricos en media y baja tensión en sector industrial y/o coordinador de montajes de equipos eléctricos, este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos.
Inspector de soldadura	Ingeniero mecánico o ingeniero metalúrgico o ingeniero de materiales, con experiencia profesional mayor a cuatro (4) años en ejecución de ensayos no destructivos de soldadura, con certificación nivel II ISO 9712 o SNT-TC-1A en ensayos de ultrasonido, líquidos penetrantes y partículas magnéticas. Este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos.
Inspector civil	Profesional en Ingeniería Civil o tecnólogo de áreas afines con experiencia profesional mayor a dos (2) años (contados a partir de la expedición de la matrícula profesional) con experiencia específica en construcción de obras civiles de infraestructura. Este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos.
Profesional / ingeniero - Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo	Experiencia mínima de cinco (5) años como profesional / ingeniero de Seguridad y Salud en el Trabajo en el diseño, implementación y seguimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Presentar Licencia SST, Debe acreditar certificación de curso virtual de 50 horas del SG-SST vigente o actualización de 20 horas; certificado de trabajo en alturas vigente en nivel avanzado o nivel autorizado, certificado de coordinador en trabajo seguro en alturas y actualización como coordinador en caso de que aplique, según Res. 4272 de 2021; certificado de trabajo en espacios confinados nivel supervisor, vigía y entrante. Licencia en Seguridad y Salud en el Trabajo con alcance en el apoyo del diseño, administración y ejecución del SG-SST e investigación de accidentes de trabajo de acuerdo con su competencia.

Personal Clave	Experiencia
Tecnólogo en el área de Seguridad e Higiene Ocupacional, Salud Ocupacional.	Experiencia mínima de tres (3) años como tecnólogo de Seguridad y Salud en el Trabajo en la implementación y seguimiento del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el curso virtual de 50 horas del SG-SST vigente o actualización de 20 horas; certificado de trabajo en alturas vigente en nivel avanzado o nivel autorizado, certificado de coordinador de trabajo seguro en alturas y actualización como coordinador en caso de que aplique, según Res. 4272 de 2021; Presentar Licencia SST, certificado de trabajo en espacios confinados nivel supervisor, vigía y entrante. Este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos.
Rescatista	Experiencia mínima de tres (3) años como rescatista, certificado de curso bombero certificado por las entidades avalada, curso Sistema Comando Incidentes, certificado vigente coordinador de trabajo seguro en alturas, certificado de trabajo en alturas vigente en nivel avanzado o nivel autorizado, certificado vigente en nivel entrante, vigía, supervisor para espacios confinados, certificado Soporte vital avanzado. Este perfil se requiere en cantidad suficiente para atender adecuada y oportunamente todos los frentes activos, solo en indisponibilidades o trabajos que LA INTERVENTORIA lo solicite.
Profesionales ambientales	Ver Anexo Especificaciones para la Gestión Ambiental y Social en Contratos de Obra Pública.

Para verificar la experiencia del personal EL CONTRATISTA deberá suministrar los certificados con mínimo la siguiente información:

- Entidad que contrató y N.I.T.
- Número del contrato.
- Objeto del contrato.
- Valor del contrato.
- Fecha de inicio y terminación del contrato.
- Cargo del personal en el contrato.
- Tiempo laborado del personal en el cargo.
- Datos para contactar a la persona que certifica. Incluir nombre, cargo, dirección, teléfono, correo electrónico, etc.

1.3.9 MOVILIZACIÓN, INSTALACIONES TEMPORALES Y PROVISIONALES

EL CONTRATISTA transportará y movilizará hasta el sitio de las obras todo el personal, equipo y materiales que requiera para la ejecución del proyecto, conforme a lo establecido en estos documentos.

Para todo su personal, EL CONTRATISTA proveerá, mantendrá y manejará competentemente los servicios necesarios para el alojamiento, alimentación y recreación, con comodidad, seguridad e higiene, con sujeción a las normas que sobre este particular se consignan en la legislación colombiana.

En lo que se refiere a las vías de acceso, se contempla dentro del alcance del contrato la construcción de dos vías industriales para poder ejecutar las obras en el sector El Salto. La

primera vía industrial se desprende de la vía principal que conduce de Carolina del Príncipe al Salto y llega a la Zona Industrial 3 del proyecto, por la margen izquierda del Río Guadalupe. La otra vía industrial corresponde a un ramal que se desprende de la Zona Industrial 3 hasta llegar al fondo del reservorio. Como se mencionó anteriormente, la construcción de estas dos vías está a cargo del CONTRATISTA, así como su mantenimiento mientras se lleve a cabo la ejecución de las obras.

EL CONTRATISTA será responsable del suministro de la energía eléctrica requerida para la construcción de las obras. Sin embargo, podrá proveerse de este servicio según el esquema, condiciones y tarifas que se describen en el numeral 1.2.1.1.21.3.9.3 ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSTRUCCIÓN.

EL CONTRATISTA será responsable de la selección, el suministro, la instalación, la operación y el mantenimiento de los equipos de telecomunicaciones, de las antenas repetidoras, de los teléfonos y de las instalaciones provisionales de redes telefónicas en oficinas, bodegas y talleres que sean necesarios para la ejecución de la obra, según se indica en el numeral 1.3.9.4 TELECOMUNICACIONES.

1.3.9.1 MOVILIZACIÓN

EL CONTRATISTA suministrará, transportará y movilizará hasta el sitio de las obras todos los equipos de construcción, instalaciones, materiales, personal e instrumentos de trabajo requeridos para la ejecución en forma adecuada y eficiente de la obra, dentro de los plazos establecidos en el cronograma general de trabajo aprobado por LA INTERVENTORÍA; además, pagará los impuestos, derechos de aduana y los costos en que incurra para la legalización del contrato y de las variaciones que éste sufra durante la ejecución de la obra.

1.3.9.2 INSTALACIONES PROVISIONALES

EL CONTRATISTA deberá ejecutar el diseño y construcción de sus instalaciones provisionales y de sus accesos tales como oficinas, talleres, enfermería, depósitos, polvorines, tanques para combustibles, parqueaderos y áreas de almacenamiento que requiera para atender las necesidades del personal que empleará para la ejecución de la obra. Así mismo, EL CONTRATISTA deberá proveer, mantener y manejar competentemente los servicios necesarios para garantizar el alojamiento, alimentación y recreación a todo su personal de modo que éste cuente con la seguridad, comodidad e higiene adecuadas.

Para la construcción de las instalaciones anteriormente mencionadas, el Contratista podrá disponer de tres zonas industriales en el sector de El Salto y una zona industrial en Tenche, que se muestran en el plano MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GEO-PLA-007-01 y documentos del proyecto, así:

- Zona Industrial 1 (El Salto): Cuenta con un área aproximada de 1.400 m² y está destinada para el acopio de material
- Zona Industrial 2 (El Salto): Cuenta con un área aproximada de 1.600 m² y está destinada para oficinas y/o talleres y/o polvorines y/o acopio de material
- Zona Industrial 3 (El Salto): Cuenta con un área aproximada de 1.600 m² y está destinada para parqueo de maquinaria requerida en la instalación del pórtico grúa.
- Zona Industrial Tenche: Cuenta con un área aproximada de 800 m² y está destinada para el acopio de material.

Como parte de estas instalaciones, el Contratista deberá construir las oficinas requeridas por la Interventoría, según se indica más adelante.

EL CONTRATISTA deberá someter oportunamente a la aprobación de LA INTERVENTORÍA, los planos de localización de las obras provisionales que proyecta construir, y a medida que las obras progresen y para los mismos efectos, los planos detallados de cada una de estas obras. En cualquier caso, estas instalaciones provisionales deberán, con anterioridad a su construcción, tener todos los permisos ambientales necesarios para su construcción y operación; para esto, EL CONTRATISTA deberá, con la debida anticipación, presentar para revisión de LA INTERVENTORÍA, los diseños, las memorias de cálculo, los planos y cualquier otra información necesaria para adelantar los trámites ante las Autoridades Ambientales competentes.

Al finalizar las obras, EL CONTRATISTA deberá desmontar todas las áreas de trabajo, demolerá las edificaciones existentes y dejará estas áreas limpias, en igual o mejor condición ambiental a aquellas en que las encontró, y con aspecto aceptable a juicio de LA INTERVENTORÍA, antes de la entrega y recibo definitivo de las obras.

En todas las instalaciones provisionales del CONTRATISTA, éste deberá disponer y construir a su costo, todos los sistemas de tratamiento de agua potable y residual, de manejo de emisiones y ruido y del sistema de gestión de residuos necesario para dar cumplimiento a toda la normatividad ambiental vigente en Colombia y las demás normas y requerimientos que le apliquen al proyecto.

En todo caso, EL CONTRATISTA deberá acogerse a lo dispuesto en la Licencia Ambiental, sus modificaciones y/o actualizaciones, el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto, los requerimientos de las Autoridades Ambientales, los organismos de control y legislación ambiental colombiana.

1.3.9.3 ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSTRUCCIÓN

EL CONTRATISTA será responsable del suministro de la energía eléctrica requerida en sus distintos frentes de trabajo e instalaciones temporales. Este suministro podrá hacerlo directamente mediante equipos y recursos propios tales como grupos electrógenos, o contratarlo con las Empresas Públicas de Medellín, para lo cual deberá estimar los consumos requeridos y realizar las gestiones de punto de conexión y factibilidad del servicio ante EPM, también serán por su cuenta las redes provisionales a partir del punto de conexión y toda la infraestructura requerida para el desarrollo de sus obras (transformadores, tableros provisionales, acometidas, extensiones, entre otros), los costos de los permisos de conexión y los costos por consumo de energía y de mantenimiento.

Durante el desarrollo de las obras, EL CONTRATISTA deberá mantener permanentemente el suministro de la energía eléctrica, mediante grupos electrógenos para hacer frente a las posibles interrupciones en el servicio de energía eléctrica. Los equipos de medición, transformación y protección de la energía serán de su responsabilidad y a su costo.

EL CONTRATISTA suministrará, transportará y montará en el sitio de los trabajos, los equipos, materiales y elementos requeridos para las instalaciones eléctricas temporales de alumbrado y fuerza, de acuerdo con lo establecido en las normas vigentes de las Empresas Públicas de Medellín, Código Eléctrico Nacional (NTC) y RETIE. Las instalaciones eléctricas temporales de

fuerza deberán servir al CONTRATISTA para todos los equipos, herramientas y elementos que fueren necesarias para la ejecución de los trabajos y el montaje de los equipos.

EL CONTRATISTA deberá por su cuenta diseñar, someter a aprobación de EPM, adquirir, instalar, probar y poner en funcionamiento las subestaciones de distribución necesarias para su propio uso y para el de EPM en los frentes de trabajo, así como las protecciones de las líneas de distribución, los transformadores de potencia y todos los equipos de protección, control, medición e instrumentación necesarios.

Las instalaciones provisionales de energía deberán cumplir con lo exigido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, en su última versión, y su validación será revisada y aprobada por la interventoría y por EPM antes de la energización.

EPM podrá en cualquier momento inspeccionar dichas instalaciones y EL CONTRATISTA se obliga a modificar a su costo y a entera satisfacción de EPM, cualquier instalación que se encuentre defectuosa a juicio de EPM.

EL CONTRATISTA deberá construir a su costo y previa autorización de EPM, las redes de distribución a media y baja tensión que requiera para los distintos frentes de obra y oficinas, y será responsable de su operación y mantenimiento y de todos los costos que de ello resulten, incluyendo los equipos de transformación y medida de las mismas, los repuestos, accesorios, mano de obra y materiales y de la continuidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica en los diferentes frentes de obra.

Por lo menos diez (10) días calendario antes de empezar las actividades en alguno de los frentes de trabajo, el Contratista deberá someter a aprobación de EPM, los diseños de las obras de conexión para abastecer de energía eléctrica a dichos frentes.

1.3.9.4 TELECOMUNICACIONES

EL CONTRATISTA deberá proveer todas las telecomunicaciones requeridas para los trabajos a realizar. Deberá suministrar comunicaciones de voz y datos según sus necesidades, en algún caso deberá contemplar comunicación por radios debido a las zonas de trabajo.

1.3.9.5 SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS

Como parte del alcance general del contrato, será responsabilidad del Contratista la operación y mantenimiento del sistema de alertas tempranas instalado en la zona para garantizar y asegurar la correcta ejecución de las obras civiles en la Bocatoma Tenche y Bocatoma Guadalupe III. Dicho mantenimiento deberá asegurar el correcto funcionamiento de las estaciones y puntos de notificación, siguiendo las actividades y frecuencias descritas en los manuales entregados por parte del fabricante.

1.3.10 MANEJO DE RESIDUOS

EL CONTRATISTA deberá ejecutar por su cuenta y riesgo todos los trabajos requeridos para la clasificación, el manejo y disposición final y adecuada a la normatividad ambiental vigente, de todos los residuos sólidos y líquidos considerados como peligrosos (residuos de combustibles y lubricantes y cualquier otro elemento de desperdicio resultante en los frentes de trabajo), además de los residuos comunes, reciclables y especiales. En cada frente de obra EL CONTRATISTA

deberá construir las estructuras para el manejo, almacenamiento, contención de posibles derrames, disposición temporal, transporte y disposición final de los residuos. Los escombros y desperdicios se deberán depositar de acuerdo con lo indicado en el plan de manejo ambiental del proyecto.

En cualquier caso, EL CONTRATISTA deberá disponer de todas las medidas de control, mitigación y manejo necesarias para gestionar los impactos ambientales que surjan de la ejecución de esta actividad de conformidad con estas especificaciones, los documentos ambientales, la legislación ambiental colombiana y demás requerimientos establecidos por EPM.

Referirse a los capítulos 22.3 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS ESPECIALES y 22.4 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS.

1.3.11 SOSTENIMIENTO DE LA OBRA HASTA SU RECIBO

Desde el comienzo hasta el recibo definitivo de la obra por EPM, EL CONTRATISTA asumirá la responsabilidad total por su cuidado, protección, mantenimiento y sostenimiento. EL CONTRATISTA será desde el inicio y hasta la entrega a satisfacción de la obra a EPM, el único y absoluto responsable de la protección de la obra, de los materiales, herramientas y equipos de su propiedad y de sus subcontratistas.

Cuando y donde sea necesario o requerido por LA INTERVENTORÍA, EL CONTRATISTA deberá suministrar y asumir los costos de todas las instalaciones, mano de obra, materiales, herramientas, plantas de construcción y equipos necesarios para proteger las diferentes partes de la obra por desgaste, deterioro, perjuicio, daño, avería o pérdida, o para sostener, mantener, reparar o sustituir las diferentes partes de la obra, de tal manera que en el momento de su recibo definitivo por EPM, las distintas partes de la obra estén en perfectas condiciones y de conformidad con lo establecido en los documentos del contrato.

Los precios unitarios establecidos para cada uno de los ítems del contrato incluyen los costos correspondientes al cuidado, protección, mantenimiento y sostenimiento de las diferentes partes de la obra hasta su recibo definitivo por EPM, por lo tanto, EL CONTRATISTA no recibirá pago por separado por dichos conceptos.

En el caso de que ocurra cualquier desastre, deterioro, perjuicio, daño, avería, siniestro o pérdida de la obra o a cualquier parte de ella antes de su recibo definitivo por EPM, los trabajos y los costos necesarios para sostener, mantener, reparar o sustituir las diferentes partes de la obra serán a cargo y por cuenta del CONTRATISTA.

1.3.12 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

EL CONTRATISTA deberá mantener en el sitio de las obras un número suficiente de equipos y herramientas apropiadas para ejecutar las labores motivo de este contrato, de acuerdo con los documentos y dentro de los plazos estipulados. El equipo auxiliar y las herramientas, que requiera EL CONTRATISTA dentro de la obra para garantizar el cumplimiento del programa y la calidad de la obra, así como su depreciación, mantenimiento, operación, bodegaje, etc. correrán por su cuenta.

EL CONTRATISTA deberá mantener los equipos y herramientas de construcción en la mejor forma posible, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños del equipo de

construcción. La mala calidad de los equipos y herramientas, o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causales que eximan al CONTRATISTA del cumplimiento de ninguna de las obligaciones que adquiere en el contrato.

EPM o LA INTERVENTORÍA se reservan el derecho de rechazar o exigir el reemplazo de aquellos equipos, maquinarias o herramientas que a su juicio sean inadecuados, inefficientes, defectuosos, o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato, y/o un riesgo para el personal de la obra o de las instalaciones en intervención. EL CONTRATISTA deberá reponer con la mayor brevedad el equipo, maquinaria o herramienta que haya sido retirado(a) por causa de daños o mantenimiento, para que no haya ningún retraso en las obras.

1.3.13 ENSAYOS E INSPECCIÓN

EL CONTRATISTA deberá asegurarse de que los ensayos e inspecciones requeridos durante las fases de construcción se ejecuten y se registren de acuerdo con los requisitos contractuales.

Todas las actividades y materiales para su adecuada realización podrán estar sujetos a inspección y muestreo, a solicitud de la INTERVENTORÍA o EPM.

EL CONTRATISTA proporcionará toda la ayuda, instrumentos, máquinas, mano de obra y materiales que se requieran para examinar, medir y probar cualquier trabajo o material, o para calificar la mano de obra o para tasar su peso o cantidad, y suministrará certificados de control de calidad y las muestras de los materiales a incorporar en las obras que requiera LA INTERVENTORÍA. Durante la ejecución del contrato EL CONTRATISTA proveerá suficientes y adecuadas facilidades, tales como herramientas, andamios, plataformas, etc., para que LA INTERVENTORÍA pueda inspeccionar la obra y suministrará, libres de costos para EPM, las muestras requeridas de materiales o elementos que hayan de utilizarse para ensayos. Las pruebas y ensayos que impliquen alguna erogación serán por cuenta de EL CONTRATISTA en los casos establecidos en los documentos del contrato y normas relacionadas.

Todos los materiales están sujetos a inspección, muestreo, pruebas, repetición de pruebas y rechazo, en cualquier momento antes de la aceptación de los trabajos por parte de LA INTERVENTORÍA. Cuando lo prevean los documentos del contrato o cuando LA INTERVENTORÍA lo solicite, EL CONTRATISTA someterá a la aprobación previa de LA INTERVENTORÍA, los materiales y elementos que vaya a instalar en las obras, suministrándole por su propia cuenta, las muestras requeridas, especificaciones de fabricantes y cualquier otra información pertinente.

Los materiales y elementos que se empleen sin dicha aprobación podrán ser rechazados por LA INTERVENTORÍA cuando ésta no los encuentre adecuados. EL CONTRATISTA deberá retirar del lugar, el material o elementos rechazados y reemplazarlos por otros aprobados. Los materiales defectuosos se corregirán a satisfacción de LA INTERVENTORÍA, todo esto a costa de EL CONTRATISTA. Toda obra que se rechace por deficiencia en el material empleado o por defecto de construcción, deberá ser reparada por EL CONTRATISTA por su cuenta y a su cargo dentro del plazo que fije LA INTERVENTORÍA. Además, EL CONTRATISTA queda obligado a retirar del sitio respectivo los materiales o elementos defectuosos, a su costa, cuando así lo exija LA INTERVENTORÍA.

Las muestras y piezas para ensayos de todos los materiales y elementos que vayan a usarse en la obra o las de aquellos materiales o elementos que EL CONTRATISTA pretende utilizar, deberán ser preparadas por cuenta de EL CONTRATISTA y entregadas a LA INTERVENTORÍA debidamente identificadas por un rótulo, con información sobre el origen de estas, en las cantidades y tamaños que se requieran para hacer la correcta revisión y ensayo, libres de todo cargo. Todas las muestras deberán ser entregadas a LA INTERVENTORÍA con anticipación suficiente para que ésta pueda ordenar todos los ensayos, análisis y exámenes de verificación necesarios antes de la fecha de incorporación de tales materiales o elementos a la obra. Las muestras y piezas de ensayos serán retenidas por LA INTERVENTORÍA. El hecho de que LA INTERVENTORÍA no solicite muestras de materiales o elementos o que omita su aprobación a los ensayos, no relevará al CONTRATISTA de ninguna de sus obligaciones contractuales.

EPM se reserva el derecho de verificar, por intermedio de LA INTERVENTORÍA, cuando lo considere necesario, la calidad de los materiales, insumos y demás elementos a utilizar por EL CONTRATISTA, mediante certificados de calidad, resultados de ensayos, etc., y en casos de dudas mediante un muestreo que será sometido a análisis y evaluación por parte del laboratorio o entidad elegida por EPM. Los costos incurridos en dicho análisis serán cubiertos por EL CONTRATISTA.

Dentro del plazo estipulado, EL CONTRATISTA deberá elaborar, someter a revisión y aprobación de LA INTERVENTORIA, e implantar, de conformidad con los requisitos contractuales, un plan general de ensayos e inspección que contemple los requisitos contractuales, con el objeto de:

- Evidenciar el acompañamiento del organismo de control de la calidad y del representante de EPM en cada etapa o ciclo productivo.
- Definir los recursos necesarios para efectuar los ensayos y pruebas en cada etapa.
- Establecer los requisitos necesarios y los criterios de aceptación para cada etapa de la obra civil.

1.3.14 TRABAJOS DEFECTUOSOS

EL CONTRATISTA deberá reparar, arreglar, demoler, reconstruir o rectificar toda la obra defectuosa o disconforme con los planos, especificaciones técnicas o documentos del contrato dentro de los plazos fijados por LA INTERVENTORÍA, sin que esto lo exima de ninguna de las obligaciones adquiridas en virtud del contrato o se las atenúe.

Si EL CONTRATISTA no repara, arregla, demuele, reconstruye o rectifica cualquier obra defectuosa o disconforme, esto podrá ser ejecutado por EPM, por sus propios medios o por medio de terceros, en cuyo caso los costos y la administración correspondiente le serán cargados al CONTRATISTA.

Si LA INTERVENTORÍA lo requiere, EL CONTRATISTA deberá realizar todos los trabajos, ensayos e investigaciones que se requieran para determinar la causa de cualquier defecto, imperfección o falla de alguna de las diferentes partes de obra. Si el defecto, imperfección o falla es imputable al CONTRATISTA, el costo de los trabajos, ensayos e investigaciones serán a cargo de EL CONTRATISTA.

1.3.15 DESVIACIONES DE ESPECIFICACIONES Y DISEÑOS

En caso de que EL CONTRATISTA desee o necesite desviarse de alguna o varias de las especificaciones o normas mencionadas, deberá someter a la aprobación de EPM o de LA INTERVENTORÍA, una solicitud por escrito en la cual se indique la naturaleza de los cambios, su justificación técnica y las nuevas especificaciones o normas que plantea utilizar. Si EPM no considera pertinente aprobar tal solicitud, EL CONTRATISTA debe ajustarse a los requisitos estipulados en estas especificaciones.

EL CONTRATISTA podrá proponer cambios a los diseños y planos de construcción entregados por EPM, buscando mejorar la especificación y disminuir los costos del proyecto. Para tal propósito, EL CONTRATISTA deberá elaborar a su costo un documento previo al inicio de las obras, bien sea por cada estructura o por su totalidad, según estime conveniente. Presentará una lista de chequeo de cada uno de los planos, la memoria con sus propias verificaciones, las modificaciones a los planos que sean necesarias y los planos adicionales que se requieran para la ejecución de los trabajos; adicionalmente, EL CONTRATISTA deberá dejar constancia escrita de que conoce y acepta totalmente los estudios previos y asume la responsabilidad total por la obra y garantizará la estabilidad de las obras, independiente de que los estudios previos sean entregados por EPM.

EL CONTRATISTA presentará para aprobación de EPM dicho documento, incluyendo las modificaciones o cambios de diseño, sin la cual no podrá construir las obras a que se refieren las modificaciones o cambios de diseño. Consecuentemente, donde se requiera a juicio de EPM, se solicitará el estudio de ajustes o cambios de diseño y EL CONTRATISTA deberá ejecutar y presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA los estudios y las memorias de cálculo correspondientes. EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que los costos que se deriven de los cambios propuestos por él estarán a su cargo.

Toda la documentación producida por EL CONTRATISTA relacionada con el proyecto debe utilizar el sistema internacional de unidades (SI). En caso de que se presente ambigüedad en la terminología técnica relacionada con el proyecto, prevalecerá la definición que se estipule según normas del capítulo 1.3.1 CÓDIGOS Y NORMAS DE APLICACIÓN.

EPM se reserva el derecho de usar las diferentes partes de la obra que se consideren defectuosas, sin que por ello se eliminen las obligaciones contraídas por EL CONTRATISTA, ni EPM renuncie a cualquiera de sus derechos contemplados en los documentos del contrato.

1.3.16 LISTADO DE PLANOS Y DOCUMENTOS PARA CONSTRUCCIÓN

Adicional a las presentes especificaciones, de la Tabla 10 a la Tabla 24 se presentan los listados de documentos a tener en cuenta para el desarrollo de las actividades objeto del contrato, estos pueden tener actualización o adición de planos, los cuales se compartirán una vez se adjudique el contrato:

Tabla 10 Planos generales

REFERENCIA	CONTENIDO
PLANOS GENERALES	
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-PLA-005-01	BOCATOMA TENCHE - OBRAS TENCHE - LOCALIZACIÓN GENERAL - ÍNDICE DE PLANOS Y PLANOS DE REFERENCIA
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-GRA-010-01	BOCATOMA TENCHE - OBRAS TENCHE - DETALLES DE ELEMENTOS METÁLICOS I
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-GRA-015-01	BOCATOMA TENCHE - OBRAS TENCHE - DETALLES DE ELEMENTOS METÁLICOS II
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-PLA-020-01	BOCATOMA GUADALUPE I - OBRAS EL SALTO - LOCALIZACIÓN GENERAL - ÍNDICE DE PLANOS Y TABLA PLANOS DE REFERENCIA
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-GRA-025-01	BOCATOMA GUADALUPE I - OBRAS EL SALTO - DETALLES DE ELEMENTOS METÁLICOS
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-GRA-030-01	BOCATOMA TRONERAS - LOCALIZACIÓN, TABLAS DE INDICE Y TABLAS DE REFERENCIA DE PLANOS
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-GRA-035-01	BOCATOMA GUADALUPE IV - LOCALIZACIÓN, TABLAS DE INDICE Y TABLAS DE REFERENCIA DE PLANOS
MEEGT-EJ-0101-GRL-G00-CIV-GRA-040-01	BOCATOMA GUADALUPE IV - DETALLES ELEMENTOS METÁLICOS

Tabla 11 Planos para construcción LT2.2 Descarga De Fondo Bocatoma Tenche

REFERENCIA	CONTENIDO
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE	
PLANOS GEOTÉCNICOS	
MEEGT-EJ-0202-PAC-G01-GEO-PLA-005-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA TENCHE PLANTA DE EXCAVACIÓN, PLANTA DE RELLENOS DE ETAPA 1 Y PERFILES LONGITUDINALES BOCATOMA
MEEGT-EJ-0202-PAC-G01-GEO-PLA-010-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA TENCHE PLANTA DE RELLENOS ETAPA 2, PERFILES LONGITUDINALES DESCARGA DE FONDO Y SECCIONES TÍPICAS
MEEGT-EJ-0202-PAC-G01-GEO-PLA-015-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA TENCHE - SECCIONES
MEEGT-EJ-0202-PAC-G01-GEO-PLA-020-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA TENCHE - PROCESO CONSTRUCTIVO 1
MEEGT-EJ-0202-PAC-G01-GEO-PLA-025-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA TENCHE - PROCESO CONSTRUCTIVO 2
PLANOS ESTRUCTURALES	

REFERENCIA	CONTENIDO
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE	
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-EST-PLA-005-01	DESCARGA DE FONDO TENCHE - ETAPA 1 - RECRECIMIENTO DE PILAS - LOCALIZACIÓN GENERAL Y FASES CONSTRUCTIVAS
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-EST-PLA-010-01	DESCARGA DE FONDO TENCHE - ETAPA 1 - RECRECIMIENTO DE PILAS - PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES, DEMOLICIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-EST-PLA-015-01	DESCARGA DE FONDO TENCHE - ETAPA 1 - RECRECIMIENTO DE PILAS - PLANTAS Y DETALLES TÍPICOS DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-EST-PLA-020-01	DESCARGA DE FONDO TENCHE - ETAPA 1 - RECRECIMIENTO DE PILAS - PLANTAS, CORTES, DETALLES Y CARTILLAS DE DESPIECE DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-EST-PLA-025-01	DESCARGA DE FONDO TENCHE - ETAPA 0 - LOSA PARA ALMACENAMIENTO DE STOPLOGS, LOCALIZACIÓN, PLANTAS, CORTES Y CARTILLA - DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-EST-PLA-030-01	REFUERZO COMPLEMENTARIO - TÚNEL DE DESCARGA DE FONDO TENCHE - PLANTA Y CORTES DE REFUERZO - CARTILLA DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-EST-PLA-035-01	REFUERZO COMPLEMENTARIO - TÚNEL DE DESCARGA TENCHE - PLANTAS Y CORTES DE REFUERZO - CARTILLA DE DESPIECE

Tabla 12 Planos para construcción LT2.3 Vertedero y Descarga de Fondo Bocatoma GIII

REFERENCIA	CONTENIDO
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII	
PLANOS GEOTÉCNICOS	
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-005-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO - ETAPA 1 PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TÍPICAS
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-010-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO - ETAPA 1 SECCIONES 1
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-015-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO - ETAPA 1 SECCIONES 2
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-020-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO - ETAPA 2 PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TÍPICAS
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-025-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS ANEXAS PANTALLA DE PILOTES SECANTES - ZONA EL SALTO - ETAPA 2 - EXCAVACIONES Y RELLENOS - PLANTA

REFERENCIA	CONTENIDO
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII	
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-030-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS ANEXAS PANTALLA DE PILOTES SECANTES - ZONA EL SALTO - ETAPA 2 - SECCIONES
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-035-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO - ETAPA 2 SECCIONES 1
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-040-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO - ETAPA 2 SECCIONES 2 Y PROCESO CONSTRUCTIVO 1
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-045-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO - PROCESO CONSTRUCTIVO 2
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GEO-PLA-050-	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA TEMPORAL EN MEGA BAGS - ZONA EL SALTO PROCESO CONSTRUCTIVO 3
PLANOS GEOLOGICOS	
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GLG-PLA-005-01	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS PLANTA SECCIÓN GEOLOGICA A-A', E-E', F-F' - OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA ETAPA 2 SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0203-PAC-G02-GLG-PLA-006-01	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS PLANTA SECCIÓN GEOLOGICA B-B', C-C', D-D' - OBRAS DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA ETAPA 2 SECTOR EL SALTO
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-005-01	VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III - LOCALIZACIÓN GENERAL, ETAPAS CONSTRUCTIVAS I
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-010-01	VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III - ETAPAS CONSTRUCTIVAS II
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-015-01	VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III - ETAPAS CONSTRUCTIVAS III
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-020-01	ETAPA 0 - DEMOLICIONES Y DESMONTE BARANDAS Y ESCALERAS - PLANTAS, CORTES E ISOMÉTRICO DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-025-01	ETAPA 0 - CONTRUCCIÓN MÉNSULAS 1 AL 4 - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-030-01	ETAPA 0 - CONTRUCCIÓN MÉNSULAS 5 AL 8 - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-035-01	ETAPA 0 - CONTRUCCIÓN MÉNSULAS 9 Y 10, MÉNSULA TÍPICA TOPE SÍSMICO - PLANTAS, CORTES Y DETALLES TÍPICOS DE DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-040-01	ETAPA 0 - CONTRUCCIÓN MÉNSULAS Y TOPES SÍSMICOS - CARTILLAS DE DESPIECES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-045-01	ETAPA 0 - CONTRUCCIÓN LOSA DE ALMACENAMIENTO DE STOPLOGS - DIMENSIONES Y LOCALIZACIÓN DE LOSA, VIGAS Y PILOTES

REFERENCIA	CONTENIDO
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII	
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-050-01	ETAPA 0 - CONSTRUCCIÓN LOSA DE ALMACENAMIENTO DE STOPLOGS - PLANTAS Y CORTES DE REFUERZO LOSA Y VIGAS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-055-01	ETAPA 0 - CONSTRUCCIÓN LOSA DE ALMACENAMIENTO DE STOPLOGS - DESPIECES DE VIGAS VG-01, VG-02 Y VG-03
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-060-01	ETAPA 0 - CONSTRUCCIÓN LOSA DE ALMACENAMIENTO DE STOPLOGS - DESPIECES DE VIGAS VG-04, VG-05 Y VG-06
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-065-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN LOSA DE ALMACENAMIENTO DE STOPLOGS - CARTILLA DE DESPIECE VIGAS Y LOSA
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-070-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN LOSA DE ALMACENAMIENTO DE STOPLOGS - DESPIECE DE PILOTES Y CARTILLA
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-075-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN LOSA GRÚA TELESCÓPICA - LOCALIZACIÓN, PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-080-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN DE VIGAS VP-T1, VP-T2 Y VP-T3 - LOCALIZACIÓN GENERAL, PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-085-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN DE VIGAS - ALZADOS Y CORTES DE REFUERZOS PARA VIGA PREFABRICADA VP-01 Y VIGA PUNTAL VP-T1
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-090-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN DE VIGA PUNTAL VP-T2 - ALZADOS Y CORTES DE REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-095-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN DE VIGA PUNTAL VP-T3 - ALZADOS Y CORTES DE REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-100-01	ETAPA 0 CONSTRUCCIÓN DE VIGAS VP-T1, VP-T2 Y VP-T3 - CARTILLAS DE DESPIECE DE VIGAS PUNTALES, NUDOS Y VIGAS PREFABRICADAS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-105-01	ETAPA 0 Y 1 DEMOLICIONES - PLANTAS, CORTES E ISOMÉTRICOS DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-110-01	ETAPA 1 CONSTRUCCIÓN PANTALLA DE PILOTES SECANTES PILA 3 - LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES DE VIGA CABEZAL Y PILOTES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-115-01	ETAPA 1 CONSTRUCCIÓN PANTALLA DE PILOTES SECANTES PILA 3 - DESPIECE Y CARTILLA DE VIGA Y PILOTES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-120-01	VENTANA 1 DEMOLICIONES - LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES DE DEMOLICIONES EN VERTEDERO
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-125-01	VENTANA 1 CONSTRUCCIÓN PILA 1 - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-130-01	VENTANA 1 CONSTRUCCIÓN PILA 2 - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-135-01	VENTANA 1 CONSTRUCCIÓN LOSA T1 - PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-140-01	VENTANA 1 CONSTRUCCIÓN PILA 1, PILA 2 Y LOSA T1 - CARTILLAS DE DESPIECES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-145-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN PANTALLA DE PILOTES SECANTES PILA 5 - LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES DE VIGAS Y PILOTES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-150-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN PANTALLA DE PILOTES SECANTES PILA 5 - DESPIECE Y CARTILLA DE VIGAS VC Y VI
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-155-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN PANTALLA DE PILOTES SECANTES PILA 5 - DESPIECE Y CARTILLA DE PILOTES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-160-01	VENTANA 2 DEMOLICIONES - LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES DE DEMOLICIONES EN DESCARGA DE FONDO

REFERENCIA	CONTENIDO
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII	
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-165-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN PILA 3 - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-170-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN PILA 4 - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-175-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN PILA 5 - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-180-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN LOSA T2 Y VIGA V-01 - PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-185-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN PILA 3, PILA 4 Y PILA 5, CARTILLAS DE DESPIECES PILA 3 A PILA 5
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-190-01	VENTANA 2 CONSTRUCCIÓN LOSA T2 Y VIGA V-01 - CARTILLAS DE DESPIECES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-195-01	ETAPA 4 ESCARIFICACIONES DE PILAS I - LOCALIZACIÓN, PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-200-01	ETAPA 4 ESCARIFICACIONES DE PILAS II - CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-205-01	ETAPA 4 REFORZAMIENTO DE PILAS I - PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-210-01	ETAPA 4 REFORZAMIENTO PILAS II - CORTES Y DETALLES REFUERZOS DE PILAS Y VIGAS DE LOSAS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-215-01	ETAPA 4 REFORZAMIENTO PILAS III - CARTILLAS DE DESPIECES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-220-01	ETAPA 4 PASARELAS, PASAMANOS Y MUÑONES - LOCALIZACIÓN, PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE PASARELAS AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-225-01	ETAPA 4 PASARELAS, PASAMANOS Y MUÑONES - PASARELAS PARA INSPECCIÓN DE ANCLAJE DE COMPUERTA DE VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO LOCALIZACIÓN, PLANTAS, CORTES Y DETALLES
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-230-01	DESCARGA DE FONDO Y VERTEDERO GUADALUPE III - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-EST-PLA-235-01	DESCARGA DE FONDO Y VERTEDERO GUADALUPE III - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - ISOMÉTRICO Y DETALLES

Tabla 13 Planos para construcción LT3.2 Obras Bocatoma Tenche

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE	
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-005-01	BOCATOMA TENCHE - CASETA DE CONTROL TENCHE - LOCALIZACIÓN GENERAL, PLANTAS Y ALZADOS DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-010-01	BOCATOMA TENCHE - CASETA DE CONTROL TENCHE - CORTES, DIMENSIONES Y PLANTAS, CORTES Y ALZADOS DE REFUERZOS
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-015-01	BOCATOMA TENCHE - CASETA DE CONTROL TENCHE - PLANTAS, CORTES Y ALZADOS DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-020-01	BOCATOMA TENCHE - CASETA DE CONTROL TENCHE - DESPIECES Y SECCIONES DE VIGAS Y PILOTES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-025-01	BOCATOMA TENCHE - CASETA DE CONTROL TENCHE - DETALLES TÍPICOS Y CARTILLA DE DESPIECE

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE	
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-030-01	BOCATOMA TENCHE - LOSA DE CIMENTACIÓN PARA TRANSFORMADOR - LOCALIZACIÓN GENERAL, PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-035-01	BOCATOMA TENCHE - LOSA DE CIMENTACIÓN PARA TRANSFORMADOR - PLANTAS, CORTES Y DETALLES DE DIMENSIONES DEL CERRAMIENTO
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-040-01	BOCATOMA TENCHE - LOSA DE CIMENTACIÓN Y CERRAMIENTO PARA TRANSFORMADOR - PLANTAS, CORTES DE REFUERZO Y CARTILLA DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-044-01	BOCATOMA TENCHE - ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TOLVA METÁLICA - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-045-01	BOCATOMA TENCHE - ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TOLVA METÁLICA - PLANTAS Y CORTES DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-050-01	BOCATOMA TENCHE - ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TOLVA METÁLICA - DESPIECE DE VIGAS Y PILOTES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-055-01	BOCATOMA TENCHE - ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TOLVA METÁLICA - CARTILLAS DE DESPIECE DE LOSA DE CIMENTACIÓN, LOSA DE TRANSICIÓN Y PILOTES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-060-01	BOCATOMA TENCHE - ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TOLVA METÁLICA - PLANTA Y SECCIONES DE DIMENSIONES - DETALLES TÍPICOS DE CONEXIONES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-065-01	BOCATOMA TENCHE - ESTRUCTURA METÁLICA EQUIPO PARA LIMPIARREJAS TENCHE - LOCALIZACIÓN GENERAL, DETALLES TÍPICOS Y CORTES DE DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0302-CON-G01-EST-PLA-070-01	CAPTACIÓN TENCHE - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS
PLANOS HIDRÁULICOS	
MEEGT-EJ-0302-CMA-G02-HID-PLA-005-01	DISEÑO DRENAJE PLUVIAL DE LA CUBIERTA DE LA CASA DE MÁQUINAS
MEEGT-EJ-0302-CMA-G02-HID-PLA-010-01	DISEÑO DEL COLECTOR DE AGUAS ACEITOSAS - RED DESCARGA AL TANQUE
PLANOS ELÉCTRICOS	
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-DGM-005-01	DIAGRAMA UNIFILAR - TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES ELÉCTRICOS (TSAET-208) - TABLERO DE CARGAS MISCELÁNEAS PARA TENCHE (TMT-208) - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE UPS (TDUPST-208)
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-DGM-005-02	DIAGRAMA UNIFILAR - BOCATOMA TENCHE - TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-005-01	TOMACORRIENTES - ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA - CASETA NUEVA - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-010-01	DETALLES - TOMACORRIENTES - ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA - CASETA NUEVA - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-015-01	TOMACORRIENTES - ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA - CASETA EXISTENTE - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-020-01	DETALLES TOMACORRIENTES - ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA - CASETA EXISTENTE - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-025-01	ILUMINACIÓN EXTERIOR - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-045-01	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - TRANSFORMADOR Y CASETAS - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-050-01	DETALLES TÍPICOS - SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-055-01	ISOMÉTRICOS - SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - TRANSFORMADOR PEDESTAL Y CASETA NUEVA - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-070-01	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO - CASETA NUEVA - TENCHE

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE	
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-075-01	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO - SECCIONES - CASETA NUEVA - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-095-01	UBICACIÓN DE EQUIPOS Y CANALIZACIONES EXTERIORES - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-105-01	DETALLES DE INSTALACIÓN- BANCOS DE DUCTOS Y CAJAS - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-110-01	UBICACIÓN DE EQUIPOS - CASETA NUEVA - TENCHE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-115-01	UBICACIÓN DE EQUIPOS - CASETA EXISTENTE - TENCHE
MEEGT-EJ-0607-CPO-G01-ELE-PLA-010-01	PLANO DE CONDUCCIONES - CASETA NUEVA - TENCHE
MEEGT-EJ-0607-CPO-G01-ELE-PLA-015-01	PLANO DE CONDUCCIONES - CASETA EXISTENTE - TENCHE

Tabla 14 Planos para construcción LT3.3 Obras Bocatoma Troneras

LT3.3 OBRAS BOCATOMA TRONERAS	
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0303-CON-G01-EST-PLA-005-01	CIMENTACIÓN EQUIPO ELECTRÓGENO BOCATOMA TRONERAS - LOCALIZACIÓN GENERAL, PERFIL DE ELEVACIONES, PLANTAS Y CORTES DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0303-CON-G01-EST-PLA-010-01	CIMENTACIÓN EQUIPO ELECTRÓGENO BOCATOMA TRONERAS - CARTILLA DE DESPIECE, PLANTAS Y CORTES REFUERZOS
MEEGT-EJ-0303-CON-G01-EST-PLA-015-01	CAJA DE INSPECCIÓN BOCATOMA TRONERAS - DETALLES, PLANTAS, CORTES DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0303-CON-G01-EST-PLA-020-01	BOCATOMA TRONERAS REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS
PLANOS ELÉCTRICOS	
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-DGM-005-03	DIAGRAMA UNIFILAR - TABLERO DE TRANSFERENCIA (TT440-T) - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE 208 V ca (TDP-ML 220 V)
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-DGM-005-04	DIAGRAMA UNIFILAR - BOCATOMA TRONERAS - TRANSFORMADOR TIPO POSTE
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-030-01	ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA - TOMACORRIENTES - PLANTAS - TORRE DE CAPTACIÓN - CENTRAL TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-035-01	ILUMINACIÓN NORMAL Y DE EMERGENCIA - TOMACORRIENTES - SECCIONES - TORRE DE CAPTACIÓN - CENTRAL TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-040-01	DETALLES DE INSTALACIÓN- ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES - TORRE DE CAPTACIÓN - CENTRAL TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-060-01	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - TRANSFORMADOR EN POSTE Y EXTERIORES - TORRE DE CAPTACIÓN - DETALLES - TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-100-01	UBICACIÓN DE EQUIPOS Y CANALIZACIONES EXTERIORES - CAPTACIÓN TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-120-01	DETALLES DE INSTALACIÓN- BANCOS DE DUCTOS Y CAJAS - TORRE DE CAPTACIÓN TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-080-01	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO - TORRE DE CAPTACIÓN - TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-085-01	SISTEMA DE APANTALLAMIENTO - SECCIONES - TORRE DE CAPTACIÓN - TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-100-01	UBICACIÓN DE EQUIPOS Y CANALIZACIONES EXTERIORES - CAPTACIÓN TRONERAS

LT3.3 OBRAS BOCATOMA TRONERAS	
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-120-01	DETALLES DE INSTALACIÓN- BANCOS DE DUCTOS Y CAJAS - TORRE DE CAPTACIÓN TRONERAS
MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-125-01	UBICACIÓN DE EQUIPOS - TORRE DE CAPTACIÓN - BOCATOMA TRONERAS

Tabla 15 Planos para construcción LT3.4 Obras Bocatoma Guadalupe I

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.4 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE I	
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-GRA-005-01	BOCATOMA GUADALUPE I - ETAPA I - DEMOLICIÓN - MURO DE CONTENCIÓN DE SEDIMENTOS - LOCALIZACIÓN, PLANTAS Y CORTES DE DEMOLICIONES Y EXCAVACIONES
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-GRA-010-01	BOCATOMA GUADALUPE I - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN MURO DE CONTENCIÓN DE SEDMIENTOS - LOCALIZACION GENERAL, PLANTAS, CORTES Y DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-015-01	BOCATOMA GUADALUPE I - ETAPA I - MURO DE CONTENCIÓN DE SEDMIENTOS - PLANTAS Y CORTES DE REFUERZOS - CARTILLAS
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-020-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - MURO DE CONTENCIÓN DE SEDIMENTOS - ESTRUCTURA PARA SOPORTE DE REJILLAS - PLANTAS, CORTES Y CONEXIONES
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-025-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - ADECUACIÓN DESCARGA DE FONDO - COMPUERTAS DE MANTENIMIENTO Y REGULACIÓN - LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONES I, DEMOLICIONES
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-030-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - CAPTACIÓN - TAPONES DE ADUCCIÓN - LOCALIZACIÓN GENERAL - PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES - ISOMETRICOS DE CONSTRUCCIÓN
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-035-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - CAPTACIÓN - TAPONES DE ADUCCIÓN - PLANTAS Y CORTES DE REFUERZOS
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-040-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - CAPTACIÓN - TAPONES DE ADUCCIÓN - DETALLES Y CARTILLA DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-045-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - ADECUACIÓN DESCARGA DE FONDO - COMPUERTAS DE MANTENIMIENTO Y REGULACIÓN - LOCALIZACION Y DIMENSIONES I
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-050-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - ADECUACIÓN DESCARGA DE FONDO - ADECUACIONES COMPUERTA DE MANTENIMIENTO - CONCRETO DE PRIMERA ETAPA Y REFUERZO - CARTILLA DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-055-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - ADECUACIÓN DESCARGA DE FONDO - COMPUERTAS DE REGULACIÓN - CONCRETO DE PRIMERA ETAPA, SEGUNDA ETAPA Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-060-01	BOCATOMA GUADALUPE I - VENTANA I - ADECUACIÓN DESCARGA DE FONDO - COMPUERTAS DE REGULACIÓN - REFUERZO Y CARTILLA DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-065-01	BOCATOMA GUADALUPE I - ETAPA 0 - ADECUACIÓN DESCARGA DE FONDO - TAPONES DE CONDUCTOS DE LAVADO - ESCARIFICACIÓN, PLANTAS - DIMENSIONES - REFUERZO - CARTILLA

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.4 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE I	
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-070-01	BOCATOMA GUADALUPE I - ADECUACIÓN DESCARGA DE FONDO - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS
MEEGT-EJ-0304-CON-G02-EST-PLA-075-01	REFUERZO COMPLEMENTARIO - CANAL DE DESCARGA - PLANTA Y CORTES DE REFUERZO - CARTILLAS DE DESPIECE

Tabla 16 Planos para construcción LT3.5 Obras Bocatoma Guadalupe II

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.5 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE II	
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0305-CAP-G03-EST-PLA-005-01	CAPTACIÓN GUADALUPE II - TAPÓN DE CIERRE - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0305-CAP-G03-EST-PLA-010-01	CAPTACIÓN GUADALUPE II - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS

Tabla 17 Planos para construcción LT3.6 Obras Bocatoma Guadalupe III

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III	
PLANOS GEOTÉCNICOS	
MEEGT-EJ-0306-PRO-G02-GEO-PLA-005-01	MURO EN CONCRETO - ZONA EL SALTO - EXCAVACIONES Y RELLENOS - PLANTA Y SECCIONES TÍPICAS
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0306-CON-G02-EST-PLA-005-01	BOCATOMA GUADALUPE III - MURO DE CONTENCIÓN - DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0306-CON-G02-EST-PLA-010-01	BOCATOMA GUADALUPE III - MURO DE CONTENCIÓN - REFUERZO
MEEGT-EJ-0306-CON-G02-EST-PLA-015-01	BOCATOMA GUADALUPE III - MURO DE CONTENCIÓN - CARTILLA DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0306-CON-G02-EST-PLA-020-01	BOCATOMA GUADALUPE III - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y SUPERFICIES

Tabla 18 Planos para construcción LT3.7 Obras Bocatoma Guadalupe IV

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.7 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV	
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-005-01	BOCATOMA GIV - ETAPA 0 - CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE ALMACENAMIENTO STOPLOGS - LOCALIZACIÓN, PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZO - CARTILLA DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-010-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - DEMOLICIONES - LOCALIZACIÓN, DIMENSIONES Y DETALLES DE DEMOLICIONES
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-015-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN PILAS - DIMENSIONES NUEVA CONSTRUCCIÓN ETAPA I

REFERENCIA	CONTENIDO
LT3.7 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV	
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-020-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN RECRECIMIENTO PILA 1 - RECRECIMIENTO PILARES - LOCALIZACIÓN GENERAL - PLANTAS, CORTES DE REFUERZO PILA 1 - DETALLES TÍPICOS
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-025-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN RECRECIMIENTO PILA 2 - RECRECIMIENTO PILARES - LOCALIZACIÓN GENERAL - PLANTAS, CORTES DE REFUERZO PILA CENTRAL - DETALLES TÍPICOS
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-030-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN RECRECIMIENTO PILA 3 - RECRECIMIENTO PILARES - LOCALIZACIÓN GENERAL - PLANTAS, CORTES DE REFUERZO PILA IZQUIERDA - DETALLES TÍPICOS
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-035-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN PILAS - RECRECIMIENTO PILARES - REFUERZO DE ANCLAJE PILAS
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-040-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN PILAS - RECRECIMIENTO PILARES - CARTILLA DE DESPIECE PILA 1 - CARTILLA DE DESPIECE PILA 2 - CARTILLA DE DESPIECE PILA 3
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-045-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN MUÑONES LATERALES - REUERZO MUÑON TIPO - CORTES Y CARTILLA DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-050-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN MUÑONES CENTRALES - DIMENSIONES, REFUERZOS Y CARTILLA DE MUÑONES CENTRALES
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-055-01	BOCATOMA GIV - ETAPA I - CONSTRUCCIÓN LOSAS BOCATOMA - LOCALIZACIÓN, PLANTAS Y CORTES DE DIMENSIONES Y REFUERZO - CARTILLA DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0307-CON-G03-EST-PLA-060-01	BOCATOMA GIV - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS

Tabla 19 Planos para construcción LT5.5 Obras Cámara de Válvulas GIII

REFERENCIA	CONTENIDO
LT5.5 OBRAS CÁMARA DE VÁLVULAS GIII	
PLANOS ELÉCTRICOS	
MEEGT-EJ-0607-CPO-G02-ELE-PLA-020-01	Plano de Conducciones - Cámara de Válvulas - Interior - Central Guadalupe III
MEEGT-EJ-0607-CPO-G02-ELE-PLA-025-01	Plano de Conducciones - Cámara de Válvulas - Exterior - Central Guadalupe III

Tabla 20 Planos para construcción LT8.1 Obras Infraestructura: Zodme Zona Industrial y Vías Bocatoma Tenche

REFERENCIA	CONTENIDO
LT8.1 OBRAS INFRAESTRUCTURA: Zodme, Zona Industrial y Vías Bocatoma Tenche	
PLANOS GEOTÉCNICOS	
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-GEO-PLA-005-01	LOCALIZACIÓN ZODME -TENCHE PLANTA GENERAL
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-GEO-PLA-010-01	ZODME SECTOR TENCHE PLANTA GENERAL Y SECCIONES
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-GEO-PLA-015-01	VÍAS DE ACCESO A ZODME TENCHE 2 PLANTA GENERAL Y SECCIONES
PLANOS GEOLOGICOS	

REFERENCIA	CONTENIDO
LT8.1 OBRAS INFRAESTRUCTURA: Zodme, Zona Industrial y Vías Bocatoma Tenche	
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-GLG-PLA-005-01	PLANTA Y SECCIÓN GEOLÓGICA ZODME - SECTOR TENCHE
PLANOS HIDRÁULICOS	
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-HID-PLA-005-01	PLANTA GENERAL - ZODMES TENCHE
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-HID-PLA-010-01	PLANTA GENERAL - VÍA ACCESO ZODME TENCHE
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-HID-PLA-015-01	PLANTA Y PERFIL PISCINAS DE SEDIMENTACIÓN ZODME TENCHE
PLANOS VIALES	
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-CIV-PLA-005-01	PLANTA DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-CIV-PLA-006-01	PLANTA - PERFIL VIA DE ACCESO ZODME TENCHE II K0+000 - K0+103
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-CIV-PLA-007-01	SECCIONES TRANSVERSALES – VÍA DE ACCESO ZODME TENCHE K0+000 - K0+035
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-CIV-PLA-007-02	SECCIONES TRANSVERSALES – VÍA DE ACCESO ZODME TENCHE K0+040 - K0+072
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-CIV-PLA-007-03	SECCIONES TRANSVERSALES – VÍA DE ACCESO ZODME TENCHE K0+075 – K0+102,615
MEEGT-EJ-0801-VCD-G01-SEN-PLA-005-01	SEÑALIZACIÓN - PLANTA PERFIL
	VIA DE ACCESO ZODME TENCHE II K0+000 - K0+103
	SEÑALIZACIÓN VERTICAL - DETALLES

Tabla 21 Planos para construcción LT8.2 Obras Infraestructura: Vías y Zonas Industriales Bocatoma GIII

REFERENCIA	CONTENIDO
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: Vías y Zonas Industriales Bocatoma Guadalupe III	
PLANOS GEOTÉCNICOS	
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GEO-PLA-005-01	VÍA INDUSTRIAL EL SALTO - TALUDES DE CORTE Y TERRAPLENES - LOCALIZACIÓN PLANTA GENERAL
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-005-02	VÍA INDUSTRIAL EL SALTO - TALUDES DE CORTE Y TERRAPLENES - SECCIONES TRANSVERSALES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-005-03	VÍA INDUSTRIAL EL SALTO - TALUDES DE CORTE Y TERRAPLENES - SECCIONES TRANSVERSALES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GEO-PLA-010-01	EXCAVACIÓN VÍA INDUSTRIAL, RAMAL DE ACCESO AL RÍO GUADALUPE - EL SALTO PLANTA GENERAL Y SECCIÓN TRANSVERSAL
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GEO-PLA-015-01	ÁREAS DE ZONAS INDUSTRIALES - GUADALUPE III PLANTA DE EXCAVACIONES - SECCIONES TRANSVERSALES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GEO-PLA-015-02	ÁREAS DE ZONAS INDUSTRIALES - GUADALUPE III SECCIONES TRANSVERSALES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-020-01	DETALLES PARA PROTECCIONES Y OBRAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE Y TERRAPLENES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-025-01	LOCALIZACIÓN ZODMES - CAMPAMENTO BRISAS PLANTA GENERAL
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-030-01	ZODME SECTOR BRISAS NORTE - PLANTA GENERAL Y SECCIONES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-035-01	ZODME SECTOR BRISAS MEDIO PLANTA GENERAL Y SECCIONES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-040-01	ZODME ZONA INDUSTRIAL 1 - EL SALTO PLANTA GENERAL Y SECCIONES

REFERENCIA	CONTENIDO
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: Vías y Zonas Industriales Bocatoma Guadalupe III	
MEEGT-EJ-0802-VCD-G03-GEO-PLA-045-01	ZODME ZONA INDUSTRIAL 2 - EL SALTO PLANTA GENERAL Y SECCIONES
PLANOS GEOLOGICOS	
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-005-01	PLANTA GEOLÓGICA GENERAL ZODMES - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-010-01	PLANTA Y SECCIÓN GEOLÓGICA ZODME BRISAS NORTE - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-015-01	PLANTA Y SECCIÓN GEOLÓGICA ZODME BRISAS MEDIO - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-020-01	PLANTA Y SECCIÓN GEOLÓGICA ZODME ZONA INDUSTRIAL 1 - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-025-01	PLANTA Y SECCIÓN GEOLÓGICA ZODME ZONA INDUSTRIAL 2 - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-030-01	PLANTA Y PERFIL GEOLÓGICO LONGITUDINAL VÍA INDUSTRIAL DE ACCESO - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-030-02	PLANTA Y PERFIL GEOLÓGICO LONGITUDINAL VÍA INDUSTRIAL DE ACCESO - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-035-01	PLANTA Y PERFIL GEOLÓGICO LONGITUDINAL VÍA INDUSTRIAL, RAMAL ACCESO RÍO GUADALUPE - SECTOR EL SALTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-GLG-PLA-040-01	PLANTA Y SECCIONES GEOLÓGICAS ZONAS INDUSTRIALES - SECTOR EL SALTO
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-005-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII - OBRA DE DRENAJE - ESTRUCTURA DE ENTRADA Y SALIDA PARA ALCANTARILLA - LOCALIZACIÓN GENERAL Y DIMENSIONES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-010-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII - OBRA DE DRENAJE - ESTRUCTURA DE ENTRADA TIPO CAJA - REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-015-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII - OBRA DE DRENAJE - ESTRUCTURA DE SALIDA TIPO ALETA - REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-020-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII - OBRA DE DRENAJE - CARTILLA DE DESPIECE DE REFUERZO CAJA Y ALETA
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-025-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 1 - PLANTA - PERFIL - DETALLES - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-030-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 1 - CORTES - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-035-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 1 - CARTILLAS DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-040-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 2 - PLANTA - PERFIL - DETALLES - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-045-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 2 - CORTES - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-050-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 2 - CARTILLAS DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-055-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MUROS DE CONTENCIÓN 3 Y 4 - PLANTA - PERFIL - DETALLES - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-060-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MUROS DE CONTENCIÓN 3 Y 4 - CORTES - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-065-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MUROS DE CONTENCIÓN 3 Y 4 - CARTILLAS DE REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-070-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - PLANTA Y PERFIL

REFERENCIA	CONTENIDO
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: Vías y Zonas Industriales Bocatoma Guadalupe III	
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-075-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - PLANTA - PERFIL - DETALLES - DIMENSIONES Y REFUERZO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-080-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - CORTES - DIMENSIONES Y REFUERZO I
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-085-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - CORTES - DIMENSIONES Y REFUERZO II
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-090-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - CORTES - DIMENSIONES Y REFUERZO III
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-095-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - CORTES - DIMENSIONES Y REFUERZO IV
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-100-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - CARTILLAS DE REFUERZO I
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-105-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - CARTILLAS DE REFUERZO II
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-EST-PLA-110-01	VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES - MURO DE CONTENCIÓN 5 - CARTILLAS DE REFUERZO III
PLANOS HIDRÁULICOS	
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-005-01	PLANO DE CUENCAS DE OBRAS DE DRENAJE VIA INDUSTRIAL ACCESO BOCATOMA GIII
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-010-01	PLANTA GENERAL- OBRAS DE DRENAJE VÍA INDUSTRIAL ACCESO BOCATO GIII
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-015-01	PLANTA- PERFIL OBRA DE DRENAJE TRANSVERSAL VÍA INDUSTRIAL ACCESO BOCATOMA GIII
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-020-01	PLANTA Y PERFIL PISCINAS DE SEDIMENTACIÓN ZODME BRISAS NORTE
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-025-01	PLANTA Y PERFIL PISCINAS DE SEDIMENTACIÓN ZODME BRISAS MEDIO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-030-01	PLANTA Y PERFIL PISCINAS DE SEDIMENTACIÓN ZODME ZONA INDUSTRIAL 1
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-035-01	PLANTA Y PERFIL PISCINAS DE SEDIMENTACIÓN ZODME ZONA INDUSTRIAL 2
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-040-01	PLANTA GENERA- LOCALIZACIÓN GENERAL DE LOS ZODMES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-045-01	PLANTA GENERAL-ZODME BRISAS NORTE
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-050-01	PLANTA GENERAL-ZODME BRISAS MEDIO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-055-01	PLANTA GENERAL-ZODME ZONA INDUSTRIAL 1
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-HID-PLA-060-01	PLANTA GENERAL-ZODME ZONA INDUSTRIAL 2
PLANOS VIALES	
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-MOD-000-01	ARCHIVO BASE
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-MOD-000-02	ARCHIVO BASE
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-MOD-000-03	ARCHIVO BASE
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-001-01	PLANTA DE LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-005-01	SECCIONES TÍPICAS VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII EJE-01 VIA DE ACCESO AL RIO EJE-02 VIA DE ACCESO A ZODME 01 EJE-03
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-010-01	PLANTA - PERFIL VÍA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+000 - K0+330
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-010-02	PLANTA - PERFIL VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+330 - K0+545,45
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-010-03	PLANTA - PERFIL VÍA DE ACCESO AL RIÓ - EJE 02

REFERENCIA	CONTENIDO
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: Vías y Zonas Industriales Bocatoma Guadalupe III	
	K0+000 - K0+077,11 VÍA DE ACCESO A ZONA INDUSTRIAL 1 - EJE 03 K0+000 - K0+026,90
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-01	SECCIONES TRANSVERSALES VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+000 - K0+080
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-02	SECCIONES TRANSVERSALES VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+090 - K0+170
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-03	SECCIONES TRANSVERSALES VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+190 - K0+270
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-04	SECCIONES TRANSVERSALES VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+280 - K0+360
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-05	SECCIONES TRANSVERSALES VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+370 - K0+450
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-06	SECCIONES TRANSVERSALES VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+460 - K0+510
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-07	SECCIONES TRANSVERSALES VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+520 - K0+540,929
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-08	SECCIONES TRANSVERSALES VIA DE ACCESO AL RIO EJE-02 K0+000 - K0+030
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-09	SECCIONES TRANSVERSALES VIA DE ACCESO AL RIO EJE-02 K0+040 - K0+077,114
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-CIV-PLA-015-10	SECCIONES TRANSVERSALES VÍA DE ACCESO A ZONA INDUSTRIAL 01 EJE-03 K0+010 - K0+020
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-SEN-PLA-001-01	SEÑALIZACIÓN - PLANTA - PERFIL VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII - EJE 01 K0+000 - K0+330
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-SEN-PLA-001-02	SEÑALIZACIÓN - PLANTA - PERFIL VIA INDUSTRIAL ACCESO A BOCATOMA GIII EJE 01 K0+330 - K0+545,45
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-SEN-PLA-001-03	SEÑALIZACIÓN - PLANTA - PERFIL VIA DE ACCESO AL RIO - EJE 02 K0+000 - K0+077,11 VIA DE ACCESO A ZONA INDUSTRIAL 01 - EJE 03 K0+000 - K0+026,90
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-SEN-PLA-005-01	SEÑALIZACIÓN VERTICAL DETALLES
MEEGT-EJ-0802-VCD-G02-SEN-PLA-005-02	SEÑALIZACIÓN VERTICAL BARRERAS DE CONTENCIÓN

Tabla 22 Planos para construcción LT9.1 Obras de Descargas de Turbinas Troneras

REFERENCIA	CONTENIDO
LT9.1 OBRAS DE DESCARGA DE TURBINAS TRONERAS	
PLANOS ESTRUCTURALES	

REFERENCIA	CONTENIDO
LT9.1 OBRAS DE DESCARGA DE TURBINAS TRONERAS	
MEEGT-EJ-0901-CDE-G01-EST-PLA-005-01	DESCARGA DE UNIDADES TRONERAS - REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS
MEEGT-EJ-0901-CDE-G01-EST-PLA-010-01	REFUERZO COMPLEMENTARIO DESCARGA DE UNIDADES TURBINAS Y LOSA DE SISTEMA DE IZAJE - DETALLES, PLANTAS Y CORTES DE REFUERZO - CARTILLA DE DESPIECE 1
MEEGT-EJ-0901-CDE-G01-EST-PLA-015-01	REFUERZO COMPLEMENTARIO DESCARGA DE UNIDADES TURBINAS Y LOSA DE SISTEMA DE IZAJE - DETALLES, PLANTAS Y CORTES DE REFUERZO - CARTILLA DE DESPIECE 2

Tabla 23 Planos para construcción LT9.2 Obras de Descargas de Turbinas Guadalupe III

REFERENCIA	CONTENIDO
LT9.2 OBRAS DE DESCARGA DE TURBINAS GUADALUPE III	
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0902-CDE-G02-EST-PLA-005-01	MUROS DE CONTENCIÓN DESCARGAS DE TURBINAS - LOCALIZACIÓN GENERAL, PLANTA Y CORTES DE DIMENSIONES Y DETALLES TÍPICOS
MEEGT-EJ-0902-CDE-G02-EST-PLA-010-01	MURO DE CONTENCIÓN Y MUROS PARAPETO DESCARGAS DE TURBINAS - PLANTAS, CORTES Y DETALLES TÍPICOS DE DIMENSIONES Y REFUERZOS
MEEGT-EJ-0902-CDE-G02-EST-PLA-015-01	MUROS PARAPETO DESCARGAS DE TURBINAS - PLANTAS, CORTES DE REFUERZO Y CARTILLAS DE DESPIECE
MEEGT-EJ-0902-CDE-G02-EST-PLA-020-01	REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES - DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS DESCARGAS DE TURBINAS
PLANOS GEOTECNIA	
MEEGT-EJ-0902-PRO-G02-GEO-PLA-005-01	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS PROTECCIÓN DE ORILLA- ZONA DESCARGA GUADALUPE III - SITIOS CRITICOS PLANTA DE EXCAVACIÓN
MEEGT-EJ-0902-PRO-G02-GEO-PLA-005-02	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS PROTECCIÓN DE ORILLA - ZONA DESCARGA GUADALUPE III - SITIOS CRITICOS PLANTA DE RELLENOS
MEEGT-EJ-0902-PRO-G02-GEO-PLA-005-03	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS PROTECCIÓN DE ORILLA - ZONA DESCARGA GUADALUPE III - SITIOS CRITICOS SECCIONES TÍPICAS Y DETALLES
MEEGT-EJ-0902-PRO-G02-GEO-PLA-005	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS - ZONA DESCARGA GUADALUPE III - MURO PARAPETO 1 EXCAVACIONES - PLANTA, SECCIONES Y DETALLES
MEEGT-EJ-0902-PRO-G02-GEO-PLA-010-01	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS - ZONA DESCARGA GUADALUPE III - MURO PARAPETO 1 RELLENOS - PLANTA, SECCIONES Y DETALLES
MEEGT-EJ-0902-PRO-G02-GEO-PLA-015-01	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS - ZONA DESCARGA GUADALUPE III - MURO PARAPETO 2 EXCAVACIONES - PLANTA, SECCIONES Y DETALLES

REFERENCIA	CONTENIDO
LT9.2 OBRAS DE DESCARGA DE TURBINAS GUADALUPE III	
MEEGT-EJ-0902-PRO-G02-GEO-PLA-020-01	DISEÑOS Y ASESORIAS DE MODERNIZACIÓN GUADALUPE TRONERAS - ZONA DESCARGA GUADALUPE III - MURO PARAPETO 2 RELLENOS - PLANTA, SECCIONES Y DETALLES

Tabla 24 Planos para construcción LT9.3 Obras de Descargas de Turbinas Guadalupe IV

REFERENCIA	CONTENIDO
LT9.3 OBRAS DE DESCARGA DE TURBINAS GUADALUPE IV	
PLANOS GEOTÉCNICOS	
MEEGT-EJ-0903-PAC-G03-GEO-PLA-005-01	OBRA DE CONTENCIÓN HIDRÁULICA - ZONA DESCARGA GUADALUPE IV PLANTA Y SECCIONES TÍPICAS
PLANOS ESTRUCTURALES	
MEEGT-EJ-0903-CDE-G03-EST-PLA-005-01	OBRAS DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE IV REPARACIÓN DE CONCRETOS Y REPARACIÓN DE SUPERFICIES DIMENSIONES Y PROCEDIMIENTOS

Se han elaborado documentos guía que definen secuencias mínimas para cumplir con los trabajos en cada uno de los frentes. Es responsabilidad de EL CONTRATISTA elaborar y presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA sus procedimientos para cada una de las obras. El listado de documentos de procedimiento se presenta a continuación en la Tabla 19.

Tabla 25 Informes de procedimientos constructivos

REFERENCIA	CONTENIDO
MEEGT-EJ-0202-PAZ-G01-GRL-INF-002	INFORME PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN TENCHE LT 2.2 Y LT 3.2
MEEGT-EJ-0303-CON-G01-GRL-INF-001	INFORME PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN CAPTACIÓN TRONERAS LT 3.3
MEEGT-EJ-0203-PAZ-G02-GRL-INF-002	INFORME PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN EL SALTO LT 2.3, LT 3.4 Y LT 3.6
MEEGT-EJ-0305-CON-G03-CIV-INF-002	INFORME PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN ZONA CASA DE MÁQUINAS GUADALUPE III LT 3.5, LT 3.7 Y LT 9.2
MEEGT-EJ-0801-VCD-G00-CIV-INF-001	INFORME PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN ZODMES, ZONA INDUSTRIAL Y VÍAS LT 8.1 Y 8.2
MEEGT-EJ-0901-CDE-G01-GRL-INF-001	INFORME PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DESCARGA TRONERAS LT9.1
MEEGT-EJ-0903-CDE-G03-GRL-INF-001	INFORME PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN Y CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DESCARGA GIV LT9.3

1.4 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

1.4.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en la ejecución de las labores de topografía necesarias para la localización, trazado, replanteo y control topográfico de las obras por ejecutar, trabajos que no se medirán ni se pagarán por separado de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones.

1.4.2 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

EPM suministrará a EL CONTRATISTA las coordenadas y cotas de los puntos básicos para la localización de las obras. El replanteo y la nivelación de las líneas y puntos secundarios serán hechos por EL CONTRATISTA de acuerdo con los planos de construcción. Todas las líneas y nivelaciones estarán sujetas a la revisión de LA INTERVENTORÍA, pero tal revisión no relevará a EL CONTRATISTA de su responsabilidad por la exactitud de tales líneas y niveles. Las observaciones originadas y los cálculos se registrarán en el terreno y en carteras adecuadas, dos (2) copias de las cuales deberán ser entregadas a LA INTERVENTORÍA cuando ésta las solicite, así como un archivo digital de los planos, secciones y cuadros explicativos.

LA INTERVENTORÍA podrá reglamentar la forma de llevar las notas y hacer los cálculos y el dibujo. EL CONTRATISTA deberá mantener informado a EPM, con suficiente anticipación, acerca de las fechas y lugares en que proyecte realizar cualquier trabajo que se requiera líneas y cotas para que tales datos puedan ser suministrados oportunamente.

La conservación de las referencias correrá por cuenta de EL CONTRATISTA, requiriéndose la aprobación escrita de LA INTERVENTORÍA para removerlas, sustituirlas o modificarlas.

Será imputable a EL CONTRATISTA todo error en que incurra al apartarse de las referencias y niveles dados por EPM.

EL CONTRATISTA hará la localización y materialización en el sitio de los ejes y de los contornos de las excavaciones y s, de acuerdo con lo indicado en los planos y los datos adicionales e instrucciones que le suministre EPM. No deberá comenzar ninguna excavación sin que LA INTERVENTORÍA haya aprobado su localización. Para tal efecto, EL CONTRATISTA deberá hacer todo el trabajo topográfico que se requiere para determinar con precisión la posición horizontal, elevaciones y dimensiones de todas las partes constitutivas de las estructuras y de sus obras complementarias.

La localización y replanteo de las obras no constituye un ítem separado de pago y, por lo tanto, su costo deberá quedar incluido en la propuesta de cada trabajo a realizar. EL CONTRATISTA entregará como producto de este trabajo, además de la materialización de los límites de las obras en campo y los puntos de control geodésico, las carteras y demás información topográfica que resulte de estos trabajos.

La comisión de topografía deberá efectuar un seguimiento y control permanente lo más estricto posible durante el desarrollo de la obra, con el fin de garantizar el cumplimiento de especificaciones, planos y detalles constructivos indicados.

A continuación, se presenta en la Tabla 26 las coordenadas obtenidas para los puntos GPS principales y las coordenadas de los puntos de control tanto para la zona ZODMES como para la zona Tenche, procesadas desde el punto EPM-02, el traslado de cota se realiza por posicionamiento GPS a partir de la cota suministrada por EPM para el punto EPM-02.

Tabla 26 Puntos de amarre del Proyecto

POSTPROCESO REALIZADO DE LA RED GEODÉSICA ÉPOCA DE REFERENCIA EPM				
CENTRAL O FRENTE DE OBRA	ID PUNTO	GAUSS CENTRAL (3116)		COTA ORTOMÉTRICA
		Norte (m)	Este (m)	
TENCHE	GPS17	1246199.92	865.438.989	1.804.733
	GPS18	1246109.31	865.467.134	1.802.906
	TN5	1246345.04	865.323.717	1.805.206
	TN6	1246093.37	865.593.482	1.802.564
	TN7	1245909.19	865.427.369	1.804.393
	TN8	1246162.75	865.308.554	1.802.186
TRONERAS	GPS11	1241863,729	870541,781	1706,1758
	GPS112	1241764,304	870585,661	1688,9506
GUADALUPE III	GPS-5	1242502.65	872.162.701	1.708.443
	GPS-6	1242490.05	872120.61	1.710.026
	GPS-7	1242509.75	872.045.442	1.707.592
	GPS-8	1242521.08	871.975.458	1.712.421
	GPS-9	1242385.55	871.902.109	1.685.996
	GPS-10	1242312.21	871.943.734	1679.45
GUADALUPE IV	GPS15	1.248.268.933	877.135.530	701.342
	GPS16	1.248.213.016	877.163.396	701.053

Nota: Es importante aclarar que las coordenadas que maneja la central son diferentes por temas de amarre de la época de su construcción.

Para futuros trabajos topográficos, tales como el replanteo de las obras a construir, se recomienda que los amarres topográficos se realicen a partir de los puntos de la red geodésica materializados a lo largo del presente proyecto y del punto de amarre principal el cual corresponde al suministrado por EPM-02 con coordenadas Norte: 1242371.977, Este: 872254.160 y Cota: 1705.0204.

Estarán dentro del alcance de las labores de EL CONTRATISTA las actividades necesarias para definir cualquier solución constructiva inherente al alcance original de la obra. Toda modificación a los planos de construcción deberá ser aprobada previamente por LA INTERVENTORÍA.

1.4.3 PLANOS DE OBRA CONSTRUIDA (AS BUILT)

Durante la ejecución del proyecto, EL CONTRATISTA estará en la obligación de tener en sus oficinas de la obra un juego completo de planos exclusivos para corregir y/o registrar inmediatamente sobre ellos cualquier modificación que se haga al proyecto original. Las correcciones en dichos planos deberán llevar el visto bueno de LA INTERVENTORÍA.

Antes de finalizar la obra, EL CONTRATISTA entregará, para revisión y aprobación de LA INTERVENTORÍA, una copia del juego de planos de obra construida (As Built) del Proyecto. Una vez revisados, e introducidas las modificaciones, EL CONTRATISTA entregará un reproducible y dos copias de estos planos, ya corregidos, así como los respectivos archivos en medio digital

de los planos (archivos de AutoCAD DWG, la versión del AUTOCAD será confirmada por medio de LA INTERVENTORÍA).

1.4.4 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

EL CONTRATISTA, en todos los casos, debe efectuar el replanteo con la mayor exactitud, empleando el personal experto en la materia y equipos de precisión. Antes de realizarlo, se verificará si el plano topográfico concuerda con el terreno, considerando ejes, cotas y niveles.

1.4.5 MEDIDA Y PAGO

La actividad de localización y replanteo no generará un ítem de pago por separado, sino que se deberá incluir en cada una de las actividades a ejecutar.

Adicionalmente, no habrá medida y pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar la localización y replanteo:

- Instalaciones temporales que requiera EL CONTRATISTA.
- Suministro de agua potable, servicios sanitarios y de alcantarillado, energía, iluminación y telecomunicaciones, tanto de los frentes de trabajo, como para el campamento.
- Reparaciones a las instalaciones y reemplazo de dotación en mal estado.
- Operación, mantenimiento, dotación, alojamiento y alimentación de su personal en campamentos e instalaciones.
- Trabajos de localización y replanteo del campamento y demás instalaciones de EL CONTRATISTA.
- Desmante y desmovilización de todas las instalaciones al final de las obras.
- Elaboración y entrega de planos de obra construida.
- Limpieza y retiro de sobrantes de obra.
- Todas las obras y servicios necesarios para el cumplimiento de lo especificado en este numeral que no tengan medida y pago por separado.

1.5 DESMONTE Y LIMPIEZA

El desmonte y la limpieza deberán realizarse en las áreas que se encuentren cubiertas con rastrojo, bosque, o pastos, depósitos aluviales y/o antrópicos. Todas las áreas en las que se vayan a ejecutar trabajos referentes a desmonte y limpieza deberán ser aprobadas previamente por LA INTERVENTORÍA.

Los trabajos referentes al desmonte y la limpieza consisten en la remoción de toda la vegetación u otro material no deseable, de manera tal que la superficie quede despejada (vegetación menores de 10 cm de diámetro, los individuos mayores a este diámetro se deben considerar en el capítulo 3.1.3 DESCAPOTE). Estos trabajos incluyen arbustos, maleza y la remoción, transporte y disposición, hasta los sitios aprobados por LA INTERVENTORÍA. Se advierte que, en general, en el lecho del río, existe vegetación densa, que deberá ser removida dentro del alcance del desmonte y limpieza o descapote en el caso de que sean individuos mayores a 10 cm. EL CONTRATISTA no podrá cortar los árboles y vegetación existentes más allá de las líneas mostradas en los planos o indicadas por LA INTERVENTORÍA.

Los árboles que LA INTERVENTORÍA indique deberán dejarse en pie y protegerse para que no sufran ningún daño. La madera producto del desmonte podrá ser utilizada por EL CONTRATISTA para las actividades de construcción. En los casos en que no se utilice, deberá ser almacenada de manera adecuada en los sitios que indique LA INTERVENTORÍA.

Los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza, al igual que todos los materiales excavados que no se utilicen en la obra, deberán ser depositados por EL CONTRATISTA en los sitios aprobados por LA INTERVENTORÍA. No se permitirá la quema de ningún material proveniente de estas actividades.

EL CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA, por lo menos con quince (15) días calendario de anticipación a la iniciación de los trabajos, una descripción de la metodología que se propone utilizar para el desmonte y limpieza de las áreas que requiere.

1.5.1 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

La actividad de desmonte y limpieza se debe considerar terminada cuando la zona quede despejada, de tal manera que permita continuar con las siguientes actividades de la construcción. Para efectos de medida, el interventor únicamente debe controlar las zonas donde el desmonte y la limpieza se realicen en una longitud no mayor de un kilómetro (1 km) adelante del frente de la explanación.

1.5.2 MEDIDA Y PAGO

La actividad de desmonte y limpieza no generará un ítem de pago por separado, sino que se deberá incluir en cada una de las actividades a ejecutar que lo requiera.

2 MANEJO DE AGUAS DURANTE CONSTRUCCIÓN

2.1 ALCANCE

Este capítulo presenta los requisitos que se deberán cumplir para completar la construcción de las obras hidráulicas temporales y las intervenciones previstas en los trabajos de modernización de Guadalupe Troneras, en términos de manejo de aguas y la desecación de fundaciones y demás trabajos que sean necesarios para completar la obra. Las actividades para realizar sin ser limitativos a ellos se enuncian a continuación:

- Manejo de las aguas para el desvío del río y escorrentía superficial.
- El manejo de las aguas superficiales y subterráneas que puedan afectar las obras, antes y durante la ejecución de cualquier excavación en corte abierto, preparación de las fundaciones y colocación.
- La desecación de las fundaciones y frentes de trabajo.
- La construcción o suministro, operación y mantenimiento de canales, zanjas, tuberías, pozos de bombeo, bombas y cualquier otro tipo de drenaje y equipo necesario para desviar o remover el agua proveniente de lluvias, o aguas que interceptan las áreas de fundación de las estructuras y los s de las obras.
- La construcción y mantenimiento de cualquier obra de protección temporal, tales como terraplenes, jarillones o diques, necesarios para controlar el agua, corrientes superficiales y filtraciones, con el fin de evacuarlas de las áreas de fundación de cualquier obra perteneciente a este Contrato, incluida la remoción respectiva de dichas obras temporales.
- Suministro de equipos, elementos y la ejecución de las pruebas de estanqueidad de las compuertas y tabloncillos de El Salto, el tanque de carga de Guadalupe IV y de la descarga de fondo de Tenche.

2.2 OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

EL CONTRATISTA será responsable del manejo de agua en el río según corresponda, así como de las aguas superficiales y de infiltración de todas las obras, para lo cual deberá construir en estas todos los canales, cunetas, terraplenes, diques y cualquier otra obra que sea necesaria para captar y desviar corrientes de agua existentes en cualquier área de trabajo. Igualmente, EL CONTRATISTA deberá suministrar, instalar, mantener y operar todas las bombas, tuberías y cualquier otro equipo o elemento que sea necesario para desecar las distintas partes de la obra, para mantener las áreas de fundación libres de agua durante la construcción de las obras y después de que se complete para inspección, seguridad o por cualquier otra razón de acuerdo con lo que establezca LA INTERVENTORÍA.

Todas las obras de desviación y de protección temporales y las estaciones de bombeo deberán estar iluminadas con un nivel de iluminación de 20 luxes en zonas de tránsito y de 50 luxes en zonas de trabajo y operando adecuadamente y deberán estar provistas de fácil acceso en todo momento.

Cualquier daño o pérdida que ocurra en la obra y que sea causado por mal manejo de los desvíos, de las aguas superficiales por infiltración, o porque EL CONTRATISTA no haya llevado a cabo todas las obras necesarias para los manejos y para la desecación de fundaciones, será responsabilidad de EL CONTRATISTA, quien deberá llevar a cabo, y a su costa, todos los trabajos de reparación y el reemplazo de equipos y materiales dañados, de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA y a entera satisfacción de la misma.

2.3 MANEJO DE AGUAS Y DESECACIÓN

EL CONTRATISTA sólo podrá iniciar excavaciones en exteriores o intervenciones estructurales y mecánicas cuando haya realizado los trabajos necesarios para el manejo de aguas superficiales y subterráneas y el manejo de los ríos en dicha parte de la obra, incluyendo las cimentaciones de estructuras provisionales o permanentes. Para tal fin, EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de LA INTERVENTORÍA, por lo menos con 30 días de anticipación a la fecha prevista en el programa contractual aprobado para ejecutar dichas actividades, los sistemas que se propone emplear para mantener libres de agua las superficiales y de manejo y evacuación de aguas de infiltración donde se colocarán rellenos o concretos, o donde se adelantarán las excavaciones en corte abierto. Tales sistemas deberán incluir, sin limitarse a los que se mencionan, los siguientes elementos: zanjas de coronamiento, cunetas, canales revestidos para desviación de corrientes de agua o para recolectar aguas lluvias que corren a lo largo de los taludes, para manejo de aguas freáticas, y sistemas de bombeo, de tal manera que garanticen el cumplimiento de estas especificaciones.

EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de LA INTERVENTORÍA, con 30 días de anticipación a la iniciación de las obras, los sistemas de manejo de aguas superficiales y de manejo y evacuación de aguas de infiltración. EL CONTRATISTA no podrá iniciar la excavación de las superficies en corte abierto para la colocación de llenos, ni la colocación de estos, mientras no haya realizado los trabajos necesarios para el manejo de aguas superficiales y subterráneas para proteger las zonas de excavaciones y llenos y adecuar las fuentes de materiales y zonas de depósito que se utilizarán en esta parte de la obra.

Los sistemas de manejo de aguas deberán incluir, pero no limitarse a, la construcción de zanjas de coronación, cunetas, canales revestidos para desviación de corrientes de agua o para recolectar aguas lluvias o de filtración. Cualquier modificación que solicite LA INTERVENTORÍA de los sistemas propuestos por EL CONTRATISTA deberá ser efectuada por éste, antes de iniciar los trabajos de excavación o llenos. Cualquier atraso en la iniciación de los trabajos de excavación, colocación de llenos o en cualquier otra parte de la obra, debido a demoras por parte de EL CONTRATISTA en la presentación para la aprobación de LA INTERVENTORÍA de los sistemas para manejo de aguas o en su posterior ejecución, no dará derecho a EL CONTRATISTA la extensión de plazo o a compensación de cualquier otra índole. Durante todas las obras y operaciones se deberá hacer un manejo de aguas y desecación de las fundaciones.

2.4 DESECACIÓN DE FUNDACIONES

EL CONTRATISTA deberá suministrar, operar y mantener todas las bombas, tuberías y demás equipos e implementos que se requieran para la desecación adecuada de la zona de trabajo. EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo todos los trabajos necesarios para la instalación, operación y mantenimiento de todos estos equipos e implementos durante el tiempo de construcción de las

diferentes estructuras y con posterioridad a la terminación de estas, para inspección o para cualquier otro propósito.

Donde sea necesario, EL CONTRATISTA deberá controlar cualquier agua de infiltración que se encuentre, mediante la instalación de sistemas de pozos, mantos impermeables o filtrantes o cualquier otro método aprobado por LA INTERVENTORÍA, que prevenga la ocurrencia de erosión interna o externa. Los métodos y sistemas que emplee EL CONTRATISTA para la desecación de fundaciones deberán ser de naturaleza tal, que no interfieran con el progreso y la seguridad de la obra. Donde se requiera llevar a cabo excavaciones por debajo del nivel freático, tales excavaciones deberán ser previamente desecadas con el fin de que los trabajos se puedan llevar a cabo en seco y de una manera segura.

EL CONTRATISTA deberá efectuar el manejo de cualquier corriente de agua superficial que afecte la zona de trabajo durante todo el periodo de construcción. El esquema para dicho manejo deberá ser presentado para aprobación de LA INTERVENTORÍA de acuerdo con lo indicado en manejo de aguas de estas especificaciones.

La desecación y el control de filtraciones en las zonas en intervención también serán responsabilidad de EL CONTRATISTA. Esta actividad es de especial importancia, por lo cual EL CONTRATISTA deberá disponer de equipos y medios adecuados para que se puedan colocar en seco los llenos y concretos de estas estructuras.

Todas las medidas que adopte EL CONTRATISTA para la desviación de las aguas, incluido los equipos, personal, procedimientos, etc, serán reconocidos por una suma global, tal como se indica al final de este capítulo.

EL CONTRATISTA deberá efectuar el manejo de cualquier corriente de agua superficial durante todo el período de construcción de la obra. El esquema para dicho manejo deberá ser presentado para aprobación de LA INTERVENTORÍA, por lo menos con 30 días de anticipación a la fecha prevista del inicio de las obras subterráneas, obras superficiales y fundaciones.

En la central Troneras, EL CONTRATISTA deberá considerar las obras de conducción y/o contención (ataguías, tuberías, bombeo, etc), necesarias para el manejo del agua y la desecación de las zonas trabajo, particularmente en lo relacionado con las aguas provenientes de la tubería de drenaje de la casa de máquinas, la cual descarga aguas abajo del canal de descarga y debido a la pendiente del lecho en el punto de descarga, las aguas retornan hasta el sitio de las obras.

EL CONTRATISTA deberá definir los métodos, materiales y equipos necesarios para realizar un manejo adecuado de estas aguas manteniendo condiciones de trabajo óptimas en la zona de trabajo.

2.5 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE COMPUERTAS Y TABLONES

Las pruebas de estanqueidad de las compuertas y tablones serán ejecutadas por EL CONTRATISTA, bajo la supervisión del Contratista de Equipos hidromecánicos y de acuerdo con los procedimientos y protocolos elaborados por el Contratista de Equipos hidromecánicos. La duración de las pruebas está delimitada por el cronograma de ejecución de actividades del proyecto y así mismo EL CONTRATISTA deberá dimensionar la capacidad del sistema de

bombeo, equipos, materiales, suministros y demás logística asociada a las pruebas de estanqueidad, de manera que éstas puedan desarrollarse dentro de los tiempos previstos.

Las preparaciones necesarias para facilitar la ejecución de la prueba y la recolección de los datos deberán realizarse con base en el protocolo de ejecución de las pruebas. Particularmente, el CONTRATISTA deberá proveer los equipos de bombeo, tuberías, válvulas, cables eléctricos y demás elementos requeridos para el llenado de agua del sector comprendido entre las ataguías y los tablonos o compuertas a ser probados. De igual forma, EL CONTRATISTA deberá proveer los elementos e instrumentos de medición requeridos en los procedimientos y protocolos de pruebas. La capacidad del sistema de bombeo suministrado por EL CONTRATISTA deberá garantizar que las pruebas de estanqueidad se realicen en el tiempo indicado según cronograma.

Particularmente, EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los instrumentos, las herramientas especiales y el equipo que sean necesarios para las pruebas de estanqueidad de las compuertas. Todos los equipos usados por EL CONTRATISTA para las pruebas deberán ser mantenidos válidamente calibrados para su aceptación. EL CONTRATISTA deberá enviar a EPM copias de las certificaciones de cada instrumento y elemento.

2.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

EL CONTRATISTA deberá cumplir con las regulaciones sobre higiene, seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente de la normatividad local vigente y los procedimientos establecidos aprobados por LA INTERVENTORÍA. EL CONTRATISTA deberá asegurar que todas sus herramientas e instalaciones temporales como las zonas de las obras se encuentren ordenadas, limpias, aseadas y dotadas con los elementos mínimos necesarios de protección personal. Igualmente, para la ejecución de los trabajos de obra, EL CONTRATISTA deberá dar cumplimiento a los requisitos y condiciones estipulados en las Normas Ambientales y en las Normas de Seguridad suministradas por LA INTERVENTORÍA.

2.7 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No habrá medida ni pago por separado para la realización de los siguientes trabajos requeridos a fin de completar esta parte de la obra:

- Construcción de terraplenes, diques o jarillones temporales, o cualesquiera otras obras que se requieran para el manejo de aguas superficiales alrededor de excavaciones en corte abierto de carácter temporal.
- Reparación y/o reemplazo de obras, partes de obras, equipos, materiales, etc., que resulten dañados a causa del mal manejo de aguas superficiales o subterráneas o porque EL CONTRATISTA no haya llevado a cabo todas las obras necesarias el manejo de aguas o para desecación de fundaciones, de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA y a su entera satisfacción.
- Remoción de obras provisionales construidas por EL CONTRATISTA para manejo de aguas superficiales y del manejo de los ríos, después de terminada su utilización y disposición de éstas en zonas de escombreras o en sitios aprobados por LA INTERVENTORÍA.

- Suministro, instalación y mantenimiento de los sistemas de alarma que se implementen para controlar las crecientes de los ríos.
- El diseño, suministro, instalación o construcción, operación y mantenimiento de todas las zanjias, cunetas, estructuras de vertimiento escalonadas y demás obras de carácter provisional, y de los equipos necesarios para el control de aguas superficiales y de infiltración durante la ejecución de excavaciones en exteriores, llenos, estructuras y demás obras superficiales que lo requieran. Los costos correspondientes deberán incluirse en los precios unitarios de los ítems que requieran control de aguas.
- Todos los demás trabajos necesarios para completar esta parte de la obra y que no sean objeto de ítems separados de pago.
- Reparación y/o reemplazo de obras, partes de obras, equipos, materiales, etc., que resulten dañados a causa de una mala ejecución de las pruebas de estanqueidad de las compuertas.

2.8 MEDIDA Y PAGO

La actividad de obras para el manejo de las aguas superficiales y desecación de fundaciones no generará un ítem de pago por separado, sino que se deberá incluir en cada una de las actividades a ejecutar. Solo se realizará pago por las pruebas de estanqueidad.

2.8.1 MEDIDA

La medida para el pago de las pruebas de estanquidad mencionadas en este capítulo se hará como unidad.

2.8.2 PAGO

Los precios de EL CONTRATISTA deberán incluir todos los costos generados por el cumplimiento de lo estipulado en las especificaciones ambientales y en las de seguridad industrial y salud ocupacional y todos los trabajos y costos en que deba incurrir EL CONTRATISTA para la completa y correcta ejecución de los trabajos especificados y que no sean objeto de medida y pago por separado, dando previo cumplimiento a lo establecido en este documento de bases de medida y pago.

EL CONTRATISTA deberá incluir en sus precios la ejecución de las pruebas de estanqueidad de las compuertas y tablonas, lo cual abarca tanto la realización de las pruebas como la previsión de los equipos de bombeo, válvulas, tuberías y demás elementos necesarios, así como las adecuaciones requeridas para su ejecución.

2.9 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems de pago:

Tabla 27 Ítems de pago Manejo de aguas durante construcción

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
2	MANEJO DE AGUAS DURANTE CONSTRUCCIÓN	
2.1	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA LAS COMPUERTAS Y STOPLOGS DE LA DESCARGA DE FONDO	UN
2.2	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA LAS COMPUERTAS Y STOPLOGS DEL VERTEDERO	UN
2.3	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA LAS COMPUERTAS Y STOPLOGS DEL TANQUE DE CARGA	UN

A continuación, en la Tabla 28 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes al manejo de aguas durante la construcción por grupo de obras.

Tabla 28 Ítems de pago del manejo de aguas por grupo de obras

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
	MANEJO DE AGUAS DURANTE CONSTRUCCIÓN	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO TENCHE: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
2.1	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA LAS COMPUERTAS Y STOPLOGS DE LA DESCARGA DE FONDO	UN
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
2.1	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA LAS COMPUERTAS Y STOPLOGS DE LA DESCARGA DE FONDO	UN
2.2	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA LAS COMPUERTAS Y STOPLOGS DEL VERTEDERO	UN
LT 3.7 CAPTACIÓN GUADALUPE IV - TANQUE DE CARGA GUADALUPE IV		
2.3	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD PARA LAS COMPUERTAS Y STOPLOGS DEL TANQUE DE CARGA	UN

3 EXCAVACIONES

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberán cumplir para ejecutar las excavaciones tanto en exteriores como las excavaciones de los pilotes que sean necesarias para las obras proyectadas y establece los procedimientos de medida y pago de las partes de esta relacionadas con dichas excavaciones, los cuales incluyen:

- Excavación en exteriores.
- Excavación para pilotes preexcavados.
- Excavación para la pantalla de pilotes secantes.

EL CONTRATISTA será responsable de las actividades de excavación requeridas para la modernización de Guadalupe Troneras, para lo cual deberá considerar lo establecido en el numeral MANEJO DE AGUAS DURANTE CONSTRUCCIÓN Y DESECACIÓN DE FUNDACIONES de las presentes Especificaciones Técnicas. EL CONTRATISTA deberá suministrar cualquier otro equipo o elemento que sea necesario para la ejecución de las obras.

Los métodos detallados de excavación que proponga utilizar EL CONTRATISTA durante la construcción de las obras deberán ser aprobados previamente por LA INTERVENTORÍA.

Los accesos temporales que EL CONTRATISTA requiera para la construcción de la obra, incluyendo el acceso al lecho del río o reservorio en la zona de Tenche, serán responsabilidad de EL CONTRATISTA y su costo no deberá estar incluido en los precios unitarios ofertados.

Se aclara que en la Zona de El Salto existe un diseño para la vía industrial y el acceso al río o reservorio como parte de los trabajos a ejecutar, y su costo sí deberá estar incluido en los precios unitarios ofertados. Sin embargo, lo anterior no exime a EL CONTRATISTA de la presentación, para aprobación de LA INTERVENTORÍA, de los planos correspondientes a los accesos temporales de construcción. EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que no se permitirá arrojar materiales al río o reservorio, antes de su desviación, para evitar que se produzcan sobreelevaciones del nivel del río. Todas las consecuencias que se produzcan en la desviación del río, por arrojar materiales al lecho del río, serán de total responsabilidad de EL CONTRATISTA.

El transporte del material excavado para cada una de las zonas del proyecto se pagará según lo indicado en el Capítulo 12 TRANSPORTE DE MATERIALES.

3.1 EXCAVACIONES EN EXTERIORES

EL CONTRATISTA deberá adoptar procedimientos de excavación, tales que en ningún momento se ponga en riesgo la estabilidad de los taludes aledaños, naturales o antrópicos, conformados por éste o por otros Contratistas, o de las estructuras y demás obras ejecutadas previamente o en intervención. Es importante anotar que el desmonte y limpieza a efectuar en cada uno de los trabajos no generarán un pago por separado.

Todos los daños derivados de las operaciones de EL CONTRATISTA durante la excavación, incluyendo daños a las fundaciones, superficies excavadas, o a cualquier estructura, o parte de las obras existentes en las zonas aledañas, deberán ser reparados por y a cuenta de EL CONTRATISTA y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Estas reparaciones no darán lugar a extensión de los plazos en la ejecución de los trabajos ni pagos adicionales por parte de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA deberá planificar la ejecución de los trabajos de excavaciones en exteriores en los sitios mencionados en el siguiente numeral, de las obras geotécnicas, así como los accesos que requiera para la realización de los trabajos mencionados en este Capítulo. EL CONTRATISTA deberá presentar, para aprobación de LA INTERVENTORÍA, los diseños de estos accesos con el alineamiento, cortes, obras de arte y la información necesaria para la ejecución de las obras propuestas.

3.1.1 ALCANCE

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberán cumplir para ejecutar las excavaciones en corte abierto que sean necesarias para las obras proyectadas y establece los procedimientos de medida y pago de las partes de esta relacionadas con dichas excavaciones, los cuales incluyen:

- Descapote.
- Excavaciones en material común.
- Excavación en roca con y sin voladura.
- Remoción de derrumbes.
- En general, todas las excavaciones exteriores para la ejecución de las obras del proyecto.

3.1.2 GENERALIDADES

Las excavaciones serán medidas como el volumen in situ del material extraído, comparando la superficie del terreno inicial aprobado por LA INTERVENTORÍA, y las líneas y cotas mostradas en los planos o establecidas por LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA deberá establecer los métodos de excavación que utilizará para la construcción de las obras, incluyendo las secuencias y etapas que empleará para la protección de las superficies excavadas y los detalles del manejo de agua respectivo y los métodos de remoción, cargue, manejo de materiales para el lleno de geoestructuras, demás llenos a realizar en el proyecto y transporte de materiales a los sitios designados por LA INTERVENTORÍA. EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta para la ejecución de los trabajos de excavación, las épocas de lluvia.

EL CONTRATISTA no podrá iniciar la excavación de cualquier parte de la obra hasta haber tenido la aprobación de LA INTERVENTORÍA de los métodos y secuencias de construcción de dicha parte de la obra. La aprobación de LA INTERVENTORÍA a los procedimientos de excavación no releva a EL CONTRATISTA de su responsabilidad por salvaguardar la estabilidad de los taludes excavados y de garantizar la seguridad del personal y equipos en la obra.

EL CONTRATISTA deberá adoptar procedimientos de excavación tales que en ningún momento se ponga en peligro la estabilidad de los taludes aledaños naturales o antrópicos y demás obras ejecutadas previamente.

Las excavaciones en una determinada zona solamente podrán ser iniciadas cuando se hayan completado los trabajos necesarios para el correcto manejo de aguas y se tengan listos los equipos, elementos y materiales necesarios para la protección de las superficies a excavar.

EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo las excavaciones, colocando las protecciones necesarias y llevando a cabo todo el manejo de agua requerido. Si EL CONTRATISTA no cumple con los anteriores requisitos, LA INTERVENTORÍA podrá ordenar a EL CONTRATISTA suspender los trabajos, hasta tanto se coloque la protección especificada o hasta que se hayan realizado los trabajos de mejoramiento que considere necesarios; tal suspensión no dará lugar a compensación económica ni a extensión de los plazos en la terminación de los trabajos requeridos.

A medida que avance la excavación y se hayan alcanzado las líneas y pendientes mostradas en los planos, EL CONTRATISTA deberá notificarlo a LA INTERVENTORÍA, quien procederá a inspeccionar dicha excavación. En general, todas las superficies que sirvan como fundación para las obras deberán estar libres de vegetación, tierra, materiales sueltos o cualquier otro material objetable; ninguna excavación deberá rellenarse o cubrirse con material de llenos, mientras no se haya dado por terminada la inspección por parte de LA INTERVENTORÍA y EL CONTRATISTA no haya obtenido de esta una autorización por escrito para la realización del trabajo de llenos y/u otro requerido. EL CONTRATISTA deberá retirar y reemplazar por su cuenta los materiales con los cuales haya cubierto cualquier excavación sin la previa inspección y aprobación por escrito de LA INTERVENTORÍA.

Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras existentes o de futuras excavaciones, EL CONTRATISTA deberá emplear métodos de excavación apropiados y tomar las precauciones que sean necesarias para evitar que las estructuras y la masa de roca a excavar posteriormente sufran daños o alteraciones. Cualquier daño que llegase a presentarse, por negligencia o responsabilidad de EL CONTRATISTA, deberá ser reparado por su cuenta, y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

Todos los daños derivados de las operaciones de EL CONTRATISTA durante la excavación, colocación y compactación, incluyendo daños a las fundaciones, superficies excavadas o parte de las obras existentes en las zonas aledañas, deberán ser reparados por y a cuenta de EL CONTRATISTA y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA deberá tomar atenta nota de las labores que deberá desarrollar para cumplir las Especificaciones Ambientales, así como las normas de Seguridad y Salud en el Trabajo de LA INTERVENTORÍA. Los costos resultantes de aquellas labores que no tengan medida ni pago por separado deberán estar incluidos en los precios cotizados en los ítems del Contrato.

EL CONTRATISTA hará la localización y materialización en el sitio de los ejes y de los contornos de las excavaciones, de acuerdo con lo indicado en los planos y los datos adicionales e instrucciones que le suministre LA INTERVENTORÍA.

No deberá comenzar ninguna excavación sin que LA INTERVENTORÍA haya aprobado su localización. Para tal efecto, EL CONTRATISTA deberá hacer todo el trabajo topográfico que se

requiere para determinar con precisión la posición horizontal, elevaciones y dimensiones de todas las partes constitutivas de las estructuras y de sus obras complementarias.

EL CONTRATISTA hará la localización, replanteo y materialización en el sitio de los ejes y de los contornos de las excavaciones, de acuerdo con lo indicado en el numeral 1.4 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO, en los planos y los datos adicionales que le suministre EPM.

No deberá comenzar ninguna excavación sin que LA INTERVENTORÍA haya aprobado su localización. Para tal efecto, EL CONTRATISTA deberá hacer todo el trabajo topográfico que se requiere para determinar con precisión la posición horizontal, elevaciones y dimensiones de todas las partes constitutivas de las estructuras y de sus obras complementarias.

La localización y replanteo de las obras no constituye un ítem separado de pago, por lo tanto, su costo no deberá quedar incluido en la propuesta sino distribuido en todas las obras a realizar en el proyecto. EL CONTRATISTA entregará como producto de este trabajo, además de la materialización de los límites de las obras en campo y los puntos de control geodésico, las carteras y demás información topográfica que resulte de estos trabajos.

Los trabajos desmonte y limpieza que deberá realizar EL CONTRATISTA para las áreas que ocuparán todas las obras a realizar en el proyecto se deberán realizar según lo indicado en el numeral 1.5 DESMONTE Y LIMPIEZA, y no tendrá pago por separado.

3.1.3 DESCAPOTE

El descapote consiste en la remoción de toda la capa superficial. El descapote incluye la tala, la remoción de vegetación y troncos, raíces, materiales blandos, orgánicos e incompetentes. Donde se requiera, la superficie final deberá ser despejada con contorno suave.

EL CONTRATISTA no podrá retirar los árboles y vegetación existentes más allá de las líneas mostradas en los planos o indicado por EL CONTRATANTE, y no podrá lanzar al lecho del río, ramas, troncos, raíces, madera o material orgánico durante las operaciones de limpieza y descapote. Los materiales provenientes del descapote deberán ser depositados por EL CONTRATISTA en las zonas indicadas por EL CONTRATANTE.

Esta actividad tiene como propósito establecer los requisitos técnicos que se deben cumplir para realizar las actividades de descapote y remoción de vegetación del terreno natural, previas al desarrollo de las obras de explanación, excavación y trabajos subsiguientes en la zona demarcada en los planos de construcción del proyecto o aquellas zonas indicadas por EPM, lo anterior con el fin de que la zona demarcada quede libre de toda vegetación y otros elementos que afecten la ejecución de los trabajos posteriores. Aplica para los trabajos que incluyan labores tales como: retiro de la vegetación, limpieza del terreno natural (rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, e incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras), así como la disposición final dentro o fuera de la zona de ejecución de las obras, de aquellos materiales resultantes de la ejecución de estos trabajos.

Durante la construcción, el CONTRATISTA deberá mantener en todo momento los sitios de la obra y sus alrededores limpios, drenados, en buenas condiciones sanitarias y libres de cualquier acumulación de materiales de escombros, sobrantes de material, desecho y de basura, sea cual fuere su procedencia, para lo cual deberá retirar en forma adecuada, diariamente o con más frecuencia, si así lo ordena LA INTERVENTORÍA.

El CONTRATISTA debe considerar los costos de personal, herramientas, y equipos para poda del terreno, la tala de los árboles y extracción de todas las raíces, así como para la disposición final de todos los residuos vegetales derivados de estas actividades. El aprovechamiento forestal se realizará técnicamente siguiendo las normas de seguridad industrial y será dirigido por un Ingeniero forestal con experiencia de acuerdo con lo escrito en el Anexo Técnico Ambiental y Social, quien liderará los equipos de trabajo en campo, cada uno denominado cuadrilla de corte, la cual está formada por un guadañero, un motosierrista y auxiliares de campo, quienes estarán encargados de la movilización del material hasta el sitio de apilamiento. Adicionalmente, el Ingeniero forestal contará con un auxiliar que le ayudará a supervisar las labores de aprovechamiento.

El profesional a cargo planificará todas las actividades del aprovechamiento forestal, incluyendo labores previas y posteriores a la tala, como la delimitación de la zona a intervenir y disposición final del material obtenido. De acuerdo con lo establecido en el permiso de aprovechamiento forestal. Antes de iniciar con el aprovechamiento, se deberán ejecutar las actividades de manejo de fauna y especies en veda establecidas en las respectivas medidas de manejo.

Dentro del aprovechamiento se incluye el transporte inicial del material aprovechado, hasta los sitios de acopio o apilamiento dentro del área objeto de aprovechamiento forestal, la cual se realizará de manera manual, con ayuda de ganchos de arrastre, volteo y cuerdas o transporte mular.

Parte de la madera obtenida durante el aprovechamiento forestal podrá ser utilizada en los frentes de trabajo de obras, tales como trinchos, telares, avisos, estacas, cercos, barreras, caballetes, entre otros, previo acuerdo con LA INTERVENTORÍA y EPM.

Parte del material resultante podrá ser donado a la población cercana al proyecto; para tener control de esta actividad, se hará el registro del material entregado a cada actor según las solicitudes previamente realizadas y soportadas sobre el uso que se le dará al material. De ninguna manera se permitirá la comercialización de dicha madera.

La madera que no se utilice en el proyecto ni se done deberá ser repicada, chipecada y dispuesta en sitios adecuados y autorizados para este tipo de residuos, para lo cual se deberá presentar en el informe, el certificado de disposición.

Se registrarán los individuos talados, informando la especie, volumen total y comercial aprovechado. Esta información será entregada para los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA.

EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta y dar cumplimiento a todas las medidas de manejo establecidas en la medida de manejo MMA-GUA-08. Manejo de Flora y Fauna Terrestre, y lo establecido en el permiso de aprovechamiento forestal.

3.1.4 CLASIFICACIÓN DE LA EXCAVACIÓN

EL CONTRATISTA deberá estudiar y evaluar la información existente y deberá complementarla, bajo su responsabilidad y costo, en lo que juzgue conveniente o necesario con el fin de seleccionar los procedimientos constructivos que empleará, y las secuencias para llevar a cabo las excavaciones exteriores necesarias para ejecución de la obra.

A continuación, se describe el tipo de excavaciones en el proyecto:

3.1.4.1 EXCAVACIONES EN MATERIAL COMÚN

La excavación en material común hace referencia a la que se realiza en material suelto, sedimentos y/o por escarificación. Comprende, pero sin limitarse a ello, el retiro de tierras, gravillas, guijarros y otros materiales compactos tales como gravilla cementada y rocas blandas, desintegradas, o fracturadas de dureza y textura tales que se puedan arrancar, escarificar, deshacer o retirar sin voladuras con una excavadora capaz de desarrollar una potencia del orden de 300 CV (220 kW) continua, equipada con desgarrador de rocas o manualmente.

Los materiales provenientes de las excavaciones en material común que sean adecuados y necesarios para la ejecución de llenos deberán ser almacenados por EL CONTRATISTA para aprovecharlos en la construcción de los llenos, según lo determine LA INTERVENTORÍA. Dichos materiales no se podrán desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa de LA INTERVENTORÍA.

Los materiales de las excavaciones en material común que no sean utilizables deberán ser dispuestos en los ZODME's del proyecto de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA propondrá, para consideración de LA INTERVENTORÍA, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, los cuales no deberán producir daños innecesarios a las estructuras aledañas o en la zona de los trabajos; y deberán garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas previstas.

Estas excavaciones en material común se medirán y pagarán de acuerdo con la altura de corte a efectuar en cada una de las obras a realizar en el proyecto.

Se subdividieron en tres grupos los cuales tendrán en cuenta si se debe evacuar o no el agua para su ejecución.

1. Excavación con una altura de corte entre 0 y 2 m sin y con evacuación de agua.
2. Excavación con una altura de corte entre 2 y 5 m sin y con evacuación de agua.
3. Excavación con una altura de corte mayores a 5 m sin y con evacuación de agua.

Las excavaciones que presenten altos niveles de agua en su ejecución deberán utilizar el sistema de bombeo que se requiera para evitar que el agua penetre en las excavaciones, y esto lo deberá considerar en el ítem correspondiente.

3.1.4.2 EXCAVACIÓN EN ROCA SIN VOLADURA

La excavación en roca sin voladura comprende la excavación de rocas meteorizadas y/o fracturadas, las cuales requieren el empleo de equipos mecánicos para su corte.

3.1.4.3 EXCAVACIÓN DE ROCA POR VOLADURA

La excavación de roca por voladura comprende la excavación de rocas fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Se descubrirán y expondrán a la vista los materiales que en opinión de EL CONTRATISTA sólo puedan ser retirados por voladura y se le avisará a LA INTERVENTORÍA para su aprobación antes de comenzar la voladura. EL CONTRATISTA realizará el levantamiento topográfico.

El barrenado y voladura se harán de modo tal que se asegure que la roca se parta por las líneas e inclinaciones deseadas. Las rocas removidas y resquebrajadas por las operaciones de voladura, por fuera de los límites de excavación establecidos serán retiradas y reemplazadas por concreto o como lo indique LA INTERVENTORÍA. Inmediatamente después de la excavación las superficies y taludes de roca deberán ser raspados quitándoles las escamas y esquirlas y limpiándoles de rocas sueltas o sobresalientes. Todas las superficies de roca terminadas incluso las de las obras, serán inspeccionadas regularmente por EL CONTRATISTA y saneadas tan frecuentemente como fuere necesario.

3.1.4.3.1 EXIGENCIAS SOBRE USO DE EXPLOSIVOS

EL CONTRATISTA tendrá en cuenta las restricciones sobre el uso de explosivos, el procedimiento para obtenerlos en el mercado nacional, las condiciones y restricciones de las autoridades militares, y las características de los que se obtienen, para poder determinar cómo afectan estos factores sus operaciones. Para la ubicación de los polvorines, EL CONTRATISTA deberá obtener la aprobación de las autoridades militares correspondientes.

EL CONTRATISTA también deberá informarse sobre todas las exigencias que tengan las autoridades con jurisdicción en la zona del proyecto, sobre construcción de polvorines y vigilancia de estos, ya que estos aspectos serán de su entera responsabilidad.

3.1.4.3.2 TRANSPORTE Y MANEJO DE EXPLOSIVOS

El transporte y manejo de explosivos y detonantes se regirán por las instrucciones y normas del fabricante y la reglamentación que existe al respecto, y se realizará bajo la única responsabilidad de EL CONTRATISTA. En ningún caso los fulminantes, espoletas o detonadores, podrán ser transportados o almacenados en conjunto con dinamita y otros explosivos.

Solamente personal competente, calificado, experimentado y autorizado debidamente por EL CONTRATISTA, podrá manejar, transportar, activar los diferentes explosivos y desactivarlos o destruirlos cuando se encuentren dañados o deteriorados.

EL CONTRATISTA deberá utilizar los explosivos cumpliendo con normas estrictas de seguridad que deberán ser establecidas por él mismo, en las cuales se deberán tener en cuenta, entre otros aspectos, el número de cargas que se puedan activar a un mismo tiempo, las longitudes de mecha de seguridad, el manejo de fulminantes, las medidas de prevención cuando ocurran tormentas eléctricas, la utilización de equipos de radio, teléfonos, y herramientas metálicas, la protección contra humedad, y las precauciones que deberán tomarse para el almacenamiento y transporte de los explosivos.

3.1.4.3.3 USO DE EXPLOSIVOS

EL CONTRATISTA deberá presentar para monitoreo y control antes de iniciar las excavaciones, los procedimientos de excavación con explosivos que se propone utilizar en los trabajos. La información, que se deberá suministrar antes de cada voladura, deberá contener al menos la siguiente información:

- Cantidad, diámetro, longitud e inclinación de los barrenos para la ejecución de las voladuras.
- Ubicación y distribución de los barrenos, mostrados en los planos, en planta y secciones transversales.
- Clase, densidad y potencia del explosivo; dimensiones de los cartuchos y peso del explosivo colocado en cada perforación.
- Cantidad total de explosivos en cada voladura y peso máximo de explosivo para cada retardo.
- Esquema de distribución de los retardos donde se indique con claridad: la secuencia de las explosiones y los intervalos de retardo establecidos para cada grupo de barrenos. Además, el esquema deberá contener la marca y la clase de los retardos.
- Tipo y fuente del sistema de ignición de los explosivos, con la descripción y la longitud de las líneas. Si la fuente de ignición es eléctrica, deberán indicarse los requisitos de la corriente eléctrica y la resistencia combinada del circuito completo de la voladura.

EL CONTRATISTA deberá presentar el plan de voladuras con una semana de anticipación a la realización de cada voladura. Esto le permitirá a LA INTERVENTORÍA la verificación del efecto de las voladuras sobre otros frentes del proyecto y le permitirá a EL CONTRATISTA un adecuado control de la utilización de radios de comunicaciones o equipos electromagnéticos, que puedan representar un peligro cerca de los sitios donde se realizan voladuras con ignición por medios eléctricos.

Para los trabajos de excavación de las obras, EL CONTRATISTA deberá designar a un supervisor con amplios conocimientos y experiencia comprobable mínima de 5 años en el sistema de voladura.

3.1.4.3.4 VOLADURA CONTROLADA

Consiste en perforar a lo largo de la línea de corte una hilera de barrenos, cargarlos con explosivos y detonarlos después de los barrenos de las voladuras de producción. El diámetro de los barrenos de corte y la carga de explosivos por metro lineal de perforación deberán ser similares a los empleados en el precorte, mientras que su espaciamiento se podrá aumentar en un 30% aproximadamente, respecto al mismo sistema; la carga se deberá detonar con micro-retardos de intervalo corto. El espesor de la berma de roca o distancia entre la línea de corte y la primera fila de la voladura de producción deberá ser del orden de 2 m, siempre que sea mayor que el espaciamiento entre los barrenos de corte. La carga de los barrenos de la primera y segunda filas de la voladura de producción adyacentes a la línea de corte, no deberá exceder de 40% y 70% de la carga normal de los barrenos de la voladura de producción, respectivamente.

La máxima desviación permisible en los barrenos de corte deberá ser de 2,5 cm por m y la altura máxima del corte por voladura no deberá exceder de 10 m, a menos que LA INTERVENTORÍA

apruebe alturas mayores. Si las condiciones de fracturación de la roca lo permiten, todos los barrenos de corte se deberán sellar con grava y arena en los 60 a 90 cm superiores.

3.1.4.3.5 Control de vibraciones

Las vibraciones inducidas por las voladuras no deberán alterar el estado natural de la roca más allá de los límites de la excavación ni afectar la roca previamente inyectada, ni llenos, concretos convencionales, proyectados o compactados con rodillo, anteriormente colocados en cualquier estructura de carácter permanente. Para evitar que ocurran esos efectos indeseados, EL CONTRATISTA deberá siempre controlar que no se sobrepasen los límites de vibración que se establecen en el U.S. Bureau of Mines RI 8507 -Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration from Surface Mine Blasting, que están definidos en valores de velocidad de partícula (pds/s) y frecuencia (Hz).

Para voladuras que sea necesario ejecutar a distancias menores de 10 m del hormigón convencional, proyectado o compactado con rodillo, ya colocado, o de roca previamente inyectada o de relleno colocado, EL CONTRATISTA presentará para revisión, la carga máxima de explosivos por retardo y el tipo de retardos que pretende usar.

3.1.5 LÍMITES DE EXCAVACIÓN

EL CONTRATISTA no deberá excavar más allá de las líneas y pendientes mostradas en los planos, sin la previa aprobación por escrito de LA INTERVENTORÍA.

Toda excavación hecha por fuera de las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA INTERVENTORÍA que EL CONTRATISTA lleve a cabo por cualquier propósito, será por su cuenta, aunque dicha excavación haya sido aprobada previamente por LA INTERVENTORÍA. Si en opinión de LA INTERVENTORÍA, las sobre-excavaciones por fuera de las líneas y pendientes mostradas en los planos o indicadas por LA INTERVENTORÍA deben rellenarse con el fin de completar la obra, el relleno correspondiente con suelo de la zona o con cualquier otro material aprobado por LA INTERVENTORÍA, de acuerdo con los requisitos de la obra, será hecho por cuenta de EL CONTRATISTA y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA y deberán cumplir con lo estipulado en este capítulo.

Se deberán tomar todas las precauciones necesarias para preservar, en condiciones inalteradas, todo el material localizado fuera de los límites de excavación. Todos los daños causados por EL CONTRATISTA, fuera de los límites de excavación, por descuido o negligencia de éste, deberán ser reparados por su cuenta y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

Durante el desarrollo de la obra, LA INTERVENTORÍA puede considerar que es necesario o deseable variar los límites y pendientes de cualquier parte de las excavaciones debido a las condiciones encontradas, o por cualquier otra razón. Cuando a EL CONTRATISTA se le haya notificado la necesidad de efectuar tales cambios antes de terminada la excavación de dicha parte de la obra, de acuerdo con las líneas y pendientes mostradas en los planos, la excavación modificada se pagará al precio unitario correspondiente de excavación en exteriores.

En caso de que la excavación modificada se ordene después que la excavación de tal parte haya sido terminada hasta los límites mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA, la nueva excavación será considerada como excavación adicional y deberá llevarse a cabo como lo indique LA INTERVENTORÍA. El pago de la excavación adicional se efectuará de acuerdo con

lo estipulado en el numeral 3.9.3 PAGO de este Capítulo. Cualquier excavación adicional que se presente en la obra bajo las consideraciones anteriores no dará derecho a EL CONTRATISTA a costos adicionales a los ya mencionados en esta especificación o a extensiones de plazo de ninguna índole.

3.1.6 MÉTODOS DE EXCAVACIÓN

EL CONTRATISTA deberá adoptar las precauciones que sean necesarias para obtener superficies de excavación regulares y estables, que se ajusten a las dimensiones requeridas.

Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras existentes o de futuras excavaciones, EL CONTRATISTA deberá emplear métodos de excavación apropiados y tomar las precauciones que sean necesarias para evitar que las estructuras o el material a excavar posteriormente sufran daños o alteraciones. Cualquier daño que llegue a presentarse por negligencia o responsabilidad de EL CONTRATISTA deberá ser reparado por su cuenta y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

Con quince (15) días de anticipación a la fecha de iniciación de los trabajos de excavación, EL CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de LA INTERVENTORÍA, detalles de los métodos que se propone utilizar en estos trabajos. EL CONTRATISTA no podrá utilizar sus métodos de excavación hasta que estos hayan sido aprobados por escrito por LA INTERVENTORÍA. Si en opinión de LA INTERVENTORÍA los equipos y métodos de excavación adoptados por EL CONTRATISTA no son satisfactorios, ya sea porque pueden ocasionar una sobre-excavación excesiva, o porque pueden causar daños a los llenos existentes o a las excavaciones contiguas, o porque no producen una superficie de excavación uniforme y estable o por otra razón técnica o de seguridad, aunque LA INTERVENTORÍA haya aprobado previamente dichos métodos y equipo, EL CONTRATISTA deberá adoptar las técnicas revisadas y los procedimientos que le indique LA INTERVENTORÍA para obtener los resultados y la seguridad que se requieren; todos los costos en que incurra EL CONTRATISTA por adoptar esas nuevas técnicas y procedimientos correrán por su cuenta.

3.1.7 PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES EXCAVADAS

EL CONTRATISTA deberá adelantar todos los trabajos necesarios para asegurar la estabilidad de los taludes temporales y permanentes, de las excavaciones en corte abierto y deberá soportar y proteger, a satisfacción de LA INTERVENTORÍA, todas las superficies expuestas. El soporte y protección de los taludes incluirá el suministro y remoción, donde se requiera, la desviación del agua superficial y la evacuación del agua de infiltración, el suministro y mantenimiento de los sistemas de drenaje y bombeo que se requieran para estabilizar los taludes y evitar que el agua penetre en las excavaciones. No se podrá iniciar ninguna excavación sin disponer en la zona del sistema de bombeo y drenaje correspondiente.

EL CONTRATISTA debe estar preparado para llevar a cabo los trabajos de protección de taludes tan pronto como LA INTERVENTORÍA los solicite, de manera que se evite el deterioro de los mismos por razón de demoras en la iniciación de los trabajos de protección.

Los taludes permanentes deberán ser cuidadosamente terminados hasta obtener superficies estables a satisfacción de LA INTERVENTORÍA y poder llevar a cabo las actividades de protección de taludes según lo descrito en este capítulo.

3.1.8 REMOCIÓN DE DERRUMBES Y REMOCIÓN DE MATERIAL INESTABLE POR FUERA DE LOS LÍMITES DE LA EXCAVACIÓN

Cualquier derrumbe que ocurra en el área de la obra o material inestable que se presente en los taludes de cada frente de trabajo mayor a 100 m³, después de iniciados los trabajos de construcción, será removido por EL CONTRATISTA tan pronto como sea posible de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA y hasta las líneas y pendientes determinadas por ésta, sin causar daños a las obras ya existentes y restableciendo, si hubiere lugar, las obras que hayan sido afectadas. Todo daño atribuible a descuido de EL CONTRATISTA o demoras en excavar, remover los derrumbes, colocar la protección requerida e instalar sistemas de control de aguas deberá ser reparado por éste, a su costa, y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA, sin que esto dé lugar a sobre costos ni a extensión de los plazos en la terminación de los trabajos.

3.1.9 DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS O REMOVIDOS

El material vegetal y el suelo producto de las excavaciones podrán almacenarse en los sitios de acopio temporal con previa autorización de LA INTERVENTORÍA para su uso posterior donde lo disponga LA INTERVENTORÍA. El material deberá protegerse contra lluvia y escorrentía.

EL CONTRATISTA deberá cumplir con lo especificado para salvaguardar la integridad de las obras, el equilibrio ecológico de la zona y asegurar la correcta disposición técnico-ambiental de los sobrantes de excavación.

Los materiales provenientes de las excavaciones que puedan ser utilizados en la obra, tales como llenos misceláneos o llenos de geoestructuras, deberán almacenarse, tan pronto sean excavados, según lo indique LA INTERVENTORÍA. Estas operaciones de disposición de materiales para su utilización en la obra no tendrán medida ni pago por separado y su costo deberá estar incluido en los Ítems de los llenos correspondientes.

En la disposición temporal de los materiales, EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que la vegetación, capa vegetal y demás materiales provenientes de las excavaciones, deberán disponerse en los lugares designados o aprobados por LA INTERVENTORÍA con especial cuidado para su posterior uso en caso de aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA no podrá retirar materiales de excavación en sitios diferentes de los aprobados por LA INTERVENTORÍA, ni con fines distintos a los del Contrato, ni venderlos o cederlos para que otras personas a su vez los retiren.

3.1.10 DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES ESTÉRILES

Antes de la colocación de los materiales en el sitio, EL CONTRATISTA deberá realizar labores de desmonte y limpieza en las zonas de acopio temporal, de acuerdo con lo establecido en las presentes especificaciones técnicas. Los espacios para utilizar por EL CONTRATISTA en cada sitio en particular serán delimitados por LA INTERVENTORÍA. No se permitirá la quema de los materiales vegetales producto del desmonte y limpieza.

El depósito de materiales no aptos deberá ser realizado mediante el cargue y transporte desde el lugar de extracción o zonas de acopio temporal hasta el sitio de disposición establecido por LA INTERVENTORÍA. Los materiales deberán acomodarse, esparciéndose por capas y compactando de manera manual, dejando superficies relativamente planas.

La disposición de materiales sobrantes del proyecto está conformada por cinco Zonas de Disposición de Materiales y Estériles (ZODMEs), las cuales se detallan en el numeral 4.5 LLENOS ZONAS DE DEPÓSITO Y ACOPIO.

3.2 EXCAVACIONES PARA PILOTES PREEXCAVADOS

3.2.1 ALCANCE

El trabajo incluye el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra necesarios para llevar a cabo la excavación para la construcción de pilotes preexcavados.

3.2.2 GENERALIDADES

La construcción de pilotes de concreto vaciados in situ, se efectúa excavando previamente el terreno y rellenando la excavación con concreto fresco y las correspondientes armaduras, con los diámetros, las longitudes y las profundidades indicadas en los planos del proyecto.

De acuerdo con las condiciones del suelo y de instalación, EL CONTRATISTA definirá si la ejecución de pilotes preexcavados puede requerir la instalación de camisas metálicas de soporte y, en caso de requerirse, estas deberán ser retiradas al final de la colocación del concreto. También, puede requerir la ejecución de la perforación y el vaciado del concreto bajo agua o bajo lodos de perforación.

3.2.3 MATERIALES

3.2.3.1 LODOS DE PERFORACIÓN

Para la ejecución de la excavación de estos pilotes se permite el uso de lodos con contenido mineral y/o polimérico. El lodo de perforación mineral empleado debe ser una suspensión de mineral arcilloso procesado, consistente en bentonita o atapulgita, con agua limpia. El lodo de perforación debe tener la viscosidad suficiente y las características reológicas apropiadas para transportar el material excavado hasta un sistema de cernido adecuado; el porcentaje del mineral arcilloso en la suspensión y la densidad del lodo debe ser suficiente para mantener la estabilidad de la excavación y permitir el vaciado del concreto. En la Tabla 23 se indican los valores aceptables para las propiedades físicas de la suspensión mineral.

Tabla 29 Características de la suspensión mineral para lodos de perforación

Propiedad	Rango de resultados a 20 °C	Método de prueba
		(Nota 1)
Densidad antes de colocar el concreto, máximo (kg/m³)	1 200	(Balanza de lodos)
		API RP 13B-1 Sección 4 o ASTM D4380
Viscosidad antes de colocar el concreto (s/qt)	26 – 45	(Cono Marsh)
		API RP 13B-1 Sección 6.2 o ASTM D6910
Contenido de arena por volumen antes de colocar el concreto (%)	≤ 4	(Medidor de contenido de arena)
		API RP 13B-1 Sección 9 o ASTM D4381

Propiedad	Rango de resultados a 20 °C	Método de prueba
		(Nota 1)
pH, durante la excavación	8 – 12	(Medidor pH o electrodo)
		API RP 13B-1 Sección 11 o ASTM D4972

Nota 1: API, American Petroleum Institute

Nota 2: en caso de ser aprobado el uso de lodos con agua salada, los valores de densidad pueden aumentar trescientos kilogramos por metro cúbico (300 kg/m³). No se debe permitir el uso de agua salada en caso de usar refuerzo o de no tomar medidas para garantizar la protección del acero de refuerzo.

Nota 3: el cono de Marsh especificado corresponde al modelo de ciento cincuenta y dos milímetros (152 mm) en boca de entrada y cuatro comas setenta y seis milímetros (4,76 mm) en boca de salida, embudo de trescientos cinco milímetros (305 mm) de altura y salida de cincuenta milímetros (50 mm) de altura.

Nota 4: las pruebas de viscosidad y pH se deben realizar durante la excavación del pozo, para establecer un patrón de trabajo consistente.

Nota 5: antes de colocar las armaduras del pilote de concreto armado, se deben tomar muestras del lodo de perforación a partir del fondo de la excavación y a intervalos que no excedan los tres metros (3 m) para la altura total del lodo de perforación. Cualquier lodo de perforación altamente contaminado que se haya acumulado en el fondo de la excavación del pilote debe ser reemplazado. Las características del lodo de perforación deben estar dentro de los requisitos especificados en la tabla al momento del vaciado.

Los lodos de perforación con un contenido de polímeros o polímeros con bentonita pueden ser usados como lodos de estabilización, con base en la experiencia exitosa de casos previos, en condiciones geotécnicas similares, o en el caso de realizar excavaciones de ensayo a escala natural in situ que demuestren un comportamiento satisfactorio. Por su parte, las suspensiones con polímeros se deben usar siguiendo las recomendaciones consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante.

Se pueden usar nuevas tecnologías de estabilización bajo la aprobación de LA INTERVENTORÍA, previo sustento técnico de su funcionamiento y siguiendo las indicaciones y requisitos consignados en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante. Se debe realizar un acompañamiento técnico muy riguroso.

3.2.3.2 CAMISAS DE ACERO

En caso de que el CONTRATISTA identifique la necesidad de emplear camisas metálicas durante el proceso constructivo de los pilotes preexcavados, éstas deberán ser completamente recuperables una vez se haya completado el vaciado del concreto. La utilización de camisas perdidas solo se permitirá si está explícitamente indicada en los planos de construcción. En caso de que no sea posible retirar la camisa, EL CONTRATISTA deberá solicitar o realizar una verificación del comportamiento del pilote para asegurar que la permanencia de la camisa no afecta la capacidad de carga o la durabilidad del pilote a largo plazo.

Los revestimientos o camisas deben ser metálicos, lisos, sin residuos de concreto endurecido en la superficie interna, herméticos y suficientemente resistentes para soportar los esfuerzos de manejo e hincado, lo mismo que la presión ejercida por el concreto y el material de terreno circundante. El diámetro interior de las camisas no debe ser inferior al tamaño especificado del pilote.

El acero estructural empleado en la fabricación de las camisas de contención debe ser de calidad AASHTO M 270, grado treinta y seis (36), a no ser que los documentos del proyecto exijan algo diferente. Toda conexión soldada se debe realizar de acuerdo con los requisitos de conexiones soldadas establecidos en AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.

Las definiciones para las actividades de suministro, colocación, transporte, almacenamiento y todas las requeridas para las camisas de acero de los pilotes preexcavados se presentan en el capítulo 14 ACERO DE REFUERZO.

3.2.4 EQUIPO

En relación con el equipo requerido, depende del sistema de construcción adoptado, pero básicamente incluye grúas, taladros, barrenos, baldes de achique, equipo desarenador, equipo de muestreo, tuberías de revestimiento, vibrador, piloteadora y, en general, cualquier otro equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

3.2.5 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

3.2.5.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Teniendo el conocimiento previo del sitio y de los materiales de acuerdo con lo presentado en el estudio geotécnico, el CONTRATISTA debe definir si la perforación previa es estable en forma natural o si, por el contrario, se requiere estabilizarla con lodo mineral o polimérico, con entibado o encamisado.

Se recomienda seguir las indicaciones en cuanto a procedimiento constructivo del documento ACI 336.3R, Report on design and construction of drilled piers. Es importante aclarar que los requisitos presentes en esta especificación se deben cumplir por encima de los encontrados en el documento ACI 336.3R. Con suficiente anticipación a la iniciación de los trabajos, el CONTRATISTA debe presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento constructivo que considere apropiado para realizar el trabajo. El informe debe contemplar al menos los siguientes aspectos:

- Lista, descripción y documentos técnicos del equipo.
- Detalles de la secuencia de construcción.
- Detalles de los métodos de excavación de pozos.
- Detalles del método por utilizar para garantizar la estabilidad de la excavación y el plan de verificación de la idoneidad del método.
- Detalles del método propuesto para mezclar, recircular y desarenar el lodo de perforación, en caso de que se requiera.
- Detalles de los métodos de limpieza.
- Plan de disposición de material resultante de la excavación y lodos.
- Detalle de instalación y extracción de camisas temporales, en caso de que se requieran.
- Información adicional requerida por LA INTERVENTORÍA.

Durante la perforación se debe verificar que el material encontrado coincida con el estudio de suelos, para así hacer una verificación de la validez de los diseños de los documentos del proyecto, de acuerdo con lo encontrado en obra.

EL CONTRATISTA no puede iniciar la excavación para los pilotes preexcavados mientras el procedimiento constructivo no haya sido aprobado por LA INTERVENTORÍA. Tal aprobación no lo exime de la responsabilidad por los resultados obtenidos. En caso de realizar algún cambio al plan del proceso constructivo, este debe tener la aprobación de LA INTERVENTORÍA y los especialistas involucrados.

3.2.5.2 MÉTODOS DE EXCAVACIÓN

Se debe construir una guía antes de iniciar la perforación con el objetivo de preservar la seguridad del personal y la calidad del pilote. El proceso de excavación se debe realizar de forma continua hasta que se complete la excavación y solo se permiten pausas para realizar empalmes de camisas o eliminación de obstrucciones. Se debe seguir el procedimiento constructivo aprobado por LA INTERVENTORÍA y se debe garantizar una zona de trabajo idónea, capaz de resistir el peso del equipo utilizado para la excavación.

Toda excavación de fundaciones en las cuales existan pilotes preexcavados o perforados, debe ser terminada antes de iniciar la construcción de los pilotes.

Se debe llevar un registro continuo de la perforación de cada pilote, donde se consignen la profundidad y la calidad del terreno excavado, además de los rendimientos obtenidos durante el proceso, consecutivo de pilotes, localización (coordenadas), especificaciones de la estabilización, tipo de armadura de refuerzo, método constructivo y demás datos necesarios para la posterior construcción del pilote.

En caso de realizar excavaciones para pilotes a corta distancia entre sí o respecto a otro tipo de estructuras, se deben tomar las medidas necesarias para evitar colapsos, pilotes fuera de posición o daños de estos.

Las excavaciones de pilote no se deben realizar demasiado cerca de otra excavación en la que el concreto colocado no ha alcanzado la resistencia de diseño.

3.2.5.3 VERIFICACIÓN DEL FONDO DE LA EXCAVACIÓN

Antes de la fundida, se debe realizar la inspección directa o indirecta del fondo de la perforación (donde se apoya el pilote) para evaluar sus características y verificar que todos los materiales derrumbados han sido removidos. La cota de fondo del pilote mostrada en los documentos del proyecto se puede ajustar durante el proceso de construcción, si se determina que el material de fundación encontrado no es adecuado y difiere del considerado en el diseño de los pilotes.

Los materiales provenientes de la excavación y los líquidos utilizados en la perforación deben ser retirados, de acuerdo con las disposiciones establecidas en los documentos del proyecto.

3.2.5.4 HINCA DE CAMISAS

Las camisas, que en caso de requerirse deben ser temporales, se deben hincar con un procedimiento adecuado, empleando equipos previamente aprobados por LA INTERVENTORÍA.

Usualmente, las camisas se instalan de manera vibrada, para lo que se requiere una grúa y un vibrador. Sin embargo, cuando no se cuente con espacio suficiente o con estos equipos se podrá instalar mediante rotación. Algunas piloteadoras traen incorporado el sistema de enturbadora para instalar la camisa por rotación y las piloteadoras que no lo tienen, se les puede instalar el accesorio que cumple con la misma función.

Las camisas temporales se deben retirar mientras el concreto sea manejable. Generalmente, el retiro de las camisas temporales no se debe iniciar hasta tanto el concreto no se encuentre al nivel o por encima de la superficie del terreno. Se permite el empleo de un movimiento de rotación

de la camisa ejerciendo presiones hacia arriba para facilitar su extracción o la utilización de un implemento vibratorio. La extracción de la camisa se debe realizar lentamente, a una velocidad uniforme, con una tracción paralela al eje del pilote.

Sobre el fondo de la camisa se debe mantener una cabeza de concreto suficiente para vencer la presión hidrostática ejercida por el agua o el líquido de perforación que esté por fuera de la camisa.

3.2.5.5 LODOS DE PERFORACIÓN

Cuando se requiera emplear la suspensión, cuyas características se han definido en el numeral 3.2.3.1 LODOS DE PERFORACIÓN, su nivel se debe mantener a una altura adecuada para garantizar la estabilidad de la excavación. El nivel debe estar siempre, como mínimo:

- 1,5 m por encima del nivel freático y zonas inestables para el caso de lodos minerales.
- 3,0 m por encima del nivel freático y zonas inestables para lodos con contenido de polímeros. Esta dimensión puede ser menor si la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante del lodo lo indica y LA INTERVENTORÍA lo aprueba.

La suspensión mineral debe ser premezclada con agua dulce y permitírsele suficiente tiempo de hidratación, antes de introducirla en la excavación del pozo.

Cuando lo indiquen los documentos del proyecto, se deben proporcionar tanques adecuados para la suspensión, pero en este caso no se permiten pozos excavados de suspensión, a menos que LA INTERVENTORÍA lo apruebe por escrito. Se deben tomar las medidas que se requieran, tales como agitación, circulación y ajuste de las propiedades de la suspensión, con el fin de evitar el fragüe de esta en la excavación del pozo.

Antes de colocar el concreto del pilote, se deben tomar muestras de la suspensión desde el fondo y a intervalos que no superen los tres metros (3 m) en toda la altura de la suspensión. Cualquier suspensión altamente contaminada que se haya acumulado en el fondo del pozo, debe ser renovada.

Inmediatamente antes de iniciar el vaciado del concreto para el pilote, la suspensión mineral o polimérica debe estar dentro de los requisitos establecidos en la Tabla 29 Características de la suspensión mineral para lodos de perforación. Si estos requisitos no se cumplen, la suspensión se debe renovar hasta obtenerlos para poder iniciar el proceso de colocación del concreto.

3.2.5.6 INSPECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN

EL CONTRATISTA debe suministrar equipo para verificar las dimensiones y alineamientos de cada excavación de pilotes. Tal verificación la debe hacer bajo la dirección de LA INTERVENTORÍA. La profundidad final del pozo se debe medir luego de completar la limpieza final.

La excavación del pozo se debe limpiar hasta que el cincuenta por ciento (50 %) de la base, como mínimo, tenga menos de un centímetro (1 cm) de sedimento y, en ningún lugar de la base, más de cuatro centímetros (4 cm) de sedimento. La limpieza del pozo debe ser aprobada por LA INTERVENTORÍA.

3.3 EXCAVACIÓN PARA LA PANTALLA DE PILOTES SECANTES

3.3.1 ALCANCE

Este trabajo consistirá en la ejecución de una pantalla continua mediante pilotes secantes. El trabajo incluye el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra necesarios para llevar a cabo la construcción de los pilotes.

La pantalla de pilotes secantes se proyecta como obra anexa requerida para alcanzar la profundidad de intervención de las reparaciones y recrecimientos estructurales entre el Vertedero y la Descarga de Fondo en Guadalupe III.

EL CONTRATISTA construirá pilotes secantes en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA.

3.3.2 GENERALIDADES

La construcción de los pilotes se divide en dos fases: (i) Construcción de pilotes primarios y (ii) Construcción de pilotes secundarios o secantes. En la primera etapa, los pilotes primarios son perforados en un arreglo equidistantes de acuerdo con geometría indicada en los planos, en caso de ser necesario se encamisará, paso seguido se vaciará el concreto mediante tubería Tremie.

Posteriormente se continúa con la perforación de pilotes secundarios centrados entre dos primarios. Esto implica una demolición parcial de los últimos, lo que permitirá dar continuidad de la pantalla entre pilotes. A continuación, se coloca el acero de refuerzo y por último se realiza el vaciado del concreto.

Por lo menos cinco días hábiles antes de que el CONTRATISTA comience cualquier trabajo relacionado con la construcción de los pilotes, se llevará a cabo una reunión para discutir los procedimientos de construcción, personal y equipos a ser utilizados, y otros detalles del plan de instalación de los pilotes. Entre los asistentes deberán estar:

- Los representantes de EL CONTRATISTA: El director, los supervisores de obra y todos los empleados responsables de la excavación de las perforaciones, la colocación de la tubería de revestimiento y suspensión (según el caso), la colocación del acero de refuerzo, y la colocación del concreto. Si se utiliza lodo sintético para construir los pilotes secantes, los empleados del CONTRATISTA capacitados para el manejo de estas sustancias también deben estar presentes en la reunión. Si el sistema de pilotes secantes está diseñado por el CONTRATISTA, el personal a cargo del mismo CONTRATISTA deberá asistir.
- Representantes de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA presentará un documento con la descripción de la instalación de pilotes secantes la cual está susceptible a la aprobación de LA INTERVENTORÍA. El plan deberá hacer referencia a los datos del subsuelo facilitados en el informe de diseño. Este documento deberá proporcionar al menos la siguiente información:

- Propuesta de secuencia de operación de construcción en general, incluidos los procedimientos y métodos que deben utilizarse para asegurar las estructuras adyacentes o cercanas y los servicios públicos están protegidos durante la ejecución de la obra.
- Los procedimientos y métodos que deben utilizarse para proteger la pérdida de lodo, concreto y/o lechada en los cursos de agua, alcantarillado, áreas del proyecto y áreas protegidas. Los procedimientos propuestos deberán estar en plena conformidad con todas las regulaciones ambientales locales y estatales.
- La propuesta de construcción con los procedimientos, la secuencia y los métodos para instalar cualquier tipo de anclajes incluidos los procedimientos para la perforación, refuerzo y la inyección de la lechada de colocación; las pruebas o pre-carga; y la inspección.
- Planos y/o métodos para describir las diversas actividades que se requieren para completar los muros guía incluyendo las dimensiones, la resistencia del concreto, refuerzo y revestimiento de acuerdo con las especificaciones.
- Descripción, tamaño y capacidades de todos los equipos propuestos, incluyendo a las grúas, piloteadoras, osciladores, rotadores, equipos de limpieza final y el equipo de manipulación de la suspensión. El documento deberá describir por qué se eligió el equipo, y describir la adecuación del equipo a las condiciones del sitio, así como los métodos de trabajo. También deberá incluir una experiencia del equipo en algún proyecto de perforación que demuestra el uso satisfactorio en la construcción de pilotes de tamaño o longitud igual o mayor en condiciones de suelo/rocas similares. En el documento se incluirán los detalles de los métodos de excavación y limpieza de la perforación.
- Los detalles de los métodos que se utilizarán para asegurar la estabilidad del eje perforado durante la excavación (incluyendo pausas y paros durante la excavación) y durante la colocación del concreto.
- Se proveerán los procedimientos detallados para mezclar, utilizar y mantener la suspensión. Un diseño de la mezcla detallada (incluyendo todos los aditivos y su propósito específico en la mezcla de lodo) y un análisis de su adecuación a las condiciones del subsuelo esperada.
- El documento deberá incluir un plan detallado para el control de calidad de la suspensión seleccionada para asegurar la conformidad con las recomendaciones del fabricante y estas especificaciones. La documentación para el control de calidad debe incluir los métodos de prueba que deben realizarse y los mínimos y / o máximos requisitos de propiedad que se deben cumplir para garantizar las funciones de los lodos.
- Se proveerán los detalles de la colocación del concreto, incluyendo procedimientos operacionales propuestas para los métodos de bombeo. Para la piloteadora, el CONTRATISTA proporcionará un formulario de rendimiento uniforme de la muestra que se utilizará para trazar el volumen aproximado de concreto colocado frente a la profundidad de los pilotes secantes (a excepción de la colocación del hormigón en seco).
- Descripción y detalles del plan de almacenamiento y desecho del material excavado, y la suspensión de la perforación (si es aplicable).
- Descripción de los refuerzos de acero con sus respectivos planos de detalles, además los métodos de elevación, y el método para asegurar que la posición de refuerzo se mantiene durante la construcción. Los planos para la canasta de refuerzo o acero estructural y la instalación incluirán según corresponda:
 - Procedimiento y secuencia para el montaje de las barras de acero de refuerzo de la canasta.
 - El modelo de traslapo, medidores de alambre para todos los refuerzos permanentes y temporales.

- Número y ubicación de las barras de acero de refuerzo de manipulación primaria que se utilizarán durante las operaciones de elevación.
- Tipo y localización de los empalmes de barras de refuerzo de acero.
- Peso de la canasta y la ubicación del centro de gravedad.
- Cantidad y ubicación de los puntos de recogida utilizados para la elevación e instalación y para el transporte (si se monta fuera de sitio).
- Diagramas de la grúa y descripción de sus componentes, así como la capacidad de esta.
- Recogidas de cargas puntuales a 0, 45, 60 y 90 grados en todas las etapas. intermedias de inclinación donde las líneas de montaje estén involucradas
- Medidas correctivas que se aplicarán a los pilotes secantes para que puedan estar dentro de la tolerancia (vertical, horizontal y/o rotación). Proporcionar un procedimiento de mitigación para la segregación de concreto si se rompe un tubo Tremie. Además, si se usa, proporcionar remediación y/o medidas correctivas de aplicación para los anclajes de tierra si no logran sostener el diseño y ensayo de carga requerido

3.3.3 MATERIALES

Los lodos minerales se utilizarán de conformidad con las recomendaciones del fabricante y el plan de control de calidad. La suspensión de minerales debe cumplir con los requisitos mostrados en la Tabla 29. No se permitirá el uso de bentonita en instalaciones de agua salada. En el momento de la prueba, la temperatura de la suspensión será de al menos 5° C. Cuando es necesario el uso de una suspensión mineral en aplicaciones de agua salada, se recomienda que la atapulgita o la sepiolita sean utilizados en lugar de bentonita.

Tabla 30 Propiedades de lodos minerales. Pilotes Secantes

PROPIEDADES LODOS MINERALES			
PROPIEDAD	ENSAYO	UNIDAD	VALOR
Densidad	Peso de Lodos (Densidad) API 13B-1 Sección 1	ton/m ³	1 a 1,2
Viscosidad	Embudo de Marsh API 13B-1 Sección 2.2	Horas/m ³	8 a 14
pH	pH Metro		8 a 11
Contenido de arena	Arena API 13B. Sección 5	%	Antes de limpieza < 4
			Antes de fundir concreto < 4

Los lodos sintéticos se utilizarán de conformidad con las recomendaciones del fabricante y el plan de control de calidad. La suspensión sintética se ajustará a requisitos mostrados en la Tabla 30. En el momento de la prueba, la temperatura de la suspensión será de al menos 5 ° C.

Tabla 31 Propiedades de lodos sintéticos. Pilotes Secantes

PROPIEDADES LODOS SINTÉTICOS			
PROPIEDAD	ENSAYO	UNIDAD	VALOR
Densidad	Peso de Lodos (Densidad) API 13B-1 Sección 1	ton/m ³	< 1
Viscosidad	Embudo de Marsh API 13B-1 Sección 2.2	Horas/m ³	10 a 39
pH	pH Metro		6 a 11,5
Contenido de arena	Arena API 13B. Sección 5	%	Antes de limpieza < 1
			Antes de fundir concreto < 1

El agua con o sin los suelos del sitio se puede utilizar como suspensión cuando se utiliza la camisa continua a lo largo de toda la longitud de la perforación. El uso de lodo de agua cuando no hay camisas que son continuas a lo largo de toda la longitud sólo puede utilizarse con la aprobación de LA INTERVENTORÍA. El lodo de agua se ajustará a los requisitos mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 32 Propiedades de lodos de agua. Pilotes Secantes

PROPIEDADES LODOS DE AGUA			
PROPIEDAD	ENSAYO	UNIDAD	VALOR
Densidad	Peso de Lodos (Densidad) API 13B-1 Sección 1	ton/m ³	< 1
Contenido de arena	Arena API 13B. Sección 5	%	< 1

El lodo empleado para el proceso de perforación debe cumplir los requisitos aplicables del numeral 3.2.3 MATERIALES de la presente especificación técnica.

3.3.4 EQUIPO

El equipo para la construcción de pilotes secantes deberá consistir, sin limitarse, en grúas, taladros, barrenos, baldes de achique, equipo desarenador, equipo de muestreo, tuberías de vaciado, tuberías de revestimiento, bombas de concreto, motobomba, formaleta y demás equipos requeridos para realizar la construcción de los pilotes. Se emplearán equipos de perforación rotativa o de otro tipo adecuado, según las características del terreno. EL CONTRATISTA con 30 días de anticipación deberá enviar a LA INTERVENTORÍA el procedimiento constructivo y la descripción de equipos a utilizar con sus correspondientes registros de calibración y/o mantenimiento.

3.3.5 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los pilotes deben ser construidos usando el método seco, encamisado o método húmedo, a las profundidades y dimensiones indicadas en los planos del contrato. Las perforaciones avanzan de acuerdo con el método de construcción utilizado y a las profundidades y dimensiones indicadas en los planos suministrados por EPM. Además, la perforación se lleva a cabo de tal

manera que no cause perturbaciones excesivas en la superficie del suelo circundante ni a las estructuras adyacentes. Durante la perforación, la colocación de la canasta y la colocación del concreto, EL CONTRATISTA deberá garantizar el mantenimiento de las tolerancias especificadas. EL CONTRATISTA deberá corregir todas las desviaciones que sobrepasen las tolerancias admisibles utilizando los procedimientos aprobados por LA INTERVENTORÍA. La manipulación y eliminación de residuos de perforación y materiales de desecho se llevarán a cabo de acuerdo con los métodos y procedimientos aprobados por LA INTERVENTORÍA.

3.3.5.1 MÉTODO SECO

El método seco se refiere a la instalación de pilotes utilizando perforaciones pre excavadas donde se asegura la estabilidad de esta, donde el nivel freático existente puede ser controlado y la estabilidad en el interior o en el fondo de la excavación no es un problema. Este método sólo es aplicable en los sitios en donde están presentes todos los casos siguientes:

- El nivel freático del subsuelo y condiciones de este son adecuadas para permitir la construcción de las perforaciones como una excavación relativamente seca. La excavación "relativamente seca" es una en la que la velocidad de infiltración del agua subterránea no excede los 30 cm de agua en una hora. Las operaciones de construcción se llevarán a cabo para asegurarse que menos de 7 cm de agua están presentes en la parte inferior de la excavación de la perforación en el momento de fundir el concreto.
- Cuando los lados y el fondo de la perforación se mantienen estables sin ninguna espeleología, descamación o hinchazón.
- Cuando los lados y el fondo de la perforación pueden ser inspeccionados visualmente antes de colocar el acero de refuerzo y el concreto.

3.3.5.2 ENCAMISADO

El encamisado se refiere a la instalación de pilotes perforados utilizando camisas temporales donde la estabilidad de la perforación excavada es inestable o donde los efectos del agua subterránea existente no pueden ser controlados. La camisa temporal será instalada y extraída por medio de un equipo de accionamiento giratorio, oscilante o hidráulico. No se permite la instalación o eliminación de la camisa temporal por la conducción de impacto o medios vibratorios. Los métodos vibratorios se pueden utilizar en aplicaciones limitadas donde sea permitido por las condiciones del terreno y no hay estructuras sensibles.

Si el agua está presente en la perforación con una cabeza de más de tres (3.0) cm y no puede ser bombeada hacia abajo, no se permite la colocación de concreto utilizando el método de caída libre, y deberá utilizarse la colocación del concreto usando métodos tremie. La camisa temporal se retira mientras el hormigón sigue siendo viable (es decir, antes de que el concreto frague). Mientras se extrae de la camisa, una cabeza mínimo de 1.5 m a 3 m de concreto fresco se mantendrá dentro de la camisa lo cual equilibra todas las presiones hidráulicas externas y permite que toda el agua y los fluidos dentro de la camisa se desplacen hacia arriba sin contaminar el concreto fresco. La camisa temporal se extrae a una velocidad lenta y uniforme a lo largo del eje de la línea central o longitudinal de la camisa y el eje del taladrado.

3.3.5.3 MÉTODO HÚMEDO

El método húmedo se refiere a la instalación de pilotes perforados utilizando suspensión, lodo de perforación o agua para asegurar la estabilidad de la pared lateral de la perforación y/o para

prevenir el levantamiento del fondo. Si es necesario la camisa temporal puede ser utilizada en conjunción con el método húmedo. Una cabeza mínima de 3 m de fluido se mantendrá por encima del nivel más alto de la cabeza de aguas subterráneas para evitar la oscilación y/o una deformación del fondo de la excavación.

Durante la excavación y la colocación del concreto, la suspensión dentro de la perforación se ajustará a los requisitos que se detallan en este documento. La suspensión se pre-mezcla y se deja hidratar antes de ser colocada en la excavación de la perforación. No está permitido ningún método en el cual el lodo esté preparado y mezclado dentro de la excavación de la perforación. Una cantidad adecuada de los tanques de lodos deberá ser proporcionada por el CONTRATISTA para garantizar una amplia oferta de suspensión disponible durante la construcción e instalación de cada eje perforado.

Se dispondrá de un sistema de circulación de suspensión compuesto por agitadores, lijadoras, bombas, etc, que tienen como objetivo mantener los procesos de fabricación de los lodos en su forma óptima. EL CONTRATISTA deberá proporcionar los medios adecuados para garantizar la agitación y la circulación de la suspensión adecuada mientras está dentro de la perforación. La mezcla y propiedades de los lodos se ajustarán para garantizar el uso adecuado de estos. Para asegurar el funcionamiento apropiado de la suspensión esta no podrá parar de agitarse por un tiempo mayor de 4 horas. Los lados de las perforaciones diseñadas con el objetivo de resistir carga axial en los lados de los esfuerzos cortantes deberán ser pulidos para eliminar filtraciones que se puedan haber formado cuando se utiliza un lodo mineral que no ha sido agitado o circulado durante más de 4 horas.

El método húmedo tiene como objetivo la circulación de la suspensión para una limpieza de la perforación por medio del uso de una bomba de aire, bomba sumergible u otros dispositivos antes de la colocación del refuerzo y el concreto. Inmediatamente antes de la colocación del refuerzo y del concreto se deben tomar muestras de la suspensión en el eje de la parte inferior a una distancia de 2 diámetros del fondo cada cuarta parte a lo largo de la longitud y a una profundidad de 3 m de la parte superior de la perforación utilizando una herramienta de muestreo aprobada. Si la suspensión no se ajusta a las especificaciones, la perforación debe ser limpiada y la suspensión debe ser recirculada enjuagada con lodos limpios y frescos hasta que las pruebas posteriores indiquen que la suspensión está dentro de las tolerancias que se indican en numeral 3.2.3 MATERIALES de la especificación técnica de pilotes preexcavados.

3.3.5.4 CAMISA

La camisa temporal debe ser de acero rígido, liso, limpio, y capaz de resistir todas las tensiones de manipulación, instalación y extracción. La camisa temporal deberá ser capaz de resistir las presiones ejercidas por el concreto utilizado en el relleno, el agua subterránea y el suelo y / o de la roca circundante. El diámetro exterior de la camisa temporal debe ser de al menos el tamaño requerido para el pilote vertical. La camisa temporal deberá ser de suficiente longitud (parcial o total del pilote) para proporcionar soporte temporal para alcanzar la longitud requerida para cada uno de los pilotes secantes en el trabajo. Si se utilizan camisas segmentarias, los segmentos estarán conectados mediante el uso de uniones en las juntas. Las camisas utilizadas para la pantalla de pilotes secantes se deberán recuperar.

En todos los casos, EL CONTRATISTA deberá demostrar mediante la experiencia, el cálculo y la vigilancia en el sitio que los pilotes adyacentes permanecerán empotrados a la profundidad de la excavación final. El uso de camisas temporales puede ser necesario para la instalación de los

pilotes secantes. No se permite el uso de encofrado permanente en relación con este trabajo. EL CONTRATISTA deberá asegurarse de que la instalación/extracción de la camisa temporal y la colocación del concreto producen pilotes secantes duraderos, libres de defectos.

EL CONTRATISTA deberá mantener un registro diario de la construcción del sistema de pilotes secantes. La historia de construcción incluirá información relacionada con el método de instalación, la secuencia y la designación de los pilotes, también el diámetro de la perforación y la profundidad, los equipos, maquinaria, herramientas, fluidos de perforación, elevación de la superficie del suelo, la elevación de las aguas subterráneas, la descripción del suelo/roca/materiales retirados de la perforación, obstrucciones, las dificultades encontradas, etc. EL CONTRATISTA deberá presentar los documentos de construcción para su respectiva revisión.

EL CONTRATISTA debe tomar las precauciones necesarias para evitar y/o reparar daños en las estructuras e instalaciones existentes en la zona de los trabajos. En especial se deberá tener en cuenta la cercanía de Vertedero y la Descarga de Fondo u otras estructuras sensibles en el área de trabajo.

3.4 PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

EL CONTRATISTA debe tomar las precauciones necesarias para evitar daños en las estructuras e instalaciones existentes en vecindades de la zona de los trabajos. Estas medidas incluyen, pero no se limitan, a la selección de los métodos y procedimientos de construcción que eviten socavación excesiva en la excavación de pozos, monitoreo y control de vibraciones provenientes del hincado de camisas y de la perforación del pozo.

Todos los daños y las molestias que se produzcan por este motivo son de su única y absoluta responsabilidad y, por tanto, todas las acciones técnicas y de cualquier otra índole que se deban acometer para enfrentar y resolver la situación planteada, deben ser ejecutadas por el CONTRATISTA sin costo adicional.

3.5 DISPOSICIÓN DE MATERIALES EXCAVADOS O REMOVIDOS Y CONFORMACIÓN DE RELLENOS

El material vegetal y el suelo producto de las excavaciones podrán almacenarse en los sitios de acopio temporal y/o zonas industriales del proyecto con previa autorización de LA INTERVENTORÍA para su uso posterior, o en las ZODMEs en caso de que no se pueda utilizar, de acuerdo con lo indicado en los planos o documentos del proyecto. El material deberá protegerse contra lluvia y escorrentía.

EL CONTRATISTA deberá cumplir con lo especificado para salvaguardar la integridad de las obras, el equilibrio ecológico de la zona y asegurar la correcta disposición técnico-ambiental de los sobrantes de excavación.

Los materiales provenientes de las excavaciones que puedan ser utilizados en la obra, tales como llenos misceláneos o llenos de geoestructuras, deberán almacenarse tan pronto sean excavados, en las zonas de acopio temporal y/o zonas industriales indicadas en los planos y

autorizadas por LA INTERVENTORÍA. Estas operaciones de disposición de materiales para su utilización en la obra no tendrán medida ni pago por separado y su costo deberá estar incluido en los Ítems de los rellenos correspondientes.

En la disposición temporal de los materiales, EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que la vegetación, capa vegetal y demás materiales provenientes de las excavaciones, deberán disponerse en los lugares designados o aprobados por LA INTERVENTORÍA con especial cuidado para su posterior uso en caso de aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA no podrá retirar materiales de excavación en sitios diferentes de los aprobados por LA INTERVENTORÍA, ni con fines distintos a los del Contrato, ni venderlos o cederlos para que otras personas a su vez los retiren.

Antes de la colocación de los materiales en el sitio, EL CONTRATISTA deberá realizar labores de desmonte y limpieza en las zonas de acopio temporal, de acuerdo con lo establecido en las presentes especificaciones técnicas. Los espacios para utilizar por EL CONTRATISTA en cada sitio en particular serán delimitados por LA INTERVENTORÍA. No se permitirá la quema de los materiales vegetales producto del desmonte y limpieza.

El depósito de materiales no aptos deberá ser realizado mediante el cargue y transporte desde el lugar de extracción o

zonas de acopio temporal hasta el sitio de disposición final (ZODME) indicado en los planos y aprobado por LA INTERVENTORÍA. Los materiales deberán acomodarse, esparciéndose por capas y compactando de manera manual, dejando superficies relativamente planas.

3.6 MANEJO AMBIENTAL

Todas las labores de pilotes preexcavados de concreto se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento adicional en el contrato.

Para la disposición de desechos tales como material térreo, lodos (bentonítico o polimérico) y escombros como los obtenidos del descabece de los pilotes, el CONTRATISTA debe destinar un área para recolectar dicho material y transportarlo al lugar autorizado por la autoridad ambiental.

3.7 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

3.7.1 CONTROLES

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar permanentemente el estado de funcionamiento del equipo de construcción.

- Vigilar que se apliquen métodos de trabajo apropiados para el tipo de obra en ejecución.
- Realizar métodos para verificar la verticalidad de la excavación en caso de ser solicitados por LA INTERVENTORÍA.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad establecidos en el numeral 3.2.3 MATERIALES.

Durante la ejecución de los trabajos, de la pantalla de pilotes secantes se adelantarán los siguientes controles y ensayos adicionales a los anteriormente descritos:

- EL CONTRATISTA deberá verificar y registrar las dimensiones y la alineación de cada perforación. Antes del inicio de las obras, El CONTRATISTA presentará, con fines informativos, los procedimientos (incluyendo los equipos y herramientas) que se seguirán para verificar las dimensiones y la alineación de cada perforación. Si se solicita, EL CONTRATISTA proporcionará una copia de cada registro de verificación. Ante la presencia de LA INTERVENTORÍA, El CONTRATISTA deberá verificar y registrar la profundidad final de cada perforación.
- Realizar ensayos de compresión sobre muestras de concreto de acuerdo con la ASTM D1143 para verificar que alcanzan la resistencia especificada tanto para los pilotes primarios como secundarios.
- Durante la perforación o excavación, el CONTRATISTA deberá realizar controles frecuentes en la verticalidad, la alineación, y las dimensiones de la perforación. Cualquier desviación por encima de las tolerancias permitidas deberá corregirse con un procedimiento aprobado por LA INTERVENTORÍA.

3.7.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

Calidad de la suspensión: Sus características se deben ajustar, en todo, a las exigencias del numeral 3.2.3 MATERIALES. No se puede iniciar la construcción de los pilotes si la suspensión mineral o con polímero que está lista para su uso no cumple con los requisitos establecidos en el mencionado numeral para el momento de introducirla en la perforación; tampoco se debe autorizar el inicio del vaciado del concreto si la suspensión dentro de la perforación no cumple con los requisitos establecidos para el momento del vaciado.

La toma de muestras de la suspensión se debe realizar en presencia de LA INTERVENTORÍA y se debe tomar registro de la fecha, hora, nombres de las personas que tomaron la muestra y los resultados obtenidos.

Camisas de acero: Su calidad debe satisfacer las exigencias del capítulo ACERO DE REFUERZO. Su diámetro debe ser el establecido en el proceso constructivo presentado por EL CONTRATISTA y debidamente aprobado, con las tolerancias que se indican en el siguiente numeral.

Las camisas que no cumplan con los requisitos no podrán ser instaladas en los pilotes del proyecto. Las camisas metálicas empleadas durante el proceso constructivo de los pilotes preexcavados deben ser completamente recuperables después del vaciado del concreto, a menos que en los planos de construcción se especifique explícitamente la utilización de camisas perdidas o permanentes.

3.7.3 TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN

En la construcción de los pilotes preexcavados se deben aceptar las siguientes tolerancias de construcción:

- El alineamiento vertical de la excavación del pilote no debe variar del alineamiento proyectado en más de dos centímetros por metro (2 cm/m) de profundidad.
- El nivel superior del pozo no debe exceder de 2,5 cm del nivel superior especificado.
- El fondo de la excavación del pozo debe quedar perpendicular a su eje, con una desviación máxima de seis centímetros por metro (6 cm/m) de diámetro del pozo.
- Cuando se utilicen camisas, su diámetro exterior no debe ser inferior al diámetro del pilote indicado en los documentos del proyecto. En caso contrario, el diámetro mínimo del pozo perforado debe ser igual al diámetro indicado en dichos documentos para diámetros de sesenta centímetros (60 cm) o menos, y hasta 2,5 cm menor de dicho diámetro, para pozos de diámetro superior a sesenta centímetros (60 cm).

En la construcción de la pantalla de pilotes secantes se deben aceptar las siguientes tolerancias de construcción:

- La tolerancia permitida para el diámetro mínimo del eje perforado es de 2.5 cm menos que el diámetro que se muestra en los planos. La tolerancia permitida para el diámetro máximo del eje perforado es de 15 cm más que el diámetro que se muestra en los planos.
- A nivel de corte, la desviación máxima permitida desde el centro del eje representado en los planos deberá ser de 25,4 mm en cualquier dirección.
- La desviación máxima permisible del eje perforado terminado respecto a la vertical en cualquier nivel es de 1 en 100 (1,0%). EL CONTRATISTA deberá demostrar a satisfacción de LA INTERVENTORÍA que la verticalidad del pilote está dentro de la tolerancia permitida.

No se debe aceptar ningún pilote que no cumpla con las tolerancias estipuladas. En tal caso, el CONTRATISTA debe remitir para aprobación de LA INTERVENTORÍA los métodos correctivos y no puede continuar con la construcción del pilote, hasta obtener la aprobación respectiva.

3.8 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Localización y replanteo de todas las excavaciones a realizar en el proyecto.
- Desmonte y limpieza de las zonas donde se plantean las excavaciones a realizar en el proyecto.
- Cargue y descargue en la zona de acopio temporal de los materiales provenientes de las excavaciones aprobados por LA INTERVENTORÍA como aptos para ser utilizados en la conformación de geoestructuras.
- Disposición adecuada en las zonas de depósito de materiales estériles indicados por los planos o LA INTERVENTORÍA de los materiales de excavación clasificados como no aptos.

- Excavaciones en corte abierto ejecutadas por fuera de los límites mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA, que sean llevadas a cabo por EL CONTRATISTA intencional o accidentalmente, aunque tales excavaciones hayan sido del conocimiento de LA INTERVENTORÍA.
- Utilización de lodos de perforación y camisas de acero, en caso de requerirse.
- Llenos con materiales establecidos, según lo indique LA INTERVENTORÍA, de las excavaciones ejecutadas por fuera de los límites de excavación mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA y que, en concepto de ésta, deban rellenarse para completar esta parte de la obra.
- Reparaciones por daños en estructuras existentes o en taludes a excavar posteriormente, por causa del empleo de métodos de excavación inadecuados.
- Suministro e instalación de elementos e implantación del programa para seguridad industrial en las obras.
- Remoción de los derrumbes que, a juicio de LA INTERVENTORÍA, hayan sido causados por procedimientos inadecuados o negligencia de EL CONTRATISTA, y manejo, transporte y disposición de este material en las zonas de utilización o desecho.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA para cumplir con lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de medida y pago por separado.
- Material colocado por fuera de los límites aprobados por LA INTERVENTORÍA, ni los desperdicios, ni pérdidas de material debido a lluvias o a la penetración del material en la fundación, a cualquier otra causa.
- Cualquier tipo de medida que LA INTERVENTORÍA considere necesaria para contrarrestar atrasos en el programa de construcción, tales como exigir a EL CONTRATISTA trabajar tiempo extra o aumentar la cantidad de equipo de construcción.
- Movilización y desmovilización de equipos para construcción de ataguías.

3.9 MEDIDA Y PAGO

La parte de la obra por ejecutar a los precios unitarios consistirá en el suministro de toda la mano de obra, materiales y equipo, y en efectuar cuanto sea necesario para completar las excavaciones en corte abierto y excavaciones para pilotes requeridas para la obra, de acuerdo con los planos para construcción o las instrucciones en campo dadas por LA INTERVENTORÍA.

3.9.1 REQUISITOS PARA MEDIDA Y PAGO

LA INTERVENTORÍA no autorizará la medida y pago de un volumen o longitud excavada de material, mientras EL CONTRATISTA no haya completado, a satisfacción de LA INTERVENTORÍA y en un todo de acuerdo con las especificaciones, los siguientes trabajos que se relacionan con algunas partes de la obra:

- Recorte y traslado de material vegetal.
- En cualquier excavación, hasta haber recolectado y manejado adecuadamente las aguas en las áreas de excavación como se indica en el Capítulo 2 MANEJO DE AGUAS DURANTE CONSTRUCCIÓN.
- Para el pago de cualquier excavación, hasta haber cargado los vehículos de transporte con el material excavado.

- Limpieza, preparación y tratamiento de las superficies excavadas en las áreas de la fundación de los llenos que lo requieran.
- Cargue y disposición adecuada, según LA INTERVENTORÍA, en las diferentes zonas.

3.9.2 MEDIDA

3.9.2.1 EXCAVACIONES EN EXTERIORES

La unidad de medida para el descapote, excavaciones en material común o roca por medios mecánicos, excavación en roca realizados por voladura, excavaciones adicionales, remoción de derrumbes y remoción de material inestable por fuera de los límites de excavación será el volumen en metros cúbicos (m³) de material, el cual se cubicará con base en dimensiones, pendientes y cotas del Proyecto indicadas en los planos u ordenadas por LA INTERVENTORÍA. No se incluirá en la medida ningún volumen de material colocado por fuera de los límites aprobados por LA INTERVENTORÍA, ni los desperdicios, ni pérdidas de material debido a lluvias o a la penetración del material en la base o cualquier otra causa.

3.9.2.2 EXCAVACIONES PARA PILOTES

La unidad de medida de excavación para pilotes tanto preexcavados como pilotes secantes será el volumen en metros cúbicos (m³) de material, el cual se cubicará con base en dimensiones, pendientes y cotas del Proyecto indicadas en los planos u ordenadas por LA INTERVENTORÍA, de pilotes, construidos de acuerdo con los documentos del proyecto, planos y esta especificación, aprobados por LA INTERVENTORÍA. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida.

La medida se debe realizar a lo largo del eje del pilote, a partir de las cotas de punta y de corte señaladas en los documentos del proyecto. En la medida se deben incluir los pilotes empleados en las pruebas de carga efectuadas por indicación de los documentos del Proyecto o por solicitud LA INTERVENTORÍA, así ellos no queden incorporados en la estructura permanente. No se deben medir para pago los pilotes empleados en las pruebas de carga ordenadas por INTERVENTORÍA por dudas en la calidad de algún pilote, como tampoco los empleados en las pruebas que se efectúen por solicitud del CONTRATISTA.

Adicional para los pilotes secantes la unidad de medida para el pago deberá incluir la perforación de prueba y la camisa temporal.

3.9.3 PAGO

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios consistirá en la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo las excavaciones en corte abierto, y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones y equipos necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado, incluido la localización y replanteo y el manejo de aguas durante construcción.

3.10 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes Ítems de pago.

Tabla 33 ítems de pago excavaciones

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
3	EXCAVACIONES	
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), SECO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.3	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.4	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) SECO, ENTRE 2 Y 5M DE PROFUNDIDAD	M3
3.5	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, ENTRE 2 Y 5M DE PROFUNDIDAD	M3
3.6	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) SECO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
3.7	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
3.8	EXCAVACION EN ROCA (TIPO I) A CUALQUIER PROFUNDIDAD, POR METODO NO EXPLOSIVO, BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIERAN BOMBEO	M3
3.9	EXCAVACION EN ROCA (TIPO I) A CUALQUIER PROFUNDIDAD, POR METODO EXPLOSIVO, BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIERAN BOMBEO	M3
3.10	REMOCION, LIMPIEZA Y DISPOSICION FINAL DE DERRUMBES DE MATERIAL HETEROGENEO	M3
3.11	REMOCION DE MATERIAL INESTABLE POR FUERA DE LOS LIMITES DE LA EXCAVACION	M3
3.12	EXCAVACION DE PILOTES PREEXCAVADOS DE 0.5M DE DIAMETRO	M3
3.13	EXCAVACION DE PILOTES PREEXCAVADOS DE 0.7M DE DIAMETRO	M3
3.14	EXCAVACION DE PILOTES PREEXCAVADOS DE 0.8M DE DIAMETRO	M3
3.15	EXCAVACION DE PANTALLA DE PILOTES SECANTES DE 0.8M DE DIAMETRO	M3
3.16	EXCAVACION DE PANTALLA DE PILOTES SECANTES DE 1.0M DE DIAMETRO	M3

A continuación, en la Tabla 34 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con excavaciones a cielo abierto.

Tabla 34 ítems de pago Excavaciones por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
3	EXCAVACIONES	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO TENCHE: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
3	EXCAVACIONES	
3.2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), SECO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.3	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.5	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, ENTRE 2 Y 5M DE PROFUNDIDAD	M3
3.7	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
3.10	REMOCION, LIMPIEZA Y DISPOSICION FINAL DE DERRUMBES DE MATERIAL HETEROGENEO	M3
3.11	REMOCION DE MATERIAL INESTABLE POR FUERA DE LOS LIMITES DE LA EXCAVACION	M3
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III: ATAGÜÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), SECO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.3	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.5	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, ENTRE 2 Y 5M DE PROFUNDIDAD	M3
3.7	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
3.8	EXCAVACION EN ROCA (TIPO I) A CUALQUIER PROFUNDIDAD, POR METODO NO EXPLOSIVO, BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIERAN BOMBEO	M3
3.9	EXCAVACION EN ROCA (TIPO I) A CUALQUIER PROFUNDIDAD, POR METODO EXPLOSIVO, BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIERAN BOMBEO	M3
3.10	REMOCION, LIMPIEZA Y DISPOSICION FINAL DE DERRUMBES DE MATERIAL HETEROGENEO	M3
3.11	REMOCION DE MATERIAL INESTABLE POR FUERA DE LOS LIMITES DE LA EXCAVACION	M3
3.14	EXCAVACION DE PILOTES PREEXCAVADOS DE 0.8M DE DIAMETRO	M3
3.15	EXCAVACION DE PANTALLA DE PILOTES SECANTES DE 0.8M DE DIAMETRO	M3
3.16	EXCAVACION DE PANTALLA DE PILOTES SECANTES DE 1.0M DE DIAMETRO	M3
LT3.2 OBRAS CONDUCCIONES: OBRAS BOCATOMA TENCHE		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), SECO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
3	EXCAVACIONES	
3.12	EXCAVACION DE PILOTES PREEXCAVADOS DE 0.5M DE DIAMETRO	M3
3.13	EXCAVACION DE PILOTES PREEXCAVADOS DE 0.7M DE DIAMETRO	M3
LT3.3 OBRAS CONDUCCIONES: OBRAS BOCATOMA TRONERAS		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), SECO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III: OBRA PROTECCIÓN DE ORILLA - OBRA PERMANENTE		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.3	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.6	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) SECO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
3.7	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIEREN BOMBEO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
3.8	EXCAVACION EN ROCA (TIPO I) A CUALQUIER PROFUNDIDAD, POR METODO NO EXPLOSIVO, BAJO CONDICIONES DE HUMEDAD QUE REQUIERAN BOMBEO	M3
3.10	REMOCION, LIMPIEZA Y DISPOSICION FINAL DE DERRUMBES DE MATERIAL HETEROGENEO	M3
3.11	REMOCION DE MATERIAL INESTABLE POR FUERA DE LOS LIMITES DE LA EXCAVACION	M3
LT8.1 OBRAS INFRAESTRUCTURA: ZODME, ZONA INDUSTRIAL Y VÍAS BOCATOMA TENCHE		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.6	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) SECO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), SECO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.4	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) SECO, ENTRE 2 Y 5M DE PROFUNDIDAD	M3
3.6	EXCAVACION, EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III) SECO, EN PROFUNDIDADES MAYORES A 5M	M3
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III: MURO PARAPETO		
3.1	DESCAPOTE Y DESENRAICE CON PROFUNDIDAD HASTA 0.5M	M3
3.2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN (TIPO II Y III), SECO, ENTRE 0 Y 2M DE PROFUNDIDAD	M3
3.10	REMOCION, LIMPIEZA Y DISPOSICION FINAL DE DERRUMBES DE MATERIAL HETEROGENEO	M3
3.11	REMOCION DE MATERIAL INESTABLE POR FUERA DE LOS LIMITES DE LA EXCAVACION	M3

4 SUMINISTRO Y CONFORMACIÓN DE LLENOS

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberán cumplir para ejecutar todos los llenos a construir que sean necesarios para las obras proyectadas para la modernización de la cadena Guadalupe Troneras y establece los procedimientos de medida y pago de esta relacionadas con dichos llenos, los cuales incluyen:

- Llenos misceláneos, para la conformación de diques, jarillones y pre-ataguías temporales requeridos para el manejo de aguas durante la construcción. Adicionalmente también los llenos para la construcción del vado y relleno de filtros.
- Llenos para las geoestructuras, elementos con los cuales se conformarán las ataguías (mega bolsas, geoceldas o sacos).
- Llenos estructurales para obras en concreto.
- Llenos para terraplén estabilizados con cal para la conformación de la vía industrial de El Salto.
- Llenos de zonas de depósito y acopio para el proyecto en general.

En las obras requeridas para la modernización de la cadena Guadalupe Troneras, se ejecutarán obras hidráulicas temporales, obras en concreto, una vía de acceso a la zona industrial 3 y fondo del reservorio, así como la conformación de ZODME's y zonas de acopio temporal para las cuales se proyecta la conformación de llenos. Estos llenos se llevarán a cabo con material proveniente de la excavación para la conformación de la vía industrial, excavación para las fundaciones de las estructuras, zonas de depósito y/o de zonas de préstamo autorizadas.

La presente especificación también se refiere a la utilización de los materiales provenientes de las excavaciones del proyecto y las técnicas de manejo de estos para su empleo en la conformación de llenos. Para la conformación de estos llenos se prevé materiales de procedencia local para así poder reducir al máximo la necesidad de sitios de disposición de sobrantes de excavaciones, considerando que no se cuenta con sitios con capacidad suficiente para este objeto y además reducir la necesidad de llegar a necesitar fuentes de materiales cercanas al proyecto.

La viabilidad de utilizar los materiales de excavación se estableció a partir de una caracterización geotécnica detallada de los mismos, junto con el análisis de los riesgos de su utilización, y la revisión de los tratamientos, disposiciones constructivas y controles utilizados en casos reportados con materiales similares.

Los trabajos de construcción de los llenos se deberán efectuar de acuerdo con los procedimientos puestos a consideración de LA INTERVENTORÍA y aprobados por esta. Su avance físico se deberá ajustar al programa de trabajo. Para la ejecución de los llenos estructurales, se utilizará la fracción granular del material proveniente de la excavación y solo en el caso de que no se cuente con material suficiente, se recurrirá al material procedente de sitios de préstamos aprobados previamente por LA INTERVENTORÍA.

El transporte del material de los llenos que se han considerado llevar a zonas de acopio o ZODMEs o según lo defina la INTERVENTORÍA en cada una de las zonas del proyecto, se

pagará según lo indicado en el Capítulo 12 TRANSPORTE DE MATERIALES que superen los 5 Km.

Todas las superficies que sirvan de base para los llenos deberán estar libres de vegetación, tierra vegetal, materia orgánica, lodos o sedimento fino muy suelto altamente compresible u otro material objetable y deberán prepararse mediante escarificación y compactación, según se estipule en cada caso; tales superficies deberán ser aprobadas por LA INTERVENTORÍA antes de la conformación de los llenos respectivos.

4.1 LLENOS MISCELÁNEOS

4.1.1 ALCANCE

La parte de la obra especificada en esta sección consistirá en el suministro de toda la mano de obra, equipo, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para conformar los llenos misceláneos requeridos en la construcción y obras asociadas al proyecto. Esta sección comprende los requisitos que se deben cumplir para la construcción de los llenos mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA y establece los procedimientos para medida y pago de tales llenos, los cuales incluyen:

- Llenos para conformación de diques o jarillones temporales requeridos para manejo de aguas de acuerdo con los planos.
- Llenos para la conformación del vado.
- Llenos para la construcción de filtro

4.1.2 MATERIALES

4.1.2.1 LLENO PARA DIQUES Y JARILLONES

Los materiales a utilizar para la construcción de los llenos de diques o jarillones requeridos para encauzar las aguas o realizar el manejo del río, serán gravas arcillosas, arenas limosas y/o limos arcillosos con plasticidad igual o menor al 12%, con un contenido de finos igual o menor al 35% si el contenido de materia orgánica es de máximo 1% y hasta un 60% de contenido de finos si no tiene contenido de materia orgánica, procedente de las excavaciones o de las fuentes aprobadas por LA INTERVENTORÍA.

Este material será colocado y extendido en capas /de 25 cm de espesor en estado suelto, con una humedad igual a la óptima más un 3%, compactado con rodillo de almohadilla hasta alcanzar el 95% de la densidad seca máxima respecto al ensayo de proctor modificado, y CBR de laboratorio de mínimo 10%. La compactación deberá realizarse garantizando una superficie uniforme y libre de irregularidades. Se realizará un control continuo de la humedad óptima durante la compactación.

4.1.2.2 LLENO PARA VADOS

Los materiales a utilizar para la construcción de los llenos de vados requeridos para realizar el paso provisional de maquinaria en zonas que tengan intersección con canales u otras zonas bajas donde se presenten flujos de agua, serán gravas arcillosas, arenas limosas y/o limos arcillosos con plasticidad igual o menor al 12%, límite líquido igual o menor a 45% y contenido

de finos, igual o mayor al 20% y hasta un 60%, sin contenido de materia orgánica, procedente de las excavaciones o de las fuentes aprobadas por LA INTERVENTORÍA.

Este material será colocado y extendido en capas de 25 cm de espesor en estado suelto con una humedad igual a la óptima más un 3%, compactado con rodillo de almohadilla hasta alcanzar el 95% de la densidad seca máxima respecto al ensayo de proctor modificado.

4.1.2.3 LLENO PARA CONSTRUCCIÓN DE FILTRO

El material granular drenante puede provenir de la trituración de roca o ser de cantos rodados, o una mezcla de ambos, y debe estar constituido por fragmentos duros y resistentes a la acción de los agentes de la intemperie. Este material debe estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz de setenta y cinco milímetros (75 mm) (3 pulgadas) y el tamiz de diecinueve milímetros (19 mm) (3/4 de pulgada). No se requiere ninguna gradación especial, permitiéndose el uso de fragmentos de un solo tamaño. Las partículas pueden ser angulares o redondeadas o una combinación de ellas y deben estar constituidas por gravas limpias, libre de material fino, material orgánico, terrones de arcilla u otra sustancia.

Tabla 35 Requisitos del material granular drenante

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	E-219	≤ 40
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota):	E-220	
- Sulfato de sodio		≤ 12
- Sulfato de magnesio		≤ 18
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	0,25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1
Contenido de materia orgánica (%)	E-121 / UNE 103204	≤ 0,2

Nota: el ensayo de pérdida de solidez se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

4.1.3 EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de llenos deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa de LA INTERVENTORÍA, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

El equipo mínimo para la construcción de los llenos se lista a continuación:

- Excavadoras y retroexcavadoras: Para preparar el terreno y excavar la zanja o cimiento donde se colocará el concreto ciclópeo.

- Equipo de compactación: Para compactar toda clase de llenos como Compactadores vibratorios y pisonos de mano.
- Volquetas: Para transportar el material de llenos.
- Grúas o montacargas: Para mover y colocar las piedras ciclópeas en su lugar.
- Vibradores de concreto: Para asegurar una buena compactación del concreto alrededor de las piedras.
- Equipo manual: Para la colocación y ajuste manual de los llenos, las piedras y el concreto.

Dicho equipo debe ser mantenido en óptimas condiciones de operación, durante el tiempo que dure la obra y debe ser operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a criterio de LA INTERVENTORÍA y por instrucción de este, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se debe suspender inmediatamente el trabajo, en tanto que EL CONTRATISTA corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, son responsabilidad de EL CONTRATISTA.

4.1.4 CONFORMACIÓN DE LLENOS MISCELÁNEOS

El material de los llenos se colocará en capas paralelas y de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Este espesor no será mayor de treinta centímetros (30 cm) antes de la compactación, salvo que LA INTERVENTORÍA autorice modificarlo. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas. Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí.

Será responsabilidad de EL CONTRATISTA asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo de los llenos. En los casos especiales en que la humedad del material sea mayor que la adecuada para obtener el grado de compactación previsto, EL CONTRATISTA propondrá y ejecutará los procedimientos más adecuados para reducirla, previa autorización de LA INTERVENTORÍA.

El trabajo se deberá realizar comenzando desde los bordes de los llenos, avanzando hacia el centro con pasadas paralelas traslapadas en, por lo menos, la mitad del ancho de la unidad compactadora. Toda la superficie deberá recibir el número suficiente de pasadas completas para obtener una compactación uniforme en todo el ancho de los llenos y satisfactoria según las exigencias de esta especificación.

Las zonas que por su reducida extensión o pendiente no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades secas obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa de los llenos que se esté compactando.

En casos especiales, cuando los llenos deban ser construidos en zonas pantanosas, se colocará material granular en una (1) sola capa hasta la elevación mínima a la cual pueda trabajar el equipo, de acuerdo con lo aprobado por LA INTERVENTORÍA. Por encima de dicha elevación, el lleno se construirá por capas que se compactarán con los niveles de densificación señalados en esta especificación.

EL CONTRATISTA suministrará el equipo de compactación que cumpla con los requisitos establecidos en esta especificación técnica. Este equipo deberá estar disponible en todo momento, ser mantenido en óptimas condiciones de operación y será remplazado o reparado oportunamente cuando no se encuentre en condiciones óptimas de operación. Cada compactador deberá ser utilizado en los sitios y en la forma aquí especificada y no se permitirá el uso de equipos grandes y de difícil manejo en áreas reducidas o en esquinas. La demora ocasionada en el avance del lleno por la no disponibilidad del equipo de compactación, o por falta de equipo adecuado, no será motivo para extensión de los plazos establecidos en el contrato. Los compactadores vibratorios que se utilicen en los llenos deberán operarse a una velocidad no mayor de 2,4 km/h y, dependiendo del tipo de lleno que se esté compactando, LA INTERVENTORÍA indicará la velocidad a la cual se operará el equipo, lo mismo que su frecuencia de vibración.

A EL CONTRATISTA se le permitirá usar equipo diferente al aquí especificado siempre y cuando demuestre, a satisfacción de LA INTERVENTORÍA, que tal equipo alternativo compactará los materiales de lleno a una densidad no menor a la especificada y que el material cumpla con los requisitos de granulometría especificados después de la compactación. Si EL CONTRATISTA desea usar un equipo alternativo de compactación, deberá entregar a LA INTERVENTORÍA para su aprobación, las especificaciones técnicas y detalles completos del equipo, así como la manera como se propone emplearlo.

Los pisones neumáticos manuales deberán emplearse en los sitios de difícil acceso y operarán con una frecuencia que no desplace ni disturbe el material ya compactado. La compactación se efectuará hasta alcanzar las densidades especificadas para el material de lleno.

No se deberá colocar lleno alrededor de estructuras y tuberías hasta cuando se haya removido todo el encofrado y apuntalamiento del concreto y hasta cuando dichas estructuras y tuberías hayan obtenido la suficiente resistencia para soportar las cargas impuestas por los materiales de lleno, de acuerdo con lo indicado por los planos o LA INTERVENTORÍA.

Los materiales usados para el lleno, la cantidad de éstos y la forma de colocación estarán sujetos a la aprobación de LA INTERVENTORÍA, pero EL CONTRATISTA será responsable por la integridad de la estructura.

El apisonamiento del lleno se hará por medio de equipos manuales o mecánicos, rodillos apisonadores o compactadores vibratorios, según sea el sitio de localización y tipo de lleno, y de acuerdo con lo indicado en los planos, lo estipulado en estas especificaciones. Para la compactación de los llenos, deberá usarse un equipo con un peso total estático mínimo de 10 ton. Todo el apisonamiento se ejecutará cuidadosamente para evitar que se golpeen las estructuras. En las juntas de las tuberías el lleno se colocará y compactará simultáneamente en ambos lados de estas para prevenir desplazamientos.

4.2 LLENOS EN SUELO PARA GEOESTRUCTURAS

4.2.1 ALCANCE

La parte de la obra especificada en esta sección consistirá en el suministro de toda la mano de obra, equipo, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para conformar los llenos para geoestructuras requeridos en la construcción y obras asociadas al proyecto. Esta sección

comprende los requisitos que se deben cumplir para la construcción de los llenos mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA y establece los procedimientos para medida y pago de tales llenos, los cuales incluyen:

- Llenos para las geoestructuras como mega bolsas y megabolsas lanzadas
- Llenos para las geoestructuras como sacos de suelo y suelo cemento.
- Llenos para las geoestructuras como geobolsas.

4.2.2 MATERIALES

4.2.2.1 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR MEGA BOLSA

El material de llenado de las bolsas deberá provenir de las excavaciones de las vías, excavaciones de fundación de las estructuras, de las zonas de acopio temporal y/o zonas de préstamo. El material no deberá tener más de 35% de material que pasa el tamiz No 200 con el fin de minimizar un proceso lento de consolidación del material dentro de la geoestructura. El suelo seleccionado para el lleno deberá estar libre de materia orgánica, escombros, raíces, troncos y cualquier otro elemento objetable que pueda rasgar o deteriorar el geotextil, asimismo, debe estar libre de óxido de hierro con alta alcalinidad o compuestos salinos que puedan deteriorar el geotextil, y se debe tener en cuenta las especificaciones del fabricante. El tamaño máximo de partículas deberá ser de 1" (25.4 mm) sin aristas punzantes o cortantes.

El material (sedimentos) que sea extraído para la implantación de las ataguías deberá cumplir con las especificaciones definidas anteriormente, para que pueda ser utilizado como material de lleno.

4.2.2.2 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR MEGA BOLSA LANZADAS

El material de lleno deberá cumplir con lo estipulado en el numeral 4.2.2.1 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR MEGA BOLSA, y en este ítem de pago se deberá incluir el transporte desde la zona de fabricación hasta la ataguía de Tenche para el cierre del vertimiento o boquete.

4.2.2.3 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR SACOS

Los sacos de suelo cemento se llenarán con una mezcla con proporción en volumen de cuatro (4) porciones de suelo por una (1) de cemento. El cemento será Tipo 1 – Portland y el suelo inerte, con fracción arenosa y libre de material orgánico.

Los sacos de suelo se llenan de suelo inerte, con fracción arenosa y libre de material orgánico.

El material con el cual se van a rellenar los sacos de suelo y los sacos de suelo cemento no tendrá pago por separado, por lo tanto, deberá incluirse en el ítem de pago correspondiente en el numeral de 5.4 5.4SACOS.

4.2.2.4 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR GEOCELDAS

El llenado de las geoceldas se podrá realizar con cualquier tipo de material proveniente de las excavaciones de la vía industrial y en la zona donde se empalmará con el muro de contención se recomienda utilizar suelo cemento uniformemente mezclado con cemento con proporción en volumen de cuatro (4) porciones de suelo por una (1) de cemento.

El material con el cual se van a rellenar las geoceldas, no tendrá pago por separado, por lo tanto, deberá incluirse en el ítem de pago correspondiente en el numeral de 5.5 GEOCELDAS.

4.2.3 EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de llenos deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa de LA INTERVENTORÍA, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

El equipo mínimo para la construcción de este lleno se define en el capítulo 5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOESTRUCTURAS.

4.2.4 CONFORMACIÓN DE LLENOS PARA CADA UNO DE LOS TIPOS DE GEOESTRUCTURAS

La conformación de los llenos para las mega bolsas, sacos y geoceldas deberán realizarse como se indica en el capítulo 5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOESTRUCTURAS.

4.3 LLENOS ESTRUCTURALES

4.3.1 ALCANCE

La parte de la obra especificada en esta sección consistirá en el suministro de toda la mano de obra, equipo, materiales y la ejecución de todos los trabajos necesarios para conformar los llenos estructurales requeridos en la construcción y obras asociadas al proyecto. Esta sección comprende los requisitos que se deben cumplir para la construcción de los llenos mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA y establece los procedimientos para medida y pago de tales llenos, los cuales incluyen:

- Llenos estructurales para el muro de contención en concreto y zanja de canalización.

4.3.2 MATERIALES

Los materiales para utilizar para la construcción de los llenos estructurales corresponden con la fracción granular de las excavaciones con contenido de materia orgánica $MO < 0.2\%$, contenido de sales solubles $SS < 0.2\%$, tamaño máximo $TMAX < 100$ mm, porcentaje pasa tamiz No 40 $PP_{40} < 15\%$, contenido de finos $PP_{200} < 25\%$, límite líquido $LL < 30\%$, Índice de plasticidad $IP < 10\%$. El grado de compactación mínimo será el necesario para alcanzar un valor de CBR de laboratorio mínimo de 10 % y una expansión en prueba CBR máxima de 2%.

4.3.3 EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de llenos deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa de LA INTERVENTORÍA, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

El equipo mínimo para la construcción de este lleno se define en el numeral 4.1.3 EQUIPO de llenos misceláneos.

4.3.4 CONFORMACIÓN DE LLENOS ESTRUCTURALES

La conformación de los llenos estructurales deberá realizarse como se indica en el numeral 4.1.4 CONFORMACIÓN DE LLENOS MISCELÁNEOS.

4.4 LLENOS PARA TERRAPLÉN ESTABILIZADOS CON CAL

4.4.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en el tratamiento, en sitio o en planta, de los suelos para terraplenes, mediante su mezcla homogénea con cal viva (óxido de calcio) o cal hidratada (hidróxido de calcio), de acuerdo con las dimensiones, los alineamientos y las secciones indicadas en los documentos y planos del proyecto.

4.4.2 GENERALIDADES

En los terraplenes se distinguen cuatro partes o zonas constitutivas:

1. Corona (capa subrasante): parte superior del terraplén en la cual se apoya la estructura de pavimento. Debe tener un espesor de cincuenta centímetros (50 cm), salvo cuando los documentos o planos del proyecto indiquen un espesor diferente.
2. Cimiento: parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Debe tener un espesor mínimo de un metro (1 m) salvo cuando los documentos o planos del proyecto indiquen un espesor diferente.
3. Núcleo: parte del lleno tipo terraplén comprendida entre el cimiento y la corona.
4. Espaldón: parte exterior del lleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituye o forma parte de los taludes de este. El material del espaldón debe envolver lateralmente el núcleo protegiéndolo de los agentes externos. No forman parte del espaldón los revestimientos sin misión estructural, entre los cuales se consideran plantaciones, cubierta de tierra vegetal, protecciones antierosión, etc.

Todo lo indicado en la presente especificación referente a material estabilizado con cal hidratada o cal viva, aplica para los suelos provenientes de las excavaciones que pueden ser utilizados en las zonas del cimiento, núcleo y espaldones del terraplén. Para el material de la corona aplica lo establecido en el Artículo 220-22 de las Especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías - INVIAS. El empleo de materiales estabilizados deberá ser autorizado por LA INTERVENTORÍA, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas o colapsables.

Los trabajos de construcción del cimiento y núcleo de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración de LA INTERVENTORÍA y aprobados por esta. Su avance físico se deberá ajustar al programa de trabajo.

4.4.3 MATERIALES

4.4.3.1 SUELOS

Los materiales para conformar las zonas de cimient y núcleo de terraplenes serán materiales provenientes de la excavación estabilizados con cal, los cuales deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla 36.

Tabla 36 Requisitos de los materiales a estabilizar para su uso en terraplenes

Característica	Norma de ensayo	Suelos marginales - EP
Composición (F)		
Material que pasa el tamiz de 4,75 mm (nro. 4) (%)	INV E-213	Reportar
Material que pasa el tamiz de 2,00 mm (nro. 10) (%)		Reportar
Material que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40) (%)		Reportar
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200), mínimo (%).		25
(Nota 1)		
Limpieza (F)		
Límite líquido (%)	INV E - 125	Reportar
Índice de plasticidad, mínimo (%)	INV E-125 e INVE-126	12
Contenido de materia orgánica, máximo (%). (Nota 2)	INV E - 121 / UNE 103204	2
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos, expresada como SO4=, máximo (%).	INV E-233 / UNE 103201	0,9
(Nota 3)		

Nota 1: suelos clasificados por el Sistema Unificado (SUCS) como CH, CL, MH, SC, SM, GC, SW-SC, SP-SC, SM-SC, GP-GC o GM-GC son potencialmente tratables con cal. Se pueden estabilizar suelos con material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) entre el quince y el veinticinco por ciento (15 % – 25 %), cuando la viabilidad de su estabilización sea demostrada, mediante un estudio específico aprobado por LA INTERVENTORÍA y validado en la fase experimental.

Nota 2: se pueden estabilizar suelos con contenido de materia orgánica entre el dos y el tres por ciento (2 % – 3 %) cuando la viabilidad de su estabilización sea demostrada mediante un estudio específico aprobado por LA INTERVENTORÍA y validado en la fase experimental. El ensayo de contenido de materia orgánica se puede realizar mediante la norma INV E-121 o la UNE 103204.

Nota 3: las concentraciones de sulfato en el suelo menores que tres mil partes por millón (3 000 ppm) (0,3 %) difícilmente causan problemas. Las concentraciones de tres mil a cinco mil partes por millón (3 000 ppm – 5 000 ppm) (0,3 % – 0,5 %) pueden ser estabilizadas fácilmente si se tiene cuidado para seguir buenas prácticas constructivas, tales como el usar suficiente cantidad de agua y permitir un buen tiempo para que la mezcla de cal y suelo fragüen. Cuando exista una alta proporción de sulfatos, se debe tener en cuenta el debido proceso constructivo (estabilización previa del cincuenta por ciento (50 %) de la cal obtenida en el diseño y después de ocho horas (8 h) dosificar el otro cincuenta por ciento (50 %) de cal).

Para los materiales de terraplén en la zona de corona deberá cumplirse con lo establecido en el Artículo 220-22 de las Especificaciones Generales de Construcción del Instituto Nacional de Vías - INVIAS.

4.4.3.2 CAL

Para la estabilización con cal hidratada o cal viva, se debe usar material que cumpla con los requisitos de la Tabla 37.

Tabla 37 Características de la cal hidratada o cal viva

Propiedades	Parámetro	Norma de ensayo	Requisito cal hidratada	Requisito cal viva 90	Requisito cal
				(Nota 2)	viva 85
Químicas	Óxido total (CaO + MgO) sobre base no volátil, mínimo (%)	NTC 5059:2002/ASTM C25	-	90	85
	Hidróxido de Calcio (Ca(OH) ₂), mínimo (%)	NTC 5059:2002/ASTM C25	80	-	-
	Dióxido de carbono sobre base no volátil, máximo (%)	NTC 5059:2002/ASTM C25/UNE-EN 459-2	4	4	7
Físicas	Contenido de agua libre en punto de fabricación, máximo (%)	NTC 5233:2003/ASTM C110	2	-	-
	Reactividad (velocidad de apagado), mínimo (minutos)	NTC 5233:2003/ASTM C110	-	40°C en 6 minutos	40°C en 6 minutos
	Tamaño de la partícula (Nota 1)	NTC 5233:2003/ASTM C110	Partículas retenidas en el tamiz de 0,212 mm (nro. 70), 2% máximo	Partículas retenidas en el tamiz de 0,212 mm (nro. 70), 5% máximo	Partículas retenidas en el tamiz de 0,212 mm (nro. 70), 10% máximo
			Partículas retenidas en el tamiz de 0,09 mm (nro. 170), 7% máximo	Partículas retenidas en el tamiz de 0,09 mm (nro. 170), 15% máximo	Partículas retenidas en el tamiz de 0,09 mm (nro. 170), 20% máximo

Nota 1: en el caso de la cal viva, considerando que pueda ser ventajosas granulometrías más gruesas para el control de volátiles en obra, se puede hacer uso de tamaños de partícula mayores siempre y cuando la viabilidad de su uso sea demostrada mediante un estudio específico aprobado por LA INTERVENTORÍA y validado en la fase experimental. En todo caso, el porcentaje de material retenido en el tamiz de 6,35 mm (1/4 de pulgada) debe ser siempre inferior a quince por ciento (15 %).

Nota 2: en el caso de la cal viva, el requisito de cal viva 85 y el requisito de cal viva 90 corresponden al ochenta y cinco por ciento (85 %) y noventa por ciento (90 %) de pureza de la cal, respectivamente.

No se debe permitir el empleo de cal que haya fraguado parcialmente o presente grumos o indicios de prehidratación.

4.4.3.3 AGUA

El agua que se utilice en los procesos de estabilización con cal y curado de la mezcla debe ser limpia, libre de cantidades apreciables de materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. Así mismo, el agua no debe afectar negativamente, el fraguado, endurecimiento y comportamiento de la mezcla. En todo caso, debe cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 38.

Tabla 38 Requisitos del agua no potable para la estabilización con cal

Característica	Norma de ensayo	Requisitos
	ASTM	
pH, mínimo	D-1293	5,5
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , máximo (kg/m ³)	D-516	1

4.4.3.4 SUELO ESTABILIZADO CON CAL

La estabilización con cal hidratada de materiales usados para la formación de llenos tipo terraplén, tienen los siguientes objetivos principales:

- Aumento de la resistencia medida y reducción de deformaciones.
- Reducción del potencial de colapso del suelo medido según norma INV E-157.

Los materiales estabilizados con cal que se empleen en la construcción de terraplenes deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 39.

Tabla 39 Requisitos del material para terraplén estabilizado con cal

Característica	Norma de ensayo	Cimiento y núcleo
Valor de azul de metileno, máximo (g/kg)	INV E-235	40
Límite líquido, máximo (%). (Nota 1).	INV E-125	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E-126	15
Límite de contracción, Método de Parafina, mínimo (%)	INV E-129	13
Contenido mínimo de cal (%). (Nota 2)	INV E-606	2
C.B.R. de laboratorio 4 días sumergido, mínimo (%)	INV E-148	6
Los valores de CBR indicados corresponden a la densidad mínima exigida en el numeral 236.5.3.1 de esta especificación.		
Expansión libre en edómetro.	ASTM D4546	2
Índice de colapso, máximo (%).	E-157	6

Característica	Norma de ensayo	Cimiento y núcleo
El espécimen se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el numeral 236.5.3.1 de esta especificación y con el contenido de agua correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.	INV E-157	1
Ángulo de fricción, determinado en condición consolidada y drenada	E-154	Igual o superior al definido en el diseño geotécnico
Cohesión	E-154	Igual o superior al definido en el diseño geotécnico
Compresión inconfiada	E-605	Igual o superior a 300 kPa a los 7 días

Nota 1: cuando el límite líquido sea mayor al treinta por ciento (30 %) el índice de plasticidad debe ser mayor al cuatro por ciento (4 %).

Nota 2: el contenido mínimo de cal se puede disminuir hasta uno coma cinco por ciento (1,5 %) siempre que se justifique adecuadamente, se compruebe en el tramo de prueba con los medios y equipos que se vayan a emplear en la obra, y se cuente con la autorización de LA INTERVENTORÍA.

4.4.4 EQUIPO

La ejecución de los trabajos de estabilización debe emplear equipos mecánicos, que pueden ser independientes, o equipos que realicen dos o más operaciones. En general, el equipo que se utilice para la construcción de capas estabilizadas debe ser el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido, conforme a los resultados de los tramos de prueba, y es responsabilidad del constructor su selección. Dicho equipo se debe mantener en óptimas condiciones de operación, durante el tiempo que dure la obra y debe ser operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a criterio de LA INTERVENTORÍA y por instrucción de esta, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se debe suspender inmediatamente el trabajo hasta que el constructor corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución son responsabilidad del CONTRATISTA.

En la obra, el CONTRATISTA debe emplear el tipo de equipo señalado en los documentos del proyecto. Si estos no definen el equipo, se debe dar por definido el uso de una máquina de tambor rotatorio con cámara de mezclado como mínima categoría de equipo.

4.4.5 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

4.4.5.1 DISEÑO DE MEZCLA

Dentro de los criterios de diseño de la mezcla para la estabilización del suelo, se encuentran los citados en la Tabla 40.

Tabla 40 Criterios de diseño de estabilización de terraplenes con cal

Característica	Norma de ensayo INVIAS
Reducción de la humedad	E-122
Reducción de la plasticidad	E-604, E-125 Y 126
Reducción de la expansión	E-148, E-607
Aumento de la capacidad de soporte	E-148
Resistencia a la compresión inconfiada	E-605

4.4.5.2 FÓRMULA DE TRABAJO

Si en el corredor que se va a estabilizar existe variabilidad de zonas geotécnicas, se debe dividir en zonas homogéneas, a cada una de las cuales se debe asignar una fórmula de trabajo. LA INTERVENTORÍA debe velar por la correcta aplicación de cada una y no está facultado para autorizar pagos adicionales, cuando las labores del CONTRATISTA se hayan desviado de los diseños establecidos para cada zona.

EL CONTRATISTA debe entregar con suficiente antelación a LA INTERVENTORÍA las fórmulas de trabajo para ser avaladas. No se debe permitir proceder con la estabilización sin el cumplimiento de dicho requisito.

La fórmula de trabajo establecida como resultado del diseño de mezcla deberá indicar, como mínimo, lo siguiente:

- La clasificación del material de terraplén por estabilizar (granulometría y límites de Atterberg).
- El tipo y la marca de la cal empleada en el diseño.
- Propiedades físicas y químicas de la cal (incluyendo el pH).
- El contenido óptimo de cal (CFT %).
- El valor de densidad máxima de la mezcla, de acuerdo con el método de ensayo INV E-141 o INV E-142.
- El porcentaje óptimo de agua para mezcla y compactación, de acuerdo con el método de ensayo INV E-141 o INV E-142.
- CBR y expansión, de acuerdo con los métodos de ensayo INV E-148 e INV E-607.
- Resistencia a la compresión inconfiada de la mezcla.
- El valor del índice de plasticidad de la mezcla.
- El porcentaje óptimo de agua para mezcla y compactación, de acuerdo con el método de ensayo INV E-141 o INV E-142.
- El valor de densidad máxima de la mezcla, de acuerdo con el método de ensayo INV E-141 o INV E-142.
- El índice de colapso de la mezcla.
- Cada uno de los valores de todos los criterios de diseño establecidos en los documentos del proyecto.

La fórmula de trabajo que se establezca en el laboratorio puede ser ajustada con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación. La fórmula ajustada debe satisfacer los requisitos establecidos en los documentos del proyecto para el diseño de mezcla.

Si durante la ejecución de las obras se presentan variaciones en las características de los suelos por estabilizar, se deben realizar los estudios conducentes a una nueva fórmula de trabajo. En tal caso se deben definir nuevos tramos homogéneos y fórmulas de trabajo asociadas.

4.4.5.3 FASE DE EXPERIMENTACIÓN

Al comienzo de los trabajos, EL CONTRATISTA debe elaborar secciones representativas de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos de acuerdo con LA INTERVENTORÍA, donde se debe probar el equipo y se debe determinar el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación.

Se deben realizar tantos tramos de experimentación y validación, como tramos homogéneos que fueron identificados en la fase de diseño, además de los que se identifiquen durante el desarrollo del proyecto.

LA INTERVENTORÍA debe tomar muestras del material estabilizado y debe decidir su conformidad en relación con las condiciones especificadas sobre disgregación, contenido de agua, espesor de la capa, proporción de cal y demás requisitos exigidos.

Los ensayos de control de resistencia CBR e índice de colapso se deben realizar en laboratorio sobre material mezclado con la cal previo a la compactación en campo, y de acuerdo con las normas INV E-148 y INV E-157 respectivamente. Se debe descartar la evaluación de la resistencia CBR e índice de colapso de muestras tomadas al material ya compactado y curado, y posteriormente remoldeadas en laboratorio.

La compactación en laboratorio del material con cal, para ensayos de CBR e índice de colapso, se debe realizar máximo dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) posteriores a la finalización del proceso de mezclado.

Cuando los ensayos indiquen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, EL CONTRATISTA deberá hacer inmediatamente todas las modificaciones necesarias y, si fuese preciso, modificar el diseño, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones, hasta que ellas resulten satisfactorias para LA INTERVENTORÍA.

Tanto el CONTRATISTA como LA INTERVENTORÍA deben emitir un informe con los resultados de la fase de experimentación y validación que evidencie su cumplimiento como requisito para el inicio de la fase de construcción. En cada tramo de experimentación y validación, deben quedar definidos los siguientes aspectos:

- Para estabilización en el sitio de obra:
 - Escarificación de los suelos para estabilización en el sitio (espesor y tipo de material).
 - Metodología para la aplicación de la cal.
 - Homogeneidad de la mezcla.
- Para mezcla en planta, mediante bachadas de prueba:
 - Gradación del material mezclado.
 - Tiempos de producción.
 - Método y tiempo de transporte de la mezcla hasta la obra.
- Para estabilización en sitio o mezcla en planta:
 - Equipos y metodología para el perfilado.
 - Metodología para el ajuste del contenido de agua.

- Tiempo necesario para la reacción química.
- Metodología para la compactación.
- Juntas de trabajo.
- Metodología para el curado de la capa compactada.
- Tiempo de apertura al tránsito.
- Limitaciones en la ejecución.

Todos los trabajos descritos en los numerales siguientes se deben realizar de acuerdo con lo aprobado en la fase de experimentación y validación, para cada uno de los tramos homogéneos definidos en la etapa de diseño o de construcción.

4.4.5.4 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE A INTERVENIR

Antes de dar inicio con los trabajos de estabilización, se deben colocar los dispositivos de seguridad transitorios que sean necesarios, se debe verificar que todo el personal cuente con la dotación completa, en buen estado y los elementos de protección obligatorios y se debe asegurar el control adecuado del tránsito.

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desmontado y limpio, según se especifica en el numeral 1.5 DESMONTE Y LIMPIEZA, y ejecutadas las demoliciones de estructuras que se requieran. LA INTERVENTORÍA determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base, según el numeral 3.1.3 DESCAPOTE y 2 MANEJO DE AGUAS DURANTE CONSTRUCCIÓN, necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.

Previamente, se debe remover el material orgánico o deteriorado, raíces, basura y agregados mayores de setenta y cinco (75 mm). El material que sea escarificado se debe conformar en camellones o colchones adecuados para efectuar la mezcla. La escarificación se debe realizar con un equipo idóneo que garantice la ejecución del proceso con los rendimientos establecidos en la etapa de experimentación. La superficie sobre la que se debe colocar capa estabilizada no debe presentar irregularidades, por lo que se deben reparar satisfactoriamente los baches existentes.

La conformación de la capa se debe ejecutar acomodándose a las dimensiones de la sección existente en la carretera, las nuevas secciones transversales indicadas en los documentos del proyecto o siguiendo otras disposiciones aprobadas por LA INTERVENTORÍA.

Los materiales para la estabilización se deben colocar de conformidad con el espesor especificado, teniendo en cuenta la reducción de espesor que se produce después de mezclar y compactar la capa. Antes de extender el material se debe comprobar que la superficie subyacente tenga la densidad exigida y las rasantes indicadas en los documentos del proyecto.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural se deberán cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones de LA INTERVENTORÍA, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores del veinte por ciento (20%).

Si el terraplén debiera ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales. Si lo anterior fuese impráctico, se deberá

considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por EL CONTRATISTA y autorizado por LA INTERVENTORÍA, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

4.4.5.5 DISGREGACIÓN DE LOS SUELOS

Antes de aplicar la cal, el suelo se debe disgregar en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en estos documentos, con el empleo de motoniveladora. El suelo disgregado no debe contener elementos ni terrones de tamaños superiores a ochenta milímetros (80 mm). Una vez disgregado el suelo de subrasante, este se debe conformar a la sección transversal de la calzada. Adicionalmente, antes de aplicar la cal, el material de lleno se pulverizará con la máquina estabilizadora en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en los planos u ordenada por LA INTERVENTORÍA.

La longitud de calzada disgregada no debe exceder de la que se pueda tratar y compactar de acuerdo con esta especificación en dos días (2 d) de trabajo, salvo cuando exista autorización escrita de LA INTERVENTORÍA.

Cuando se cuente con equipos especializados para tal fin (estabilizadoras o recicladoras) la cal puede ser aplicada sin una escarificación previa. Esto debe facilitar el tránsito de los camiones esparcidores de cal, en especial en suelos húmedos. El uso de equipos sin escarificación debe ser avalado en la fase de experimentación.

4.4.5.6 APLICACIÓN DE LA CAL

4.4.5.6.1 APLICACIÓN DE LA CAL EN POLVO

La cal se puede aplicar en bolsas o a granel. En cualquier caso, se debe esparcir sobre el suelo disgregado empleando el procedimiento aceptado por LA INTERVENTORÍA durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar.

Durante la aplicación de la cal, la humedad del material no debe ser superior a la definida durante el proceso de diseño como adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del material con la cal. Sobre la cal esparcida solo permitirá el tránsito del equipo que la va a mezclar con el suelo.

La cal solo se debe extender en la superficie que pueda terminarse en la jornada de trabajo. Se deben coordinar adecuadamente los avances de los procesos de dosificación y de mezcla del estabilizante, sin que exista entre ambos un desfase superior a veinte metros (20 m).

Para la aplicación de cal viva en polvo se deben adoptar las medidas de prevención necesarias para la protección colectiva e individual, que reduzcan al máximo los riesgos, tanto para contacto con la piel y los ojos, como por inhalación de aerosoles que se hayan dispersado en el aire durante las operaciones de dosificación y mezcla.

La cal sólo se podrá extender en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

4.4.5.6.2 APLICACIÓN DE LA CAL EN FORMA DE LECHADA

La lechada de cal se debe fabricar con un mezclador apropiado en proporciones aproximadas en masa de sesenta y cinco por ciento (65 %) de agua y treinta y cinco por ciento (35 %) de cal hidratada, con una anticipación no mayor a treinta minutos (30 min) de su utilización.

La lechada de cal se debe añadir al suelo, en forma simultánea con la ejecución de la mezcla con el suelo de subrasante por estabilizar.

Antes de iniciar los trabajos se deben purgar y poner a punto las bombas y los dispersores de agua y de lechada, fuera del lugar de empleo, para garantizar las cantidades establecidas en la fórmula de trabajo de manera continua y uniforme. Se debe realizar la limpieza de los difusores durante cada parada del equipo y como mínimo, dos (2) veces al día.

4.4.5.7 ELABORACIÓN DE LA MEZCLA

Se puede emplear el mezclado en acopio, en planta o en vía de acuerdo con lo siguiente.

4.4.5.7.1 MEZCLADO EN ACOPIO

El material aprobado para su uso conforme a los requisitos de la Tabla 30 se dosifica con la cantidad de cal definida de acuerdo con el diseño en peso del material suelto. El mezclado inicial se hace con un equipo adecuado para garantizar la obtención de una mezcla homogénea según se haya definido en la fase previa de experimentación. Posteriormente, este material es transportado y mezclado nuevamente en la vía para terminar la disgregación del material y lograr una mezcla homogénea.

Durante la aplicación de la cal, el contenido de agua del material solo puede variar, más o menos, el uno por ciento ($\pm 1\%$) del definido como adecuado para lograr una mezcla íntima y uniforme del material con la cal.

4.4.5.7.2 MEZCLADO EN PLANTA

Para este caso, se debe usar una planta continua con equipos que aseguren la homogeneidad de la mezcla. El transporte de la mezcla a la obra se debe realizar en volquetas, estancas y cubiertas.

La planta debe permitir dosificar por separado el material, suministrar la cal y el agua en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Las tolvas para los materiales deben tener paredes resistentes y estancas, y bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, deben estar provistas de una rejilla que permita limitar el tamaño máximo, así como de un rebosadero u otro sistema que evite un exceso de contenido. Se debe evitar contaminaciones entre las tolvas y estas deben estar provistas a su salida de dispositivos ajustables de dosificación.

Durante la aplicación de la cal, el contenido de agua del material solo puede variar, más o menos, el uno por ciento ($\pm 1\%$) del definido como adecuado para lograr una mezcla íntima y uniforme del material con la cal.

4.4.5.7.3 MEZCLADO EN VÍA

Inmediatamente después de ser esparcida la cal en polvo o simultáneamente con la adición de la cal en forma de lechada, se debe efectuar la mezcla, empleando el equipo aprobado, en el espesor establecido en los documentos del proyecto. El número de pasadas depende del equipo utilizado y es necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea según se haya definido en la fase previa de experimentación. En caso de que se requiera, se debe añadir el agua faltante y se continúa mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad.

Durante la aplicación de la cal, el contenido de agua del material solo puede variar, más o menos, el uno por ciento ($\pm 1\%$) del definido como adecuado para lograr una mezcla íntima y uniforme del material con la cal.

4.4.5.7.4 MADURACIÓN Y REMEZCLADO

Una vez se ha mezclado el material con la cal y para permitir que el agua y la cal reaccionen con las arcillas de los materiales, es necesario permitir un tiempo de maduración inicial de doce a cuarenta y ocho horas (12 h – 48 h) desde que finaliza el mezclado inicial y antes de la compactación. Se pueden emplear tiempos de maduración inicial menores a

doce horas (12 h) cuando sean validados por un estudio específico aprobado por LA INTERVENTORÍA y validado en la fase experimental. En todo caso, los tiempos de maduración deben ser de al menos tres horas (3 h).

La mezcla de suelo-cal puede ser almacenada siguiendo lo establecido en el artículo 300, previa autorización de LA INTERVENTORÍA, hasta por siete días (7 d) antes de la colocación y compactación. Cuando el suelo sea almacenado, se debe efectuar nuevamente el mezclado y la disgregación del suelo-cal con máquina estabilizadora o con motoniveladora, de tal forma que no se evidencie presencia de grumos antes de su colocación. Durante esta etapa se puede requerir la adición de agua para alcanzar el contenido de agua óptimo de compactación.

4.4.5.8 CUERPO DEL TERRAPLÉN

LA INTERVENTORÍA sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado, según se indica en el numeral 4.4.5.4 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE A INTERVENIR.

El material del terraplén se colocará en capas sensiblemente paralelas y de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Este espesor no será mayor a treinta centímetros (30 cm) antes de la compactación, salvo que LA INTERVENTORÍA autorice lo contrario. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas. Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí. Cada capa deberá ser extendida y compactada a todo lo ancho de la sección transversal.

Los taludes de los terraplenes se realizan según lo establecido en los documentos y planos del proyecto, tendrán una inclinación uniforme, la que en general será de 1,5 H:1,0 V, salvo

indicación distinta en los documentos del proyecto, las especificaciones particulares o instrucción escrita de LA INTERVENTORÍA.

4.4.5.9 COMPACTACIÓN

La compactación de la mezcla se debe realizar de acuerdo con el plan propuesto por EL CONTRATISTA y aprobado por LA INTERVENTORÍA durante la fase previa de experimentación.

Una vez realizado el extendido del material, se procederá a la compactación mecánica de la capa. El trabajo se deberá realizar comenzando desde los bordes del terraplén, avanzando hacia el centro con pasadas paralelas traslapadas en, por lo menos, la mitad del ancho de la unidad compactadora. En curvas peraltadas, la compactación deberá comenzar en la parte baja y avanzar hacia la más alta. Toda la superficie deberá recibir el número suficiente de pasadas completas para obtener una compactación uniforme en todo el ancho del terraplén, y satisfactoria según estas especificaciones.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de experimentación, se deben compactar con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación. Una vez terminada la compactación, la superficie se debe mantener húmeda hasta que se aplique el riego de curado.

Entre las sucesivas pasadas longitudinales del equipo de estabilización para tratar toda la sección transversal, se debe producir un solape transversal que evite la existencia de zonas insuficientemente estabilizadas o la acumulación de segregaciones. El solape se condiciona por el ancho de las máquinas y las franjas tratadas y debe estar comprendido generalmente entre quince a veinticinco centímetros (15 cm – 25 cm).

En el caso de estabilización de suelos para la formación de terraplenes, durante la ejecución de las obras, la superficie de las capas terminadas debe tener una pendiente transversal mínima de cuatro por ciento (4 %).

4.4.5.10 JUNTAS DE TRABAJO

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos se deben cuidar para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente. Al efecto, al término de la jornada de trabajo se debe formar una junta transversal perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si la capa de subrasante estabilizada con cal no se construye en todo el ancho de la calzada, sino por franjas, se deben disponer juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada, mediante un procedimiento aceptable para LA INTERVENTORÍA.

4.4.5.11 CURADO DE LA CAPA COMPACTADA

Terminada la conformación y compactación del material estabilizado con cal, este se deberá proteger contra pérdidas de humedad por un período no menor de siete (7) días. El curado se puede hacer mediante humedecimiento frecuente o mediante la aplicación de un riego de curado dentro de la misma jornada de trabajo.

El tiempo de apertura al tránsito debe ser el determinado en la fase de experimentación. Cuando no existan validaciones al respecto, el tiempo de apertura debe ser igual o mayor a siete días (7 d) después de la compactación y curado. Cuando el tiempo de apertura al tránsito sea menor a siete días (7 d), la velocidad de circulación debe ser menor a treinta kilómetros por hora (30 km/h) para evitar posibles afectaciones por abrasión.

4.4.5.12 CONSERVACIÓN DE LA CAPA TERMINADA

El constructor debe conservar la capa estabilizada con cal en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente debe corregirlo hasta contar con la aprobación de LA INTERVENTORÍA, sin costo adicional para EPM.

4.4.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

4.4.6.1 CALIDAD DE LOS SUELOS

Se deben efectuar las verificaciones periódicas indicadas en la Tabla 41 al material por estabilizar y los resultados obtenidos deben cumplir con los valores establecidos en la misma.

Tabla 41 Verificación periódicas sobre el suelo por estabilizar

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Composición (F)		
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Limpieza (F)		
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Contenido de materia orgánica	INV E-121/UNE 103204	Una (1) vez por semana
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos del suelo a tratar, expresado como SO_4^{2-}	INV E-233/ UNE 103201	Una (1) vez por semana

4.4.6.2 CALIDAD DE LA CAL

Cada vez que LA INTERVENTORÍA lo considere necesario, se deben efectuar ensayos de control que permitan verificar la calidad de la cal. Los resultados obtenidos deben cumplir con los valores establecidos en la Tabla 31. Además, el proveedor debe entregar un certificado de calidad donde se indiquen las propiedades del producto entregado, de acuerdo con la Tabla 31, con la finalidad de verificar la calidad del producto y establecer su aceptación o rechazo.

Cuando la cal haya superado la fecha de vencimiento establecida por el proveedor (si corresponde), lleve más de dos (2) meses almacenada en condiciones atmosféricas normales, o ambos, antes de su empleo, el CONTRATISTA debe realizar, como mínimo, sobre una muestra representativa de la cal almacenada, sin excluir los terrones que se hubieran podido formar, los ensayos de contenido de dióxido de carbono y distribución de tamaños. Si los resultados no

cumplen con lo establecido en la Tabla 12 para estas características, se debe proceder a su homogeneización y realización de nuevos ensayos o su desuso y retiro de la obra.

En ambientes muy húmedos o en condiciones atmosféricas desfavorables o de obra anormales, el CONTRATISTA puede reducir el plazo de dos (2) meses para la comprobación de las condiciones de almacenamiento de la cal.

Además de lo anteriormente establecido, cuando el CONTRATISTA lo considere conveniente, se deben llevar a cabo ensayos adicionales para la comprobación de las características que estime necesarias.

La toma de muestra de la cal se debe realizar lo más rápido posible, para reducir al mínimo la absorción de humedad y dióxido de carbono. Una vez recogida la muestra, se debe guardar en un recipiente estanco y con cierre hermético hasta su análisis.

Como alternativa a las pruebas citadas, se puede realizar un tramo de prueba que permita validar la calidad de la cal almacenada.

4.4.6.3 CALIDAD DEL AGUA

Una vez al mes, cada que cambie la fuente o siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, se debe verificar su pH y su contenido de sulfatos. Los resultados obtenidos deben cumplir con los valores establecidos en la Tabla 38 Requisitos del agua no potable para la estabilización con cal.

4.4.6.4 CALIDAD DE LA MEZCLA

4.4.6.4.1 ENSAYOS DE CONTROL DEL CONTENIDO DE CAL Y HOMOGENEIDAD DE LA MEZCLA EN SUPERFICIE Y PROFUNDIDAD

Para verificar la homogeneidad de la mezcla y la profundidad del tratamiento, se deben determinar los valores de pH mediante la norma INV E-601 y el contenido de cal mediante la norma INV E-606 de muestras de suelos tomadas antes y después de la adición de la cal, en distintas zonas y a diferentes profundidades de la capa. Estas verificaciones se deben realizar sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote. Un porcentaje de cal promedio (CPL %) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso de cal, el constructor demuestre que no hay problemas de comportamiento de la capa de subrasante estabilizada con cal. Esta verificación será realizada de acuerdo con lo establecido en el Artículo 236 - 22 de las especificaciones del INVIAS.

Si el lote es rechazado, el constructor debe retirar la capa y reponerla hasta ser aprobada por el interventor, sin costo adicional para EPM; la capa de reposición debe mantener las rasantes del proyecto y debe garantizar las propiedades de capacidad y estabilidad equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para las capas estabilizadas.

4.4.6.4.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada en la obra se deben moldear probetas (dos (2) por muestra) según la norma de ensayo INV E-605, para verificar en el

laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete días (7 d) de curado, de conformidad con un procedimiento similar al realizado durante el diseño de la mezcla.

La resistencia media de las cuatro (4) o más probetas que representan al lote, (R_m), debe ser igual o superior al noventa y dos por ciento (92 %) de la resistencia correspondiente al diseño presentado por el CONTRATISTA (R_d) y aprobado por LA INTERVENTORÍA.

A su vez, la resistencia de cada probeta (R_i) debe ser igual o mayor al noventa por ciento (90 %) del valor medio, (R_m), admitiendo sólo un valor individual por debajo de ese límite.

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se debe rechazar el lote al cual representan las muestras. Si el lote es rechazado, el CONTRATISTA debe retirar la capa y reponerla hasta ser aprobada por LA INTERVENTORÍA, sin costo adicional; la capa de reposición debe mantener las rasantes del proyecto y debe garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada. El material retirado es de propiedad del CONTRATISTA.

4.4.6.5 CALIDAD DE LA CAPA TERMINADA

Para efectos del control, se debe considerar como lote que se acepta o rechaza en conjunto, la menor área construida que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros (500 m) de capa de subrasante estabilizada con cal.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m²) de capa de subrasante estabilizada con cal.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- La obra ejecutada con el mismo material, de la misma procedencia y con el mismo equipo y procedimiento de trabajo.

La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustada a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se está construyendo, excluyendo sus chaflanes, no puede ser menor que la señalada en los documentos del proyecto. La cota de cualquier punto de la capa compactada no debe variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, se deben realizar los controles de compactación, espesor y planicidad establecidos en el numeral 236.5.3 del Artículo 236 - 22 de las especificaciones del INVIAS.

4.4.6.6 SUELOS ESTABILIZADOS PARA TERRAPLÉN

Al suelo de subrasante estabilizado con cal para la conformación de terraplenes se deben realizar los siguientes controles:

- Se deben tomar muestras de material estabilizado una vez finalizan los procesos de mezclado, conformación y nivelación del material, y previo al inicio de la compactación de este.

- Las muestras se toman dentro de la sección de la vía en conformación y en sitios definidos al azar según la norma de ensayo INV E-730 para los ensayos de evaluación periódica de la calidad del material mezclado estipulados en la Tabla 42.

Tabla 42 Verificaciones periódicas sobre el suelo estabilizado

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Límite plástico	E-126	Una (1) vez por jornada
Límite de contracción	E-127	Una (1) vez por semana
Densidad seca máxima	E-142	Una (1) vez por semana
Valor de azul de metileno	E-235	Una (1) vez por semana, cuando así se requiera
CBR de laboratorio	E-148	Una (1) vez por mes
Expansión libre en edómetro	ASTM D4546	Una (1) vez por mes
Índice de colapso	E-157	Una (1) vez por mes

Los ensayos de control de resistencia CBR e índice de colapso se deben realizar en laboratorio sobre material cuyo proceso de mezclado con la cal viva haya finalizado y previo a la compactación en campo, y de acuerdo con las normas de ensayo INV E-148 y INV E-157 respectivamente.

Si se requiere evaluar la resistencia del material ya colocado y compactado en campo, los ensayos anteriormente mencionados se deben realizar sobre muestras inalteradas talladas in situ, tomando el cuidado requerido para evitar la pérdida de integridad de la muestra.

Se debe descartar la evaluación de la resistencia CBR e índice de colapso de muestras tomadas al material ya compactado y curado en el terraplén y posteriormente remoldeadas en laboratorio.

4.4.7 INSTRUMENTACIÓN PARA TERRAPLENES

Con el fin de tener un control en los asentamientos que se presenten en los terraplenes construidos siguiendo la presente especificación, se deberá implementar un sistema de monitoreo que estará constituido así:

- En terraplenes con una altura de hasta 10,0 m de altura, inspecciones visuales mensuales en donde se reconozcan las deformaciones e irregularidades que puedan tener los terraplenes, tanto en la rasante como en los taludes y en las cercanías de la cimentación. Se deberá mantener un registro fotográfico y documental del estado de las obras.
- En terraplenes con una altura mayor a 10,0 m, las inspecciones visuales se complementarán con un seguimiento mediante puntos de control topográfico que serán definidos en los documentos y planos del proyecto, y en donde sean requeridos por LA INTERVENTORÍA. La periodicidad recomendada de las mediciones es de un mes, aunque podrán plantearse intervalos menores en función de la altura del terraplén.

Con base en la instrumentación planteada se pretende mantener un seguimiento de deformaciones en los terraplenes para identificar en forma oportuna la aparición de distorsiones

y agrietamientos que puedan estar asociados a inestabilidades del terraplén o asentamientos excesivos que puedan afectar el desempeño de la vía.

4.5 LLENOS ZONAS DE DEPÓSITO Y ACOPIO

4.5.1 ALCANCE

El trabajo que incluye esta especificación consiste en la preparación y conformación de las zonas de depósito de materiales y estériles (ZODMEs) indicadas en los planos, y la colocación y compactación de los materiales en esos sitios; sin perjuicio de que en el desarrollo de los trabajos puedan resultar otros sitios distintos y a los cuales se aplicará lo aquí establecido, si es lo técnicamente correcto.

4.5.2 GENERALIDADES

La disposición de materiales sobrantes del proyecto está conformada por cinco (5) ZODMEs, de las cuales cuatro están ubicadas donde anteriormente estaba el campamento Brisas de EPM y una se encuentra en el sector de Tenche, como se muestra en la Figura 8. Estas ZODMEs se encuentran en trámites ambientales. Como zona de acopio de material se tiene prevista la Zona Industrial 1 (ZI-1), que luego será utilizada para la conformación final de una ZODME.

De acuerdo con los diseños, estas ZODMEs ocupan un área total de 14.375 m² (1,4 Ha) y podrán almacenar un volumen de material del orden de 41.400 m³, cumpliendo con la capacidad requerida para disponer los materiales provenientes de las excavaciones a ejecutar, considerando porcentajes estimados de expansión y compactación correspondientes. En la Tabla 43 se presenta un resumen de las capacidades de las ZODMEs del proyecto.

Tabla 43 Capacidad estimada ZODMEs

UBICACIÓN	ZODME	ÁREA UTILIZADA	VOLUMEN
		(m ²)	(m ³)
Antiguo Campamento Brisas El Salto	Brisas Norte	3.377	7.472
	Brisas Medio	1.326	1.701
	Zona Industrial - 1 (ZI-1)	1.351	5.005
	Zona Industrial - 2 (ZI-2)	1.908	4.241
Tenche	Tenche-2	6.413	23.056
CAPACIDAD TOTAL		14.375	41.475

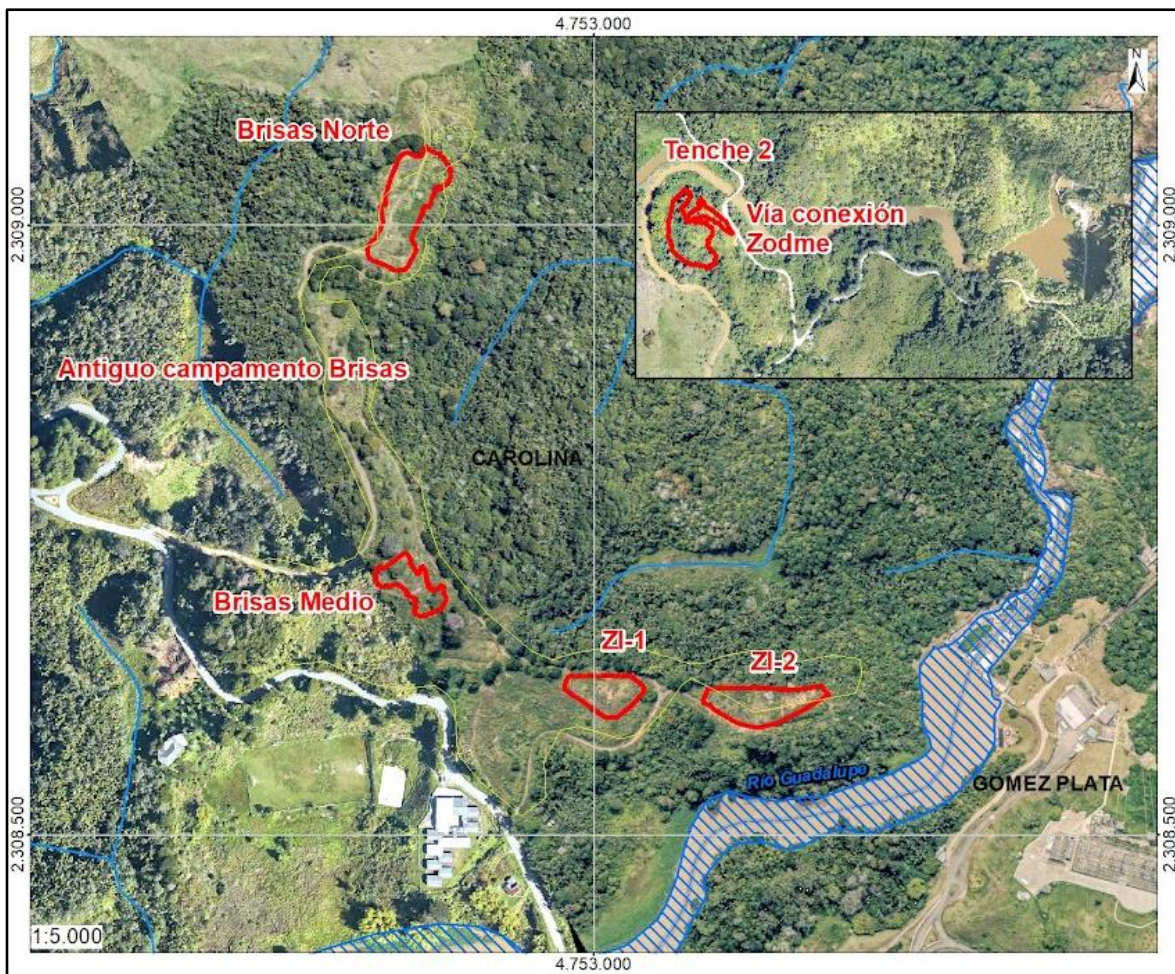


Figura 8 Localización de ZODMES del Modernización Complejo Hidroeléctrico Guadalupe Fase II (zona del antiguo campamento Brisas en el sector Guadalupe III - El Salto y sector Tenche)

Se tiene contemplado el acarreo de materiales a la ZODME Tenche-2 desde Presa Tenche y desde El Salto, donde se estiman distancias de acarreo de 1,14 km y 14 km, respectivamente. Para la disposición de materiales en las ZODMES de El Salto (antiguo campamento Brisas) se estima una distancia máxima de acarreo de 1,6 km dentro del mismo sector y una distancia de 28,5 km desde la Casa de Máquinas de Guadalupe IV.

4.5.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista dispondrá los materiales provenientes de las excavaciones en las zonas de depósito y de acopio, como se establece en este numeral y como lo señale LA INTERVENTORÍA. La geometría, dimensiones, secciones, cotas y pendientes de los depósitos que se muestran en los planos son indicativas, pudiendo modificarse de acuerdo con las condiciones reales que se encuentren en el sitio, previa aprobación de LA INTERVENTORÍA, sin que esta condición de lugar a extensión del plazo para la terminación de la obra o a compensación económica alguna.

El CONTRATISTA no podrá depositar materiales provenientes de las excavaciones, en los cauces de los ríos o en otros cauces naturales cercanos al sitio de las obras y tomará todas las medidas necesarias para evitar que tal hecho ocurra. Si el CONTRATISTA arroja materiales procedentes de las excavaciones a las corrientes de agua o si, por mal manejo de las áreas de depósito, los materiales son arrastrados posteriormente a ellas, el CONTRATISTA tendrá la obligación de retirarlos. Igualmente, si por prácticas inadecuadas de construcción o de sostenimiento, ocurre que los materiales de depósito son arrastrados posteriormente hacia áreas de trabajo u otros sitios de la obra, el CONTRATISTA será responsable de retirarlos y limpiar adecuadamente las zonas mencionadas.

No se permitirá la colocación de los materiales en sitios diferentes a los previstos como zonas de depósitos y de acopio, ni en lugares donde se presenten interferencias con el drenaje natural de las aguas superficiales o subterráneas o en las vías de acceso o en donde se ponga en riesgo la estabilidad de los taludes.

Los programas, procedimientos y equipos de trabajo para las obras de adecuación de las zonas de depósito y de acopio y para el manejo de las aguas, deberán ser sometidos a la aprobación de EPM antes de iniciar los trabajos correspondientes.

Para que EPM autorice la disposición de materiales en las zonas de depósito y acopio destinadas para este contrato, será necesario que en éstas se hayan ejecutado las medidas previstas de adecuación y no se permitirá el inicio de las excavaciones si no se han ejecutado inicialmente las obras de adecuación para las zonas de depósito de los materiales excavados.

4.5.3.1 DESMONTE Y DESCAPOTE

En las áreas destinadas para las zonas de depósito y/o de acopio asignadas a este contrato, se deberá realizar el desmonte teniendo el cuidado de no afectar los árboles o la vegetación que no estén por dentro de esta misma zona.

Los troncos y las ramas de árboles con un diámetro a altura de pecho (DAP) mayor de 10 cm, así como la capa delgada de suelo (descapote) deben retirarse de la fundación y apilarse en sitios adecuados, donde no perjudiquen la ejecución del trabajo de conformación de dichas áreas, ni ocasionen obstrucciones de cauces o corrientes de agua, naturales o artificiales. La capa vegetal deberá disponerse de tal forma que se pueda utilizar más adelante para trabajos de revegetalización.

El CONTRATISTA deberá ser especialmente cuidadoso con la disposición de los materiales de descapote y los suelos arcillosos provenientes de la obra, para evitar que, por mala colocación de dichos materiales, no se puedan utilizar adecuadamente las zonas de depósito y acopio.

El CONTRATISTA deberá planear cuidadosamente la colocación de los materiales en las áreas de depósito y de acopio. Para el efecto deberá construir los accesos, permanentes o temporales, y adoptar las medidas que dicha operación requiera. Además, deberá seguir las instrucciones que imparta LA INTERVENTORÍA en cuanto a previsiones para dicha colocación, las cuales incluyen la colocación zonificada de los materiales y la construcción de drenajes adecuados, entre otras.

4.5.3.2 PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación de las zonas de depósito y acopio de materiales deberá incluir el desmonte y descapote, y en caso de requerirse, las siguientes actividades:

- Excavar y recubrir las zanjas, canales o acequias para la desviación de las corrientes de agua que se encuentren dentro la zona de depósito o de acopio.
- Construir filtros o alcantarillas en los cauces de corrientes de agua que vayan a quedar cubiertos, con el fin de garantizar el desagüe de las aguas infiltradas y evitar la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad.
- En caso de requerirse estructuras disipadoras de energía en las zanjas o acequias que bordeen la zona de depósito, puede ser necesaria la construcción de obras de bioingeniería, como trinchos de gaviones, estacones de madera, sacos de suelo-cemento, etc.

4.5.3.3 DRENAJE SUBSUPERFICIAL

Durante la ejecución de los diseños no se observaron corrientes de agua naturales, permanentes o estacionales en los sitios previstos para ZODMEs y/o zonas de acopio; sin embargo, en caso de presentarse estas condiciones, el CONTRATISTA deberá efectuar las obras de captación y canalización necesarias, aguas arriba de la zona de las obras, para prevenir fenómenos de desestabilización y evitar el arrastre de materiales finos a las aguas; así mismo, el CONTRATISTA deberá efectuar hasta la culminación de los trabajos, el mantenimiento permanente de tales estructuras de drenaje.

4.5.3.4 DISPOSICIÓN DE LOS MATERIALES EN LAS ZONAS DE DEPÓSITO Y ACOPIO

Los programas, procedimientos y equipos de trabajo para el manejo de las zonas de depósito y de acopio se ceñirán a las buenas prácticas de la construcción y se presentarán oportunamente para la aprobación previa de LA INTERVENTORÍA, quienes podrán exigir las modificaciones que estimen convenientes si, a su juicio, no son adecuados, o no se ajustan a lo estipulado en estas especificaciones técnicas y a los plazos de ejecución.

Los materiales transportados a todas las ZODMEs, deberán compactarse para garantizar la estabilidad de la zona, con los espesores, equipos y procedimientos seleccionados por el CONTRATISTA y aprobados por LA INTERVENTORÍA. En caso de tratarse de material rocoso, éste se deberá colocar en la parte inferior de la zona, ubicándolo desde adentro hacia fuera de la superficie para permitir que con la agregación del material se logre una selección de tamaños; los fragmentos más grandes se deberán ubicar hacia la parte externa de la zona de depósito, para que sirva de protección definitiva del talud; el material más fino deberá quedar ubicado hacia la parte interior del depósito. Antes de la compactación se deberá regar la capa y acomodarla usando tractores pesados, luego se retiran las rocas grandes que dificulten la actividad de compactación, finalmente el material se compactará con cuatro pasadas de tractor sobre orugas D-6 o un modelo equivalente.

Las zonas de depósito y de acopio de materiales deberán configurarse con taludes que tengan las pendientes señaladas en los planos del proyecto.

Las superficies deberán mantenerse con pendientes suficientes para drenaje, con el fin de evitar que los materiales se saturen excesivamente por la acción de las aguas lluvias. Las vías

industriales que requiera el CONTRATISTA dentro de las zonas de depósito y de acopio deberán construirse de modo que no presenten cortes excesivos o configuraciones que puedan comprometer la estabilidad y la calidad de esos sitios.

4.5.3.5 DRENAJE SUPERFICIAL

Una vez conformadas las zonas de depósitos y de acopio, deberán construirse a lo largo de todas las zonas de contacto entre el material depositado y el terreno original, las cunetas y estructuras de drenaje que se muestran en los planos o que indique LA INTERVENTORÍA. Las cunetas deberán descargar en piscinas de sedimentación en algunos casos, o en los cauces naturales encontrados en el terreno, de acuerdo con lo indicado en los planos.

4.5.3.6 REVEGETALIZACIÓN

Las zonas de depósito donde se almacene tierra deberán ser protegidas, a medida que avance la colocación del material, mediante la revegetalización de la superficie expuesta, la cual se deberá efectuar en forma coordinada con la colocación del material, de tal forma que, mediante este tratamiento y el correcto control de las aguas superficiales, se evite la erosión del material depositado en esos sitios.

Terminada la disposición de materiales sobrantes en la zona de depósito, con excepción de las zonas en donde se colocará enrocado, de acuerdo con lo indicado en los planos o las indicaciones de LA INTERVENTORÍA, el CONTRATISTA deberá cubrir la superficie final expuesta mediante la revegetalización con cespiones.

4.5.3.7 MANTENIMIENTO

El CONTRATISTA deberá evaluar permanentemente la estabilidad de cada zona de depósito y de acopio y hacer las provisiones necesarias para evitar que ocurran eventos de inestabilidad en esos sitios. El buen funcionamiento de las zonas de depósito depende en gran parte de la limpieza permanente y la reparación periódica de las cunetas y demás obras de drenaje, así como la verificación constante del buen funcionamiento de los filtros, en caso de existir.

4.6 ACABADO

Al terminar cada jornada, la superficie de los llenos deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

Los taludes resultantes de la conformación de llenos y de terraplenes estabilizados con cal deberán protegerse mediante su empradización, conforme lo establecido en los documentos técnicos y planos del proyecto.

4.7 ESTABILIDAD

EL CONTRATISTA responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los llenos y terraplenes estabilizados con cal construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio de LA INTERVENTORÍA, haya sido mal

construido por descuido o negligencia atribuible a aquel o como resultado de causas naturales distintas a movimientos inevitables del suelo sobre el que se ha construido el terraplén.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, planos del proyecto e indicaciones de LA INTERVENTORÍA y resultaren daños causados exclusivamente por lluvias copiosas que excedan cualquier máximo de lluvias de registros anteriores, derrumbes inevitables, terremotos, inundaciones que excedan la máxima cota de elevación de agua registrada o señalada en los planos, se reconocerán al CONTRATISTA los costos por las medidas correctoras, excavaciones necesarias y la reconstrucción del terraplén, salvo cuando los derrumbes, hundimientos o inundaciones se deban a mala construcción de las obras de drenaje, falta de retiro oportuno de formaleas u obstrucciones derivadas de operaciones deficientes de construcción imputables al CONTRATISTA.

4.8 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

4.8.1 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN DE LLENOS

La construcción de llenos de baja permeabilidad sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia. No es aceptable el tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie. Los trabajos de construcción de los llenos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera cumplir con el cronograma del proyecto debido a retrasos, se podría autorizar el trabajo en horas nocturnas, siempre y cuando EL CONTRATISTA garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial y carpas que resulte satisfactorio para la actividad a realizar. Si EL CONTRATISTA no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

4.8.2 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN DE TERRAPLENES ESTABILIZADOS CON CAL

Adicional a lo establecido en el anterior numeral, las estabilizaciones con cal para terraplenes solo se pueden llevar a cabo cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cinco grados Celsius (5 °C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca. Cuando la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia y, como resultado de ello, el contenido de agua de la mezcla supere la tolerancia mencionada, EL CONTRATISTA debe validar las propiedades de la mezcla afectada para verificar su funcionalidad antes de retirar la mezcla que no cumpla con estas especificaciones y reconstruir el sector deteriorado hasta ser aprobado por LA INTERVENTORÍA, sin costo adicional para EPM.

4.9 MANEJO AMBIENTAL

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la ejecución de la estabilización de suelos con cal, se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. Algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental se describen a

continuación, sin perjuicio, de los que exijan los documentos de cada proyecto en particular o la legislación ambiental vigente:

- Se debe evitar el tránsito desordenado de equipos de construcción por fuera del área de los trabajos, con el fin de evitar perjuicios innecesarios a la flora y a la fauna, así como interferencias al drenaje natural.
- Los dispositivos de drenaje superficial y la pendiente transversal de la calzada se deben mantener correctamente durante la ejecución de los trabajos, con el fin de prevenir erosiones y arrastres innecesarios de partículas sólidas
- El manejo y aplicación de la cal se debe realizar con las precauciones que exijan las autoridades ambientales.
- EL CONTRATISTA debe especificar los métodos de control de emisiones atmosféricas y de ruido que se deben utilizar en la ejecución de los trabajos. Estos métodos deben ser presentados al interventor y aprobados por este antes de cada jornada.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

EL CONTRATISTA debe conservar la capa estabilizada con cal en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente debe corregirlo hasta contar con la aprobación de LA INTERVENTORÍA, sin costo adicional para EPM.

4.10 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

4.10.1 CONTROLES PARA LLENOS

Cada capa terminada de lleno deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y a las pendientes establecidas. Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del lleno no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por LA INTERVENTORÍA.

4.10.2 CONTROLES PARA TERRAPLENES ESTABILIZADOS CON CAL

Debe ser de estricto cumplimiento las verificaciones para el control de la calidad de los materiales y la capa estabilizada terminada. Cada capa terminada de lleno deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y a las pendientes establecidas. Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La distancia entre el eje del proyecto y el borde del lleno no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por LA INTERVENTORÍA.

Durante la ejecución de los trabajos, el CONTRATISTA adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el CONTRATISTA;
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados;

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral de la presente especificación;
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén;
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Adicionalmente, se deberá proteger la corona del terraplén; esta no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas, por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del CONTRATISTA la reparación de cualquier daño a la corona del terraplén, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

Todas las áreas de capa de subrasante estabilizada con cal donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deben ser corregidas por el CONTRATISTA de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA y hasta ser aprobadas por éste, sin costo adicional para EPM.

4.11 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos, y sus costos deberán ser incluidos en los precios unitarios ofertados:

- Para los llenos por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por LA INTERVENTORÍA, efectuados por EL CONTRATISTA, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.
- Los llenos con materiales sobrantes de excavación o de derrumbes que se coloquen sobre taludes de rellenos terminados no se medirán. No se medirán los llenos que haga EL CONTRATISTA en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte de las obras. Tampoco se medirán, ni serán objeto de pago, los llenos que sean necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas, debido a un exceso de excavación.
- Los llenos para conformar los sacos de suelo y suelo cemento y las geoceldas.
- Para la localización y replanteo, preparación, desmonte y limpieza, escarificación y compactación de las superficies de fundación de los llenos, la remoción y reemplazo de cualquier material colocado, que a juicio de LA INTERVENTORÍA sea inadecuado, incluido el transporte del material rechazado a las zonas de depósito aprobadas por LA INTERVENTORÍA.
- Por el suministro de equipo y mano de obra necesarios para obtener la granulometría especificada para cada uno de los materiales que conforman los llenos.
- Por el cargue, transporte y descargue del material para llenos, obtenido de las excavaciones efectuadas en el proyecto.
- Las operaciones de limpieza y adecuación en las fuentes de material.
- La compactación del material de lleno que requiera el empleo de compactadores especiales, incluido el uso de equipos especiales de compactación en caso de que sean requeridos por LA INTERVENTORÍA.
- La remoción del material y reconstrucción del lleno cuando ocurran derrumbes por falta o negligencia del CONTRATISTA.

- La excavación de las zonas de escombreras aprobadas por LA INTERVENTORÍA, de los materiales inadecuados que se encuentren en las zonas de préstamo.
- Los trabajos de excavación que realice el CONTRATISTA, cuando el producto de dichas excavaciones sea utilizado como lleno en la misma área.
- La modificación de los equipos y métodos de construcción que a juicio de LA INTERVENTORÍA produzca efectos inadecuados en los materiales de lleno o en cualquier otra parte de la obra.
- Cualquier tipo de medida que LA INTERVENTORÍA considere necesaria para contrarrestar atrasos en el programa de construcción, tales como exigir a EL CONTRATISTA trabajar tiempo extra o aumentar la cantidad de equipo de construcción.
- Las investigaciones del subsuelo, obtención y transporte de muestras que, a juicio de LA INTERVENTORÍA, y como este lo requiera, permitan hacer una evaluación de la conveniencia de los materiales de fuentes de materiales alternas que EL CONTRATISTA se proponga explotar.
- El suministro de todas las muestras de materiales que sean solicitadas por LA INTERVENTORÍA, para la ejecución de ensayos de prueba o de control de calidad.
- Las suspensiones que ordene LA INTERVENTORÍA en las operaciones de construcción de los llenos cuando, en su opinión, EL CONTRATISTA no esté cumpliendo los requisitos establecidos para la operación y conservación de las fuentes de material.
- La construcción de rampas temporales o definitivas para el acceso al sitio de las diferentes obras.
- La reparación de cualquier daño causado a las estructuras y/o fundaciones o a cualquier otra parte de la obra por negligencia de EL CONTRATISTA o por acción de su equipo o de su personal.
- La preparación mediante limpieza y compactación de las superficies de fundación de los llenos, según lo estipulado en estas especificaciones o lo ordenado por LA INTERVENTORÍA.
- Realización de todo lo necesario para reducir o aumentar el contenido de humedad de los materiales en el proceso de compactación, con el fin de obtener la humedad óptima de compactación.
- Suministro de material, retiro hasta las zonas de escombreras autorizadas por LA INTERVENTORÍA y reconstrucción en los casos en que LA INTERVENTORÍA rechace partes de la obra de lleno por contaminación o por deficiencias en la ejecución.
- Compactación del material de lleno con compactadores especiales.
- Para la operación de las estructuras, el CONTRATISTA deberá construir accesos definitivos desde los accesos permanentes hasta las diferentes obras, cuyo costo estará incluido dentro del costo del movimiento de tierras, y el diseño debe ser sometido a consideración de LA INTERVENTORÍA.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA para cumplir lo especificado y que no sean objeto de ítems de pago establecidos.

4.12 MEDIDA Y PAGO

4.12.1 MEDIDA

4.12.1.1 LLENOS

La unidad de medida para los volúmenes de llenos misceláneos, llenos en suelo para conformar las geoestructuras, llenos estructurales y llenos para la conformación de ZODMEs y zonas de

acopio será el metro cúbico (m^3), aproximado a la fracción del metro cúbico más cercano, de material compactado, aceptado por LA INTERVENTORÍA, en su posición final.

4.12.1.2 TERRAPLÉN CON MATERIAL ESTABILIZADOS CON CAL

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material estabilizado con cal colocado y compactado, aceptado por LA INTERVENTORÍA en su posición final.

Adicionalmente, todos los terraplenes con material estabilizado con cal serán medidos por los volúmenes determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por LA INTERVENTORÍA antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago:

1. Las líneas del terreno (terreno natural, descapotado, afirmado existente, cunetas y taludes existentes).
2. Las líneas del proyecto (subrasante o límite inferior de la subbase, cunetas y taludes proyectados).

No habrá medida ni pago para los terraplenes con material estabilizado con cal por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por LA INTERVENTORÍA, efectuados por EL CONTRATISTA ya sea por negligencia o por conveniencia, para la operación de sus equipos.

4.12.2 PAGO

4.12.2.1 LLENOS

Todos los trabajos requeridos para la conformación de llenos misceláneos, llenos estructurales, llenos para megabolsas, lleno para mega bolsas lanzadas y ZODME's (Confirmación de zonas de depósitos) y zonas de acopio se pagarán al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por LA INTERVENTORÍA. Los precios unitarios deberán cubrir los costos de escarificación, nivelación, obtención, extracción, carga, descarga, conformación, compactación y demás trabajos preparatorios de las áreas en donde se hayan de construir; deberá cubrir, además, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de estas obras; y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los llenos, de acuerdo con esta especificación, los planos y las instrucciones de LA INTERVENTORÍA.

Habrá pago separado para los diversos ítems relacionados con los cortes de los taludes en media ladera y el drenaje de las áreas que hayan de recibir llenos. Habrá pago separado para los trabajos de protección de los taludes de los llenos y para las obras civiles requeridas para los sistemas de desvío.

4.12.2.2 TERRAPLÉN CON MATERIAL ESTABILIZADOS CON CAL

El precio unitario debe incluir la escarificación de la subrasante en el espesor requerido y su posterior disgregación hasta cumplir las exigencias de esta especificación; los costos de suministro de la cal en el sitio, en acopio o en planta; los costos de suministro en el sitio, en acopio o en planta del agua que se pueda requerir para la estabilización; los costos de mezcla,

colocación, nivelación y compactación, y los costos de transporte para las mezclas elaboradas en acopio o en planta. Salvo que el proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las partes del terraplén.

El precio unitario debe incluir también, el suministro en el sitio del agua para el curado de la capa compactada y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario debe cubrir todos los costos de las instalaciones provisionales; los costos de los desvíos que se requieran construir durante la ejecución de las obras. Además, debe incluir los costos de la fase de experimentación, de todos los ensayos de campo y de laboratorio que estén a cargo del CONTRATISTA, así como los de la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, los de la conservación de la capa terminada y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva.

Habrá pago separado para los diversos ítems relacionados con los cortes de los taludes en media ladera y el drenaje de las áreas que hayan de recibir llenos, en caso de requerirse. Habrá pago separado también para los trabajos de protección de los taludes de los llenos.

4.13 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los ítems de la Tabla 44.

Tabla 44 Ítems de pago de los llenos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
4	LLENOS	
4.1	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SUELO PARA DIQUES Y JARILLONES	M3
4.2	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SUELO PARA VADO	M3
4.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO PARA FILTRO CON MATERIAL GRANULAR ENTRE 75MM Y 19MM	M3
4.4	MATERIAL DE SUELO SIN COMPACTAR RELLENO MEGA BOLSAS	M3
4.5	MATERIAL DE SUELO SIN COMPACTAR RELLENO MEGA BOLSAS LANZADAS	M3
4.6	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CANTERA	M3
4.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON MATERIAL ESTABILIZADO CON CAL PARA TERRAPLENES	M3
4.8	CONFORMACION DE ZONA DE DEPOSITO	M3
4.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MOJONES PREFABRICADOS EN CONCRETO	UN

A continuación, en la Tabla 45 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con llenos.

Tabla 45 Ítems de pago llenos por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
4	LLENOS	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO TENCHE: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
4.4	MATERIAL DE SUELO SIN COMPACTAR RELLENO MEGA BOLSAS	M3
4.5	MATERIAL DE SUELO SIN COMPACTAR RELLENO MEGA BOLSAS LANZADAS	M3
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
4.1	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SUELO PARA DIQUES Y JARILLONES	M3
4.2	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SUELO PARA VADO	M3
4.4	MATERIAL DE SUELO SIN COMPACTAR RELLENO MEGA BOLSAS	M3
4.6	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CANTERA	M3
LT3.3 OBRAS CONDUCCIONES: OBRAS BOCATOMA TRONERAS		
4.6	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CANTERA	M3
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III: OBRA PROTECCIÓN DE ORILLA - OBRA PERMANENTE		
4.6	LLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE CANTERA	M3
LT8.1 OBRAS INFRAESTRUCTURA: ZODME ZONA INDUSTRIAL Y VÍAS BOCATOMA TENCHE		
4.8	CONFORMACION DE ZONA DE DEPOSITO	M3
4.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MOJONES PREFABRICADOS EN CONCRETO	UN
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
4.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO PARA FILTRO CON MATERIAL GRANULAR ENTRE 75MM Y 19MM	M3
4.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON MATERIAL ESTABILIZADO CON CAL PARA TERRAPLENES	M3
4.8	CONFORMACION DE ZONA DE DEPOSITO	M3
4.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MOJONES PREFABRICADOS EN CONCRETO	UN

5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE GEOESTRUCTURAS

5.1 ALCANCE

Este capítulo comprende los requisitos que se deberán cumplir para ejecutar las geoestructuras tipo mega bolsas o sacos que sean necesarias para las obras proyectadas para la modernización de la cadena Guadalupe Troneras y establece los procedimientos de medida y pago de las partes de esta relacionadas con dichos llenos, los cuales incluyen:

- Mega bolsas de acuerdo con los planos.
- Sacos de acuerdo con los planos.
- Geoceldas de acuerdo con los planos.

5.2 GENERALIDADES

En las obras requeridas para la modernización de la cadena Guadalupe Troneras, se ejecutarán obras hidráulicas temporales como ataguías o permanentes como obras de protección de orilla o contra inundación para las cuales se proyectan muros tipo gravedad conformados por geoestructuras. Las geoestructuras son sistemas de confinamiento de suelos que trabajan por gravedad confinando materiales térreos como suelos o suelos cemento. Las geoestructuras son fabricadas por geosintéticos de polipropileno, poliéster o mezclas con tratamientos UV, alta resistencia a ataques químicos e inertes biológicamente.

El trabajo consiste en suministrar, instalar y rellenar las geoestructuras tipo megabolsas, geoceldas, bolsas y sacos. Las geoestructuras se conformarán a partir de geotextiles prefabricados con diferentes dimensiones. Para las megabolsas se proyectan las siguientes dimensiones: (a) Mega bolsas: i) 2,0 m x 1,0 m x 0,8 m, ii) 4,0m x 2,0m x 0,8m, y iii) 5,0 m x 2,5 m x 0,8 m, y (b) sacos de 0,4 m x 0,6 m x 0,15 m.

A continuación, se describe una secuencia de los trabajos que deberá llevar a cabo EL CONTRATISTA para la instalación de las geoestructuras.

5.3 MEGA BOLSAS

5.3.1 ALCANCE

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales y herramientas para el llenado de las megabolsas en los sitios indicados en los planos. El llenado de esta geoestructura tendrá un ítem de pago por separado.

El trabajo incluye, además de del llenado, el cuidado y sostenimiento de las mega bolsas durante todo el período de construcción de las obras y hasta el recibo final de las mismas.

5.3.2 FUNDACIÓN DE LA MEGA BOLSAS

EL CONTRATISTA preparará la fundación donde estarán ubicadas las geoestructuras y deberá ser nivelada, horizontal, lisa y libre de protuberancias que puedan afectar el geotextil o desestabilizar la obra hidráulica temporal. En la zona de fundación se debe verificar y eliminar elementos cortantes y punzantes.

5.3.3 ALINEACIÓN DE LAS MEGA BOLSAS

Se debe identificar y demarcar el eje en el cual se ubicarán las geobolsas garantizando su alineación, de acuerdo con lo indicado en los planos. Las geoestructuras no se deben llenar por encima de la altura indicada por el diseño ya que pueden llevar a una falla de esta.

Se podrá parchar con el mismo geotextil la geobolsa en caso necesario, utilizando el hilo especificado para el cierre de las bolsas.

5.3.4 DISPOSICIÓN DE LAS MEGA BOLSAS

Para la disposición de las mega bolsas se debe posicionar las formaletas de acuerdo con los límites de la geoestructura indicados en los planos. A continuación, se posicionarán las geobolsas dentro de las formaletas con las tapas extendidas hacia el exterior y se aseguran mediante cuerdas a las asas de la formaleta. Paso seguido se rellenan las bocas hasta la altura de la formaleta y se densifica el suelo tomando las precauciones pertinentes para no afectar la integridad de la formaleta.

Cada mega bolsa se debe llenar completamente y coser antes de instalar la siguiente. Cada nivel se deberá desplazar hacia el interior 5 cm para asegurar que se tiene espacio para instalar la formaleta del nivel a construir. Se debe tener en cuenta que la mega bolsa una vez está llena tiende a deformarse algunos centímetros por un proceso de acomodación posterior al proceso de llenado.

Nunca se debe exceder la altura de diseño. Si el material del fondo es muy blando y la geobolsa tiene asentamientos iniciales, no se deberá compensar los asentamientos aumentando la altura de llenado.

Una vez se logra la altura de diseño, se obturará la “boca” con el hilo especificado para el cierre. La elaboración de costuras se hace teniendo en cuenta los siguientes puntos para obtener una buena calidad:

- *Tipo de hilo:* poliéster con protector Deltafast UV 4%.
- *Densidad de la puntada:* Mínimo de 150 a 200 puntadas por metro lineal.
- *Tensión del hilo:* Debe ajustarse en campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser.
- *Tipo de Costura:* Se deben emplear máquinas de coser manuales eléctricas o neumáticas con looper y aguja.

Una vez se termine la instalación, EL CONTRATISTA debe verificar que las cotas de las geoestructuras estén de acuerdo con lo establecido en los planos.

5.3.5 MATERIALES

5.3.5.1 MEGA BOLSA

La mega bolsa es una bolsa de grandes dimensiones compuesta por un elemento principal en geotextil de polipropileno fibrilado. A continuación, se presentan las propiedades mecánicas e hidráulicas de las mega bolsas. A continuación, se describen las principales propiedades mecánicas a controlar:

- El esfuerzo a la tensión determina la resistencia en las dos direcciones que se le puede ejercer a la bolsa al ser instalada, lo anterior teniendo en cuenta que la mayor demanda al material se presenta durante el proceso de instalación:
- La elongación o elasticidad determina la capacidad de deformación durante la vida útil de la estructura.
- El rasgado determina la resistencia a la propagación de aberturas por perforaciones.
- El punzonamiento determina la resistencia a ser perforado
- La permitividad permite conocer la impedancia al paso de agua.
- La permeabilidad determina la cantidad de agua que pasará.
- La tasa de flujo determina el caudal que puede pasar.

Tabla 46 Valores de propiedades mecánicas Megabolsas

PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD	VALOR
RESISTENCIA A LA TENSIÓN	ASTM D-4632	kN	≥ 2,8
ELONGACIÓN		%	15 - 20
RESISTENCIA A LA TENSIÓN (TIRA ANCHA)	ASTM D-4595	kN/m	≥ 80
ELONGACIÓN (TIRA ANCHA)		%	7 - 10
RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO	ASTM D-4833	kN	≥ 7,1
RESISTENCIA AL RASGADO TRAPEZOIDAL	ASTM D-4533	kN	≥ 0,9
TASA DE FLUJO	ASTM D-4491	lt/m ² *s	10,2
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	ASTM D-4491	cm/s	Entre 2,0 x 10 ⁻² y 3,5 x 10 ⁻²
PERMITIVIDAD HIDRÁULICA	ASTM D-4491	s ⁻¹	Entre 0,20 y 0,35
ESPESOR	ASTM D-5199	mm	Entre 1,0 y 1,2

Los hilos usados para las costuras deben ser en poliéster con alta tenacidad y protección UV. No se aceptarán costuras con cables, cordones, cintas u otros materiales. No se aceptarán hilos sueltos o flojos.

5.3.5.2 MATERIAL DE LLENO MEGA BOLSA

El material de llenado se describe en la sección 4.2.2.1 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR MEGA BOLSA, ya que este sí tendrá pago por separado, ya que se tienen dos tipos de lleno, el lleno de la mega bolsa in situ, en el cual se emplearán las formaletas y las mega bolsas rellenas y cosidas en un área de trabajo, la cual se deberá adecuar para tal fin ya que posterior a su llenado serán lanzadas para tapar el boquete de la ataguía de Tenche.

5.3.6 ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN

La geobolsa deberá estar debidamente empacada para su fácil manipulación. La geobolsa deberá estar envuelta en plástico negro. Una ficha de identificación deberá estar debidamente pegada al plástico de envoltura indicando nombre del fabricante, tipo de geotextil, número de lote número de rollo y las dimensiones de la geobolsa.

Las geobolsas deberán ser colocadas en bodegas en condiciones que no afecten las propiedades del geotextil. No se podrán utilizar ganchos o cualquier sistema que exponga la Geobolsa a ser arrastrada.

5.4 SACOS

5.4.1 ALCANCE

Este trabajo comprende el material de lleno y el suministro de toda la mano de obra, materiales y herramientas para el llenado de los sacos en los sitios indicados en los planos.

El trabajo incluye, además de del llenado, el cuidado y sostenimiento de los durante todo el período de construcción de las obras y hasta el recibo final de las mismas.

5.4.2 DISPOSICIÓN DE LOS SACOS

Los sacos se empacarán hasta garantizar que el espesor compactado del saco de 0,15 m de espesor y se coserá la boca con hilos de poliéster.

A continuación, se instalan los sacos uno encima del otro realizando el respectivo trabado de éstos, hasta llegar a la cresta de la obra temporal de contención, apisonando cada tendido de sacos con pisón metálico.

5.4.3 MATERIALES PARA SACOS

Los sacos serán de polipropileno y se llenarán según lo indicado en el numeral 4.2.2.3 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR SACOS. A continuación, se listan los materiales requeridos para los sacos:

- Cemento Tipo 1 – Portland.
- Los sacos de polipropileno.
- Suelo inerte, con fracción arenosa y libre de material orgánico.

Tabla 47 Valores de propiedades físicas Sacos

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR
MATERIAL POLIPROPILENO	%	100%
DENSIDAD DE TEJIDO	-	6 cintas cada 20 mm
ELONGACIÓN PROMEDIO	%	25
COSTURA	-	en cadeneta con hilo polipropileno

5.4.4 ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN

Para el envío, bodegaje y embalaje de los sacos se deberá cumplir con lo indicado en el numeral 5.3.6 ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN.

5.5 GEOCELDAS

5.5.1 ALCANCE

Este trabajo comprende el material de lleno y el suministro de toda la mano de obra, materiales y herramientas para el llenado de las geoceldas en los sitios indicados en los planos.

El trabajo incluye, además de del llenado, el cuidado y sostenimiento de los durante todo el período de construcción de las obras y hasta el recibo final de las mismas.

5.5.2 DISPOSICIÓN DE LAS GEOCELDAS

Para la disposición de las geoceldas se deberá iniciar con el despliegue del módulo que se utilizará para construir el nivel base a instalar en el nivel 0 con un desplante de 0,3 m en depósito antrópico. A continuación, el módulo se debe expandir asegurándose de conseguir que los elementos se posicionen de forma adecuada (conservando verticalidad) y todas las uniones se encuentren bien ensambladas.

Paso seguido se debe realizar el ensamble horizontal longitudinal y transversal con el siguiente módulo para lo cual se usan las pestañas localizadas en los bordes y se doblan para asegurar la conexión. Es importante realizar el ensamble del nivel 0 antes de continuar con el ensamble del nivel superior. Como elemento de refuerzo del ensamble se instalarán clips. Los refuerzos o clips se deben instalar luego de haber realizado toda la construcción de la estructura deseada.

Una vez se ha completado el ensamble del nivel base o 0 se continúa con el ensamble vertical con el siguiente nivel. Para tal fin se realiza un desplazamiento del módulo del nivel 1 respecto al nivel 0 de forma que se pueda alinear hasta que se solapen con el siguiente nivel.

Al terminar el ensamble longitudinal, vertical y transversal, los módulos son rellenados y compactados con material proveniente de la excavación en capas de 30 cm. El material puede ser arenas, arcillas, limos, gravas o cantos rodados de tamaño máximo 8 cm.

Una vez se termine la instalación, EL CONTRATISTA debe verificar que las cotas de las geoestructuras estén de acuerdo con lo establecido en los planos.

5.5.3 MATERIALES PARA GEOCELDAS

Las geoceldas se llenarán con el material definido en el numeral 4.2.2.4 LLENO EN SUELO PARA RELLENAR GEOCELDAS.

EL CONTRATISTA debe presentar registros del material de las geoceldas que den cumplimiento a los requisitos mostrados en la Tabla 5.

Tabla 48 Requisitos geoceldas (ecodique o similar)

Propiedad	Ensayo	Unidad	Valor
Resistencia a la tracción en el punto de fluencia	ASTM D 638	MPa	30
Resistencia a la tracción en el punto de rotura	ASTM D 638	MPa	27
Módulo de flexión, secante al 1%	ASTM D 790	MPa	355
Resistencia al impacto Izod	ASTM D 256	J/m	186
Resistencia al Quiebre bajo tensión ambiental	STM D 1693	h/F50	38

5.5.4 ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN

Para el envío, bodegaje y embalaje de geoceldas se deberá cumplir con lo indicado en el numeral 5.3.6 ENVÍO, BODEGAJE Y MANIPULACIÓN.

5.6 CUIDADOS ESPECIALES PARA LAS GEOESTRUCTURAS

EL CONTRATISTA asegurará que ningún equipo de construcción operará sobre las mega bolsas o sacos. Se deben tomar precauciones para prevenir el rasgado, punzonamiento o deterioro de las geotextiles o sus costuras. Estas mismas no podrán ser arrastradas hasta el sitio de colocación. Se debe tener riguroso cuidado al momento de someter al geosintético a esfuerzos no contemplados durante su colocación que puedan deteriorar el producto o sus costuras. El geotextil que conforma la geoestructura no podrá estar expuesto a impactos o sometido a esfuerzos no contemplados.

5.7 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, LA INTERVENTORÍA adelantará los siguientes controles principales:

- Asegurar el control de calidad con el fin de comprobar que las especificaciones técnicas requeridas de la geobolsa se cumplan.
- Verificar el estado y funcionamiento de los elementos empleados por EL CONTRATISTA para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que la unión de la geobolsa cumple con las especificaciones indicadas en los planos.
- Efectuar ensayos de control sobre el geosintético y la costura.
- Verificar que la geometría (orientación, niveles, pendientes, taludes y cotas) de la geoestructura satisfacen las indicaciones establecidas en los planos
- Vigilar el trabajo de manera que se realice de acuerdo con los requisitos de esta especificación técnica.
- EL CONTRATISTA deberá proveer un certificado con el nombre del fabricante, el nombre del producto, composición de las cintas que conforman la geobolsa y sus propiedades mecánicas e hidráulicas. El certificado del material que conforma la Geobolsa debe cumplir con las propiedades solicitadas para el proyecto.

5.8 CONSTRUCCIÓN Y DESMANTELAMIENTO DE LA OBRA HIDRÁULICA TEMPORAL

EL CONTRATISTA hará la movilización y desmovilización de equipos para construcción de las obras geotécnicas, así como el desmonte de las obras hidráulicas temporales, para dar alcance a los trabajos requeridos para la construcción de la obra hidráulica temporal e instrucciones que le suministre LA INTERVENTORÍA. No deberá comenzar ninguna actividad sin que LA INTERVENTORÍA haya aprobado el inicio de la actividad.

EL CONTRATISTA deberá presentar e implementar una metodología con el proceso de desmantelamiento de las geoestructuras, el cual deberá ser presentado a LA INTERVENTORÍA para su revisión y aprobación. Este deberá considerar que los materiales diferentes a los sedimentos como los sacos de suelo cemento para el cierre de las ataguías deberán llevarse a los ZODMEs correspondientes y, adicionalmente, los sedimentos se deberán extender a lo largo del reservorio para llenar excavaciones temporales y así regularizar la superficie del terreno dentro del mismo.

5.9 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No habrá medida o pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- El transporte, carga y almacenamiento de cualquier tipo de geoestructuras.
- El lleno de las geoceldas y sacos.
- El proceso de instalación y llenado de las geobolsas, incluyendo el personal y los equipos necesarios.
- El suministro e instalación de todos los demás elementos que sean requeridos para la correcta ejecución de esta parte de la obra y que no tengan pago por separado.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el CONTRATISTA para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.
- La adecuación de la fundación para las geoestructuras.
- Movilización y desmovilización de los equipos necesarios para la construcción y desmonte de las ataguías.

5.10 MEDIDA Y PAGO

5.10.1 MEDIDA

5.10.1.1 MEGA BAGS

La unidad de medida para el pago de cada uno de los tipos de Mega bags será por unidad independiente, la medida a utilizar incluye el suministro y colocación de esta geoestructura.

5.10.1.2 SACOS DE SUELO Y SACOS DE SUELO CEMENTO

La unidad de medida para el pago de los sacos de suelo y sacos de suelo cemento será por metro cúbico, aproximado a la fracción del metro cúbico más cercano, de material compactado,

aceptado por LA INTERVENTORÍA, en su posición final. Este deberá incluir el suministro, lleno y colocación de esta geoestructura.

5.10.1.3 GEOCELDAS

La unidad de medida para el pago de los sacos de suelo y sacos de suelo cemento será por metro cúbico, aproximado a la fracción del metro cúbico más cercano, de material compactado, aceptado por LA INTERVENTORÍA, en su posición final. Este deberá incluir el suministro, lleno y colocación de esta geoestructura.

5.10.1.4 DESMONTE OBRAS TEMPORALES MEGA BOLSAS Y SACOS

La unidad de medida para el pago del desmonte de obras temporales construidas tanto en mega bolsas como en sacos será por metro cúbico, aproximado a la fracción del metro cúbico más cercano, de material suelto, aceptado por LA INTERVENTORÍA, en su posición final.

5.10.2 PAGO

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios consistirá en la ejecución de todos los trabajos necesarios para llevar a cabo el suministro e instalación de las geoestructuras, y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones y equipos necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma que no tendrán medida ni pago por separado; de acuerdo con los planos y las especificaciones, aceptado a satisfacción por LA INTERVENTORÍA

5.11 ÍTEMS DE PAGO

Todos los costos de los trabajos especificados en el presente Capítulo de bases de medida y pago deberán estar cubiertos en su totalidad por los valores cotizados, para los ítems relacionados en la Tabla 49.

Tabla 49 Ítems de pago de las geoestructuras

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
5	GEOESTRUCTURAS	
5.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 2.0X1.0M	UN
5.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 4.0X2.0M	UN
5.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 5.0X2.5M	UN
5.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 6.0X3.0M	UN
5.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE SACOS DE SUELO	M3
5.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE SACOS DE SUELO CEMENTO	M3
5.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE GEOCELDAS	M3
5.8	DESINSTALACION DE OBRAS HIDRAULICAS TEMPORALES MEGABOLSAS	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
5	GEOESTRUCTURAS	
5.9	DESINSTALACION DE OBRAS HIDRAULICAS TEMPORALES SACOS	M3

A continuación, en la Tabla 50 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con las geoestructuras.

Tabla 50 Ítems de pago geoestructuras por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
5	GEOESTRUCTURAS	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO TENCHE: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
5.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 2.0X1.0M	UN
5.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 5.0X2.5M	UN
5.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 6.0X3.0M	UN
5.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE SACOS DE SUELO CEMENTO	M3
5.8	DESINSTALACION DE OBRAS HIDRAULICAS TEMPORALES MEGABOLSAS	M3
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
5.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 2.0X1.0M	UN
5.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE MEGABOLSAS 4.0X2.0M	UN
5.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE SACOS DE SUELO CEMENTO	M3
5.8	DESINSTALACION DE OBRAS HIDRAULICAS TEMPORALES MEGABOLSAS	M3
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III: MURO PARAPETO		
5.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE GEOCELDAS	M3
LT9.3 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE IV: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
5.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y INSTALACION DE SACOS DE SUELO	M3
5.9	DESINSTALACION DE OBRAS HIDRAULICAS TEMPORALES SACOS	M3

6 DRENAJES

6.1 ALCANCE

Este trabajo consistirá en el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra, necesarios para llevar a cabo las obras hidráulicas permanentes para el manejo de la escorrentía superficial en los zodmes y la vía industrial, como lo son: Canales perimetrales o cunetas en sacos de suelo cemento, Geomembrana para conformación de canales o cunetas, Tubería en concreto reforzado, Tubería en polietileno de alta densidad. EL CONTRATISTA deberá ejecutar todas las obras de drenaje en los sitios mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA.

6.2 CANALES PERIMETRALES O CUNETAS EN SACOS DE SUELO CEMENTO

Este trabajo consiste en el suministro, transporte de materiales y ejecución de actividades para la construcción de canales perimetrales o cunetas en sacos de suelo-cemento con el objetivo de dar control a las aguas de escorrentía, conforme lo establecen los diseños. En función de la pendiente, la conformación de los canales será escalonados para que su comportamiento hidráulico sea el de un dissipador de energía para disminuir la velocidad de las aguas.

6.2.1 MATERIALES

- Cemento Tipo 1 – Portland.
- Sacos de polipropileno en buen estado con las dimensiones necesarias para que cumplan con lo estipulado en los planos.
- Suelo inerte, con fracción arenosa y libre de material orgánico.
- Agua potable.

6.2.2 EQUIPOS PARA INSTALACIÓN

Dentro de las herramientas utilizadas para el desarrollo de la actividad manual se incluyen picas, palas, barras, maceta, carretilla y pisones. EL CONTRATISTA debe asegurar el estado funcional y de seguridad de las herramientas no solo para evitar retrasos en los trabajos, sino para garantizar la seguridad de quienes las operan o manipulan.

6.2.3 ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Una vez el terreno sea conformado de acuerdo a los planos o a las indicaciones de la interventoría, se marca el canal, para luego realizar la excavación de los alineamientos externos, realizando en la excavación los escalones necesarios (dissipadores de energía) para garantizar el transporte del agua con la menor velocidad evitando así que ésta produzca erosión en el sitio del descole.

La excavación del canal se realiza en forma trapezoidal, y debe presentar una excavación de acuerdo con las dimensiones de las secciones de diseño proyectadas.

Con el material de préstamo (que no debe contener raíces, césped, barro o lodo, terrones o piedras) se realiza la mezcla de suelo con cemento Portland en proporción de 1:6 (1 parte de cemento por 6 partes de suelo) la cual deben mezclarse uniformemente antes de ser empacada en los sacos. La cantidad de mezcla para el llenado deberá ser la suficiente para garantizar un espesor mínimo de diez (10) centímetros luego de compactado el saco.

La distribución de los sacos en la zanja se lleva a cabo por el lado más angosto de los sacos y se instalan en cada flanco inclinado como en la base del canal, estos se apisonan con una estructura metálica (pisón) y se traslapan por lo menos diez centímetros (10 cm) entre los sacos.

Las dimensiones mínimas libres del canal o cuneta en sacos suelo cemento deben ser acordes con los planos de diseño. EL CONTRATISTA debe tener en cuenta en su análisis de precios unitarios un porcentaje adicional hasta un máximo del cuarenta por ciento (40%) del desarrollo del perímetro de la totalidad de la sección mínima contemplada en esta especificación.

Según la pendiente longitudinal del canal este se dispondrá escalonado para disipar la energía del flujo, que consisten en gradas o escalones transversales a la dirección del canal, y tendrán las dimensiones acordes a los planos de diseño.

La mezcla con la que se llenan los sacos se debe encontrar humedecida para garantizar el fraguado de la mezcla y obtener mejores resultados en su compactación.

Es importante que concluida la construcción del canal se realice la limpieza de los sobrantes en la zona donde se practicó la mezcla del material y la disposición de las bolsas de cemento utilizadas.

6.3 GEOMEMBRANA PARA CONFORMACIÓN DE CANALES O CUNETAS

Este trabajo comprende el suministro y colocación de la geomembrana tipo HPDE (Polietileno de Alta Densidad - PEAD) de cuarenta mils (40 mils) para la conformación de canales, de acuerdo con los alineamientos, dimensiones y longitud indicados en los planos del proyecto y según las indicaciones de LA INTERVENTORÍA.

6.3.1 EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN

El equipo de sellado por fusión debe tener indicadores y controladores de temperatura y velocidad para ajustarse a las características de la geomembrana y a las condiciones ambientales, igualmente debe estar calibrado. Para efectuar reparaciones, parcheo y detalles constructivos especiales debe utilizarse el proceso de sellado por extrusión.

6.3.2 ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La colocación de la geomembrana sólo será autorizada por LA INTERVENTORÍA cuando la superficie a revestir haya sido adecuada de acuerdo con las exigencias del proyecto, lo indicado en los planos del proyecto o las ordenadas por LA INTERVENTORÍA.

La instalación de la geomembrana se realizará en la excavación cuando esta no presente tamaños de material superiores a las dos pulgadas (2"), en caso de encontrarse materiales con tamaños superiores a las dos pulgadas (2"), estos deben ser retirados.

Una vez extendida la geomembrana, EL CONTRATISTA deberá efectuar una inspección para localizar posibles daños como punzonamientos y rasgaduras y se procederá con su reparación.

Las uniones de la geomembrana se efectuarán inmediatamente después de su extensión utilizando métodos térmicos y siguiendo la pendiente del talud. Deben evitarse los sellados perpendiculares al talud. Los traslapes de diez centímetros (10 cm) para unir rollos, deberán efectuarse mediante sellado por fusión con un equipo de cuña caliente con rodillos de canal, que permitan formar el canal para realizar la prueba de presión de aire. El equipo debe tener indicadores y controladores de temperatura y velocidad para ajustarse a las características de la geomembrana y a las condiciones ambientales, igualmente debe estar calibrado. Para efectuar reparaciones, parcheo y detalles constructivos especiales debe utilizarse el proceso de sellado por extrusión.

6.4 CUNETAS

Las cunetas se utilizan como protección final en los taludes que quedan expuestos de las excavaciones en suelo o roca meteorizada, según se indica en los planos o lo ordene LA INTERVENTORÍA.

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto indicadas en los planos u ordenadas por LA INTERVENTORÍA.

6.4.1 MATERIALES

Como material de apoyo de las cunetas se utilizará el lleno estructural de acuerdo con lo indicado en el numeral 4.3 LLENOS ESTRUCTURALES.

Las actividades y lineamientos necesarios para la construcción de las canaletas en concreto se presentan en el capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

6.4.2 EQUIPOS

EL CONTRATISTA deberá contar equipos para cargue y transporte de materiales, así como equipos manuales de compactación.

6.4.3 EJECUCIÓN

EL CONTRATISTA deberá preparar la superficie donde se implantarán las cunetas de forma que la superficie esté libre de raíces, troncos, materia orgánica, basura o cualquier otro material objetable, con la pendiente y dirección indicada en los planos. En caso de que presente en la zona difiera de las características del lleno estructural, EL CONTRATISTA procederá a colocar una capa de mínimo 10 cm como apoyo de la cuneta.

En caso de cunetas fundidas in situ se instalarán las formaleas de acuerdo con las dimensiones mostradas en los planos. El vaciado del concreto comenzará en la parte inferior de la cuneta y avanzará en sentido ascendente, verificando que el espesor sea el indicado en los planos. La remoción de las formaleas se realizará cuando se alcance la resistencia de 14 MPa y nunca podrá ser menor a 48 h. Se deberá realizar el curado de acuerdo con lo estipulado para el

concreto estructural. Durante la construcción se deberán dejar juntas de contracción a intervalos no mayores de 3, con bordes verticales, las cuales se deberán limpiar después del curado y rellenar con el material de sello aprobado por LA INTERVENTORÍA.

En caso de cunetas prefabricadas, no se permitirá la instalación de cunetas con astilladuras, fisuras, grietas, defectos o imperfecciones. Las cunetas se deberán alinear y colocarse de manera que queden en contacto en toda la longitud con la superficie de fundación. Las juntas se deberán rellenar cuidadosamente con mortero de cemento.

6.5 TUBERÍAS DE CONCRETO REFORZADO

Este trabajo corresponde al suministro, el transporte, el almacenamiento, el manejo y la colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, las armaduras, los alineamientos, las cotas y las pendientes mostrados en los documentos del proyecto; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de estas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

6.5.1 MATERIALES

6.5.1.1 TUBERÍA

La tubería debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 401, la clase y el diámetro se debe indicar en los documentos del proyecto de acuerdo con los diámetros máximos citados en la norma NTC 401. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deben ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera que brinden un conducto permanente y libre de irregularidades en la línea de flujo.

6.5.1.2 SOLADO, ATRAQUE Y LLENO DE LA ZANJA

Los suelos, los materiales de recebo, los materiales granulares tipo SBG y BG, gravilla y arena que se utilicen deben cumplir, respectivamente, lo indicado en las especificaciones generales de construcción de carreteras para el lleno de estructuras.

El tamaño máximo del material para solado y atraque de los tubos no debe ser mayor que veinticinco milímetros (25 mm) (1 pulgada) y el material para llenos alrededor del tubo no debe exceder los setenta y cinco milímetros (75 mm) (3 pulgadas). El tamaño máximo del material no debe superar la mitad del espesor de la capa compactada.

Si los documentos del proyecto indican que el solado y/o el atraque para la tubería se deben ejecutar en concreto simple, este se debe elaborar según lo especificado en las especificaciones generales de construcción de carreteras.

6.5.1.3 SELLO PARA JUNTAS

Las juntas para las uniones de los tubos se deben sellar con empaques flexibles que cumplan la especificación ASTM C990 y/o la ASTM C443, con mortero o con lechada de cemento. Si se emplea mortero, este debe ser una mezcla volumétrica de una parte de cemento hidráulico y tres de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca, pero trabajable.

6.5.2 EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN

Se utilizarán herramientas adecuadas para la correcta colocación del refuerzo; moldes para la fabricación de los tubos, y equipos para su transporte y colocación en el sitio de las obras, se requieren además equipos para la fabricación y curado de mezclas de concreto.

6.5.3 ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La secuencia de ejecución de la instalación que implemente el constructor debe garantizar que se cumplen las condiciones de diseño consignadas en los planos de diseño. Cuando una corriente de agua impida la ejecución de los trabajos, el constructor la debe desviar hasta cuando se pueda conducir a través de la tubería.

La longitud de la zanja por delante de la instalación de la tubería debe ser la mínima posible, el ancho de la excavación debe permitir la adecuada colocación y compactación de los materiales de llenos laterales de la tubería.

El fondo de la zanja debe ser excavado a una profundidad de no menos de quince centímetros (15 cm) debajo de las cotas especificadas del fondo de la tubería. Dicha excavación se debe realizar conforme a lo indicado en las especificaciones generales de construcción de carreteras previo al desmante y la limpieza requeridos. Si en el fondo de la excavación se encuentran piedras, estas se deben remover de manera que no queden a menos de quince centímetros (15 cm) de la tubería. No se debe colocar el material de excavación cerca al borde de la zanja.

La tubería se debe instalar de acuerdo con los alineamientos y los niveles indicados en los documentos del proyecto, en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal o la caja de entrada de la obra.

No se debe permitir hacer ajustes en los niveles de la tubería mediante operaciones como ejercer fuerza sobre los tubos, levantar y dejar caer la tubería o levantarla e insertar material de solado debajo de la misma. Si una sección de tubería no se ajusta a las cotas del proyecto, se debe desempatar, remover la sección, corregir el atraque según las cotas del proyecto y reinstalar la tubería. En el caso de atraque en concreto, la tubería se debe instalar mientras el concreto del solado esté fresco.

Las juntas entre tuberías se deben ejecutar con los materiales y los requisitos establecidos en la ficha técnica suministrada por el fabricante de las tuberías.

El material de atraque se debe compactar hasta alcanzar el grado de compactación establecido en las especificaciones generales de construcción de carreteras. El espesor de las capas para construir el atraque debe ser el adecuado para que, con los equipos contemplados en los documentos del proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo este. El avance del relleno de atraque debe ser parejo a ambos lados del tubo para evitar su desplazamiento.

Para el relleno de la zanja, una vez instalada la tubería, el material se debe compactar hasta alcanzar el grado establecido en las especificaciones generales de construcción de carreteras. El espesor de las capas para construir el lleno debe ser el adecuado para que, con los equipos contemplados en los documentos del proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo este. El avance del lleno debe ser parejo a ambos lados del tubo para evitar

su desplazamiento. Los llenos deben tener como mínimo sesenta centímetros (60 cm) de altura, medida desde la cota clave del tubo hasta el nivel del terreno natural o el nivel de la subrasante del pavimento.

Terminados los trabajos, el constructor debe limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, los cuales se deben transportar y disponer en los sitios aceptados por la INTERVENTORÍA.

6.6 TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Este trabajo corresponde al suministro, el transporte, el almacenamiento, el manejo y la colocación de tubería de polietileno de alta densidad, con los diámetros, las armaduras, los alineamientos, las cotas y las pendientes mostrados en los documentos del proyecto; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de estas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

6.6.1 MATERIALES

6.6.1.1 TUBERÍA

La tubería debe ser del tipo y las características indicadas en los documentos del proyecto y deben estar de acuerdo con la norma: NTC 5447.

6.6.1.2 SELLO DE JUNTAS

Salvo que los documentos del contrato indiquen otra cosa, las juntas deben ser impermeables con sello de elastómero flexible, según la norma ASTM D3212.

6.6.1.3 MATERIAL DE LLENO

Los suelos, los materiales de recebo, los materiales granulares tipo SBG y BG, gravilla y arena que se utilicen deben cumplir, respectivamente, lo indicado en las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS para el lleno de estructuras.

El tamaño máximo de los materiales de solado y atraque debe ser veinte milímetros (20 mm) (3/4 de pulgada) y, el de los demás materiales que queden en contacto con el tubo, debe ser de cuarenta milímetros (40 mm) (1 1/2 pulgadas).

6.6.2 EQUIPOS PARA LA INSTALACIÓN

Se requieren equipos para el transporte y colocación en el sitio de las obras.

6.6.3 ACTIVIDADES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El material de cama o base a la tubería debe ser granular y se debe colocar antes de la instalación de la tubería; el material de solado se debe compactar hasta alcanzar el grado establecido en las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS salvo que, en el caso de gravilla o arena, los documentos del proyecto indiquen que este material se deba colocar en

estado suelto. El espesor de las capas para construir el material granular de solado debe ser el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor de este.

La tubería se debe instalar siguiendo las instrucciones del fabricante; se debe ubicar en forma ascendente, comenzando por el lado de salida y con los extremos acampanados o de ranura dirigidos hacia el cabezal o caja de entrada de la obra. Antes de instalar la tubería dentro de la zanja, se deben inspeccionar y limpiar las uniones. El fondo de la tubería se debe ajustar a los alineamientos y cotas señalados en los documentos del proyecto del proyecto. Cada tramo de tubo debe quedar completamente soportado y deben verificarse su alineamiento y cotas, antes de colocar el siguiente tramo.

Las juntas se deben ejecutar siguiendo las instrucciones del fabricante. Se deben limpiar todas las partes de la junta, incluyendo material de sello flexible. Antes de insertar el nuevo tubo al que ya se encuentra instalado, estos se deben alinear; el empuje para la inserción debe hacerse con presión constante, protegiendo el tubo que se empuja con madera o algún elemento similar para prevenir que el equipo de empuje cause algún deterioro.

El material de atraque que le debe dar soporte a la parte inferior del tubo, en sus costados, debe ser granular, con las características que se indiquen en los documentos del proyecto. Se debe compactar hasta alcanzar el grado de compactación establecido en las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS. El espesor de las capas para construir el atraque debe ser el adecuado para que, con los equipos contemplados en el proyecto, se alcance el grado de compactación especificado en todo el espesor del mismo; el avance del lleno de atraque debe ser parejo a ambos lados del tubo para evitar el desplazamiento del mismo. Por su parte, la compactación del material de atraque debe lograr que el tubo quede totalmente apoyado, sin vacíos o zonas de baja densidad.

Terminados los trabajos, el constructor debe limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por LA INTERVENTORÍA.

6.7 MEDIDA Y PAGO

6.7.1 MEDIDA

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- La medida para el pago por la construcción de canales o cunetas en sacos de suelo cemento será el número de metros cúbicos (m³), aproximado a la décima de metro cúbico (m³) instalado y recibido a satisfacción de la INTERVENTORÍA. Esta medida se hará con base en las dimensiones teóricas mostradas en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.
- La medida para el pago del suministro e instalación de geomembrana para la conformación de canales o cunetas será el área en metros cuadrados (m²), aproximada a la décima de metro cuadrado (m²), cubierta dentro de los límites mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA.
- La medida para el pago por la construcción de las cunetas será metro lineal (ml), aproximado al entero más cercano, recibido a satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Esta

medida se hará con base en las dimensiones teóricas mostradas en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

- La medida para el pago de la instalación de tubería de concreto reforzado será el número de metros lineales (ml) aproximados al número entero más cercano instalado y recibido a satisfacción por la INTERVENTORÍA. Esta medida se hará con base en las dimensiones teóricas mostradas en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.
- La medida para el pago de la instalación de tubería de polietileno de alta densidad será el número de metros lineales (ml) aproximados al número entero más cercano instalado y recibido a satisfacción por la INTERVENTORÍA. Esta medida se hará con base en las dimensiones teóricas mostradas en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

6.7.2 PAGO

Los precios unitarios deberán incluir todos los gastos de mano de obra, incluyendo, materiales y equipos, y en general todos los costos generados por el cumplimiento de lo estipulado en las especificaciones ambientales y en las de seguridad industrial y salud ocupacional y todos los trabajos y costos en que deba incurrir EL CONTRATISTA para la completa y correcta ejecución de los trabajos especificados y que no sean objeto de medida y pago por separado.

- La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de canales o cunetas en sacos de suelo cemento consistirá en el suministro, transporte y colocación de acuerdo con estas especificaciones en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.
- La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de instalación de geomembrana para conformación de canales o cunetas consistirá en el suministro, transporte y colocación de acuerdo con estas especificaciones en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA, para efectos de pago no se medirán los traslapes.
- La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de las cunetas consistirá en las actividades correspondientes a suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de soporte, la elaboración, suministro, colocación y limpieza final de cunetas prefabricadas o fundidas in situ de todos los elementos necesarios para la construcción en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.
- La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de instalación de tuberías de concreto reforzado consistirá en el suministro, transporte y colocación de acuerdo con estas especificaciones en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.
- La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de instalación de tuberías de polietileno de alta densidad consistirá en el suministro, transporte y colocación de acuerdo con estas especificaciones en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

6.8 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Tabla 51 Ítems de Pago Drenaje

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
6	DRENAJE	
6.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE CANAL O CUNETAS EN SACOS DE SUELO CEMENTO	M3
6.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE DE 40MILS	M2
6.3	SERVICIO DE CONSTRUCCION DE CUNETAS DE CONCRETO VACIADA EN EL SITIO	ML
6.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA EN CONCRETO REFORZADO DE 0.90M	ML
6.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA EN POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 0.90M	ML
6.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA EN POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 0.30M	ML

A continuación, en la Tabla 52 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas a pago de drenajes.

Tabla 52 Ítems de pago drenaje por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
6	DRENAJE	
LT2.3 INVERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III: ATAGÜÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
6.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA EN POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 0.90M	ML
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III: OBRA PROTECCIÓN DE ORILLA - OBRA PERMANENTE		
6.3	SERVICIO DE CONSTRUCCION DE CUNETAS DE CONCRETO VACIADA EN EL SITIO	ML
LT8.1 OBRAS INFRAESTRUCTURA: ZODME ZONA INDUSTRIAL Y VÍAS BOCATOMA TENCHE		
6.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE CANAL O CUNETAS EN SACOS DE SUELO CEMENTO	M3
6.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE DE 40MILS	M2
6.3	SERVICIO DE CONSTRUCCION DE CUNETAS DE CONCRETO VACIADA EN EL SITIO	ML
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
6.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE CANAL O CUNETAS EN SACOS DE SUELO CEMENTO	M3
6.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOMEMBRANA HDPE DE 40MILS	M2
6.3	SERVICIO DE CONSTRUCCION DE CUNETAS DE CONCRETO VACIADA EN EL SITIO	ML
6.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA EN CONCRETO REFORZADO DE 0.90M	ML

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
6	DRENAJE	
6.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA EN POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 0.30M	ML

7 PERFORACIONES PARA DRENAJE

7.1 ALCANCE

El trabajo que cubre esta especificación consiste en el suministro de materiales, equipos, herramientas y mano de obra requeridos para ejecutar las perforaciones para drenaje y las perforaciones que sean necesarias para la obra, como se muestra en los planos y se establece en este capítulo de las especificaciones técnicas.

Este trabajo consistirá en el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra, necesarios para llevar a cabo las perforaciones para drenaje las cuales incluyen:

- Perforaciones para drenaje cortos a través de muros de concreto o concreto lanzado.
- Perforaciones para drenaje profundos en todos los taludes de excavación en exteriores que están expuestos y por lo tanto se deben proteger mediante revegetalización convencional o concreto lanzado.

EL CONTRATISTA deberá instalar perforaciones de drenaje tanto profundas como cortas en los sitios mostrados en los planos suministrados por EPM.

Esta especificación está basada en las Especificaciones Técnicas INVÍAS 2022, Artículo 674-22, como se muestra a continuación.

7.2 GENERALIDADES

Las perforaciones de drenaje se deberán perforar en el orden y en la forma que se muestran en los planos o lo que indique LA INTERVENTORÍA. Cuando se necesite que las perforaciones de drenaje pasen a través del concreto lanzado o estructural, se le permitirá a EL CONTRATISTA empotrar tubería plástica en el momento que se esté colocando, siempre y cuando se cerciore que están libres para drenar el agua de infiltración. El extremo exterior de las tuberías embebidas deberá recortarse cuidadosamente y colocarse a ras con las superficies expuestas del concreto, salvo que se muestre en otra forma en los planos o lo indique LA INTERVENTORÍA. Todas las tuberías embebidas deberán mantenerse por lo menos a 2,5 cm del acero de refuerzo.

EL CONTRATISTA instalará en aquellas perforaciones de drenaje donde lo indiquen los planos suministrados por EPM, tuberías plásticas ranuradas de un diámetro menor en un centímetro al diámetro de la perforación correspondiente. La tubería plástica deberá tener ranuras longitudinales, cuyo número, espaciamiento de apertura y distribución deberán ser las mostradas en los planos o las indicadas por LA INTERVENTORÍA.

En general, la desviación de cualquier perforación para drenaje en cualquier sitio no deberá ser mayor de 10% de la longitud de la perforación en ese sitio. Para garantizar que los rumbos e inclinaciones de las perforaciones que se están ejecutando de acuerdo con el diseño, EL CONTRATISTA deberá implementar un sistema de medición de desviaciones de las perforaciones para drenaje, tipo Sperry Sun o similar, ejecutando una serie de mediciones a lo

largo de la perforación, espaciadas a distancias no mayores de 5 m a lo largo del hueco, en una de cada diez perforaciones, a menos que LA INTERVENTORÍA estipule algo diferente.

EL CONTRATISTA deberá mantener registros de todas las mediciones de desviación ejecutadas en formatos aprobados por LA INTERVENTORÍA y suministrar copia de dichos registros de manera inmediata a LA INTERVENTORÍA para que éste compruebe la desviación de la perforación y pueda ordenar la perforación adicional en caso de que la desviación de la perforación no esté dentro del rango de tolerancia especificado. Cuando los resultados de tales comprobaciones indiquen una desviación que exceda la especificada, EL CONTRATISTA deberá, si así lo indica LA INTERVENTORÍA, perforar un hueco adicional, a su costo, adyacente al hueco de drenaje que haya sido perforado fuera de línea. La perforación de estos huecos adicionales será ejecutada por y a cuenta de EL CONTRATISTA y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA deberá contar con un número suficiente de equipos de medición de desviaciones, de tal manera que pueda atender cada frente de perforación de manera independiente e igualmente contará con un suministro de repuestos adecuado para dichos aparatos de tal manera que el proceso de perforación para drenaje no sufra interrupciones ni retrasos. EL CONTRATISTA deberá instalar las tuberías plásticas en los huecos que indique LA INTERVENTORÍA. La implementación del sistema de medición de desviaciones no tendrá pago por separado y el CONTRATISTA no tendrá derecho a extensiones en el plazo por este concepto.

Los daños que se lleguen a causar en las obras, al realizar las perforaciones, deberán ser reparados por EL CONTRATISTA y no tendrá derecho a pago por este concepto.

7.3 MATERIALES

7.3.1 PERFORACIONES PARA DRENAJE PROFUNDOS

EL CONTRATISTA deberá realizar perforaciones para drenaje donde lo indiquen los planos suministrados por EPM, con el fin de asegurar la estabilidad de los taludes naturales o conformados, para los fines de drenaje, en las áreas que EL CONTRATISTA lo requiera de acuerdo con los diámetros, las profundidades e inclinaciones indicadas en los planos. Sin embargo, LA INTERVENTORÍA podrá solicitar modificaciones de localización o profundidad atendiendo condiciones o hallazgos de afloramientos de agua durante las excavaciones.

La tubería plástica ranurada será tubería PVC corrugada para drenaje, de 65 mm (2 ½") de diámetro para las perforaciones de drenaje perforados desde la superficie, forrada en toda su longitud con geotextil filtrante NT-1600 PAVCO o equivalente. Toda la tubería plástica deberá ser aprobada por LA INTERVENTORÍA antes de su instalación.

EL CONTRATISTA deberá ejecutar perforaciones con un diámetro de 76 mm (3"), con longitudes de 5,0 y 12 m, de acuerdo con lo mostrado en los planos.

7.3.2 PERFORACIONES PARA DRENAJES CORTOS

EL CONTRATISTA deberá realizar perforaciones para drenaje donde lo indiquen los planos suministrados por EPM, con el fin de asegurar la estabilidad de los taludes naturales o conformados, para los fines de drenaje, en las áreas que EL CONTRATISTA lo requiera de

acuerdo con los diámetros, las profundidades e inclinaciones indicadas en los planos. Sin embargo, LA INTERVENTORÍA podrá solicitar modificaciones de localización o profundidad atendiendo condiciones o hallazgos de afloramientos de agua durante las excavaciones.

La tubería plástica ranurada será tubería de PVC para drenaje, de 25 mm (1") de diámetro, forrada en toda su longitud con geotextil filtrante NT-1600 PAVCO o equivalente, se instalarán con las perforaciones para los drenajes cortos utilizados en los taludes de corte donde se coloque concreto lanzado, de acuerdo con lo mostrado en los planos. Toda la tubería plástica deberá ser aprobada por LA INTERVENTORÍA antes de su instalación.

EL CONTRATISTA deberá ejecutar perforaciones a través del concreto, con un diámetro de 38 mm (1 1/2"), con longitudes de 0,50 y 1,0 m, de acuerdo con lo mostrado en los planos.

7.4 EQUIPO

El equipo que se debe emplear para la instalación de las perforaciones para drenajes cortos y profundos debe ser el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el rendimiento establecido en el programa de trabajo, siendo responsabilidad del constructor su selección, pero debe contar con la aprobación de LA INTERVENTORÍA.

Dicho equipo debe ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y debe ser operado por personal capacitado. El equipo debe ser el adecuado para perforar barrenos en cualquier dirección y en profundidad; puede ser ligero rotatorio o a percusión con martinete en el frente (down the hole), que permita obtener perforaciones con diámetros 38 mm a 150 mm, en suelo o en roca. Las plataformas deben contar con canastillas telescópicas, de accionamiento hidráulico o neumático, cuya versatilidad de movimientos permitan acercar y retirar el equipo, materiales y personal para esta actividad.

7.5 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Previamente a realizar la perforación estos se deben ubicar mediante el apoyo de equipos topográficos, con base en la distribución indicada en los planos y aprobada por LA INTERVENTORÍA. Antes de iniciar los trabajos, la superficie sobre la que se deben instalar las perforaciones para drenajes debe encontrarse limpia y libre de zonas que puedan presentar riesgos de desprendimientos. No se debe permitir la instalación de estos, sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por LA INTERVENTORÍA.

En general, la instalación de las perforaciones para drenes profundo y cortos, se debe hacer de acuerdo con la ubicación en los planos; sin embargo, la ubicación exacta se debe estar aprobada por LA INTERVENTORÍA. La inclinación de las tuberías para los drenajes profundos, deben cumplir con lo indicado en los planos y aprobados por LA INTERVENTORÍA, pudiendo realizar los últimos ajustes en campo, según las condiciones del terreno en el punto de instalación de cada drenaje. Si, a criterio de LA INTERVENTORÍA, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados durante la ejecución del trabajo, este se debe suspender inmediatamente en tanto que el constructor corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, deben ser imputables exclusivamente a EL CONTRATISTA.

Debe tenerse en cuenta que, si la perforación se hace en materiales sueltos o inestables, se debe colocar inmediatamente tubería de revestimiento, la cual se debe remover después de haber instalado la tubería ranurada o perforada de PVC. Si durante la perforación se utiliza agua, se debe cuidar que esta no contamine los cauces de agua superficiales. A menos que LA INTERVENTORÍA apruebe algo diferente, se debe conectar una extensión redondeada o en punta de bala al extremo de la tubería ranurada para facilitar ser introducida en la perforación.

La tubería se debe colocar con la ayuda del equipo de perforación para introducirla en el barreno. Para formar una línea de tubería continua se deben conectar los tramos de tubería que sean necesarios. Los tubos de PVC se deben pegar entre sí con accesorios de acuerdo con la ASTM D2467.

7.6 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

No se pueden ejecutar los trabajos de colocación drenajes profundos y cortos en taludes, en momentos en que haya lluvia o pronóstico de ella, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C). Los trabajos de construcción de estos se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado LA INTERVENTORÍA puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando EL CONTRATISTA garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si EL CONTRATISTA no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo específico.

7.7 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar permanentemente el estado de funcionamiento del equipo utilizado por el constructor.
- Comprobar que los tubos y demás materiales por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación y se encuentren en relación directa con los planos.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- Constatar el cumplimiento de las disposiciones en cuanto aspectos generales de seguridad y salud.
- Corroborar que el alineamiento, inclinación y la longitud del drenaje profundo o corto están de acuerdo con los planos.
- LA INTERVENTORÍA debe medir y aprobar, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas.

7.8 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra, y sus costos deberán ser incluidos en los precios de los ítems del presente Capítulo:

- Suministro y colocación del geotextil filtrante para la elaboración de las perforaciones para drenaje cortos y perforaciones para drenajes profundos.
- Perforación para drenes cortos (lagrimales) y perforación para drenajes profundos.
- Todas las medidas tomadas tendientes a garantizar la seguridad industrial y el medio ambiente.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítem separado de pago.

7.9 MEDIDA Y PAGO

7.9.1 MEDIDA

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- La medida se hará con base en los límites teóricos indicados en los planos u ordenados por LA INTERVENTORÍA.
- La medida para el pago de las perforaciones para drenaje tanto profundos como cortos, será por metros lineales (m), aproximado al entero más cercano, recibido a satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Esta medida se hará con base en las dimensiones teóricas mostradas en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

7.9.2 PAGO

Los precios unitarios deberán incluir todos los gastos de mano de obra, incluyendo administración, imprevistos, utilidades, materiales y equipos, y en general todos los costos generados por el cumplimiento de lo estipulado en las especificaciones ambientales y en las de seguridad industrial y salud ocupacional y todos los trabajos y costos en que deba incurrir EL CONTRATISTA para la completa y correcta ejecución de los trabajos especificados y que no sean objeto de medida y pago por separado.

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de las perforaciones para drenaje profundo y las perforaciones para drenajes cortos consistirá en las actividades correspondientes de perforación, suministro e instalación de la tubería, suministro e instalación del geotextil, transporte y colocación de todos los elementos necesarios para la construcción en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

7.10 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Tabla 53 Ítems de pago perforaciones de superficies y taludes

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
7	PERFORACIONES PARA DRENAJES	
7.1	PERFORACION DE DIAMETRO 2 1/2" PARA DRENAJE LARGO	ML

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
7	PERFORACIONES PARA DRENAJES	
7.2	PERFORACION DE DIAMETRO 1" PARA DRENAJE CORTO	ML

A continuación, en la Tabla 54 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con la protección de taludes.

Tabla 54 Ítems de pago perforaciones de taludes por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
7	PERFORACIONES PARA DRENAJES	
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III: OBRA PROTECCIÓN DE ORILLA - OBRA PERMANENTE		
7.1	PERFORACION DE DIAMETRO 2 1/2" PARA DRENAJE LARGO	ML
7.2	PERFORACION DE DIAMETRO 1" PARA DRENAJE CORTO	ML
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GUADALUPE III		
7.1	PERFORACION DE DIAMETRO 2 1/2" PARA DRENAJE LARGO	ML
7.2	PERFORACION DE DIAMETRO 1" PARA DRENAJE CORTO	ML

8 CONSTRUCCIÓN DE PILOTES

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberán cumplir en la construcción de pilotes en concreto vaciados *in situ* requeridos para la cimentación de las estructuras nuevas y como medida de contención. En la presente especificación se establecen los materiales, equipos, procedimientos constructivos, medidas y formas de pago relacionados con dichos pilotes, donde se incluyen:

- Pilotes preexcavados.
- Pantalla de pilotes secantes.

Por lo menos cinco días hábiles antes de que el CONTRATISTA comience cualquier trabajo relacionado con la construcción de los pilotes, se llevará a cabo una reunión para discutir los procedimientos de construcción, personal y equipos a ser utilizados, y otros detalles del plan de instalación de los pilotes. Entre los asistentes deberán estar:

- Los representantes de EL CONTRATISTA: El director, los supervisores de obra y todos los empleados responsables de la excavación de las perforaciones, la colocación de la tubería de revestimiento y suspensión (según el caso), la colocación del acero de refuerzo, y la colocación del concreto. Si se utiliza lodo sintético para construir los pilotes secantes, los empleados del CONTRATISTA capacitados para el manejo de estas sustancias también deben estar presentes en la reunión. Si el sistema de pilotes secantes está diseñado por el CONTRATISTA, el personal a cargo del mismo CONTRATISTA deberá asistir.
- Representantes de LA INTERVENTORÍA.

8.1 PILOTES PREEXCAVADOS

8.1.1 ALCANCE

Esta especificación hace referencia a la construcción de pilotes de concreto vaciados *in situ*, con o sin bases acampanadas, cuya ejecución se efectúa excavando previamente el terreno y rellenando la excavación con concreto fresco y las correspondientes armaduras, con los diámetros, las longitudes y las profundidades indicadas en los documentos y planos del proyecto.

De acuerdo con las condiciones del suelo y de instalación, EL CONTRATISTA definirá si la ejecución de pilotes preexcavados puede requerir la instalación de camisas metálicas de soporte y en caso de requerirse estas deberán ser retiradas al final de la colocación del concreto. También, puede requerir la ejecución de la perforación y el vaciado del concreto bajo agua o bajo lodos de perforación.

Esta especificación está basada en las Especificaciones Técnicas INVÍAS 2022, Artículo 621-22, como se muestra a continuación.

8.1.2 MATERIALES

8.1.2.1 ACERO DE REFUERZO

Las definiciones para las actividades de suministro, colocación, transporte, almacenamiento y todas las requeridas para el acero de refuerzo de los pilotes preexcavados se presentan en el capítulo 14 ACERO DE REFUERZO.

8.1.2.2 CONCRETO

Las definiciones para los procedimientos, materiales, control y característica de los concretos a utilizar en la construcción de la pantalla de pilotes preexcavados se presentan en el capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

8.1.2.3 LODOS DE PERFORACIÓN

De acuerdo con las condiciones del suelo encontradas en el momento de la ejecución de la excavación, en ésta se pueden requerir o no la utilización de lodos de perforación, principalmente para estabilizar las paredes de dicha excavación. Las características y requisitos que debe cumplir este material se presentan en el numeral 3.2.3.1 LODOS DE PERFORACIÓN.

8.1.2.4 CAMISAS DE ACERO

De acuerdo con las condiciones del suelo encontradas en el momento de la ejecución de la excavación, en ésta se pueden requerir o no la utilización de camisas para estabilizar las paredes de dicha excavación y, en caso de emplearse, éstas deberán ser completamente recuperables una vez se haya completado el vaciado del concreto. Las características y requisitos que debe cumplir este material se presentan en el numeral 3.2.3.2 CAMISAS DE ACERO.

8.1.3 EQUIPOS

La construcción de pilotes preexcavados requiere de equipos para la elaboración de agregados pétreos y la fabricación del concreto, los cuales deben estar de acuerdo con el artículo 630 (INVIAS. 2022). En relación con el resto del equipo requerido, depende del sistema de construcción adoptado, pero básicamente incluye grúas, taladros, barrenos, baldes de achique, equipo desarenador, equipo de muestreo, tuberías de vaciado, tuberías de revestimiento, bombas de concreto y, en general, cualquier otro equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

8.1.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

8.1.4.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Con suficiente anticipación a la iniciación de los trabajos, el CONTRATISTA debe presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento constructivo que considere apropiado para realizar el trabajo. El informe debe contemplar los aspectos ya mencionados en el numeral 3.2.5.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO y, adicionalmente dentro de dicho informe se debe registrar toda la información correspondiente a los demás elementos que conforman el pilote, como se describe a continuación:

- Métodos para verificar la profundidad del pilote.
- Detalles de la colocación del refuerzo.
- Detalles de dosificación, colocación, curado (cuando sea necesario) y protección del concreto.
- Detalles de las pruebas de carga requeridas, o pruebas especiales.
- Plan detallado de control de calidad.

Dentro de dicho informe se debe registrar la localización de los pilotes, las dimensiones generales de las perforaciones, las fechas de perforación y de vaciado, la profundidad y los espesores de los estratos y las características del material de apoyo.

EL CONTRATISTA no puede iniciar la construcción de pilotes preexcavados mientras el procedimiento constructivo no haya sido aprobado por LA INTERVENTORÍA. Tal aprobación no lo exime de la responsabilidad por los resultados obtenidos. En caso de realizar algún cambio al plan del proceso constructivo, este debe tener la aprobación de LA INTERVENTORÍA y los especialistas involucrados.

8.1.4.2 EXCAVACIÓN

Los requerimientos para la ejecución de las excavaciones de los pilotes preexcavados se detallan en el numeral 3.2 EXCAVACIONES PARA PILOTES PREEXCAVADOS.

8.1.4.3 CONSTRUCCIÓN Y COLOCACIÓN DE LA CANASTA DE REFUERZO

La canasta de refuerzo comprende el acero indicado en los documentos del proyecto, adicionado de las varillas de refuerzo de la canasta y de espaciadores, centralizadores y otros accesorios necesarios, completamente ensamblados y colocados como una unidad, inmediatamente después de que LA INTERVENTORÍA inspeccione y acepte la excavación del pozo, y antes de la colocación del concreto. La canasta de refuerzo se debe construir de acuerdo con las especificaciones y los detalles presentados en los documentos del proyecto, incluyendo requisitos para traslapos de armadura, estribos, soldaduras y demás especificaciones de la canasta.

El acero de refuerzo dentro del pozo se debe amarrar y soportar dentro de las tolerancias permitidas, hasta que el concreto lo soporte por sí mismo.

Cuando se coloque el concreto por medio de tubería de vaciado, se deben utilizar dispositivos de anclaje temporales, para evitar que la canasta se levante durante la colocación del concreto. Los espaciadores de concreto o cualquier otro dispositivo de separación no corrosivo aprobado, deben ser utilizados a intervalos que no excedan de 1,5 m a lo largo del pozo, para garantizar la posición concéntrica de la canasta dentro de la excavación. Cuando las varillas de refuerzo longitudinal excedan de 25 mm (nro. 8), dicho espaciamiento no debe ser mayor de tres metros (3 m).

Los requisitos que debe cumplir el acero de refuerzo para la construcción de los pilotes pre excavados se presentan en detalle en el capítulo 14 ACERO DE REFUERZO.

8.1.4.4 COLOCACIÓN, CURADO (CUANDO SEA NECESARIO) Y PROTECCIÓN DEL CONCRETO)

El concreto debe ser vaciado dentro del pozo, tan pronto como sea posible, luego de colocar la canasta de acero de refuerzo con todos sus aditamentos. La colocación del concreto se debe realizar con procedimientos que eviten la segregación de este y su contaminación. Esta contaminación puede ser con el lodo estabilizador de la perforación o con derrumbes de las paredes de la excavación. En caso de que se presenten fugas de concreto o el nivel del concreto no suba de acuerdo con lo esperado durante el vaciado, el proceso deberá ser suspendido inmediatamente. Se deberá inspeccionar la excavación para determinar la causa de la irregularidad, y no se podrá continuar con el vaciado hasta que el problema haya sido resuelto y se verifique que no se ha comprometido la calidad del concreto colocado ni la capacidad del pilote.

EL CONTRATISTA debe cuidar que, en ningún momento, la altura de caída del hormigón sea mayor de un metro (1,0 m). En caso de que el concreto vaya a ser colocado bajo agua o suspensión, debe ser colocado mediante un tubo de vaciado (tubo tremie) o por medio de bombeo. El tubo tremie se debe mantener en todo momento con su punta hundida a lo menos dos metros (2 m) en el hormigón fresco. De esta forma, se debe garantizar la salida del hormigón contaminado a la superficie para su eliminación.

Se permite realizar la excavación y la construcción de los pilotes, mediante la metodología CFA (Continuous Flight Auger). El procedimiento constructivo y pruebas requeridas para los pilotes CFA deben ser presentadas al interventor y evaluadas por él mismo para su aprobación. Solo se puede iniciar la construcción una vez sea aprobado por LA INTERVENTORÍA.

La colocación del concreto debe ser continua hasta la cota superior del pozo y seguirse una vez llenado este, hasta que se evidencie la buena calidad del concreto. No se deben aceptar, en ningún caso, interrupciones, motivando el rechazo del pilote si esto sucediera.

Para pozos con diámetros inferiores a 2,40 m, el tiempo transcurrido desde el comienzo de colocación del concreto hasta su terminación no debe exceder de dos horas (2 h). Para pozos de diámetro igual o mayor, la rata de colocación de concreto no debe ser inferior a nueve metros (9 m) de altura del pozo por cada periodo de dos horas (2 h).

La mezcla del concreto debe ser de un diseño tal, que permita mantener su estado plástico durante el límite de colocación de dos horas (2 h).

Cuando la cota superior del pilote queda por encima del terreno, la porción que sobresale debe ser conformada con una formaleta removible o una camisa temporal.

Cuando se desplante la cimentación sobre el concreto sano del pilote se debe dejar, en la parte superior, una longitud adicional de concreto equivalente al noventa por ciento (90%) del diámetro de este. El concreto que acarrea las impurezas durante el proceso de vaciado, puede ser retirado con un equipo neumático hasta un nivel no menor de veinte centímetros (20 cm) arriba de la cota de desplante. Estos últimos veinte centímetros (20 cm) se deben retirar manualmente evitando que se produzcan fisuras en el concreto del pilote que recibe el resto de la cimentación. En el caso de pilotes excavados manualmente y vaciados en seco, la longitud adicional puede ser hasta de cincuenta por ciento (50%) del diámetro del pilote, evitando remover el concreto en estado fresco. Esta parte se debe retirar siguiendo los lineamientos previamente indicados.

Se debe garantizar que las varillas de refuerzo del pilote descabezado tengan la longitud necesaria para su anclaje a los elementos estructurales que se deben conectar al pilote.

El concreto del pilote debe ser vibrado o manipulado con una varilla, hasta una profundidad de cinco metros (5 m) debajo de la superficie del terreno, con los equipos de vibrado del concreto necesarios, excepto cuando el material blando o suspensión que permanezca en la excavación se pueda mezclar con el concreto.

Luego de la colocación, las superficies expuestas transitoriamente del pilote de concreto deben ser curadas. No se deben ejecutar operaciones de construcción por lo menos durante cuarenta y ocho horas (48 h) después de la colocación del concreto, para evitar movimientos del terreno adyacente al pilote. Solamente se permite un vibrado moderado.

Las partes de pilotes expuestas a cuerpos de agua deben ser protegidas contra la acción del agua, dejando las formaletas por lo menos siete días después de la colocación del concreto.

Se debe realizar un control del volumen real colocado, es decir, se debe calcular el volumen teórico y compararlo con el volumen real instalado. En el caso en que el volumen real colocado sea apreciablemente menor que el volumen teórico, esto puede indicar que se presentaron colapsos de paredes laterales o contaminación del concreto, por lo cual el CONTRATISTA debe tomar medidas al respecto.

En caso de que durante el vaciado del concreto se evidencie que el nivel del mismo no sube, se deberá detener la actividad y revisar las causas de la pérdida. No se reiniciarán los trabajos hasta encontrar dicha causa y haberla subsanado.

Los requisitos que debe cumplir el concreto para la construcción de los pilotes pre excavados se presentan en detalle en el capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

8.2 PANTALLA DE PILOTES SECANTES

8.2.1 ALCANCE

EL CONTRATISTA construirá pantallas de pilotes secantes, con las dimensiones, disposición y localización indicados en planos. Este trabajo consistirá en la ejecución de un muro de pilotes secantes, que constituyen una pantalla continua, finalizada en su parte superior por una viga de amarre. El trabajo incluye el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra necesarios para llevar a cabo la construcción de la pantalla.

Para los casos en los cuales se requiera de la implementación de tendones de anclaje, se seguirá lo establecido en el Capítulo 9.7 TENDONES DE ANCLAJE.

EL CONTRATISTA construirá pilotes secantes en los sitios mostrados en los planos suministrados por EPM y aprobado por LA INTERVENTORÍA.

8.2.2 GENERALIDADES

La construcción de los pilotes se divide en dos fases: (i) Construcción de pilotes primarios y (ii) Construcción de pilotes secundarios o secantes. En la primera etapa, los pilotes primarios son

perforados en un arreglo equidistantes de acuerdo con geometría indicada en los planos, en caso de ser necesario se encamisará, paso seguido se vaciará el concreto mediante tubería Tremie.

Posteriormente se continúa con la perforación de pilotes secundarios centrados entre dos primarios. Esto implica una demolición parcial de los últimos, lo que permitirá dar continuidad de la pantalla entre pilotes. A continuación, se coloca el acero de refuerzo y por último se realiza el vaciado del concreto.

EL CONTRATISTA presentará un documento con la descripción de la instalación de pilotes secantes la cual está susceptible a la aprobación de LA INTERVENTORÍA. El plan deberá hacer referencia a los datos del subsuelo facilitados en el informe de diseño. Este documento deberá proporcionar al menos la siguiente información:

- Propuesta de secuencia de operación de construcción en general, incluidos los procedimientos y métodos que deben utilizarse para asegurar las estructuras adyacentes o cercanas y los servicios públicos están protegidos durante la ejecución de la obra y los procedimientos de todas las actividades a realizar para la construcción de esta pantalla, dichos procedimientos y secuencia de operación deberá ser entregada treinta (30) días antes.
- Los procedimientos y métodos que deben utilizarse para proteger la pérdida de lodo, concreto y/o lechada en los cursos de agua, alcantarillado, áreas del proyecto y áreas protegidas. Los procedimientos propuestos deberán estar en plena conformidad con todas las regulaciones ambientales locales y estatales.
- La propuesta de construcción con los procedimientos, la secuencia y los métodos para instalar cualquier tipo de anclajes incluidos los procedimientos para la perforación, refuerzo y la inyección de la lechada de colocación; las pruebas o pre-carga; y la inspección.
- Planos y/o métodos para describir las diversas actividades que se requieren para completar los muros guía incluyendo las dimensiones, la resistencia del concreto, refuerzo y revestimiento de acuerdo con las especificaciones.
- Descripción, tamaño y capacidades de todos los equipos propuestos, incluyendo a las grúas, piloteadoras, osciladores, rotadores, equipos de limpieza final y el equipo de manipulación de la suspensión. El documento deberá describir por qué se eligió el equipo, y describir la adecuación del equipo a las condiciones del sitio, así como los métodos de trabajo. También deberá incluir una experiencia del equipo en algún proyecto de perforación que demuestra el uso satisfactorio en la construcción de pilotes de tamaño o longitud igual o mayor en condiciones de suelo/roca similares. En el documento se incluirán los detalles de los métodos de excavación y limpieza de la perforación.
- Los detalles de los métodos que se utilizarán para asegurar la estabilidad del eje perforado durante la excavación (incluyendo pausas y paros durante la excavación) y durante la colocación del concreto.
- Se proveerán los procedimientos detallados para mezclar, utilizar y mantener la suspensión. Un diseño de la mezcla detallada (incluyendo todos los aditivos y su propósito específico en la mezcla de lodo) y un análisis de su adecuación a las condiciones del subsuelo esperada.
- El documento deberá incluir un plan detallado para el control de calidad de la suspensión seleccionada para asegurar la conformidad con las recomendaciones del fabricante y estas especificaciones. La documentación para el control de calidad debe incluir los

métodos de prueba que deben realizarse y los mínimos y / o máximos requisitos de propiedad que se deben cumplir para garantizar las funciones de los lodos.

- Se proveerán los detalles de la colocación del concreto, incluyendo procedimientos operacionales propuestas para los métodos de bombeo. Para la piloteadora, EL CONTRATISTA proporcionará un formulario de rendimiento uniforme de la muestra que se utilizará para trazar el volumen aproximado de concreto colocado frente a la profundidad de los pilotes secantes (a excepción de la colocación del hormigón en seco).
- Descripción y detalles del plan de almacenamiento y desecho del material excavado, y la suspensión de la perforación (si es aplicable).
- Descripción de los refuerzos de acero con sus respectivos planos de detalles, además los métodos de elevación, y el método para asegurar que la posición de refuerzo se mantiene durante la construcción. Los planos para la canasta de refuerzo o acero estructural y la instalación incluirán según corresponda:
 - Procedimiento y secuencia para el montaje de las barras de acero de refuerzo de la canasta.
 - El modelo de traslape, medidores de alambre para todos los refuerzos permanentes y temporales.
 - Número y ubicación de las barras de acero de refuerzo de manipulación primaria que se utilizarán durante las operaciones de elevación.
 - Tipo y localización de los empalmes de barras de refuerzo de acero.
 - Peso de la canasta y la ubicación del centro de gravedad.
 - Cantidad y ubicación de los puntos de recogida utilizados para la elevación e instalación y para el transporte (si se monta fuera de sitio).
 - Diagramas de la grúa y descripción de sus componentes, así como la capacidad de esta.
 - Recogidas de cargas puntuales a 0, 45, 60 y 90 grados en todas las etapas. intermedias de inclinación donde las líneas de montaje estén involucradas
- Medidas correctivas que se aplicarán a los pilotes secantes para que puedan estar dentro de la tolerancia (vertical, horizontal y/o rotación). Proporcionar un procedimiento de mitigación para la segregación de concreto si se rompe un tubo Tremie. Además, si se usa, proporcionar remediación y/o medidas correctivas de aplicación para los anclajes de tierra si no logran sostener el diseño y ensayo de carga requerido

8.2.3 MATERIALES

8.2.3.1 ACERO DE REFUERZO

Las definiciones para las actividades de suministro, colocación, transporte, almacenamiento y todas las requeridas para el acero de refuerzo de los pilotes preexcavados se presentan en el Capítulo 14 ACERO DE REFUERZO.

8.2.3.2 CONCRETO

Las definiciones para los procedimientos, materiales, control y característica de los concretos a utilizar en la construcción de la pantalla de pilotes preexcavados se presentan en el Capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

8.2.3.3 LODOS DE PERFORACIÓN

De acuerdo con las condiciones del suelo encontradas en el momento de la ejecución de la excavación, en ésta se pueden requerir o no la utilización de lodos de perforación, principalmente para estabilizar las paredes de dicha excavación. Las características y requisitos que debe cumplir este material se presentan en el numeral 3.3.3 MATERIALES.

8.2.4 EQUIPO

El equipo para la construcción de pilotes secantes deberá consistir, sin limitarse, en grúas, taladros, barrenos, baldes de achique, equipo desarenador, equipo de muestreo, tuberías de vaciado, tuberías de revestimiento, bombas de concreto y demás equipos requeridos para realizar la construcción de los pilotes. Se emplearán equipos de perforación rotativa o de otro tipo adecuado, según las características del terreno. EL CONTRATISTA con 30 días de anticipación deberá enviar a la INTERVENTORÍA el procedimiento constructivo y la descripción de equipos a utilizar con sus correspondientes registros de calibración y/o mantenimiento.

8.2.5 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

8.2.5.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Sólo el método revisado y aceptado por LA INTERVENTORÍA puede ser usado para construir la obra. Además, dependiendo de las condiciones del subsuelo encontradas, el rendimiento de los trabajos, los métodos de construcción, el equipo, personal, etc. detallados en el plano de instalación de EL CONTRATISTA pueden necesitar ser revisados.

A continuación, se describe la secuencia básica de construcción:

- Primera fase (Pilotes primarios): Se construirán inicialmente los pilotes primarios, alternando espacios entre ellos para permitir la posterior instalación de los pilotes secantes.
- Segunda fase (Pilotes secundarios o secantes): Una vez alcanzada la resistencia inicial del concreto de los pilotes primarios, se procederá con la perforación y construcción de los pilotes secundarios, asegurando que estos intersecten adecuadamente con los primarios. La superposición entre pilotes primarios y secantes deberá garantizar una conexión hermética para evitar infiltraciones de agua y asegurar la continuidad estructural.
- Colocación de acero de refuerzo: El acero de refuerzo se instalará en los pilotes secundarios, asegurando su correcto posicionamiento mediante elementos de anclaje.
- Vaciado del concreto: El concreto se vaciará de forma continua, utilizando tuberías tremie si es necesario, para evitar la segregación y garantizar una homogeneidad adecuada.

La definición de la geometría, materiales y construcción de los muros guía será responsabilidad de EL CONTRATISTA, y para este se tendrán en cuenta las condiciones del sitio, de tierra y equipos, que se utilizarán en el lugar para asegurar la estabilidad según corresponda. Los muros guía estarán contruidos en concreto reforzado o de otro material adecuado. La profundidad mínima de los muros guía será de 1 m y el ancho mínimo será de 30 cm.

En todos los casos, EL CONTRATISTA deberá demostrar mediante la experiencia, el cálculo y la vigilancia en el sitio que los pilotes adyacentes permanecerán empotrados a la profundidad de la excavación final. El uso de camisas temporales puede ser necesario para la instalación de los

pilotes secantes. No se permite el uso de encofrado permanente en relación con este trabajo. EL CONTRATISTA deberá asegurarse de que la instalación/extracción de la camisa temporal y la colocación del concreto producen pilotes secantes duraderos, libres de defectos.

EL CONTRATISTA deberá mantener un registro diario de la construcción del sistema de pilotes secantes. La historia de construcción incluirá información relacionada con el método de instalación, la secuencia y la designación de los pilotes, también el diámetro de la perforación y la profundidad, los equipos, maquinaria, herramientas, fluidos de perforación, elevación de la superficie del suelo, la elevación de las aguas subterráneas, la descripción del suelo/roca/materiales retirados de la perforación, obstrucciones, las dificultades encontradas, etc. EL CONTRATISTA deberá presentar los documentos de construcción para su respectiva revisión.

EL CONTRATISTA debe tomar las precauciones necesarias para evitar y/o reparar daños en las estructuras e instalaciones existentes en la zona de los trabajos. En especial se deberá tener en cuenta la cercanía de Vertedero y la Descarga de Fondo u otras estructuras sensibles en el área de trabajo.

8.2.5.2 MUROS GUÍA

Durante la construcción de las perforaciones, los muros guía se utilizan para ayudar a la colocación adecuada y la alineación de la pantalla de los pilotes secantes con el objetivo de cumplir con las tolerancias especificadas. EL CONTRATISTA será responsable de definir la geometría, material y método constructivo.

8.2.5.3 EXCAVACIÓN

Los requerimientos para la ejecución de las excavaciones de los pilotes preexcavados se detallan en el numeral 3.3 EXCAVACIÓN PARA LA PANTALLA DE PILOTES SECANTES.

8.2.5.4 COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO Y ESPACIADORES

Las actividades, controles y requerimientos para el suministro y colocación del acero de refuerzo para pilotes preexcavados se presentan en el Capítulo 14 ACERO DE REFUERZO.

8.2.5.5 COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Los requerimientos, actividades y propiedades del concreto para pantallas de pilotes secantes se presentan en el Capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

8.3 MANEJO AMBIENTAL

Todas las labores de construcción de pilotes de concreto se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

Para la disposición de desechos tales como material térreo, lodos (bentonítico o polimérico) y escombros como los obtenidos del descabece de los pilotes, el CONTRATISTA debe destinar un área para recolectar dicho material y transportarlo al lugar autorizado por la autoridad ambiental.

8.4 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

8.4.1 CONTROLES

Adicionalmente a los controles mencionados en el numeral 3.7.1 CONTROLES para la excavación de pilotes, LA INTERVENTORÍA, en particular, debe adelantar los siguientes controles principales:

- Exigir la presentación de los planos de trabajo por parte del CONTRATISTA.
- Verificar que el CONTRATISTA emplee el equipo aprobado.
- Exigir al CONTRATISTA la adopción de medidas para garantizar la protección de las estructuras vecinas a la zona de trabajo.
- Ordenar las pruebas necesarias para comprobar la integridad y la capacidad de carga de los pilotes y efectuar las determinaciones pertinentes.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas por el CONTRATISTA, en acuerdo con la presente especificación.

Si en el procedimiento constructivo aprobado se establece que se ejecutarán pruebas de carga, se deberán realizar las pruebas de acuerdo con la localización de los pilotes de prueba y los pilotes de reacción, las cargas máximas por aplicar, el equipo de prueba aprobados para la ejecución de las pruebas de carga (Carga de compresión axial estática ASTM D 1143, Carga de tensión axial estática ASTM D 3689, Carga lateral estática ASTM D3966, Prueba de carga dinámica de alta deformación ASTM D4945). Luego de completarse la prueba, los pilotes que no han de ser utilizados como pilotes definitivos, se cortarán a un metro (1,0 m) por debajo de la superficie del terreno, y la parte cortada deberá ser retirada por el CONTRATISTA. Cuando a juicio de LA INTERVENTORÍA se requiere verificar la integridad de los pilotes se efectuarán ensayos de integridad de acuerdo con la Prueba de integridad de baja deformación por impacto ASTM D5882 y Prueba de integridad por ultrasonido mediante probetas introducidas en tubos paralelos instalados dentro del pilote ASTM D 6760(crosshole testing)

8.4.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

Adicional a las condiciones específicas mencionadas para las excavaciones de pilotes en el numeral 3.7.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS, se deben garantizar el cumplimiento de las siguientes:

- Acero de refuerzo: La calidad del acero de refuerzo debe cumplir lo establecido en el Capítulo 14 ACERO DE REFUERZO. de este documento. En relación con las canastas de refuerzo, se deben aceptar las tolerancias indicadas en el mismo ítem. Las canastas de refuerzo que no cumplan estos requisitos no pueden ser instaladas en los pilotes del proyecto.
- Concreto: La calidad del concreto debe cumplir con lo establecido en el Capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS. No se deben aceptar los pilotes cuya calidad de concreto resulte defectuosa. EL CONTRATISTA debe ejecutar, sin costo

adicional, las verificaciones técnicas, los diseños y las obras que se requieran para sustituir los pilotes defectuosos por nuevos y reforzar las estructuras que se apoyen en estos, de manera que se conserven las condiciones de resistencia, seguridad y funcionalidad del diseño original.

- Las modificaciones propuestas por El CONTRATISTA deben ser aprobadas por LA INTERVENTORÍA

En la construcción de los pilotes preexcavados se deben aceptar las siguientes tolerancias de construcción, adicionales a las mencionadas en el numeral 3.7.3 TOLERANCIAS DE CONSTRUCCIÓN. correspondientes a las excavaciones:

- Luego de colocado el concreto, el extremo superior de la canasta de refuerzo no debe quedar más de quince centímetros (15 cm) por encima ni más de siete coma cinco centímetros (7,5 cm) por debajo de la posición proyectada.
- El desplazamiento horizontal de los pilotes preexcavados, con respecto a la posición indicada en los documentos del proyecto, no debe exceder el menor valor entre el diez por ciento (10%) del diámetro del pilote y 7,5 cm, en cualquier dirección, en el nivel proyectado para la cabeza del pilote.

No se debe aceptar ningún pilote que no cumpla con las tolerancias estipuladas. En tal caso, el CONTRATISTA debe remitir para aprobación de LA INTERVENTORÍA los métodos correctivos y no puede continuar con la construcción del pilote, hasta obtener la aprobación respectiva.

8.4.3 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Cuando el pilote se construya por el método húmedo y cuando lo exijan los documentos del proyecto o LA INTERVENTORÍA, el pilote terminado se debe someter a pruebas no destructivas para determinar el alcance de los defectos que se puedan presentar en este. Pruebas que serán a costa de EL CONTRATISTA.

El trabajo para tales pruebas se debe realizar de acuerdo con los documentos del proyecto o las instrucciones de LA INTERVENTORÍA, y los materiales, equipos y personal calificado necesarios, deben ser suministrados por el CONTRATISTA.

Si los resultados de los ensayos no destructivos, tales como ensayos sónicos o de impedancia mecánica, revelaran posibles anomalías, LA INTERVENTORÍA puede ordenar la comprobación del diseño teórico del pilote o la comprobación de la continuidad del pilote mediante sondeos, de cuya interpretación puede establecer la necesidad de realizar pruebas de carga, la reparación del pilote o su rechazo, siendo los costos, en cualquier caso, a cargo del CONTRATISTA.

Si las pruebas realizadas descubren la presencia de vacíos o discontinuidades que, a criterio de LA INTERVENTORÍA, indique que el pilote no es estructuralmente adecuado, o que disminuyan su capacidad estructural en más del diez por ciento (10%), este debe ser rechazado y suspendida la construcción de pilotes adicionales hasta que el CONTRATISTA repare, reemplace o suplemente el trabajo defectuoso, y LA INTERVENTORÍA apruebe el trabajo de reparación. La suspensión en la construcción de pilotes preexcavados debe permanecer hasta que LA INTERVENTORÍA apruebe las modificaciones que se deban hacer a los métodos de construcción de los pilotes, presentadas por el CONTRATISTA.

Todo defecto de calidad de los materiales, de ejecución o terminación de los pilotes preexcavados debe ser corregido por el CONTRATISTA, sin costo adicional para LA INTERVENTORÍA, de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA y su aprobación.

Se deberán realizar pruebas de integridad al menos al 10% de los pilotes construidos en cada sector, con el fin de identificar posibles variaciones o interrupciones en el cuerpo del pilote.

Así mismo, para la pantalla de pilotes secantes se realizarán pruebas de integridad al 50% de los pilotes secundarios o secantes, ya que estos tienen el acero de refuerzo; esta prueba deberá realizarse antes de la construcción de la viga cabezal.

8.5 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO

Para este numeral rige lo indicado en el numeral 3.8 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO de esta especificación.

Además, no son objeto de medida y pago por separado todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA para cumplir con lo especificado en este Capítulo.

8.6 MEDIDA Y PAGO

La medida y pago de la actividad de construcción de pilotes se realizará de manera independiente por cada subactividad requerida, de tal forma que la actividad de excavación se medirá y pagará de acuerdo con lo indicado en el numeral 3.9.2.2 EXCAVACIONES PARA PILOTES, la actividad de acero de refuerzo se medirá y pagará de acuerdo con lo indicado en el numeral 14 ACERO DE REFUERZO y la actividad de concretos se medirá y pagará de acuerdo con lo indicado en el numeral 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

La medida y pago para las actividades de descabece de pilotes se describen en el Capítulo 13 DEMOLICIONES, RETIRO Y REMOCIÓN.

9 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN Y REFUERZO DE SUPERFICIES Y TALUDES

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberán cumplir para ejecutar todas las obras de protección y refuerzo de superficies y taludes que sean necesarios para las implantaciones de las obras proyectadas para la modernización de la cadena Guadalupe Troneras y establece los procedimientos de medida y pago de estas, los cuales incluyen:

- Revegetalización convencional para protección de superficies de los taludes excavados que queden por encima del nivel del agua.
- Hidrosiembra.
- Enrocado de protección.
- Piedra pegada para los taludes de lleno reconformado una vez finalizados los trabajos adyacentes a la pila 5 y que queden por debajo del nivel del agua
- Geotextil.
- Geomembrana utilizada en el sistema de impermeabilización de la atagüa a construir en el Salto y en como material para la conformación de algunas obras de drenaje.
- Anclaje de fijación.
- Tendones de anclaje.

EL CONTRATISTA deberá proteger los taludes de excavaciones y llenos en los sitios mostrados en los planos y aprobados por LA INTERVENTORÍA.

9.1 REVEGETALIZACIÓN CONVENCIONAL

9.1.1 ALCANCE

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales y herramientas para la protección de las superficies de taludes de las excavaciones o llenos, mediante la siembra de especies vegetales (pastos) sobre el material procedente de la capa vegetal obtenida en los descapotes en los sitios indicados en los planos.

El trabajo incluye, además de la siembra de especies vegetales, el cuidado y sostenimiento de los taludes o zonas empedradas durante todo el período de construcción de las obras y hasta el recibo final de las mismas.

9.1.2 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La revegetalización se utiliza como protección final en los taludes que quedan expuestos de las excavaciones en suelo o roca meteorizada, según se indica en los planos o lo ordene LA INTERVENTORÍA. La empedración con cespiones o especies nativas se realizará para la protección de los taludes de corte o lleno que se encuentren expuestos, con el objetivo de que estos sean protegidos ante procesos erosivos.

El trabajo incluye la empedradización, el mantenimiento y la limpieza de las áreas empedradas durante todo el periodo de construcción de las obras y hasta la terminación de estas.

La grama o cespedones se deberá obtener de fuentes aprobadas por LA INTERVENTORÍA. Su extracción se deberá realizar en bloques rectangulares, de ancho uniforme, cortados por debajo de la grama. Las dimensiones de los bloques no deberán ser mayores de las que permitan el manejo de éstos sin que se rompan. EL CONTRATISTA deberá procurar que la tierra vegetal no se desprenda de las raíces; para ello los bloques de grama deberán tener un espesor adecuado. Si el suelo de donde procede la grama se encuentra muy seco, se deberá regar con agua antes del corte, de modo que la humedad penetre hasta la profundidad de las raíces. No se aceptará bloque alguno de grama que no esté en buenas condiciones, que sea de mala calidad o que tenga maleza u otros elementos extraños. LA INTERVENTORÍA podrá rechazar cualquier bloque de grama que esté seco, deteriorado o que se haya almacenado por mayor tiempo del autorizado, como se indica más adelante.

En caso de que se obtenga la grama de áreas que estén localizadas por fuera de las zonas entregadas por LA INTERVENTORÍA, EL CONTRATISTA deberá obtener los permisos correspondientes y efectuar por su propia cuenta los pagos e indemnizaciones a que haya lugar.

La superficie donde se vaya a colocar la grama se deberá conformar de acuerdo con lo especificado, y deberá ser sometida a aprobación previa de LA INTERVENTORÍA, antes de iniciar su colocación. Si es necesario, la superficie se deberá compactar por métodos manuales.

Cuando lo indiquen los planos de construcción o lo determine LA INTERVENTORÍA, el trabajo deberá incluir la colocación de una capa de tierra vegetal de 15 cm de espesor, compactada previamente a la colocación de la grama.

El trasplante de la grama se deberá hacer dentro de las 24 horas siguientes a su extracción, a menos que se almacene con autorización de LA INTERVENTORÍA. El almacenamiento de los bloques de grama deberá hacerse de tal forma que siempre estén en contacto dos superficies de tierra o dos superficies de grama. El tiempo de almacenamiento no deberá ser mayor de 7 días calendario. Durante el período de almacenamiento, los bloques se deberán mantener húmedos y, en lo posible, protegidos de los rayos solares.

Los bloques de grama se deberán colocar en contacto con los adyacentes y apisonar inmediatamente contra el suelo para obtener un buen contacto y una superficie uniforme y para evitar que queden bolsas de aire o que el suelo por debajo de la grama pueda ser arrastrado por el agua lluvia. Terminada esta operación, los espacios que queden entre los bloques se deberán rellenar con fragmentos de grama y tierra vegetal de buena calidad.

En los taludes, los bloques de grama se deberán colocar con su mayor dimensión paralela a las líneas de nivel y con las juntas verticales no coincidentes. Los bloques no deberán sobresalir en la intersección de la superficie de grama con otras superficies. Cuando la inclinación del talud lo exija, en general con pendientes 1 H:1 V o mayores, los bloques se deberán clavar por medio de estacas de madera para evitar su deslizamiento por acción del tránsito de personas o de animales, por efecto de la erosión o por su propio peso. Las estacas se deberán retirar cuando lo determine LA INTERVENTORÍA. La grama no aprobada podrá fraccionarse y usarse como relleno de los espacios entre los bloques.

Adicional a lo anterior, EL CONTRATISTA deberá tomar todas las precauciones necesarias con el fin de preservar en buen estado las superficies empradizadas; EL CONTRATISTA deberá efectuar los riegos artificiales y aplicar urea en una cantidad no inferior a 50 kg por hectárea, con la intensidad diaria o lo definida por LA INTERVENTORÍA hasta cuando las áreas protegidas adquieran una vegetación estable; en caso de que EL CONTRATISTA se niegue a efectuar dichos trabajos, LA INTERVENTORÍA puede ejecutarlas por su cuenta deduciendo el valor correspondiente de cualquier suma que adeude a EL CONTRATISTA. Adicionalmente a EL CONTRATISTA se le colocará una multa o ANS ya que LA INTERVENTORÍA no tendrá recursos para dicha actividad.

El mantenimiento de las áreas empradizadas incluye el riego periódico, hasta que se establezca un crecimiento uniforme y natural de la grama; así mismo, incluye la reparación de todas las partes defectuosas que no se adhieran a la superficie del suelo, de las zonas que presenten erosión, que contengan vegetación extraña, que se hayan secado o cuya apariencia sea irregular o desagradable en concepto de LA INTERVENTORÍA. Además, incluye el corte periódico de la grama para evitar su deterioro.

Con posterioridad a la actividad de empradización se deberá mantener un control físico y sanitario de la grama para corregir daños físicos y evitar la aparición de plagas y/o enfermedades. En la eventualidad que se presenten, el control habrá de ser inmediato hasta que desaparezca el riesgo.

9.2 HIDROSIEMBRA - REVEGETALIZACIÓN EN TALUDES DE CORTE

9.2.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en la protección de taludes de corte del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por LA INTERVENTORÍA. La hidrosiembra corresponde a una mezcla específica de productos degradables proyectados hidráulicamente de manera uniforme sobre una superficie que necesita ser revegetada, evitando con ello que se desencadene algún proceso erosivo.

Esta especificación está basada en el Artículo 810 - 22 de las Especificaciones Técnicas del INVIAS (2022), como se presenta a continuación.

9.2.2 MATERIALES

9.2.2.1 SEMILLAS

Se deben utilizar semillas de pastos o de especies propias de la zona o que se adapten con facilidad a ella, de las características indicadas en los documentos del proyecto u otras propuestas por EL CONSTRUCTOR y autorizadas por LA INTERVENTORÍA y que, en conjunto, aseguren la cobertura vegetal del talud en forma permanente.

Para determinar las semillas a utilizar se recomienda tener en cuenta la ubicación, considerando la contaminación por emisiones de vehículos y las condiciones climatológicas. Toda partida de semillas que se utilice debe venir empacada y debidamente etiquetada por el proveedor. Las semillas por emplear deben cumplir con una germinación mínima de ochenta y noventa y cinco

por ciento (80 % – 95%) de pureza, lo que debe ser certificado por un laboratorio o una institución competente.

9.2.2.2 FIBRA O MULCH HIDRÁULICO

Para proteger las semillas o la vegetación durante la germinación del efecto negativo del agua, debe emplearse un producto específico para hidrosiembra ya sea de fibra de madera, celulosa, o una combinación de ambos, en las dosis que el fabricante indique y que sea aceptado por LA INTERVENTORÍA.

9.2.2.3 FIJADOR O AGLOMERANTE ESTABILIZADOR

Se deben utilizar dos (2) clases de adherentes, cuya función debe ser la de mantener unidas las fibras de mulch con las semillas a la superficie por tratar, y un floculante que haga el efecto dispersante en la solución. La formulación para el aglomerante estabilizador debe estar de acuerdo con las dosis establecidas por los fabricantes y debe ser la aprobada por LA INTERVENTORÍA.

9.2.2.4 AGUA DE MEZCLA PARA LA HIDROSIEMBRA

El agua para utilizar debe cumplir con el requisito de ser limpia, no necesariamente potable, preferiblemente agua lluvia. En ningún caso se puede utilizar agua contaminada químicamente, se debe garantizar que no tenga elementos extraños ni suciedad evidente, y que, en todos los casos, cumpla con las recomendaciones del fabricante de acuerdo con el tipo de siembra.

9.2.2.5 FERTILIZANTES E INSECTICIDAS

Deben emplearse los fertilizantes e insecticidas adecuados para cada tipo de tratamiento. Los fertilizantes por emplear deben aportar los elementos necesarios para el desarrollo de las especies sembradas. Pueden ser órgano-minerales o minerales y deben proporcionar los macronutrientes y micronutrientes esenciales para un buen establecimiento y óptimo desarrollo de la vegetación.

Cuando EL CONTRATISTA use fertilizantes e insecticidas para la protección vegetal de taludes, debe garantizar que estos no puedan llegar a las fuentes hídricas o ecosistemas estratégicos.

9.2.2.6 AGUA PARA RIEGO

El agua para riego debe tener las mismas características mencionadas en el numeral 9.2.2.4 AGUA DE MEZCLA PARA LA HIDROSIEMBRA.

9.2.3 EQUIPO

EL CONTRATISTA debe disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que los trabajos de protección de los taludes tengan la calidad exigida y se garantice el cumplimiento de su programa de ejecución. En particular, el equipo requerido para la hidrosiembra debe estar compuesto por agitadores hidráulicos y/o mecánicos que sean capaces de mantener la solución en emulsión constante y proyectarla vía aspersión sobre el terreno desnudo. Los elementos para la aplicación de los riegos periódicos deben ser de tipo aspersor u otros similares que apliquen el agua en forma de lluvia fina.

EL CONTRATISTA debe disponer, además, de las herramientas, rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos, cuerdas, cinturones de seguridad, cascos, estacas, palas, balanzas, envases calibrados y todos los demás elementos que sean necesarios para ejecutar correctamente los trabajos especificados.

9.2.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

La protección vegetal de los taludes se debe realizar lo más pronto posible, después que cada uno de los cortes esté terminado en su fase de movimiento de tierras. Si esto ocurre en época seca, la protección del talud se puede aplazar, según lo permita el cronograma de trabajo y lo apruebe LA INTERVENTORÍA para el siguiente período de lluvias y se debe programar teniendo en cuenta el desarrollo de una protección vegetal aceptable al inicio de la temporada seca. No obstante, el constructor debe sembrar en cualquier época, si así lo exigen el plazo de ejecución de las obras o el interventor y debe realizar los riegos necesarios con el fin de mantener la humedad adecuada para una buena germinación y la consecuente eficacia de la protección.

El interventor solamente debe autorizar la ejecución de los trabajos si la superficie por proteger presenta la uniformidad requerida para garantizar el éxito de ellos. Adicionalmente, se debe realizar una limpieza previa para evitar todo material suelto o susceptible de caer sobre la zona que se va a proteger. Si el talud no cuenta con la rugosidad apropiada para la colocación de la protección, se debe conformar mediante un procedimiento adecuado, como rastrillado paralelo a la horizontal o formación de surcos convenientemente espaciados de quince a cuarenta centímetros (15 cm – 40 cm), de acuerdo con la dureza del terreno.

En el tratamiento por hidrosiembra, se puede soltar o descompactar una delgada capa de suelo, no mayor de cinco centímetros (5 cm), con el fin de facilitar el enterramiento de las semillas y el enraizamiento inicial. En caso de que se detecten derrames de material sin compactar, zonas de baja densidad o superficies con excesiva pendiente, no se deben ejecutar trabajos de siembra hasta solucionar las deficiencias del talud. La solución debe proponerla EL CONTRATISTA y ejecutarla cuando cuente con la aprobación de LA INTERVENTORÍA.

Tras el trabajo de preparación de la superficie, se debe proceder inmediatamente a la hidrosiembra que, en una (1) o dos (2) pasadas, debe aportar todos los elementos al suelo: semillas, fertilizantes, mulch y adherente. Un buen resultado debe depender de que no llueva durante el lapso que transcurra entre el término de la preparación del suelo y el inicio de la hidrosiembra. Si la lluvia ocurre, debe repetirse el proceso. El riego de instalación se debe hacer de forma uniforme en toda la superficie. La dosificación de la boquilla debe ser del tipo lluvia fina para no producir daños o erosión.

En todos los casos, se debe considerar al menos una fertilización principal y una de mantenimiento. La fertilización principal se debe realizar junto con la siembra de la superficie. Durante el proceso de crecimiento, se debe completar la fertilización según requerimiento de LA INTERVENTORÍA. Los niveles anteriores son considerados como mínimos. De acuerdo con un plan de fertilización presentado por EL CONTRATISTA y aprobado por LA INTERVENTORÍA, las fertilizaciones pueden realizarse en conjunto con los riegos de agua a las protecciones instaladas.

El riego se debe realizar exclusivamente por el método de aspersión u otro similar, siempre que resulte en forma de lluvia fina. Se debe aplicar a partir del día siguiente de la colocación de la protección y no debe haber límite en cuanto a su frecuencia. Solamente se debe cuidar de no

provocar escurrimiento superficial, para lo cual se deben efectuar pasadas rápidas, lanzando el agua desde prudente distancia y hacia arriba, de forma tal que las gotas pierdan su energía. De preferencia, el regado debe hacerse temprano en la mañana y al atardecer.

La frecuencia de los riegos debe depender tanto de las condiciones climáticas como del sistema de protección utilizado y del estado de la cubierta vegetal y debe ser suficiente para asegurar, junto con las fertilizaciones, que durante todo el proceso se presenten los niveles adecuados de germinación y desarrollo de las plantas.

9.2.5 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

El interventor no debe recibir los trabajos antes de noventa días (90 d) de concluidos los trabajos de protección. En el momento del recibo definitivo, el área protegida no puede presentar irregularidades o desperfectos y debe encontrarse podada a satisfacción de LA INTERVENTORÍA, en caso de requerirse.

En caso de que no haya germinación de las semillas en terrenos aptos para sostener vegetación en forma permanente y, por lo tanto, no quede garantizada la cobertura vegetal especificada, EL CONTRATISTA debe repetir los procesos de sembrado para recuperar los sectores sin prendimiento bajo su propia cuenta y riesgo.

Si por cualquier circunstancia el prendimiento de la primera siembra es deficiente a criterio de LA INTERVENTORÍA, o produce daños de cualquier origen, se debe resembrar. El proceso de resiembra se debe repetir las veces que sea necesario en las áreas que lo requieran y, con base en las necesidades, puede ser parcial aportando solamente las especies cuyo prendimiento fue negativo, si LA INTERVENTORÍA así lo autoriza. No se debe considerar pago adicional por los procesos de resiembra.

9.3 ENROCADO DE PROTECCIÓN

9.3.1 ALCANCE

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales y herramientas para la protección de las superficies de taludes de las excavaciones, o llenos, mediante el enrocado de protección en los sitios indicados en los planos suministrados por EPM.

El trabajo consiste en el suministro, transporte de materiales y ejecución de actividades para la construcción de enrocado de protección en taludes, conforme lo establecen los diseños.

9.3.2 MATERIALES

Los bloques de roca para el enrocado de protección tendrán formas angulares a subangulares, con el fin de cumplir su función y tener la durabilidad suficiente dicho material deberá provenir de canteras de roca o ser bloques de gran tamaño de origen aluvial o de formaciones rocosas preferiblemente de origen ígneo, para los cuales se deben verificar que cumplan con las siguientes características:

- Contar con un tamaño en el rango indicado en los diseños, para permitir disipar la energía de las olas y/o vórtices que se generen, sin ser desplazados o movidos.

- Deben ser duras, limpias, durables y libres de defectos como fisuras, meteorización o descascaramiento superficial, exentas de partículas alargadas, blandas, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales, según lo indicado en las normas INVIAS E-219, E-220, INVIAS E-236 e INVIAS E-121 y el Artículo 610 de las Especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS 2022.

El enrocado de protección a utilizar deberá ajustarse a la granulometría que se muestra en los planos de construcción del proyecto y que se resume en la Tabla 55.

Tabla 55 Gradación para el material de enrocado de protección

Tamaño partícula (cm)	Porcentaje que pasa en peso
32	100%
26	55% - 90%
21	25% - 60%
11	0% - 20%

9.3.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Antes de iniciar los trabajos de colocación del enrocado de protección, la superficie del lleno contra la cual se colocará el mismo, deberá estar aprobada por LA INTERVENTORÍA. El terreno base del lleno debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables.

El enrocado de protección se colocará manualmente en dos capas o hileras conformando el espesor indicado en los planos, el espesor de cada capa no deberá ser mayor a 0,35 m, previa instalación del geotextil no tejido, y conformación final del lleno, cuyo talud deberá protegerse, comenzando de abajo hacia arriba, cumpliendo los requisitos de gradación, el espesor horizontal y la pendiente indicados en los planos suministrados por EPM.

El enrocado de protección deberá ser colocado en su espesor total, en una única operación, de manera cuidadosa evitando vacíos o segregación excesiva del material. Los bloques de mayor tamaño deben quedar en general hacia la cara exterior del talud expuesta. En caso de requerirse, los vacíos que queden entre bloques de mayor tamaño deberán rellenarse manualmente con bloques de menor tamaño.

9.4 PIEDRA PEGADA

9.4.1 ALCANCE

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales y herramientas para la protección del terreno natural, protección de las superficies de taludes de las excavaciones o llenos, mediante piedra pegada en los sitios indicados en los planos suministrados por EPM.

El trabajo incluye el suministro, instalación, curado y mantenimiento de la protección durante todo el periodo de construcción de las obras y hasta que LA INTERVENTORÍA lo ordene.

La piedra pegada se utiliza como protección final en los taludes que quedan expuestos de las excavaciones en suelo o roca meteorizada, según se indica en los planos o lo ordene LA INTERVENTORÍA. La piedra pegada compuesta por concreto simple y agregados servirá para la protección de los taludes de corte o lleno que se encuentren expuestos a fluctuaciones de agua asociadas al embalse, con el objetivo de que estos sean protegidos ante procesos erosivos.

9.4.2 MATERIALES

La piedra pegada debe estar conformada por un concreto ciclópeo, compuesto por 60% de concreto simple y 40% de agregado. Se recomienda utilizar como piedra canto rodado con forma relativamente regular que facilite su colocación para generar una resistencia a la compresión no menor a 50 MPa.

Tabla 56 Valores de propiedades físicas y mecánicas de Piedra Pegada

PIEDRA PEGADA			
PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD	VALOR
Resistencia a la compresión del concreto (f'_c 28 días)	ASTM C39	MPa	21
Tamaño máximo del agregado para el concreto T máx.	ASTM C-136	mm	38
Asentamiento del concreto	ASTM C-143	cm	5
Tamaño máximo agregado de la piedra T máx.	ASTM C-136	cm	15

9.4.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Antes de iniciar la colocación de la protección, EL CONTRATISTA deberá revisar que el talud a proteger esté libre de materia orgánica, vegetación, escombros, material suelto u otro material objetable. Una vez la superficie se encuentre limpia, se procederá a colocar una capa de concreto con un espesor mínimo de 2 cm, paso seguido se colocarán las piedras manualmente de forma que queden firmes y relativamente homogéneas. Inmediatamente, se procederá a rellenar las juntas entre piedras con el concreto, asegurando un acabado uniforme y sin huecos. El concreto deberá curarse por un tiempo mínimo de 7 días para asegurar alcanzar la resistencia indicada.

9.5 GEOTEXTIL

9.5.1 ALCANCE

Este trabajo consistirá en el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra, necesarios para llevar a cabo la instalación de geotextil NT 2500 o equivalente. La función del geotextil no tejido será la de filtración, permitiendo el paso del agua a través de poros e impidiendo el paso de partículas sólidas que contaminen los materiales granulares y evitando así la formación de cárcavas por erosión.

9.5.2 MATERIALES

El geotextil filtrante no tejido NT-2500 o equivalente suministrado por EL CONTRATISTA deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 57 Valores de propiedades mecánicas Geotextil NT-2500 o equivalente

PROPIEDADES GEOTEXTIL			
PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD	VALOR
Espesor efectivo	ASTM D5199	mm	1,7
Resistencia a la tensión (método Grab) en dirección longitudinal	ASTM D-4632	N	≥ 700
Elongación a la rotura	ASTM D-4632	%	≥ 50
Resistencia al rasgado trapezoidal	ASTM D-4533	N	≥ 260
Elongación al punzonamiento	ASTM D-6241	kN	≥ 1,9
Coefficiente de permeabilidad	-	cm/s	≥ 29x 10 ⁻²

9.5.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

EL CONTRATISTA verificará con LA INTERVENTORÍA, la localización del geotextil no tejido. Los trabajos de colocación del geotextil, se deberán ajustar a los requisitos y condiciones particulares del terreno y las exigidas por el fabricante.

El geotextil se desenrollará manualmente sobre la superficie a proteger, asegurándolo por medio de grapas, rocas, clavos o estacas. Se empleará un traslapo no cosido que deberá ser de cuando menos 50 cm. En el traslapo, el comienzo del segundo rollo se colocará debajo del final del primero, asegurándolos por métodos recomendados por el fabricante o los ya descritos en esta especificación técnica. LA INTERVENTORÍA se abstendrá de aceptar geotextiles colocados que presenten daños a simple vista o cuyos traslapos no cumplan con los requisitos de esta especificación y las condiciones adicionales que establezca el fabricante. Por ningún motivo se autorizará la colocación de la capa de material filtrante sobre el geotextil no tejido, a juicio de LA INTERVENTORÍA, aquel presenta defectos de calidad o de instalación.

Por lo menos quince (15) días antes de la fecha en que EL CONTRATISTA tiene previsto hacer el pedido de geotextil, deberá suministrar a LA INTERVENTORÍA, para su aprobación, muestras e información completa y detallada sobre el geotextil a que se propone adquirir; esta información deberá incluir resultados de ensayos de laboratorio realizados sobre muestras representativas del material que adquirirá. Esta aprobación no implica que el material adquirido sea posteriormente aprobado por LA INTERVENTORÍA una vez llegue a la obra; todo material defectuoso que llegue a la misma deberá ser retirado y reemplazado bajo la responsabilidad de EL CONTRATISTA, y a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

El geotextil deberá ser suministrado, transportado y almacenado de manera que no sufra perforaciones, cortes o cualquier otro defecto que afecte sus cualidades. Si los materiales muestran cortaduras y perforaciones, deberán ser reemplazados a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA deberá suministrar a LA INTERVENTORÍA detalles de colocación del geotextil, incluyendo posición de los traslapes y forma de sellado de estos, tamaño y ancho útil y, si es el caso, sellado de juntas con estructuras existentes. Si se requiere material sellante para los traslapes, éste deberá ser del tipo recomendado por el fabricante del geotextil.

Estos detalles deberán someterse a aprobación de LA INTERVENTORÍA con suficiente anticipación a la fecha en que EL CONTRATISTA se propone iniciar la instalación del geotextil. Esta aprobación no exime al CONTRATISTA de su responsabilidad por la buena calidad de los trabajos.

Para la instalación del geotextil, la superficie deberá estar libre de suciedad, lodo, desechos, partículas sueltas y otras sustancias perjudiciales. Las superficies deberán presentar uniformidad y estar compactadas y completamente drenadas antes de colocar el geotextil, a satisfacción de LA INTERVENTORÍA; en ningún caso éste podrá colocarse si se detecta agua libre sobre la superficie.

El equipo que se emplee para la instalación también deberá someterse a aprobación de LA INTERVENTORÍA y deberá ser tal que no cause daños a los materiales. Se podrán emplear formaleas de tablas delgadas, aseguradas rígidamente, en curvas o cambios de pendientes.

9.5.4 CONTROLES

Durante la ejecución de los trabajos, LA INTERVENTORÍA adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de los elementos empleados por EL CONTRATISTA para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que el geotextil y geomembrana cumplen con las especificaciones técnicas requeridas.
- Vigilar el trabajo de manera que se realice de acuerdo con los requisitos de esta especificación técnica.
- Medir para efectos de pago, el área de geotextil y geomembrana correctamente instalado.

9.6 GEOMEMBRANA

9.6.1 ALCANCE

Este trabajo consistirá en el suministro de todos los materiales, equipo y mano de obra, necesarios para llevar a cabo la instalación de geomembrana Mapeplan TM 18 o equivalente, cuya función será la de impermeabilización de la ataguía de etapa 1 y etapa 2 de la Central El Salto y en Tenche si durante la construcción así se requiere. En este ítem de pago incluye la geomembrana principal y de refuerzo.

La geomembrana se utiliza como sistema de impermeabilización complementario para las obras hidráulicas temporales, específicamente en las uniones de las geoestructuras con otras estructuras, de forma que se limite el flujo a través de la unión, según se indica en los planos y sea aprobado por LA INTERVENTORÍA. Además, este sistema de impermeabilización lo conforma un sistema de fijación que es el encargado de fijar la geomembrana a la estructura de concreto.

El trabajo incluye el suministro, instalación y operación de la geomembrana y sistema de fijación durante todo el periodo de construcción de las obras y hasta la terminación de estas.

9.6.2 MATERIALES

9.6.2.1 GEOMEMBRANA

La geomembrana flexible poliolefina FPO reforzada con geotextil no tejido Mapeplan TM 18 o equivalente suministrado por EL CONTRATISTA deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 58 Propiedades geomembrana

PROPIEDADES GEOMEMBRANA			
PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD	VALOR
Espesor efectivo	EN 1849-2	mm	1,8
Adherencia de las uniones	EN 12316-2	N / 50 mm	≥ 300
Resistencia al corte de las uniones	EN 12317-2	N / 50 mm	≥ 650
Resistencia a la tensión	EN 12311-2	N / 50 mm	≥ 1100
Elongación a la rotura	EN 12311-2	%	≥ 15
Resistencia al punzonamiento soporte rígido	EN 12730	kg	≥ 25
Resistencia al punzonamiento soporte flexible	EN 12730	kg	≥ 30
Resistencia al rasgado	EN 12310-2	kg	≥ 350

9.6.2.2 SISTEMA DE FIJACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

EL CONTRATISTA deberá realizar la fijación de la geomembrana a la pila de estructura en concreto existente mediante un sistema de varillas roscadas tipo M12 o equivalente, platinas y resinas como se muestra en los planos. EL CONTRATISTA deberá someter a revisión y aprobación con 60 días de anticipación al comienzo de los trabajos de instalación del sistema de anclaje una memoria técnica detallada donde se describa el procedimiento y las pruebas iniciales incluyendo entre otros aspectos el equipo a utilizar en la instalación de las varillas de anclaje, el personal encargado de la ejecución del trabajo.

El sistema de fijación a la geoestructura consiste en tiras termofusionadas que se extienden en la interfase de las megabolsas y sujetan por el peso propio de la megabolsa al siguiente nivel como se muestra en los planos.

Las perforaciones para la instalación de las varillas roscadas se deberán hacer exactamente del diámetro y a las profundidades mostradas en los planos de construcción. Antes de instalar las varillas dentro de una perforación, ésta se deberá limpiar con aire y agua, a fin de remover las virutas de laminado, óxido suelto, mugre, grasa o cualquier otra sustancia objetable. A su vez, la varilla no deberá tener costras de óxido, mugre, grasa o cualquiera otra sustancia objetable. La rosca de la varilla deberá estar limpia y sin rebabas, de tal forma que la tuerca enrosque libremente en el mismo; estas roscas deberán cubrirse con un lubricante.

Previo al inicio del proceso de sellado se efectuarán pruebas para la verificación del equipo, los técnicos y la calidad de la unión. Dichas pruebas deberán efectuarse al inicio de cada jornada de trabajo sobre sellados por fusión de 1,0 m x 0,3 m de ancho con traslapo de 10,0 cm. Las juntas entre tiras de geomembrana se deberán ejecutar por termofusión y deberán ser de doble canal con vacío en la zona intermedia para ejecución de pruebas de aire a presión.

El control de calidad de las uniones involucra la ejecución de pruebas destructivas y no destructivas, las cuales deben ejecutarse cada 160 m de sellado.

Si las pruebas no cumplen, deberán tomarse muestras similares a 3,0 m de cada lado del sitio que falló y ejecutar nuevamente pruebas similares. Si éstas no cumplen, deberá reemplazarse el sello hasta el sitio donde se obtuvieron resultados satisfactorios.

Las pruebas no destructivas permiten verificar la continuidad de la unión mediante los ensayos de presión de aire. El ensayo de presión de aire se debe efectuar sobre el canal conformado durante el sellado, utilizando una bomba de aire, una aguja con manómetro y aire caliente para introducir la aguja. El procedimiento consiste en sellar los extremos y presurizar el canal entre 25,0 psi y 30,0 psi. Estabilizada la presión se toma la primera lectura y luego otra después de cinco minutos. Si la diferencia es menor de 4,0 psi, se acepta la prueba, si no cumple, se repite la prueba observando mediante una solución jabonosa la presencia de burbujas. Adicionalmente, se puede dividir la zona probada en secciones menores hasta detectar el sitio de falla, la cual debe ser reparada empleando el método de extrusión y probada nuevamente utilizando el ensayo de cámara de vacío. La prueba de cámara de vacío se efectúa para comprobar las reparaciones o uniones efectuadas por el método de extrusión, mediante una cámara de vacío provista de una bomba de succión y fabricada con material transparente que permita observar la zona de prueba, la cual, si al ser sometida a una succión de 5,0 psi presenta burbujas visualizadas mediante agua con jabón, es indicativo de falla. La zona de falla deberá repararse y probarse nuevamente.

9.6.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Una vez extendida la geomembrana se efectuará una inspección para localizar posibles daños como punzonamientos y rasgaduras y se procederá con su reparación.

Las uniones de la geomembrana se efectuarán inmediatamente después de su extensión utilizando métodos térmicos y siguiendo la pendiente del talud. Deben evitarse los sellados perpendiculares al talud. Los traslapos de 10,0 cm para unir rollos deberán efectuarse mediante sellado por fusión con un equipo de cuña caliente con rodillos de canal, que permitan formar el canal para realizar la prueba de presión de aire. El equipo debe tener indicadores y controladores de temperatura y velocidad para ajustarse a las características de la geomembrana y a las condiciones ambientales, igualmente debe estar calibrado. Para efectuar reparaciones, parcheo y detalles constructivos especiales debe utilizarse el proceso de sellado por extrusión. Durante la extensión se dejará un pliegue de 0,5 m en sentido longitudinal y transversal, de tal forma que se tenga un margen extra de elongación en el sistema ante posibles deformaciones de la fundación y de la geoestructura.

9.6.4 EQUIPO

EL CONTRATISTA deberá contar con los equipos necesarios para la instalación de la geomembrana, sin ser exclusiva, a continuación, se listan los equipos principales:

- Máquina selladora térmica y/o de cuña para instalación de Geomembranas de Polietileno. Automáticas, con indicadores de temperatura y velocidad.
- Extrusora de Polietileno, para cordón de extrusión de 4 mm ó 5 mm. Con indicadores de temperatura y velocidad.
- Electrones (Triac) para reparaciones de Geomembranas de polietileno.
- Tensiómetro de campo para geomembranas de polietileno.
- Equipo de Cámara de vacío.
- Planta Eléctrica de 5 kW o superior

9.6.5 CONTROLES

Durante la ejecución de los trabajos, LA INTERVENTORÍA adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de los elementos empleados por EL CONTRATISTA para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar que la geomembrana cumple con las especificaciones técnicas requeridas.
- Vigilar el trabajo de manera que se realice de acuerdo con los requisitos de esta especificación técnica.
- Medir para efectos de pago, el área de geomembrana correctamente instalado.

Para la instalación de la geomembrana impermeabilizante es necesario que la superficie esté libre de presencia de protuberancias, puntas, raíces o cualquier otro elemento punzante que pueda llegar a perforar o rasgar la geomembrana. La superficie debe estar preparada de manera que no presente protuberancias, irregularidades, ni presencia de vegetación, a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

9.7 TENDONES DE ANCLAJE

9.7.1 ALCANCE

Este trabajo corresponde a todo lo concerniente a los requisitos para suministrar e instalar los tendones de anclaje que se requieran para la pantalla de pilotes secantes.

9.7.2 GENERALIDADES

EL CONTRATISTA deberá instalar los tendones de anclaje que sean necesarios, para soportar las superficies naturales o excavadas, muros o pantallas en los sitios mostrados en los planos, y aprobados por LA INTERVENTORÍA. Los tendones serán de carácter permanente.

EL CONTRATISTA deberá suministrar ensambles constituidos por cables de acero, placas de apoyo, o dados en concreto reforzado, arandelas, tuercas, accesorios para inyección, dispositivos para tensionamiento y fijación, y todos los demás elementos complementarios necesarios para la instalación de tendones de anclaje, tal como se muestra en los planos.

Por lo menos quince (15) días calendario antes de la fecha en que EL CONTRATISTA se proponga llevar a cabo las pruebas preliminares de campo a los tendones de anclaje, deberá entregar a LA INTERVENTORÍA, una memoria técnica con la información detallada sobre la

metodología, materiales (incluido el nombre del fabricante de los cables de acero) y equipos que tiene previsto emplear para realizar las perforaciones y para ensamblar, instalar, tensionar, inyectar y probar los tendones.

EL CONTRATISTA deberá suministrar las curvas esfuerzo-deformación de cada hornada de acero empleado para la fabricación de los cables de acero que se usarán en los tendones de anclaje. Cada grupo de barras helicoidales o torones fabricado en una misma hornada de acero, deberá estar claramente identificado con rótulos metálicos que indique el número de referencia de la hornada y la correspondiente curva esfuerzo-deformación. Las barras o cables no rotulados no serán aceptados para su uso en la obra.

Todos los materiales deberán llegar a la obra debidamente empacados en cajas, de acuerdo con las recomendaciones de su fabricante. EL CONTRATISTA deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar la oxidación o la corrosión de tales materiales durante el proceso de transporte. En la obra, tales materiales deberán almacenarse bajo cubierta y protegerse de los efectos del polvo, grasa, aceite y otras sustancias deletéreas, o de la corrosión, hasta que estén permanentemente instalados e inyectados.

EL CONTRATISTA deberá disponer, en todo momento, de materiales suficientes para instalar y tensionar tendones de anclaje de una longitud de 7,0 m, y deberá poder iniciar los trabajos necesarios para su instalación dentro de las 24 horas siguientes al momento en que LA INTERVENTORÍA le indique.

No obstante que los planos muestran las características generales de los tendones que EL CONTRATISTA deberá utilizar en las excavaciones, éste podrá presentar, para aprobación de LA INTERVENTORÍA, otros tipos de tendones equivalentes que cumplan con las mismas condiciones de trabajo.

La instalación de los tendones en los sitios indicados en los planos y aprobados por LA INTERVENTORÍA, deberá realizarse en forma paralela con la excavación iniciando desde la parte más alta hasta alcanzar la base. EL CONTRATISTA deberá instalar los tendones en el tiempo previsto, una vez LA INTERVENTORÍA lo indique, y estrictamente en el lugar en que éste lo haya aprobado.

EL CONTRATISTA deberá diseñar los tendones para soportar la carga de trabajo indicada en los planos o definida por LA INTERVENTORÍA. Deberá verificar la resistencia a la tensión de las barras utilizadas, la resistencia del bulbo por adherencia terreno-lechada y la carga al deslizamiento del anclaje. EL CONTRATISTA tendrá en cuenta los criterios de diseño del Post Tensioning Institute (PTI). Como valor de referencia, el esfuerzo de adherencia lechada-roca, asociado a la calidad y tipo de roca se estima entre 0,5 a 0,8 MPa, valor que deberá verificarse con los tendones de ensayo de investigación aquí especificados.

9.7.3 MATERIALES

9.7.3.1 TENDONES DE ANCLAJES

Los tendones de anclaje tensionados deberán estar constituidos por cuatro (4) o más torones de acero de 5/8" de diámetro, de alta resistencia, que cumplan con lo indicado en la última versión de la Norma ASTM A416 Grado 270. Cada torón deberá estar compuesto por siete (7) hilos, cuyo hilo central sea rodeado estrechamente por seis (6) hilos exteriores dispuestos helicoidalmente,

con un paso uniforme de no menos de doce (12) ni más de diez y seis (16) veces el diámetro nominal del torón. EL CONTRATISTA deberá prever la utilización de accesorios que permitan instalar hasta ocho (8) torones por tendón de anclaje.

9.7.3.2 PLACAS DE APOYO Y CABEZAS

Las placas de apoyo y cabezas de tensionamiento deberán ser capaces de soportar, sin deformarse, 95% de la máxima resistencia a la tensión garantizada para los torones. Las características y disposición de los elementos anteriormente mencionados, y de los accesorios de inyección, deberán cumplir con las recomendaciones del fabricante de los tendones, y deberán ser previamente aprobadas por LA INTERVENTORÍA. Las placas de apoyo deberán tener un área y un espesor suficiente para distribuir adecuadamente las fuerzas de tensión, sin causar esfuerzos excesivos en cualquier parte de estas, ni su punzonamiento, y deberán ser perforadas, trabajadas a máquina y ajustadas a los accesorios de inyección y ventilación en la forma que se requiera.

9.7.3.3 ADITIVOS

Los aditivos que se utilicen deberán proporcionar a las mezclas las propiedades de bajo contenido de agua, buena fluidez y baja exudación. Su composición química deberá ser tal, que no existan reactivos que puedan tener efectos nocivos en el cemento o en los torones de anclaje. No podrán utilizarse aditivos que contengan cloruros, sulfitos y nitratos. Todos los aditivos deberán aplicarse según las instrucciones de su respectivo fabricante, previa aceptación de LA INTERVENTORÍA.

En presencia de agua en la perforación donde se instalará el tendón, EL CONTRATISTA deberá utilizar una mezcla rica en cemento (e.g. 0.45:1) e inyectar a una presión mayor a la cabeza ejercida por el agua de infiltración, con el fin de forzar el flujo de dicha agua hacia atrás y permitir el fragüe de la mezcla y, por lo tanto, la formación adecuada del bulbo. Alternativamente, EL CONTRATISTA podrá reemplazar la lechada o mortero para fijación de los tendones de anclaje por resinas sintéticas. En este caso, EL CONTRATISTA deberá someter a aprobación de LA INTERVENTORÍA la resina que se propone emplear, la cual almacenará y manipulará de acuerdo con las recomendaciones de su respectivo fabricante.

9.7.4 PERFORACIÓN Y COLOCACIÓN DE ELEMENTOS

Quince (15) días antes de iniciarse las pruebas aquí especificadas, EL CONTRATISTA deberá someter, para aprobación de LA INTERVENTORÍA, la documentación requerida de instalación, la cual deberá contener una memoria técnica que explique, en detalle, los procedimientos de instalación de los tendones de anclaje, incluyendo la perforación, ensamble, instalación y tensionamiento de los mismos, las características de los materiales y equipos por utilizarse, y la verificación del punzonamiento en la superficie de apoyo de los tendones.

Las perforaciones para los tendones de anclaje deberán perforar con equipo de rotación, o de percusión, cumpliendo con los requisitos de alineamiento y profundidad mostrados en los planos o indicados por LA INTERVENTORÍA. La desviación de la perforación no podrá ser mayor de 0,03 m por metro, en cualquier dirección, respecto del alineamiento mostrado en los planos, o establecido por LA INTERVENTORÍA. El diámetro de los huecos será el recomendado por el fabricante de los tendones de anclaje o, en su defecto, el indicado por LA INTERVENTORÍA. En

ningún caso el diámetro de los huecos perforados deberá ser menor en 3 mm que el diámetro especificado por uno u otro.

Si durante el proceso de perforación llegasen a ocurrir derrumbes en las paredes del hueco que impidieran la instalación del anclaje, o el llenado posterior completo del hueco con lechada, EL CONTRATISTA deberá utilizar el sistema OD u ODEX, para evitar dicho derrumbamiento, o estabilizar las paredes con un sistema similar, cementándolas y reperforando posteriormente; el detalle de la metodología por utilizarse deberá presentarse con anticipación a LA INTERVENTORÍA para su aprobación. El procedimiento deberá repetirse tantas veces como sea necesario, hasta estabilizar la perforación.

Las perforaciones para los tendones de anclaje deberán ser estancos, con el objeto de evitar pérdidas de lechada, asegurar el anclaje requerido y generar protección contra la corrosión. Para comprobar la estanqueidad del hueco, EL CONTRATISTA deberá llenarlo con agua a una presión igual a 100 kPa (1,0 kgf/cm²) y medir las pérdidas de agua. Si las pérdidas de agua durante, un período de diez (10) minutos, exceden de 5 cm³ por centímetro de diámetro, por metro de perforación y por minuto, el hueco deberá ser impermeabilizado mediante inyecciones, reperforado y nuevamente ensayado. Si en el segundo ensayo se obtiene una pérdida de agua mayor a la admisible, el proceso deberá repetirse hasta cumplir con este requisito. La reperforación de los huecos deberá ejecutarse 24 horas después de haberse inyectado. La impermeabilización del hueco, incluyendo la inyección, reperforación y pruebas de estanqueidad, no tendrán pago por separado. Sin embargo, ante la presencia de materiales friables o deleznales, LA INTERVENTORÍA podrá suspender la ejecución de las pruebas de estanqueidad, con el fin de no causar deformaciones o derrumbamientos excesivos de la perforación donde se instalará un tendón en particular, y podrá ordenar directamente la inyección de la lechada o mortero para la formación del bulbo.

El uso de inyecciones sucesivas para recuperación de sellos será eventual; en caso de que así se requiera, LA INTERVENTORÍA ordenará que se implemente el uso de revestimiento. En caso de que se presente la necesidad de sellar, el proceso correspondiente deberá ser aprobado por LA INTERVENTORÍA. En caso de que LA INTERVENTORÍA estime que el procedimiento de EL CONTRATISTA puede poner en riesgo la superficie de adherencia proyectada, por cualquier motivo, EL CONTRATISTA, bajo su responsabilidad, deberá comprobar el cumplimiento de los requerimientos de diseño del elemento.

La placa de apoyo se deberá apoyar de manera uniforme en una superficie de concreto, o de mortero epóxico, definida en los planos, o indicada por LA INTERVENTORÍA. La resistencia a la compresión del concreto o mortero, en el momento de tensionar el tendón, deberá ser igual o mayor a 1,3 veces el esfuerzo de compresión inducido por el tensionamiento.

Salvo que LA INTERVENTORÍA manifieste algo diferente, EL CONTRATISTA, después de haber completado la perforación, deberá limpiar el hueco con chorros de agua y aire a presión, con el fin de remover los residuos de perforación, barro y demás sustancias perjudiciales. El chorro de agua deberá aplicarse hasta que el agua de retorno salga limpia; por su parte, el chorro de aire deberá aplicarse hasta remover completamente el agua en el hueco. Posteriormente, EL CONTRATISTA, previa aprobación de LA INTERVENTORÍA, deberá desechar los tramos de las barras que presenten corrosión o daño físico.

Cada torón constitutivo del tendón deberá ser colocado dentro de la perforación, de tal manera que quede correctamente centrado en toda su longitud de adherencia, mediante el uso de

separadores o dispositivos de apoyo, espaciados a distancias no mayores de 3 m. Cada tendón deberá tener, como mínimo, doble protección contra corrosión, donde se indique en los planos y, finalmente, deberá quedar en una posición estable para evitar movimiento durante la etapa de inyección. Cualquier tendón de anclaje que, en opinión de LA INTERVENTORÍA, haya perdido su eficiencia por causa de movimientos, deberá ser reemplazado por EL CONTRATISTA a su costo.

Todo tendón de anclaje, su sistema de inyección y demás accesorios, deberán revisarse para asegurar que se encuentran libres de sustancias extrañas y que están instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante o tal como LA INTERVENTORÍA lo determine.

Los cabezales de los tendones deberán protegerse contra la corrosión de la siguiente manera: limpieza cuidadosa de las láminas, mediante el procedimiento normal de chorro de arena, u otro procedimiento de limpieza equivalente; aplicación de una capa de base de alquitrán de hulla en el cabezal y en el anclaje activo; aplicación de dos capas de pintura epóxica en el cabezal, antes de su colocación; y, aplicación de una capa de pintura epóxica al anclaje activo y al cabezal, después de ejecutada la inyección de protección del anclaje.

Para la aplicación de la pintura deberán utilizarse las especificaciones de las últimas versiones de las Normas SSPC-1101 y SSPC-SO-63 del Steel Structures Painting Council. Finalmente, el cabezal metálico deberá cubrirse con concreto, según se indique en los planos, o tal como LA INTERVENTORÍA lo determine.

Las interferencias que la instalación de los tendones de anclaje cause con otros procesos de construcción de la obra, incluyendo su tensionamiento, inyección y pruebas de campo, serán responsabilidad de EL CONTRATISTA.

9.7.5 INYECCIÓN

El suministro de equipo y materiales, dosificación y demás actividades relacionadas con la operación de inyección de los tendones, deberán ejecutarse de acuerdo con las partes aplicables de la presente especificación y, en particular, con lo especificado para los materiales de las inyecciones de contacto, con excepción del valor de presión, que deberá ser el suficiente para llenar los huecos y que deberá estar comprendido entre 0,1 MPa y 0,3 MPa. La dosificación particular por utilizarse para la conformación del bulbo de lechada será determinada en el laboratorio por EL CONTRATISTA y deberá contar con la aprobación de LA INTERVENTORÍA.

Inmediatamente antes de inyectar la lechada o mortero, EL CONTRATISTA deberá comprobar que los tubos de inyección y ventilación se encuentren limpios, mediante la inyección de agua y aire comprimido. El agua deberá inyectarse hasta que retorne limpia, o hasta que LA INTERVENTORÍA lo considere necesario, y finalmente el agua remanente en el sistema sea removida mediante inyección de aire a presión.

Las operaciones de inyección deberán ejecutarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los tendones y someterse a la aprobación previa de LA INTERVENTORÍA. Se desechará toda aquella lechada o mortero de inyección que no se haya inyectado en el hueco dentro de la primera hora después de haberse iniciado su mezcla.

Los tendones de anclaje deberán contar, en toda su longitud, con una vaina de protección. En dicha vaina deberán ir los cables, los cuales, a su vez, deberán ir protegidos contra la corrosión. Esta protección deberá permitir, en cualquier momento, el retensionamiento de los anclajes.

La inyección de lechada podrá efectuarse en dos etapas: la primera, en forma continua, llenando la longitud de adherencia de anclaje y, a continuación, el espacio anular entre la membrana de protección y la pared de la perforación; la segunda etapa corresponderá al lleno con lechada, o a inhibidores de corrosión. Esta inyección se hará después de haberse tensionado el tendón, previa aprobación de LA INTERVENTORÍA.

La inyección deberá continuarse hasta tanto se observe la salida continua de lechada o mortero por el tubo de ventilación, en un volumen igual al que se está inyectando y sin señales visibles de que aún exista agua o aire dentro del hueco. Seguidamente, se procederá a sellar los tubos de inyección y ventilación; las válvulas o tapones no deberán abrirse o removerse hasta que la lechada o mortero haya fraguado. La presión de inyección, si se requiere, deberá mantenerse constante por lo menos durante cinco (5) minutos después de sellados los tubos. En ninguna circunstancia la tasa de inyección o la presión deberá aumentarse de manera repentina.

9.7.6 TENSIONAMIENTO

El tensionamiento de los tendones de anclaje deberá hacerse de acuerdo con el procedimiento recomendado por su fabricante, previa aprobación de LA INTERVENTORÍA. El tensionamiento se realizará mediante gatos hidráulicos del tipo recomendado por el fabricante y/o aprobado por LA INTERVENTORÍA, equipados con manómetro. EL CONTRATISTA deberá presentar, para cada gato hidráulico y su respectivo manómetro, una curva certificada de calibración que indique la relación entre lecturas del manómetro y la carga aplicada para las acciones de carga y descarga del gato hidráulico. Así mismo, EL CONTRATISTA deberá suministrar un equipo que permita medir el alargamiento del tendón durante el proceso de tensionamiento, con una sensibilidad de 0,25 mm.

El tensionamiento de los tendones de anclaje deberá hacerse en presencia de LA INTERVENTORÍA y de un representante de su fabricante, quien deberá impartir instrucciones sobre el procedimiento para ejecutar dicha labor.

El tensionamiento deberá realizarse cuatro (4) días después de haberse terminado la inyección del anclaje, y ejecutarse de tal forma que en todo momento la carga aplicada y la elongación del tendón puedan ser medidas. Cuando se encuentre una diferencia mayor de 5% entre el esfuerzo determinado por la lectura del manómetro y el esfuerzo calculado por la elongación, de acuerdo con la curva esfuerzo-deformación, el proceso de tensionamiento deberá ser suspendido y aliviarse de carga del tendón. Así mismo, antes de tensionarse nuevamente al tendón, EL CONTRATISTA deberá haber determinado la causa de la discrepancia entre dichos valores y efectuado la corrección correspondiente, a satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

Todo tendón de anclaje se deberá tensionar inicialmente hasta una fuerza igual a 10% de su carga de prueba, considerado el punto de iniciación de las medidas de elongación. A continuación, la tensión deberá incrementarse progresivamente, hasta alcanzar la carga de prueba, la cual deberá exceder la carga de trabajo en un 30%. La carga de trabajo deberá ser igual al 50% de la resistencia última del tendón.

EL CONTRATISTA deberá reemplazar cualquier tendón de anclaje que no pueda ser tensionado a la carga de prueba.

Si durante la operación de tensionamiento la placa de apoyo, o su base, llegan a ceder, se deberá liberar toda la tensión en el tendón y a remover el concreto, o mortero epóxico, dañado, a reparar la base de apoyo y a esperar a que dicha base adquiera la resistencia requerida antes de volver a tensionar. En la reparación del concreto no se deberán utilizar productos con cloruro de calcio.

Tres (3) días después de concluirse el tensionamiento de un tendón, o de un grupo de tendones de anclaje, EL CONTRATISTA, en presencia de LA INTERVENTORÍA, procederá a revisar la respectiva carga. Si en alguno de estos tendones se comprueba la existencia de una carga igual o menor a 95% de la carga máxima de prueba, éste se retensionará nuevamente hasta dicha carga, y tres (3) días después se someterá a una nueva revisión de carga. Si en la misma se vuelve a encontrar que la carga es inferior a 95% de la carga de prueba máxima del tendón, éste deberá ser reemplazado.

Según sea práctico, y tal como LA INTERVENTORÍA lo determine, después de haberse revisado la carga de tensionamiento y ejecutado las inyecciones, el extremo del tendón y el ensamble del cabezal metálico de todos los tendones, deberán ser protegidos, de acuerdo con lo establecido en la sección "Perforación y colocación de elementos" de esta especificación técnica particular.

Los aspectos aquí mencionados referentes al tensionamiento de los tendones de anclaje se complementarán con lo indicado en las Recomendaciones para Anclajes Pretensados para Roca y Suelo del Post Tensioning Institute (PTI).

Durante la construcción del proyecto, EL CONTRATISTA verificará, con una periodicidad no inferior a seis (6) meses, el grado de tensionamiento de los tendones, con respecto al tensionamiento de diseño y si éstos presentan un grado de tensionamiento inferior a 90% de la carga a la cual fueron tensionados inicialmente, EL CONTRATISTA deberá retensionarlos nuevamente, hasta su carga de diseño. Para ello, se escogerán, al azar, un grupo de 3 tendones, por cada 30 instalados. Si al menos uno de ellos presenta un grado de tensionamiento inferior a 90% de su carga de trabajo, EL CONTRATISTA procederá a probar y retensionar, si es necesario, el grupo de 30 tendones.

9.7.7 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

No se permitirá la ejecución de los trabajos bajo condiciones de lluvia; los trabajos deberán realizarse en condiciones secas y durante el día.

EL CONTRATISTA deberá proveer y mantener en condiciones óptimas de funcionamiento los equipos completos para efectuar el ensayo a tensión sobre los pernos.

9.8 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra, y sus costos deberán ser incluidos en los precios de los ítems del presente Capítulo:

- Preparación del terreno para desarrollar las actividades de colocación de la geomembrana.
- Por cantidades de geotextil filtrante correspondiente a traslapes, empalmes, sistemas de juntas o desperdicios de material; ni por el costo de los ensayos a que haya lugar para comprobar la calidad exigida por LA INTERVENTORÍA.
- Mantenimiento, limpieza y corte periódico de áreas empradizadas.
- Riego artificial periódico de áreas empradizadas.
- Control físico y sanitario de la grama.
- Suministro y aplicación de urea.
- Suministro y aplicación de tierra orgánica.
- Aplicación de riego artificial.
- Derechos de explotación, transporte, almacenamiento, colocación, etc., de los bloques de grama para empradización ni por cualquier concepto relacionado con el suministro e instalación de pasto. La totalidad de estos costos deberá estar incluido en el precio cotizado para la empradización.
- Por el suministro y colocación de estacas para sujetar los bloques de grama utilizados en la empradización.
- Suministro, transporte, materiales y mano de obra empleados para la ejecución de las actividades de empradización con mantos permanentes.
- Por derechos de explotación o por suministro, limpieza y demás tratamientos que se hagan a la tierra orgánica que se utilice como base de los bloques de grama de la empradización.
- El material de lleno, concreto de limpieza clase N, en los huecos dejados por los núcleos de ensayos.
- La perforación, cementación y reperforación del hueco, en caso de que durante la perforación ocurran derrumbes en las paredes en la ejecución de los tendones.
- La utilización del Método OD, ODEX o similar para el propósito de la recuperación del hueco y/o evitar derrumbes de las paredes en la ejecución de los tendones.
- La impermeabilización del hueco, incluyendo la inyección y reinyecciones que fueren necesarias, reperforación y pruebas de estanqueidad en la ejecución de los tendones.
- Verificación que los tendones cumplan con la carga de prueba.
- La implementación de sistemas de recuperación de huecos cementándolos y reperforándolos las veces que sea necesario en la ejecución de los tendones.
- El diseño, materiales, equipo y mano de obra requeridos para la construcción de los dados cabezales o vigas de apoyo de concreto o mortero epóxico de los tendones de anclaje.
- Los tendones de anclaje que, en opinión de LA INTERVENTORÍA, hayan perdido su eficiencia por causa de movimiento y deban ser reemplazados por EL CONTRATISTA.
- Los tendones de anclaje que no puedan ser tensionados a la carga de prueba y deban ser reemplazados por EL CONTRATISTA.
- Los tendones que al final de la obra no hayan sido utilizados y que EL CONTRATISTA disponga en el sitio para cumplir con lo especificado en este Capítulo
- Todas las medidas tomadas tendientes a garantizar la seguridad industrial y el medio ambiente.
- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA para cumplir lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítem separado de pago.

9.9 MEDIDA Y PAGO

9.9.1 MEDIDA

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación y la medida se hará con base en los límites teóricos indicados en los planos u ordenados por LA INTERVENTORÍA.

9.9.1.1 REVEGETALIZACIÓN CONVENCIONAL E HIDROSIEMBRA

La medida para el pago por la revegetalización convencional y la hidrosiembra será el número de metros cuadrados (m^2), redondeado al entero más cercano, de área empujizada de acuerdo con estas especificaciones y recibida a satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Esta medida se hará por medios topográficos sobre el área inclinada y dentro de las líneas teóricas mostradas en los planos u ordenadas por LA INTERVENTORÍA.

9.9.1.2 ENROCADO DE PROTECCIÓN

La unidad de medida para el enrocado de protección será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material colocado, aceptado por la INTERVENTORÍA, en su posición final. Si el cómputo de la fracción decimal es igual o mayor a cinco décimas ($\geq 0,5$), la aproximación al metro cúbico (m^3) completo se hará por exceso y si es menor a cinco décimas ($< 0,5$), se hará por defecto.

9.9.1.3 PIEDRA PEGADA

La medida para el pago de la piedra pegada aplicada en excavaciones en corte abierto y superficies naturales será el área en m^2 de piedra pegada redondeado al entero más cercano, de área empujizada de acuerdo con estas especificaciones y recibida a satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Esta medida se hará por medios topográficos sobre el área inclinada y dentro de las líneas teóricas mostradas en los planos u ordenadas por LA INTERVENTORÍA.

9.9.1.4 GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL

La medida para el pago de la geomembrana y el geotextil, será el área en m^2 , aproximado al decímetro de m^2 de área de geomembrana instalada, de acuerdo con estas especificaciones y recibida a satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Esta medida se hará por medios topográficos sobre el área inclinada y dentro de las líneas teóricas mostradas en los planos u ordenadas por LA INTERVENTORÍA.

9.9.1.5 TENDONES DE ANCLAJE

La medida para el pago del suministro, instalación, prueba y verificación de carga de los tendones de anclaje instalados será la longitud total en metros lineales de tendones de anclaje, incluida la longitud de bulbo, instalados y aprobados de acuerdo con lo especificado o lo indicado por LA INTERVENTORÍA.

9.9.2 PAGO

Los precios unitarios deberán incluir todos los gastos de mano de obra, incluyendo administración, imprevistos, utilidades, materiales y equipos, y en general todos los costos generados por el cumplimiento de lo estipulado en las especificaciones ambientales y en las de seguridad industrial y salud ocupacional y todos los trabajos y costos en que deba incurrir EL CONTRATISTA para la completa y correcta ejecución de los trabajos especificados y que no sean objeto de medida y pago por separado.

9.9.2.1 REVEGETALIZACIÓN CONVENCIONAL E HIDROSIEMBRA

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de la revegetalización convencional y la hidrosiembra consistirá en el suministro, transporte, colocación y mantenimiento de acuerdo con estas especificaciones en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

9.9.2.2 ENROCADO DE PROTECCIÓN

La parte de la obra por llevar a cabo el precio unitario de enrocado de protección consistirá en la ejecución de los trabajos necesarios para su recibo a satisfacción y deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones y equipos necesarios de acuerdo con estas especificaciones técnicas en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

9.9.2.3 PIEDRA PEGADA

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de piedra pegada consistirá en el suministro, transporte, colocación y mantenimiento de acuerdo con estas especificaciones en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

9.9.2.4 GEOMEMBRANA Y GEOTEXTIL

La parte de la obra por llevar a cabo al precio unitario de instalación de la geomembrana y el geotextil consistirá en el suministro, transporte, colocación y mantenimiento de acuerdo con estas especificaciones en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

9.9.2.5 TENDONES DE ANCLAJE

La parte de la obra por llevar a cabo del suministro, instalación, prueba y verificación de carga de los tendones de anclaje instalados, incluida la longitud de bulbo, de acuerdo con lo especificado y aprobado por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte y colocación al sitio de la obra de los torones, herramientas, equipos y mano de obra requeridos para la perforación, instalación, inyección y tensionamientos, y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados en los sitios indicados en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

9.10 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Tabla 59 Ítems de Pago Protección de superficies y taludes

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
9	PROTECCIONES DE SUPERFICIE Y TALUDES	
9.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE GRAMA PARA REVEGETALIZACION DE TALUDES	M2
9.2	REVEGETALIZACION DE TALUDES CON HIDROSIEMBRA CON SEMILLAS PARA EMPRADRIZAR	M2
9.3	COLACION Y COMPACTACION DE ENROCADO DE PROTECCION PARA PROTECCION DE TALUD	M3
9.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PIEDRA PEGADA	M2
9.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO NT 2500	M2
9.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOMEMBRANA POLIOLEFINA FPO REFORZADA CON GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 1.80M	M2
9.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACION Y TENSIONAMIENTO DE TENDONES DE ANCLAJE DE 520KN	ML

A continuación, en la Tabla 60 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con la protección de taludes.

Tabla 60 Ítems de pago protección de taludes por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
9	PROTECCIONES DE SUPERFICIE Y TALUDES	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO TENCHE: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
9.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE GRAMA PARA REVEGETALIZACION DE TALUDES	M2
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GUADALUPE III: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
9.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PIEDRA PEGADA	M2
9.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOMEMBRANA POLIOLEFINA FPO REFORZADA CON GEOTEXTIL NO TEJIDO DE 1.80M	M2
9.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE, INSTALACION Y TENSIONAMIENTO DE TENDONES DE ANCLAJE DE 520KN	ML
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III: OBRA PROTECCIÓN DE ORILLA - OBRA PERMANENTE		
9.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE GRAMA PARA REVEGETALIZACION DE TALUDES	M2
9.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO NT 2500	M2
LT8.1 OBRAS INFRAESTRUCTURA: ZODME ZONA INDUSTRIAL Y VÍAS BOCATOMA TENCHE		
9.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE GRAMA PARA REVEGETALIZACION DE TALUDES	M2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
9	PROTECCIONES DE SUPERFICIE Y TALUDES	
9.2	REVEGETALIZACION DE TALUDES CON HIDROSIEMBRA CON SEMILLAS PARA EMPRADRIZAR	M2
9.3	COLACION Y COMPACTACION DE ENROCADO DE PROTECCION PARA PROTECCION DE TALUD	M3
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GUADALUPE III		
9.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE GRAMA PARA REVEGETALIZACION DE TALUDES	M2
9.2	REVEGETALIZACION DE TALUDES CON HIDROSIEMBRA CON SEMILLAS PARA EMPRADRIZAR	M2
9.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE GEOTEXTIL NO TEJIDO NT 2500	M2
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III: MURO PARAPETO		
9.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PIEDRA PEGADA	M2

10 PAVIMENTOS

10.1 ADECUACIÓN DE VÍAS EXISTENTES

10.1.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en la escarificación, la conformación, la renivelación y la compactación del afirmado existente, con o sin adición de material de afirmado o de subbase granular; así como la conformación o reconstrucción de cunetas. Esta especificación está basada en el Artículo 310 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022, como se presenta a continuación.

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de gradación continua, preparada y colocada en caliente (concreto asfáltico), de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor. Esta especificación está basada en el Artículo 450 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022, como se presenta a continuación.

10.1.2 MATERIALES

Se deben aprovechar los materiales del afirmado existente que cumplan los requisitos de calidad estipulados en el numeral 10.2 AFIRMADO, y en el numeral 10.3 SUBBASE GRANULAR.

En el caso de que sea necesaria la adición de nuevo material, este debe cumplir los requisitos de calidad señalados en el numeral 10.2 AFIRMADO o en el artículo 10.3 SUBBASE GRANULAR, según los alcances del proyecto.

El material para la mezcla asfáltica debe cumplir con los requisitos de calidad señalados en el numeral 10.5 Mezcla asfáltica y el artículo 450 de las especificaciones INVIAS 2022

10.1.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de afirmados, subbases, bases granulares, bases estabilizadas u otra capa con tratamiento de estabilización, debe ser el adecuado para obtener la calidad especificada en los documentos del proyecto, en la cantidad suficiente para producir y colocar el volumen establecido en el programa de ejecución conforme el programa de utilización de maquinaria, y en cumplimiento de las exigencias de la presente especificación. La selección del equipo es responsabilidad del CONTRATISTA. El equipo debe ser mantenido en óptimas condiciones de operación, durante el tiempo que se prolongue la obra y debe ser operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a criterio de LA INTERVENTORÍA y por instrucción de esta, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se debe suspender inmediatamente el trabajo en tanto que el CONTRATISTA corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que se ocasionen por este motivo, son responsabilidad del CONTRATISTA.

Normalmente, el equipo requerido para la conformación de la calzada incluye elementos para la explotación de materiales, eventualmente una planta de trituración, unidad clasificadora, equipos para mezclado, cargue, transporte, extensión, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Para la compactación de la mezcla asfáltica, se deberán poner a disposición de los trabajos, como mínimo, un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto y uno (1) de llantas neumáticas.

10.1.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

10.1.4.1 MEJORAMIENTO DEL AFIRMADO

Los materiales existentes que no cumplan los requisitos de calidad establecidos para afirmado y subbase granular, según corresponda, se deben escarificar en el espesor ordenado por LA INTERVENTORÍA. Así mismo, estos materiales se deben retirar, transportar, depositar y conformar en los sitios destinados para disposición de sobrantes o desechos, de acuerdo con estas especificaciones o lo dispuesto por LA INTERVENTORÍA.

Cuando el material del afirmado existente cumpla los requisitos de calidad establecidos en el numeral 10.2 AFIRMADO, o en el numeral 10.3 SUBBASE GRANULAR, según corresponda, se debe escarificar, conformar, humedecer o secar y compactar, de acuerdo con lo especificado en esos numerales, ya sea con o sin adición de material. La escarificación del afirmado existente se debe realizar necesariamente cuando no se requiera adicionar material o cuando el espesor de la capa compacta de material por adicionar sea inferior a diez centímetros (10 cm).

Para el caso de capas adicionales con espesores compactados iguales o superiores a diez centímetros (10 cm), la escarificación solo se debe realizar cuando haya necesidad de efectuar el reemplazo de material de afirmado existente que no cumpla los requisitos de calidad establecidos para afirmado y subbase granular, según corresponda, salvo que, por circunstancias especiales, LA INTERVENTORÍA determine lo contrario.

El material por utilizar en la adición o en el reemplazo de material inadecuado, debe cumplir lo especificado en el numeral 10.2 AFIRMADO, o en el numeral 10.3 SUBBASE GRANULAR, según lo indiquen los documentos del proyecto.

En el mejoramiento del afirmado no deben aparecer depresiones ni angostamientos que afecten la superficie de rodadura contemplada en el alineamiento y en las secciones típicas del proyecto.

Una vez conformada la calzada existente, EL CONTRATISTA debe conservarla con la planicidad y el perfil correcto, hasta que proceda a la construcción de la capa superior. Cualquier deterioro que se produzca por causa diferente a fuerza mayor debe ser corregido por EL CONTRATISTA sin costo adicional para el proyecto, hasta contar con la aprobación de LA INTERVENTORÍA.

10.1.4.2 CUNETAS Y ENSANCHES

La conformación o la reconstrucción de cunetas, así como la construcción de ensanches menores, se debe hacer de acuerdo con las secciones, las pendientes transversales y las cotas indicadas en los documentos del proyecto y con lo especificado en los numerales correspondientes a excavaciones y terraplenes.

Los procedimientos requeridos para cumplir con la presente especificación deben incluir la excavación, el cargue, el transporte y la disposición de los materiales no utilizables y la conformación de los materiales que sean utilizables, para obtener la sección típica proyectada.

El mejoramiento de cunetas y los ensanches deben avanzar coordinadamente con la construcción de las demás obras del proyecto.

10.1.4.3 DISEÑO DE MEZCLA

Las mezclas en caliente se diseñarán por el método Marshall, cuyos pasos para el diseño de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua son dos, el primer paso es el diseño preliminar, en donde se presenta la estabilidad y flujo marshall y las propiedades volumétricas y el segundo paso es la verificación del diseño preliminar, en donde se verifica la adherencia, la resistencia al ahuellamiento, el módulo resiliente y la resistencia a la fatiga.

Los criterios para la definición preliminar del porcentaje óptimo de asfalto de la mezcla, son los indicados y el diseño preliminar, obtenido a partir de los requisitos establecidos en la Tabla 61 deberá ser verificado, con base en los criterios descritos a continuación:

Tabla 61 Criterios de diseño de la mezcla asfáltica en caliente por el método Marshall

Característica		Norma de ensayo INV	Mezclas densas, semidensas y gruesas			Mezcla de alto módulo
			Categoría de tránsito			
			NT1	NT2	NT3	
Compactación (golpes/cara)		E-748 (E-800)	50	75 (112)	75(112)	75
Estabilidad mínima (N)			5000	7500 (16875)	9000 (20250)	15000
Flujo (mm)			2,0-4,0	2,0-4,0 (3,0-6,0)	2,0-3,5 (3,0-5,3)	2,0-3,0
Relación Estabilidad / Flujo (kN/mm)			2,0-4,0	3,0-5,0 (4,5-7,5)	3,0-6,0 (4,5-9,0)	-
Vacíos con aire (Va) (%)	Rodadura	E-736 E-799	3,0-5,0	3,0-5,0	3,0-5,0	4,0-6,0
	Intermedia		4,0-8,0	4,0-7,0	4,0-7,0	4,0-6,0
	Base		NA	5,0-8,0	5,0-8,0	4,0-6,0
Vacíos en los agregados minerales (VAM), mínimo (%)	T. Máx. 38 mm	E-799	13			-
	T. Máx. 25 mm		14			14
	T. Máx. 19 mm		15			-
	T. Máx. 10 mm		16			-
Vacíos llenos de asfalto (VFA) (%)		E-799	65-80	65-78	65-75	63-75
Relación Llenante / Ligante efectivo, en peso		E-799	0,8-1,2			1,2-1,4
Concentración de llenante, valor máximo		E-745	Valor crítico			
Evaluación de propiedades de empaquetamiento por el método Bailey		-	Reportar			
Espesor promedio de película de asfalto, mínimo (um)		E-799	7,5			

Adicionalmente se deberá comprobar la adhesividad entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, caracterizando la mezcla con el contenido óptimo de ligante mediante el ensayo descrito en la norma INV E-725, para verificar su sensibilidad al agua. La resistencia promedio a tracción indirecta de las probetas sometidas a curado húmedo deberá ser, cuando menos,

ochenta por ciento (80%) del valor promedio alcanzado por las probetas curadas en condición seca. Si no se alcanza este valor, se deberá incrementar la adhesividad, empleando un aditivo mejorador de adherencia y/o un llenante mineral apropiado. Para capas de rodadura e intermedia en vías de tránsito NT3 y para mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall, ajustada por la comprobación de adhesividad si es el caso, deberá ser verificada con la medida de su resistencia a la deformación plástica, mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la norma de ensayo INV E-756. La velocidad de deformación en el intervalo comprendido entre ciento cinco (105) y ciento veinte (120) minutos, no podrá ser mayor de 15mm/min para mezclas que se vayan a emplear en zonas donde la temperatura media anual sea superior a veinticuatro grados Celsius (24°C), ni mayor de 20 mm/min para regiones con temperaturas hasta de veinticuatro grados Celsius (24° C). Si este requisito no se cumple, se deberán efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla, hasta cumplirlo.

Para el control de la resistencia de la mezcla a la deformación plástica se podrán emplear otros métodos de pista de ensayo de laboratorio contemplados en la norma europea EN-12697-22, caso en el cual los criterios de aceptación se deberán definir con base en especificaciones internacionales de comprobada aceptación. Como complemento del diseño, se deberá presentar el espesor promedio de la película de asfalto que cubre los agregados, cuyo cálculo se realizará conforme se indica en la norma INV E-741.

- Módulo Resiliente

Para las mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima deberá ser verificada con la medida de su módulo resiliente. El valor del módulo, determinado según la norma de ensayo INV E-749 a la temperatura y frecuencia de aplicación de carga definidas para el proyecto, deberá ser mínimo de diez mil megapascuales (10.000 MPa), para probetas compactadas con 75 golpes por cara. Las probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo según la norma de ensayo AASHTO R-30. Si este valor de módulo no se cumple, será necesario rediseñar la mezcla hasta lograr su cumplimiento.

Alternativamente, el módulo podrá ser determinado mediante alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma europea EN-12697-26, caso en el cual el valor obtenido debe ser equivalente al de diez mil megapascuales (10.000 MPa), definido para la norma INV E-749; en este caso, se deberán utilizar equivalencias internacionalmente comprobadas entre los resultados de los ensayos. En este caso, las probetas deberán ser elaboradas en las mismas condiciones descritas en el párrafo anterior.

- Leyes de Fatiga

Las mezclas óptimas diseñadas con el método Marshall deberán ser verificadas con la medida de sus leyes de fatiga, aplicando el procedimiento de ensayo definido en la norma INV E-784 u otros de reconocida aceptación, como los descritos en la norma europea EN-12697-24. Los ensayos se realizarán bajo condiciones de densidad, temperatura y frecuencia representativas de las condiciones reales de operación del pavimento. Las probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo según la norma de ensayo AASHTO R-30.

Aunque los resultados de los ensayos de fatiga no tienen por finalidad la aceptación o el rechazo de la mezcla por parte del Interventor, EL CONTRATISTA deberá asegurarse de que las leyes de fatiga de las mezclas que elabore sean adecuadas para las necesidades de tránsito del

proyecto donde se utilizará, por cuanto será de su entera y única responsabilidad cualquier deterioro prematuro atribuible exclusivamente a la fatiga de las capas asfálticas, durante el período de garantía de estabilidad de la obra.

- Medidas de prevención contra la fisuración descendente de las capas asfálticas (top-down cracking)

Adicionalmente a todos los requerimientos para el diseño de la mezcla, señalados en los numerales precedentes, EL CONTRATISTA deberá adoptar todas las previsiones técnicas y operativas necesarias que permitan la prevención del desarrollo de fisuras y grietas descendentes (top-down cracking) en las capas asfálticas. Todo deterioro por este concepto que se produzca durante el período de garantía de estabilidad de la obra se considerará de su responsabilidad, debiendo proceder a su corrección, a satisfacción completa del Instituto Nacional de Vías.

- Ajuste de la Fórmula de Trabajo

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varían la procedencia o las características de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este Artículo, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

Aprovisionamiento de los agregados

Los agregados se suministrarán fraccionados y se manejan separados hasta su introducción en las tolvas en frío. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación. Cuando la mezcla asfáltica se vaya a elaborar en una planta del tipo tambor secador- mezclador no se permitirá, por ningún motivo, realizar una pre dosificación de las fracciones de los agregados pétreos, antes de su vertimiento en las tolvas de agregados en frío de la planta.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás, para evitar inter contaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1.5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.

10.1.5 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

Los trabajos de conformación de la calzada se deben ajustar a los documentos del proyecto y las instrucciones de LA INTERVENTORÍA. Su pendiente transversal debe ser la especificada en el numeral 10.2.4.4 EXTENSIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y CONFORMACIÓN DEL MATERIAL.

Las cunetas deben quedar funcionando adecuadamente y libres de todo material de desecho.

En los casos en que se requiera adición de material, la verificación de su calidad se debe efectuar de acuerdo con lo establecido en el numeral 10.2 AFIRMADO, o en el numeral 10.3 SUBBASE GRANULAR, según se haya incorporado material de afirmado o de subbase granular, respectivamente.

El control de compactación se debe ajustar a lo establecido en el numeral 10.2.4.5 COMPACTACIÓN.

El trabajo se debe considerar terminado cuando el interventor verifique y acepte que el constructor se ha ceñido a lo establecido en los documentos del proyecto y a lo ordenado por este.

Calidad del cemento asfáltico

A la llegada de cada carrotanque con cemento asfáltico convencional o cemento asfáltico modificado con polímeros para mezcla en caliente al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante del producto, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de asfalto, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico convencional o modificado con polímeros, que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, mediante muestras representativas de cada entrega, efectuará las verificaciones correspondientes. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos

Calidad de los agregados pétreos y del llenante mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que sean pertinentes de aquellos que se encuentran indicados en la Tabla 400.1 del Artículo 400 de las especificaciones INVIAS 2022.

Así mismo, para cada procedencia del llenante mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán dos (2) muestras y sobre ellas se determinará la densidad aparente, según la norma INV E- 225. Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 400.2.1 del Artículo 400, so pena de rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus

elementos separadores. Además, efectuará las verificaciones de calidad indicadas en la Tabla 450.6 para los agregados grueso y fino.

Además, efectuará las verificaciones de calidad indicadas en la Tabla 450.6 del para los agregados grueso y fino del Artículo 450 de de las especificaciones INVIA 2022, de este mismo artículo se deberá verificar las verificaciones a la composición y calidad de la mezcla y a la calidad del producto terminado.

El Constructor, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que taxativamente se exigen en estas especificaciones.

10.2 AFIRMADO

10.2.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en el suministro, el transporte, la colocación y la compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, de acuerdo con la presente especificación, los alineamientos, las pendientes y las dimensiones indicados en los documentos del proyecto. Esta especificación está basada en el Artículo 311 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022, como se presenta a continuación.

10.2.2 MATERIALES

Los materiales que se deben utilizar para la construcción del afirmado de las vías industriales deben satisfacer las características de dureza, durabilidad, limpieza, resistencia y granulometría de los materiales descritos en las siguientes tablas.

Tabla 62 Requisitos de los agregados para afirmados

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles a quinientas (500) revoluciones	E-218	50
(Granulometría A), máximo (%):		
NT1		
NT2		
NT3		
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota):	E-220	12
- Sulfato de sodio		
- Sulfato de magnesio		
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	35
Índice de Plasticidad (%)	E-125 y E-126	4 – 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Contracción lineal	E-127/E-129	Tabla 311 — 3
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se debe medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 15

Tabla 63 Franjas granulométricas del material de afirmado

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. Standard)							
	37,5	25	19	9,5	4,75	2	0,425	0,075
	1 ½	1	3/4	3/8	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pulgadas	Pulgada	Pulgada	Pulgada				
	Pasa tamiz (%)							
A-38	100	-	80 — 100	60 — 85	40 — 65	30 — 50	13 — 30	9 — 18
A-25	-	100	90 — 100	65 — 90	45 — 70	35 — 55	15 — 35	10 — 20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0%	7%			6%			3%

Tabla 64 Relaciones que debe cumplir el material de afirmado

Relación	Requisito
$\frac{\% \text{ pasa tamiz nro. 200}}{\% \text{ pasa tamiz No. 10}}$	0,20 - 0,45
$\frac{\% \text{ pasa tamiz nro. 200}}{\% \text{ pasa tamiz No. 40}}$	≤ 2/3
$\{(\% \text{ pasa tamiz de 1 pulgada}) - (\% \text{ pasa tamiz nro. 10})\} \times \{\% \text{ pasa tamiz nro. 4}\}$	16 - 34
$(\% \text{ de contracción lineal}) \times (\% \text{ pasa tamiz nro. 40})$	100 - 240

10.2.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de afirmados, subbases, bases granulares, bases estabilizadas u otra capa con tratamiento de estabilización, debe ser el adecuado para obtener la calidad especificada en los documentos del proyecto, en la cantidad suficiente para producir y colocar el volumen establecido en el programa de ejecución conforme

el programa de utilización de maquinaria, y en cumplimiento de las exigencias de la presente especificación. La selección del equipo es responsabilidad de EL CONTRATISTA. El equipo debe ser mantenido en óptimas condiciones de operación, durante el tiempo que se prolongue la obra y debe ser operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a criterio de LA INTERVENTORÍA y por instrucción de esta, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se debe suspender inmediatamente el trabajo en tanto que EL

CONTRATISTA corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución, que se ocasionen por este motivo, son responsabilidad del CONTRATISTA.

En la construcción del afirmado y demás capas granulares, se requieren equipos para la explotación de los materiales, eventualmente una planta de trituración, una unidad clasificadora y, de ser necesario, un equipo de lavado y herramientas menores. Además, equipos para humedecimiento y mezclado, que deben ser capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas. Los equipos de cargue y transporte deben contar con superficies lisas y limpias, y disponer de lonas o cobertores adecuados para proteger el material durante su transporte. Para la extensión del material, cuando la obra tenga una superficie por pavimentar superior a los setenta mil metros cuadrados ($>70.000 \text{ m}^2$), se recomienda utilizar extendedoras automotrices, que deben estar dotadas de sistemas automáticos de nivelación y de los dispositivos necesarios para la puesta en obra de la capa granular, con la configuración deseada y para proporcionarle un mínimo de compactación. No obstante, la selección del equipo para la extensión debe ser responsabilidad del CONTRATISTA con la aprobación de LA INTERVENTORÍA y se debe validar durante su operación.

10.2.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

10.2.4.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

El material de afirmado no se debe descargar hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tiene la densidad apropiada y las cotas indicadas en los documentos del proyecto. Se debe comprobar la regularidad, la capacidad de soporte y el estado de la superficie existente. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deben ser corregidas, de acuerdo con lo establecido en ella.

10.2.4.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL

Todo transporte de materiales sobre las vías públicas se debe realizar en vehículos aprobados para circular sobre las carreteras nacionales, los cuales deben cumplir la reglamentación vigente sobre pesos y dimensiones del Ministerio de Transporte, así como las normas sobre protección ambiental, expedidas por la entidad que tenga la jurisdicción respectiva.

Los vehículos deben estar equipados con dispositivos para depositar los materiales y, además deben contar con los medios necesarios para proteger los materiales de cambios en su contenido de agua. Cualquier contaminación que se presente, debe ser subsanada por el CONTRATISTA antes de continuar con el trabajo, sin cargo para EPM.

El material se debe acopiar en cobertizos o cubriéndolo con plásticos, de manera que no sufra daños o transformaciones perjudiciales y se debe disponer sobre lonas de protección tendidas sobre el terreno. Para evitar la mezcla de agregados diferentes, estos se deben disponer suficientemente alejados entre sí por barreras colocadas con tal propósito. Se debe evitar la alteración de la granulometría de cada material debido a la mezcla con otros materiales, a la segregación de partículas o a otros fenómenos. Los últimos quince centímetros (15 cm) de cada acopio que se encuentren en contacto con la superficie natural del terreno no se deben utilizar, a menos que la superficie tenga pavimento asfáltico o rígido.

10.2.4.3 COLOCACIÓN DEL MATERIAL

La colocación del material sobre la capa subyacente se debe hacer en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1.500 m) de las operaciones de extensión, conformación y compactación del material.

10.2.4.4 EXTENSIÓN, ACONDICIONAMIENTO Y CONFORMACIÓN DEL MATERIAL

El material se debe disponer en un cordón de sección uniforme, donde se debe verificar su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr el contenido de agua de compactación, el CONTRATISTA debe emplear el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje un contenido de agua uniforme en el material. Después de humedecido o aireado, este material se debe extender en una capa uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos. El material de afirmado debe ser distribuido en una sola capa y en todo el ancho de la corona (calzada más bermas) de tal manera que, al extenderse, la capa resulte de espesor uniforme, con una pendiente transversal entre tres y cuatro por ciento (3% – 4 %), para facilitar el escurrimiento de las aguas superficiales.

En todo caso, la cantidad de material extendido debe ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a ciento veinte milímetros (120 mm) ni superior a trescientos milímetros (300 mm). Si el espesor del afirmado compactado, por construir, es superior a trescientos milímetros (300 mm), el material se debe colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a ciento veinte milímetros (120 mm). El material extendido debe mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. LA INTERVENTORÍA no debe permitir la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente. A menos que LA INTERVENTORÍA apruebe algún procedimiento alternativo, la capa ya compactada se debe escarificar superficialmente con el propósito de ligarla con la siguiente.

10.2.4.5 COMPACTACIÓN

Una vez que el material tenga el contenido de agua apropiado, necesario para asegurar la densidad de diseño requerida y esté conformado debidamente, se debe compactar con el equipo aprobado, hasta lograr la densidad seca especificada. Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan el uso del equipo que normalmente se utiliza, se deben compactar con los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido una longitud no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer del borde inferior al superior. La última capa extendida debe garantizar una superficie lisa y apropiada para la conformación de las capas superiores

10.2.4.6 APERTURA AL TRÁNSITO

Sobre las capas en ejecución se debe prohibir la acción de todo tipo de tránsito, mientras no se haya completado la compactación. Si ello no fuere posible, el tránsito que necesariamente tenga

que pasar sobre ellas se debe distribuir en forma tal que no se concentren ahuellamientos en la superficie. El CONTRATISTA debe responder por los daños originados por esa causa y debe repararlos, sin costo adicional para EPM, de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA.

10.2.5 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias ya mencionadas deben ser corregidas por EL CONTRATISTA, sin costo adicional para EPM, de acuerdo con las instrucciones de LA INTERVENTORÍA y hasta contar con la aprobación de esta.

Los retrasos en el cronograma debidos a las deficiencias o al reemplazo de materiales, así como los costos asociados a estas circunstancias, son responsabilidad del CONTRATISTA.

10.2.5.1 CALIDAD DE LOS AGREGADOS

De cada fuente de agregados y para cualquier volumen previsto de material de un mismo tipo, se deben tomar cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 55. Los resultados deben satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, de lo contrario se deben rechazar los materiales deficientes.

Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado.

Al material ya colocado en la vía se le deben realizar controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 58.

Tabla 65 Verificaciones periódicas de la calidad del material de afirmado

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Desgaste en la máquina de Los Angeles	E-218	Una (1) vez por semana
Contracción lineal	E-127	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por semana
CBR de laboratorio	E-148	Una (1) vez por semana

En ningún caso se debe permitir el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos establecidos en el numeral 10.2.2 MATERIALES. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado no satisfactorio, se deben tomar dos muestras adicionales del material y se debe repetir la prueba. Los resultados de ambos ensayos deben ser satisfactorios o, de lo contrario, LA INTERVENTORÍA no debe autorizar la utilización de este material.

10.2.5.2 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y las pendientes establecidas en los planos del proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no debe ser inferior a la señalada en los planos. No se debe tolerar, en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas. Además, se deben realizar las comprobaciones de compactación, espesor, rasante y anchura de acuerdo con lo establecido en el Art. 311, numeral 311.5.2.2 de las especificaciones INVIAS 2022.

10.2.5.3 MEDIDAS DE DEFLEXIÓN

Si los documentos del proyecto lo contemplan, o lo solicita LA INTERVENTORÍA, EL CONTRATISTA debe verificar la solidez de la estructura construida al nivel de afirmado, subbases, bases granulares y capas granulares estabilizadas, realizando medidas de deflexión con la viga Benkelman o el deflectómetro de impacto (FWD), de acuerdo con las normas de ensayo INV E-795 o INV E-798, respectivamente. Los resultados de las medidas no deben constituir un criterio para aceptación o rechazo de la capa construida de afirmado, subbases, bases granulares y capas granulares estabilizadas, pero deben permitir a EPM verificar la homogeneidad de los procesos de construcción de la estructura y realizar los ajustes, que puedan resultar necesarios, al diseño estructural del pavimento.

10.3 SUBBASE GRANULAR

10.3.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en el suministro, el transporte, la colocación, el humedecimiento o aireación, la extensión y la conformación, la compactación y el terminado de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, las pendientes y las dimensiones indicados en los documentos y planos del proyecto. Esta especificación está basada en el Artículo 320 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022, INVIAS, como se presenta a continuación.

10.3.2 MATERIALES

Los materiales que se deben utilizar para la construcción de la subbase granular de las vías industriales deben satisfacer las características de dureza, durabilidad, limpieza, resistencia y granulometría de los materiales clasificados como Clase A como se presenta en la Tabla 59 y se debe ajustar a alguna franja granulométrica que se presenta en la Tabla 60.

Tabla 66 Requisito de los agregados para subbase granular

Característica	Norma de ensayo INV	Subbase granular
		Clase A
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%):	E-218	50
- 500 revoluciones		

Característica	Norma de ensayo INV	Subbase granular
		Clase A
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota):	E-220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%).	E-125	25
Índice de Plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	6
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%).	E-211	2
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días (4 d) de inmersión, mínimo.	E-148	40

Tabla 67 Franjas granulométricas del material de la subbase granular

Tipo de gradación		Tamiz (mm / U.S. Standard)							
	50	37,5	25	19	9,5	4,75	2	0,425	0,075
	2	1 ½	1	3/4	3/8	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pulgadas	Pulgadas	Pulgada	Pulgada	Pulgada				
	Pasa tamiz (%)								
SBG-50 (Nota)	100	70 — 95	60 — 90	45 — 75	40 — 70	25 — 55	15 — 40	6 — 25	2 — 15
SBG-38 (Nota)	-	100	75 — 95	55 — 85	45 — 75	30 —60	20 — 45	8 — 30	2 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0%	7%				6%			3%

NOTA: el número indica el tamaño máximo, en milímetros, de las partículas en la gradación empleada.

Adicional a lo anterior, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40), no debe exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada, y el tamaño máximo nominal no debe exceder un tercio (1/3) del mismo espesor.

10.3.3 EQUIPO

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en el numeral 10.2.3 EQUIPO de esta especificación.

10.3.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

10.3.4.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

LA INTERVENTORÍA solo debe autorizar la colocación de material de subbase granular, cuando la superficie sobre la cual se debe asentar tenga la compactación apropiada y las cotas y secciones indicadas en los planos y documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los desagües y los filtros necesarios para el drenaje de la calzada. Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación de la capa de la cual forma parte, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, EL CONTRATISTA debe realizar las correcciones necesarias, hasta ser aprobadas por LA INTERVENTORÍA.

10.3.4.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL

El transporte y el almacenamiento de materiales deben cumplir lo establecido en el numeral 10.2.4.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL de esta especificación.

10.3.4.3 COLOCACIÓN, EXTENSIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MATERIAL

La colocación del material sobre la capa subyacente se debe hacer en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1.500 m) de las operaciones de extensión, conformación y compactación del material.

El material se debe disponer en un cordón de sección uniforme, donde se debe verificar su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr el contenido de agua de compactación, el CONTRATISTA debe emplear el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje un contenido de agua uniforme en el material. Después de humedecido o aireado, este material se debe extender en una capa uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

En todo caso, la cantidad de material extendido debe ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de subbase compactada, por construir, es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm).

El material extendido debe mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. LA INTERVENTORÍA no debe permitir la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente. A menos que LA INTERVENTORÍA apruebe algún procedimiento alternativo, la capa ya compactada se debe escarificar superficialmente con el propósito de ligarla con la siguiente.

10.3.4.4 COMPACTACIÓN

La compactación del material granular debe cumplir lo establecido en el numeral 10.2.4.5 COMPACTACIÓN de esta especificación.

10.3.4.5 APERTURA AL TRÁNSITO

La apertura del tránsito y manejo de este debe cumplir lo establecido en el numeral 10.2.4.6 APERTURA AL TRÁNSITO de esta especificación.

10.3.4.6 CONSERVACIÓN

EL CONTRATISTA debe conservar la capa de subbase granular en las condiciones en las cuales le fue aceptada por LA INTERVENTORÍA hasta el momento de ser recubierta por la capa inmediatamente superior, aun cuando aquella sea liberada parcial o totalmente al tránsito público. Durante dicho lapso, EL CONTRATISTA debe reparar, sin costo adicional para EPM, todos los daños que se produzcan en la subbase granular y restablecer el mismo estado en el cual ella se aceptó.

10.3.5 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

Los retrasos en el cronograma debidos a las deficiencias o al reemplazo de materiales, así como los costos asociados a estas circunstancias, son responsabilidad del CONTRATISTA.

10.3.5.1 CALIDAD DE LOS AGREGADOS

De cada fuente de agregados pétreos y por cada dos mil metros cúbicos (2.000 m³) del material de un mismo tipo, se deben tomar cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 59. Los resultados deben satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, so pena de rechazo de los materiales deficientes. Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado. Al material ya colocado en la vía se le deben realizar controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 61.

Tabla 68 Verificaciones periódicas de la calidad del material de subbase granular

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Desgaste en la máquina de Los Angeles	E-218	Una (1) vez por semana
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por semana
CBR de laboratorio	E-148	Una (1) vez por semana

En ningún caso se debe permitir el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos establecidos en el numeral 10.3.2 MATERIALES. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado no satisfactorio, se deben tomar dos muestras adicionales del material y se debe repetir la prueba. Los resultados de ambos ensayos deben ser satisfactorios o, de lo contrario, LA INTERVENTORÍA no debe autorizar la utilización de este material.

Los agregados no deben sufrir una degradación excesiva con motivo de su manejo y compactación en obra. Para verificarlo, cada semana se deben tomar muestras representativas, al menos cada doscientos metros (200 m) del material colocado y compactado durante la semana previa, las cuales se deben someter a los ensayos que se indican en la Tabla 62. Los resultados de estos ensayos deben satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 10.3.2 MATERIALES. Si no las cumplen, se debe suspender inmediatamente el empleo del material y se debe delimitar el área donde se haya utilizado, la cual debe ser demolida y reconstruida por EL CONTRATISTA, sin costo adicional para EPM, empleando un material de subbase granular apropiado y que conserve sus propiedades según se especifica en este numeral.

Tabla 69 Ensayos para verificar la conservación de las propiedades de los agregados

Característica	Norma de ensayo INV
Granulometría	E-213
Límite líquido	E-125
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126
Equivalente de arena	E-133

10.3.5.2 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

La capa de subbase granular debe presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones. Si LA INTERVENTORÍA considera que es necesario realizar correcciones por este concepto, debe delimitar el área afectada y EL CONSTRUCTOR la debe escarificar en un espesor de cien milímetros (100 mm) y, después de efectuar las correcciones necesarias, debe mezclar y compactar de nuevo hasta que, tanto el área delimitada como las adyacentes, cumplan todos los requisitos exigidos en esta especificación.

La rasante de la superficie terminada no debe superar a la teórica en ningún punto. Tampoco debe quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm). La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no debe ser inferior a la señalada en los planos.

Cuando los niveles de la rasante no se cumplan por defecto y no existan problemas de encharcamiento, LA INTERVENTORÍA puede aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la disminución con el espesor adicional necesario, sin incremento de costo para EPM. De lo contrario, estas áreas deben ser rebajadas, humedecidas, compactadas y terminadas nuevamente, hasta cumplir las cotas y el espesor establecidos en los planos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación. Cuando no se cumpla por exceso, este se debe corregir por cuenta del CONTRATISTA, siempre que ello no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los documentos del proyecto.

La verificación de los perfiles longitudinales y transversales del proyecto se debe hacer mediante puntos de referencia altimétrica a distancias no superiores a veinte metros (20 m). En las zonas de transición de peraltes, esta verificación se debe realizar cada diez metros (10 m) como máximo. El ancho de la sección en ningún caso debe ser inferior al establecido en los planos del proyecto.

Además, se deben realizar las comprobaciones de compactación, espesor, rasante y anchura de acuerdo con lo establecido en el Art. 320, numeral 320.5.2.2 de las especificaciones INVIAS 2022.

10.4 BASE GRANULAR

10.4.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en el suministro, el transporte, la colocación, el humedecimiento o la aireación, la extensión y la conformación, la compactación y el terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, las pendientes y las dimensiones indicados en los documentos del proyecto. Esta especificación está basada en el Artículo 330 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022, INVIAS, como se presenta a continuación.

10.4.2 MATERIALES

Los materiales que se deben utilizar para la construcción de la base granular de las vías industriales deben satisfacer las características de dureza, durabilidad, limpieza, resistencia y granulometría de los materiales clasificados como Clase A como se presenta en la Tabla 63 y se debe ajustar a alguna franja granulométrica que se presenta en la Tabla 64.

Tabla 70 Requisito de los agregados para base granular

Característica	Norma de ensayo INV	Base granular
		Clase A
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%):	E-218	
- 500 revoluciones		35
- 100 revoluciones		7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10% de finos:	E-224	
- Valor en seco, mínimo (kN)		90
- Relación húmedo/seco, mínimo (%)		7
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota 1):	E-220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%).	E-125	-
Índice de Plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	0
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 2)	E-235	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%).	E-211	2
Geometría de las partículas (F)		
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	35

Característica	Norma de ensayo INV	Base granular
		Clase A
Caras fracturadas, mínimo (%). (Nota 3):	E-227	
-Una cara		90
-Dos caras		85
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	35
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado; el CBR se debe medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 95

Nota 1: el ensayo de solidez se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio, de acuerdo con los documentos del proyecto, o con lo solicitado por LA INTERVENTORÍA.

Nota 2: el ensayo de valor de azul de metileno solo se debe exigir cuando el equivalente de arena del material de base granular sea inferior a treinta por ciento (30 %), pero igual o superior a veinticinco por ciento (25 %).

Nota 3: se puede reducir el porcentaje de partículas con caras fracturadas, siempre y cuando el constructor demuestre, mediante ensayos de laboratorio o tramos de prueba, que no se ve afectada la resistencia requerida por los materiales.

Tabla 71 Franjas granulométricas del material de base granular

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. Standard)							
	37,5	25	19	9,5	4,75	2	0,425	0,075
	1 ½	1	3-abr	3-ago	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pulgadas	Pulgada	Pulgada	Pulgada				
	Pasa tamiz (%)							
Bases granulares de gradación gruesa								
BG-40	100	75 — 100	65 — 90	45 — 68	30 —50	15 — 32	7 — 20	0 — 9
BG-27	-	100	75 — 100	58 — 78	35 —59	20 — 40	8 — 22	0 — 9
Bases granulares de gradación gruesa								
BG-38	100	70 — 100	60 — 90	45 — 75	30 —60	20 — 45	10 — 30	5 — 15
BG-25	-	100	70 — 100	50 — 80	35 —65	20 — 45	10 — 30	5 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0%	7%			6%			3%

Adicional a lo anterior, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40), no debe exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada, y el tamaño máximo nominal no debe exceder un tercio (1/3) del mismo espesor.

10.4.3 EQUIPO

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en el numeral 10.2.3 EQUIPO de esta especificación. Adicionalmente, todos los compactadores deben ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave. Como mínimo se debe emplear un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos. El rodillo metálico del compactador vibratorio debe tener una carga estática sobre la generatriz no inferior a 30 kN/m y debe ser capaz de alcanzar una masa de al menos 15.000 kg, con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Si se utilizan compactadores de neumáticos, estos deben ser capaces de alcanzar una masa de, al menos, 28.000 kg y una carga por rueda de al menos 39,2 kN aproximadamente, con una presión de inflado que pueda llegar a alcanzar un valor no inferior a 0,8 MPa.

10.4.4 . EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

10.4.4.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

LA INTERVENTORÍA solo debe autorizar la colocación de material de base granular, cuando la superficie sobre la cual se debe asentar tenga la compactación apropiada y las cotas y secciones indicadas en los planos y documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas. Además, debe estar concluida la construcción de los desagües y los filtros necesarios para el drenaje de la calzada. Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación de la capa de la cual forma parte, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, EL CONTRATISTA debe realizar las correcciones necesarias, hasta ser aprobadas por LA INTERVENTORÍA.

La base granular no se debe extender sobre superficies que presenten capas blandas, arcillosas u orgánicas.

10.4.4.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL

El transporte y el almacenamiento de materiales deben cumplir lo establecido en el numeral 10.2.4.2 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL de esta especificación.

10.4.4.3 COLOCACIÓN, EXTENSIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MATERIAL

El transporte y el almacenamiento de materiales deben cumplir lo establecido en el numeral 10.3.4.3 COLOCACIÓN, EXTENSIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MATERIAL de esta especificación.

10.4.4.4 COMPACTACIÓN

La compactación del material granular debe cumplir lo establecido en el numeral 10.2.4.5 COMPACTACIÓN de esta especificación.

10.4.4.5 APERTURA AL TRÁNSITO

La apertura del tránsito y manejo de este debe cumplir lo establecido en el numeral 10.2.4.6 APERTURA AL TRÁNSITO de esta especificación.

10.4.4.6 CONSERVACIÓN

EL CONTRATISTA debe conservar la capa de base granular en las condiciones en las cuales le fue aceptada por LA INTERVENTORÍA hasta el momento de ser recubierta por la capa inmediatamente superior, aun cuando aquella sea liberada parcial o totalmente al tránsito público. Durante dicho lapso, EL CONTRATISTA debe reparar, sin costo adicional para EPM, todos los daños que se produzcan en la subbase granular y restablecer el mismo estado en el cual ella se aceptó.

10.4.5 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

Los retrasos en el cronograma debidos a las deficiencias o al reemplazo de materiales, así como los costos asociados a estas circunstancias, son responsabilidad del CONTRATISTA.

10.4.5.1 CALIDAD DE LOS AGREGADOS

De cada fuente de agregados pétreos y por cada dos mil metros cúbicos (2.000 m³) del material de un mismo tipo, se deben tomar cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 63. Los resultados deben satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, so pena de rechazo de los materiales deficientes. Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado. Al material ya colocado en la vía se le deben realizar controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 65.

Tabla 72 Verificaciones periódicas de la calidad del material de base granular

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Valor de azul de metileno (si aplica)	E-235	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por semana
CBR de laboratorio	E-148	Una (1) vez por semana

En ningún caso se debe permitir el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos establecidos en el numeral 10.3.2 MATERIALES. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado no satisfactorio, se deben tomar dos muestras adicionales del material y se debe repetir la prueba. Los resultados de ambos ensayos deben ser satisfactorios o, de lo contrario, LA INTERVENTORÍA no debe autorizar la utilización de este material.

Los agregados no deben sufrir una degradación excesiva con motivo de su manejo y compactación en obra. Para verificarlo, cada semana se deben tomar muestras representativas, al menos cada doscientos metros (200 m) del material colocado y compactado durante la semana previa, las cuales se deben someter a los ensayos que se indican en la Tabla 62. Los resultados de estos ensayos deben satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 10.3.2 MATERIALES. Si no las cumplen, se debe suspender inmediatamente el empleo del material y se debe delimitar el área donde se haya utilizado, la cual debe ser demolida y reconstruida por EL CONTRATISTA, sin costo adicional para EPM, empleando un material de subbase granular apropiado y que conserve sus propiedades según se especifica en este numeral.

10.4.5.2 CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

La capa de base granular debe presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones. Si LA INTERVENTORÍA considera que es necesario realizar correcciones por este concepto, debe delimitar el área afectada y EL CONSTRUCTOR la debe escarificar en un espesor de cien milímetros (100 mm) y, después de efectuar las correcciones

necesarias, debe mezclar y compactar de nuevo hasta que, tanto el área delimitada como las adyacentes, cumplan todos los requisitos exigidos en esta especificación.

La rasante de la superficie terminada no debe superar a la teórica en ningún punto. Tampoco debe quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm). La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no debe ser inferior a la señalada en los planos.

Cuando los niveles de la rasante no se cumplan por defecto y no existan problemas de encharcamiento, LA INTERVENTORÍA puede aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la disminución con el espesor adicional necesario, sin incremento de costo para EPM. De lo contrario, estas áreas deben ser rebajadas, humedecidas, compactadas y terminadas nuevamente, hasta cumplir las cotas y el espesor establecidos en los planos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación. Cuando no se cumpla por exceso, este se debe corregir por cuenta del CONTRATISTA, siempre que ello no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los documentos del proyecto.

Además, se deben realizar las comprobaciones de compactación, espesor, planicidad, rasante y anchura de acuerdo con lo establecido en el Art. 330, numeral 330.5.2.2 de las especificaciones INVIAS 2022.

10.5 MEZCLA ASFALTICA

10.5.1 AGREGADOS PÉTREOS Y LLENANTE MINERAL

Los agregados pétreos y el llenante mineral para la elaboración de las mezclas en caliente cubiertas por este Artículo deberán satisfacer los requisitos de calidad impuestos para ellos en el numeral 400.2.1 del Artículo 400 de las especificaciones INVIAS 2022.

Tabla 73 Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación
continúa

Característica	Norma de ensayo	Nivel de tránsito		
		NT1	NT2	NT3
Dureza, agregado grueso (o)				
Desgaste en la máquina de Los ángeles, máximo (%). (Nota 1): - Capa de rodadura/intermedia/base, 500 revoluciones - Capa de rodadura/intermedia/base, 100 revoluciones	INV E-218	25/35/ - 5/7/-	25/35/35 5/7/7	25/35/35 5/7/7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%): -Capa de: rodadura/intermedia/base)	INV E-238		25/30/30	20/25/25
Degradación mecánica por el método de 10% de finos, capa de: rodadura/intermedia/base - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo /seco, mínima (%)	INV E-224			110/90/75 75/75/75
Coefficiente de pulimiento acelerado para rodadura, mínimo.	INV E-232	45	45	45
Durabilidad (O)				

Característica	Norma de ensayo	Nivel de tránsito		
		NT1	NT2	NT3
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%).	INV E-220	18	18	18
Análisis petrográfico				
Cuantifica los porcentajes relativos de los diferentes minerales y las tipologías de rocas que componen el agregado.	ASTM C295			Reportar
Limpieza, agregado grueso (F)				
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	INV E-237	0,5	0,5	0,5
Limpieza, gradación combinada (F)				
Índice de plasticidad, máximo (%).	INV E-125 e INV E-126	NP	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%).	INV E-133	50	50	50
Valor de azul de metileno, máximo.	INV E-235	10	10	10
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)				
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%).	INV E-240	10	10	10
Caras fracturadas, mínimo (%): - Una cara: rodadura/intermedia/base - Dos caras: rodadura/intermedia/base	INV-E 227	75/60/- - /-/-	75/75/60 60/-/-	85/75/60 70/-/-
Geometría de las partículas, agregado fino (F)				
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%): - Capa de rodadura/intermedia/base	INV E-239	40/35/-	45/40/35	45/40/35
Adhesividad (O)				
Agregado grueso: cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo (%).	INV E-757	Reportar		
Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber), índice mínimo.	INV E-774	4		

La proporción de arena natural no puede exceder los valores indicados en la Tabla 74.

Tabla 74 Proporción máxima de arena natural en el agregado para las mezclas asfálticas en caliente de gradación continua

Característica	Nivel de tránsito		
	NT1	NT2	NT3
Proporción de arena natural: porcentaje (%) de la masa total del agregado combinado.	<=25	<=25	<=15
Proporción de arena natural: porcentaje (%) de la masa total del agregado fino.		<=50	

El llenante mineral podrá proceder de los agregados pétreos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la planta mezcladora, o aportarse a la mezcla por separado de aquellos como un producto comercial o especialmente preparado para este fin. La proporción de llenante mineral de aporte deberá ser, como mínimo, la indicada en la Tabla 75, excluido el que inevitablemente quede adherido a los agregados. Este último, no podrá exceder de dos por ciento (2%) de la

masa de la mezcla, salvo que el Interventor confirme que cumple las mismas condiciones que el exigido como aporte.

Tabla 75 Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente

Característica	Norma de ensayo INV	Nivel de tránsito		
		NT1	NT2	NT3
Proporción de llenante mineral de aporte: (porcentaje (%) en masa del llenante total) - Capa de rodadura - Capa intermedia - Capa Base	-	- - -	<=25 <=25 -	<=50 <=50 <=25
Granulometría del llenante mineral de aporte: - % que pasa tamiz de 1,18mm (nro. 16) - % que pasa tamiz de 0,600mm (nro. 30) - % que pasa tamiz de 0,150mm (nro. 100) - % que pasa tamiz de 0,075mm (nro. 200)	E-125	100 97/100 95-100 70-100		
Densidad <i>bulk</i> (g/cm3)	E-225	0,5-0,8		
Vacíos del llenante seco compactado (%)	E-229	-	<=38	

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 76. El análisis granulométrico se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E-213.

Tabla 76 Tipo de asfalto por emplear en mezcla asfáltica en caliente de gradación continua

Tipo de mezcla	Tamiz (mm/U.S. Standard)									
	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,8	2,00	0,475	0,180	0,075
	1 1/2 Pulgadas	1 pulgadas	3/4 Pulgadas	1/2 Pulgadas	3/8 Pulgadas	Nro. 4	Nro. 5	Nro. 6	Nro. 7	Nro. 8
	Pasa tamiz (%)									
MDC-19	-	-	100	80-95	70-88	49-65	29-45	14-25	8-17	4-8

El material bituminoso para elaborar la mezcla en caliente será seleccionado en función de las características climáticas de la zona y las condiciones de operación de la vía. Cuando se emplee cemento asfáltico convencional, corresponderá a los tipos indicados en el Artículo 400 de las especificaciones INVIAS 2022. Cumplir con las características presentes en el Artículo 450 de las especificaciones INVIAS 2022.

El cemento asfáltico modificado con polímeros sólo se podrá utilizar en vías cuyo tránsito de diseño sea NT3, en las condiciones indicadas en el Artículo 400 de las especificaciones INVIAS 2022.

10.5.2 FABRICACIÓN

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan más del cincuenta por ciento (50%) de su capacidad, pero sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las

precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del agregado fino se realizará en dos (2) tolvas, así éste sea de un tipo único.

Las aberturas de salida de las tolvas en frío se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación en frío. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador.

Los agregados se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Siempre que se presenten signos de avería en el sistema de combustión, si ocurre combustión incompleta o se advierte alguna contaminación por combustible en los agregados o en la mezcla, se detendrá la producción hasta que se identifiquen y corrijan las causas del problema.

Si el polvo mineral recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al llenante y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, se deberá eliminar. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del llenante recuperado sean uniformes. La dosificación del llenante de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas de tipo discontinuo, se deberá comprobar que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. Después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada batchada, el cual se deberá encontrar a la temperatura adecuada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

La temperatura del material bituminoso en el instante de la mezcla depende de la relación viscosidad – temperatura, siendo una temperatura conveniente aquella a la cual el ligante presenta una viscosidad entre ciento cincuenta y trescientos centistokes (150–300 cSt), siendo preferible que se encuentre entre ciento cincuenta y ciento noventa centistokes (150–190 cSt).

El volumen de materiales en el mezclador no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical, siendo recomendable que no supere los dos tercios ($2/3$) de su altura, de forma que se logre una envuelta completa y uniforme para los tiempos de mezclado establecidos en la fórmula de trabajo. Todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla recién elaborada y sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla recién elaborada no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

En caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación y su distribución homogénea, así como la conservación de sus características iniciales durante el proceso de fabricación. Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de contaminación ó humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También, se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

Siempre que se emplee un silo para el almacenamiento de la mezcla elaborada, ésta se deberá verter dentro de aquél tomando las precauciones necesarias para que no se ocasione segregación. En el instante de la descarga del silo a las volquetas, se procurará realizarla con la mayor rapidez, con el fin de disminuir la posibilidad de segregación en los platones de las volquetas, ya que de esta manera se reduce la acción de rodamiento de la mezcla cuando fluye hacia ellos. En ese momento se deberá verificar la temperatura, con el fin de impedir el despacho a la obra de mezclas con temperaturas inferiores a las definidas como apropiadas para la extensión y para la compactación durante la fase de experimentación.

10.5.3 TRANSPORTE DE LA MEZCLA

La mezcla se transportará a la obra en volquetas carpadas, hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Interventor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y la compactación de manera adecuada. Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para que al descargarla en el equipo de transferencia o en la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase de experimentación.

Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar perfectamente las llantas de los vehículos destinados al transporte de la mezcla. Los vehículos de transporte de mezcla deberán mantener al día los permisos de tránsito y ambientales requeridos y sus cargas por eje y totales se deberán encontrar dentro de los límites fijados por la resolución vigente del Ministerio de Transporte.

10.5.4 TRANSFERENCIA DE LA MEZCLA

Si EL CONTRATISTA dispone de una máquina para la transferencia de la mezcla asfáltica (shuttle buggy), la volqueta descargará la mezcla en la tolva de almacenamiento de la máquina, cuyas bandas transportadoras se encargarán de alimentar la pavimentadora, sin que ésta sea tocada por las llantas de la volqueta, favoreciendo de esta manera la regularidad superficial.

10.5.5 EXTENSIÓN DE LA MEZCLA

La mezcla recibida de la volqueta o de la máquina de transferencia será extendida por la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por LA INTERVENTORÍA. A menos que el Interventor expida una instrucción en contrario, la extensión se realizará en franjas longitudinales y comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad en las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

Siempre que resulte posible, después de haber extendido y compactado una franja, la adyacente deberá ser extendida mientras el borde de la anterior aún se encuentre caliente y en condiciones de ser compactado, con el fin de evitar la ejecución de una junta longitudinal.

La pavimentadora se regulará de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se

ajuste a la rasante y a la sección transversal indicada en los planos, con las tolerancias establecidas en la presente especificación. Por ningún motivo se permitirá el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

Tampoco se permitirá la segregación de la mezcla. Si ocurre, la extensión de la mezcla deberá ser suspendida inmediatamente, hasta que su causa sea determinada y corregida. Toda área segregada que no sea corregida antes de la compactación, deberá ser removida y reemplazada con material apropiado, a expensas de EL CONTRATISTA.

La extensión de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora a la producción de la planta de fabricación, de manera que aquélla sufra el menor número posible de detenciones. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada para el inicio de la compactación; de lo contrario, dicha mezcla se descartará y se deberá ejecutar una junta transversal. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y engrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en los que a juicio del Interventor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla se podrá extender a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos calientes, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o a las instrucciones del Interventor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

10.5.6 COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Interventor como resultado de la fase de experimentación. Deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos.

La compactación se realizará longitudinalmente de manera continua y sistemática. Deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se

ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

Se tendrá cuidado al compactar para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente. La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual mínimo necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar los niveles de densidad prescritos en este Artículo y se concluirá con un apisonado final con un equipo liso que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes. Se deberá verificar la temperatura de la mezcla al inicio y al final del proceso de compactación.

10.6 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

No se debe permitir la extensión de una capa de material de afirmado, subbase o base granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C). Una vez haya cesado la lluvia y se decida realizar los trabajos de construcción, se deben asegurar las condiciones de compactación y contenido de agua en las capas de materiales existentes, sin permitir trabajos en lugares donde existan empozamientos de agua.

Los trabajos de construcción de las capas granulares que conforman la estructura de pavimento se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por EPM o se deban evitar horas pico de tránsito público, LA INTERVENTORÍA puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando EL CONTRATISTA garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

10.7 CONTROLES GENERALES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales cumplan con los requisitos de calidad exigidos en la respectiva especificación.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados, de acuerdo con los programas de trabajo.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la fase de experimentación, en el caso de subbases, bases granulares y capas granulares estabilizadas.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad seca de las capas compactadas, efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ella sea necesaria. Este control se debe realizar en el espesor de capa realmente construido, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.

- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles, así como comprobar la uniformidad de la superficie.
- Velar por el cumplimiento de todas las disposiciones relacionadas con el manejo ambiental.

Para efectos de pago, LA INTERVENTORÍA debe medir las cantidades de obra ejecutadas, aprobadas por este.

10.8 MANEJO AMBIENTAL

Todas las labores para la fabricación de capas granulares y estabilizadas se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. Algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental se describen a continuación, sin perjuicio de los que exijan los documentos de cada proyecto en particular o la legislación ambiental vigente:

- Uso de fuentes de materiales debidamente licenciadas.
- En caso de requerirse, se deberá realizar construcción de piscinas de sedimentación que sean necesarias, con el fin de retener las partículas finas sobrantes y evitar su transporte hacia cursos o láminas de agua.
- Se debe evitar el tránsito desordenado de equipos de construcción, por fuera del área de los trabajos, con el fin de evitar perjuicios innecesarios a la flora y a la fauna, así como interferencias al drenaje natural.
- Los dispositivos de drenaje superficial y la pendiente transversal de la calzada deben ser mantenidos correctamente, durante la ejecución de los trabajos, con el fin de prevenir la erosión y arrastre excesivo de partículas sólidas.

10.9 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Explotación, cargues, almacenamientos, transportes, colocación y compactación de los materiales que se utilicen para la colocación del afirmado.
- Suministro de plantas, equipo y mano de obra necesarios para la explotación y el procesamiento de los materiales que conforman el afirmado aquí especificado.
- Cargue, descargue, transporte, almacenamiento del material de afirmado y la interferencia que estas actividades o el procesamiento del material puedan crear en el avance de la obra o con las operaciones de explotación del material.
- La ejecución de ensayos de laboratorio y de campo cuando el CONTRATISTA se proponga demostrar al Interventor que el empleo de un equipo de compactación diferente al especificado produciría un afirmado de igual o mejor calidad que el que se lograría con el equipo especificado.
- Modificación de los equipos y métodos de construcción que a juicio de LA INTERVENTORÍA produzcan efectos inadecuados en los materiales del afirmado o en cualquier otra parte de la obra. Investigaciones del subsuelo, ejecución de ensayos,

obtención y transporte de muestras que a juicio de LA INTERVENTORÍA permitan hacer una evaluación de los materiales de zonas de préstamo o áreas de canteras que EL CONTRATISTA se proponga explotar.

- Suspensiones que ordene LA INTERVENTORÍA en las operaciones de colocación de los afirmados cuando en su juicio, EL CONTRATISTA esté incumpliendo los requisitos establecidos para la operación y conservación de las zonas de préstamo o áreas de canteras.
- Reparación de daños causados a las estructuras de cualquier parte de la obra por negligencia del CONTRATISTA o por acción de su equipo o de su personal.
- Ejecución de ensayos, suministro de implementos y mano de obra requeridos para realizar los ensayos para el control de calidad de los afirmados.
- La preparación y compactación de las fundaciones sobre las cuales se colocarán los afirmados. Todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA para cumplir con lo especificado en este capítulo y que no son objeto de ítems separados de pago.

10.10 MEDIDA Y PAGO

10.10.1 MEDIDA

10.10.1.1 MEDIDA ADECUACIÓN DE VÍAS EXISTENTES

La unidad de medida para la adecuación de vías existentes debe ser el metro cuadrado (m²), aproximado a la décima (0,1), de trabajo realizado de acuerdo con la especificación y aprobado por LA INTERVENTORÍA en el área definida en los documentos del proyecto. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se debe medir, para efectos de pago, ningún área por fuera de los límites indicados en los documentos del proyecto.

10.10.1.2 MEDIDA AFIRMADO, SUBBASE, BASE GRANULAR Y PAVIMENTO.

La unidad de medida debe ser el metro cúbico (m³), aproximado a la décima (0,1), de material para pavimento, afirmado, subbase y base granular, colocado y compactado; aprobado por LA INTERVENTORÍA, de acuerdo con lo que exija la esta especificación.

El volumen se debe determinar utilizando la longitud real medida a lo largo del eje de la vía y las secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, previa verificación de que su ancho y espesor se encuentren conformes con dichos documentos y dentro de las tolerancias permitidas en la respectiva especificación. No se deben medir cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobreexcavaciones de la subrasante por parte del CONTRATISTA.

10.10.1.3 MEDIDA MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-19

La unidad de medida debe ser el metro cúbico (m³), aproximado a la décima (0,1), de material para la mezcla asfáltica, colocado y compactado; aprobado por LA INTERVENTORÍA, de acuerdo con lo que exija la esta especificación.

El volumen se debe determinar utilizando la longitud real medida a lo largo del eje de la vía y las secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, previa verificación de que su ancho y espesor se encuentren conformes con dichos documentos y dentro de las tolerancias permitidas en la respectiva especificación. No se deben medir cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobreexcavaciones de la subrasante por parte del CONTRATISTA.

10.10.2 PAGO

10.10.2.1 PAGO ADECUACIÓN DE VÍAS EXISTENTES VÍAS EXISTENTES

El pago se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato por toda área de calzada conformada, aprobada por LA INTERVENTORÍA.

El precio unitario debe cubrir todos los costos de excavación de cunetas y ensanches menores en corte, hasta un máximo de cincuenta metros cúbicos (50 m³) entre estaciones de cincuenta metros (50 m) del abscisado del proyecto, excavados a un solo lado de la vía; el cargue, el transporte de los materiales excavados hasta los sitios de utilización y/o disposición; la escarificación, el cargue, el transporte y el desecho en sitios aprobados de los materiales inadecuados de la calzada existente; la escarificación, la conformación, el humedecimiento o el secado y la compactación de los materiales apropiados de la calzada existente, de acuerdo con las secciones típicas del proyecto, con o sin adición de material.

Debe haber pago por separado de las excavaciones de volumen superior al señalado en el segundo párrafo de este numeral, las cuales se deben reconocer de acuerdo con el numeral 3 EXCAVACIONES. También, debe haber pago por el suministro, el transporte y la colocación de los materiales requeridos de afirmado y subbase granular, los cuales se deben reconocer de acuerdo con los numerales 10.2 AFIRMADO y 10.3 SUBBASE GRANULAR.

10.10.2.2 PAGO AFIRMADO, SUBBASE Y BASE GRANULAR

El pago por la construcción de afirmados, subbase y base granular será por metro cúbico (m³) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta especificación y aprobada por LA INTERVENTORÍA.

El precio unitario incluirá los costos relacionados con la preparación de la subrasante; el cargue, transporte al sitio de colocación, descargue y compactación del material y los costos de todas las demás operaciones necesarias para cumplir con este trabajo, según lo indicado en los planos y lo establecido en estas especificaciones técnicas.

El pavimento que se vea afectado por malas prácticas del contratista deberá ser reparado sin incurrir en pagos adicionales por parte de EPM.

10.10.2.3 PAGO MEZCLA DENSA EN CALIENTE TIPO MDC-19

El pago por la construcción de la mezcla MDC-19 será por metro cúbico (m³) al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta especificación y aprobada por LA INTERVENTORÍA.

El precio unitario incluirá los costos relacionados con la preparación de la mezcla; el cargue, transporte al sitio de colocación, descargue y los costos de todas las demás operaciones necesarias para cumplir con este trabajo, según lo indicado en los planos y lo establecido en estas especificaciones técnicas.

10.11 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por el precio unitario cotizado en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Tabla 77 Ítems de pago de afirmado

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
10	PAVIMENTOS	
10.1	CONFORMACION DE CALZADA EXISTENTE	M2
10.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON AFIRMADO PARA VIA COMPLETA	M3
10.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON SUB-BASE GRANULAR	M3
10.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON BASE GRANULAR	M3
10.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION DE PAVIMENTO ASFALTICO MDC-19 PARA PAVIMENTACION TOTAL DE LA VIA. INCLUYE IMPRIMANTE Y RIEGO DE LIGA	M3

A continuación, en la Tabla 78 Ítems de pago llenos por grupo de obra se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con pavimentos.

Tabla 78 Ítems de pago llenos por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
10	PAVIMENTOS	
LT3.3 OBRAS CONDUCCIONES: OBRAS BOCATOMA TRONERAS		
10.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON AFIRMADO PARA VIA COMPLETA	M3
10.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON BASE GRANULAR	M3
LT8.1 OBRAS INFRAESTRUCTURA: ZODME ZONA INDUSTRIAL Y VÍAS BOCATOMA TENCHE		
10.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON AFIRMADO PARA VIA COMPLETA	M3
10.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON SUB-BASE GRANULAR	M3
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
10.1	CONFORMACION DE CALZADA EXISTENTE	M2
10.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON AFIRMADO PARA VIA COMPLETA	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
10	PAVIMENTOS	
10.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON SUB-BASE GRANULAR	M3
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III: MURO PARAPETO		
10.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON SUB-BASE GRANULAR	M3
10.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE LLENO COMPACTADO CON BASE GRANULAR	M3
10.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION DE PAVIMENTO ASFALTICO MDC-19 PARA PAVIMENTACION TOTAL DE LA VIA. INCLUYE IMPRIMANTE Y RIEGO DE LIGA	M3

11 SEÑALIZACIÓN VIAL

11.1 SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO

Este trabajo radica en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, para reglamentar, prevenir e informar a los usuarios, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto. Esta especificación está basada en el artículo 710-22 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras - Resolución 1524 del 06 de mayo de 2022 del Ministerio de Transporte - Instituto Nacional de Vías.

A continuación, se presenta la descripción correspondiente.

11.1.1 MATERIALES

11.1.1.1 MATERIAL RETROREFLECTIVO

Retrorreflectividad es el fenómeno de reflexión de la luz hacia la fuente que la emite, con una dispersión mínima. La retrorreflectividad se describe en la norma ASTM E808. El material retrorreflectivo para las señales verticales de tránsito, debe cumplir las especificaciones contenidas en la NTC 4739. El tipo de material retrorreflectivo de cada señal corresponde a Tipo IV o superior y; debe cumplir con los requisitos de visibilidad y retrorreflexión definidos en el Manual de Señalización Vial.

11.1.1.2 MATERIAL PARA TABLEROS

Los tableros, para todas las señales, deben estar contruidos en materiales que garanticen resistencia a cargas de viento e impacto, durabilidad, resistencia a la oxidación y que, adicionalmente, no representen un peligro grave al ser impactados por un vehículo. Se pueden usar láminas de acero galvanizado, aluminio, poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta u otro material. Para determinar el tipo de material a utilizar, se deben tener en cuenta las condiciones atmosféricas y ambientales de la zona donde deben instalar las señales para lo cual, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías en zonas aledañas a áreas marinas o zonas que por sus condiciones ambientales sean propensas a generar problemas acentuados de oxidación de los materiales.
- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, galvanizada o aluminio, para los otros casos no contemplados en el párrafo anterior.

11.1.1.2.1 LÁMINA DE POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

El material debe cumplir los siguientes requisitos:

11.1.1.2.1.1 Espesor

Debe ser de tres comas cuatro milímetros más o menos cero comas cuatro milímetros (3,4 mm $\pm$ 0,4 mm), el cual se debe verificar como el promedio de las medidas en cuatro (4) sitios del

borde de cada lámina, con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de esta. La lámina no debe contener grietas visibles ni arrugas en las superficies que puedan afectar su comportamiento y alterar las dimensiones. Por lo menos una de las caras de la lámina debe ser completamente lisa.

11.1.1.2.1.2 Color

El color debe ser blanco uniforme.

11.1.1.2.1.3 Pandeo

La deflexión máxima vertical en el centro de una lámina cuadrada de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, suspendida horizontalmente de sus cuatro (4) vértices, no debe ser mayor de doce milímetros (12 mm). Luego, la lámina se debe colocar, suspendida en las mismas condiciones, en un horno a ochenta y dos grados Celsius (82 °C) durante cuarenta y ocho horas (48 h); se saca del horno, se suspende de la misma forma y se deja enfriar. La deflexión máxima vertical en el centro de la lámina, medida una vez alcance la temperatura ambiente, no debe ser mayor de doce milímetros (12 mm). Todas las medidas se deben tomar cuando la lámina se encuentre a temperatura ambiente.

11.1.1.2.1.4 Resistencia al impacto

Una lámina cuadrada de sesenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, debe resistir fuerzas de impacto que podrían agrietar otros plásticos o deformar metales. La lámina apoyada en sus extremos y a una altura de veinte centímetros (20 cm) del piso, debe resistir el impacto de una esfera de acero de cuatro mil quinientos gramos (4 500 g) en caída libre desde una altura de tres comas cinco metros (3,5 m), sin resquebrajarse.

11.1.1.2.1.5 Estabilidad térmica

Las características de resistencia no deben ser afectadas apreciablemente en un rango de temperaturas entre menos dieciocho y más cien grados Celsius (18 °C y +100 °C).

11.1.1.2.1.6 Resistencia al fuego

Los componentes de la lámina deben contener aditivos que la hagan menos propensa a iniciar y propagar llamas.

11.1.1.2.1.7 Protección ante la intemperie

Las láminas deben estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras; poseer una superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumerge una muestra de diez centímetros (10 cm) por dos centímetros (2 cm) en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece minutos (13 min), después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos (2) caras.

11.1.1.2.1.8 Estabilización

Las láminas deben estar fabricadas de manera que no liberen constituyentes emigrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo; tampoco deben contener residuos de agentes desmoldeantes en la superficie del laminado que puedan interferir en la adherencia de la lámina retrorreflectiva.

11.1.1.2.1.9 Tratamiento de la cara frontal

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina debe limpiarse, desengrasarse y secarse de toda humedad.

11.1.1.2.2 LÁMINA DE ACERO GALVANIZADO

El material debe cumplir los siguientes requisitos:

11.1.1.2.2.1 *Material*

La lámina debe ser de acero laminado en frío y revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis, según las normas NTC 3940 y NTC 4011; después del galvanizado, se debe preparar la pintura según la NTC 6146 (ASTM D6386).

11.1.1.2.2.2 *Espesor*

La lámina de acero debe tener un espesor de uno coma cinco milímetros, con una tolerancia de más o menos cero comas quince milímetros ($1,5 \text{ mm} \pm 0,15 \text{ mm}$). La medida puede efectuarse en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

11.1.1.2.2.3 *Resistencia al dobléz*

Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no debe presentar desprendimiento de zinc cuando se dobla girando ciento ochenta grados Celsius (180°C), con una luz igual al espesor de la lámina.

11.1.1.2.2.4 *Tratamiento de la cara frontal*

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina galvanizada debe ser limpiada y desengrasada; además, debe estar libre de óxido blanco. El galvanizado debe tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

11.1.1.2.2.5 *Tratamiento de la cara posterior*

Una vez cortada y pulida, la lámina debe limpiarse y desengrasarse, aplicando seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliámida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

11.1.1.2.3 LÁMINA DE ALUMINIO

El material debe cumplir los siguientes requisitos:

11.1.1.2.3.1 *Material*

La lámina de aluminio debe ser de aleaciones 6061-T6, 5052-H38, NTC 1685 (ASTM B209) o extrusiones similares.

11.1.1.2.3.2 *Espesor*

El espesor debe ser de dos milímetros, medidos con una tolerancia de más o menos cero comas dos milímetros ($2 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$). La medida se puede efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

11.1.1.2.3.3 *Tratamiento de la cara frontal*

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina debe estar limpia, desengrasada y seca de toda humedad; igualmente, debe estar libre de óxido blanco. El aluminio debe tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

11.1.1.2.3.4 *Tratamiento de la cara posterior*

Una vez cortada y pulida, la lámina se debe limpiar y desengrasar, aplicando seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliámida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

11.1.1.2.4 **CONSIDERACIONES ADICIONALES**

Cuando se use este material para señales verticales de destino, de información en ruta y señales elevadas, se deben elaborar en lámina calibre veinte (20) como mínimo. A los tableros de las señales elevadas, se les puede hacer dos (2) dobleces o pestañas de dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro (4) bordes, con el objeto de darle mayor rigidez. Los tableros deben ser montados sobre una estructura que garantice su estabilidad y rigidez, la cual debe ser fijada al sistema de soporte.

11.1.1.3 **MATERIAL PARA POSTES Y BRAZOS DE LOS POSTES**

Se pueden utilizar distintos materiales y sistemas de soporte, siempre y cuando estos cuenten con el sustento técnico y/o ensayos de laboratorio certificados que demuestren que los mismos cumplen las condiciones descritas anteriormente o sistemas abatibles o quebradizos que no generen superficies cortantes o punzantes. Para los anteriores casos se debe contar con la previa autorización mediante resolución motivada emitida por el Ministerio de Transporte. En caso contrario se deben utilizar sistemas de soporte constituidos por poste monolítico y brazos, elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos (2) pulgadas por dos (2) pulgadas por un cuarto (1/4) de pulgada, de espesor para el elemento vertical y un octavo (1/8) de pulgada de espesor para los elementos horizontales, con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm²) en todos los tipos de señales, el cual debe ser de primera clase, no se debe permitir hormigqueo en ninguna parte de su longitud. También pueden ser fabricados en tubo galvanizado redondo o cuadrado, de dos (2) pulgadas y dos milímetros (2 mm) de espesor; en este caso, todos los extremos expuestos deben estar sellados con su respectiva tapa metálica soldada en todo su perímetro para evitar la penetración de agua. El perfil debe ser de primera clase, sin hormigueos en ninguna parte de su longitud; no se deben aceptar añadiduras ni traslajos en postes y brazos. El galvanizado se debe aplicar por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 (ASTM A153) y NTC 4011 (ASTM A653). Se debe garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (SP), reglamentarias (SR), informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI) y los delineadores, fijándolas a una cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deben formar un perfecto plano de apoyo para el tablero, el cual debe aislarse con materiales que eliminen el efecto rocío en la señal cuando está en contacto con la lámina del tablero, en los casos que estos se construyan con materiales que produzcan dicho efecto. La soldadura del brazo debe ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se debe garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas. Se deben adoptar medidas que dificulten el robo u otras acciones vandálicas que alteren la correcta posición de las señales. Entre otros, se puede fijar el tablero de la señal con remaches, usar pernos con tuerca antivandálicas o doblar los pernos, aplicar soldadura o epóxico a los pernos para dificultar el robo de las señales. Además, los postes deben ser anclados en hormigón de suficiente resistencia para evitar el robo del sistema total. El sistema de soporte debe ser de color blanco y, su material, inoxidable o debe ser tratado con materiales anticorrosivos. Todo elemento de fijación debe ser de un material inoxidable y que no manche el material de la señal. En condiciones especiales, en donde no exista la distancia longitudinal suficiente que permita colocar dos (2) señales verticales individuales separadas, se pueden adosar hasta dos (2)

tableros de señales verticales en un solo soporte; en tal caso, los dos (2) tableros deben ser del mismo tamaño sesenta, setenta y cinco, noventa o ciento veinte centímetros (60 cm, 75 cm, 90 cm o 120 cm). Cuando se instale una señal preventiva y una reglamentaria para una misma situación, la señal preventiva se debe adosar en la parte superior del soporte. El sistema de soporte de las señales elevadas debe diseñarse estructuralmente de tal forma que se garantice su estabilidad ante todas las cargas a las que pueda estar sometida la estructura y acorde con el tamaño de los tableros. También, se debe garantizar la posición correcta de los tableros y, adicionalmente, que la estructura no represente un peligro grave al ser impactada por un vehículo. Estos elementos se deben diseñar acorde con las siguientes normas: AISC-360, AISC-303 y el Steel Construction Manual (AISC), involucrando las cargas y condiciones de impacto estipuladas por MASH-2 de la AASHTO.

11.1.1.4 MATERIAL PARA ANCLAJE A LA FUNDACIÓN

Los postes se deben diseñar con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de acero galvanizado de veinticinco milímetros (25 mm) por veinticinco milímetros (25 mm) por tres comas dieciocho milímetros (3,18 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapascas (250 MPa). En los casos donde así lo indique el diseño, se debe realizar el anclaje a la fundación conforme con lo indicado en los planos de diseño aprobados para el proyecto. El galvanizado se debe aplicar por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 (ASTM A153) y NTC 4011 (ASTM A653).

11.1.1.5 RECUBRIMIENTO DE LOS POSTES

Los postes, crucetas y anclajes galvanizados deben ser recubiertos con esmalte blanco.

11.1.1.6 SOLDADURA

Todos los procedimientos de soldadura se deben llevar a cabo por soldadores con calificación vigente en observancia de la norma AWS y siguiendo las especificaciones del artículo 650 del Instituto Nacional de Vías / INVIAS, Estructuras de acero. La soldadura se debe aplicar antes del galvanizado.

11.1.1.7 DIMENSIONES DE LOS TABLEROS

Se deben atender las disposiciones sobre las dimensiones de tableros mencionadas en el Manual de Señalización Vial.

11.1.1.8 DIMENSIONES DE LOS POSTES

Se deben atender todas las disposiciones sobre las dimensiones de los postes indicadas en el Manual de Señalización Vial.

11.1.1.9 MATERIAL PARA EL ANCLAJE

Las señales se deben instalar en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a la compresión a veintiocho días (28 d) sea, como mínimo, diecisiete megapascas (17 MPa) siguiendo las especificaciones del artículo 630 del Instituto Nacional de Vías / INVIAS, Concreto estructural. Dentro del anclaje se debe aceptar la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez

centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto.

11.1.2 EQUIPO

Se debe disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo: Hoyadoras agrícolas, barras de acero y palas. Llaves fijas o de expansión para tornillos. Martillo de tamaño tal que permita doblar los tornillos una vez apretadas las tuercas. Remachadora.

11.1.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

11.1.3.1 UBICACIÓN DE LAS SEÑALES

Las señales se deben instalar en los sitios que indiquen los planos del proyecto, de conformidad con el Manual de Señalización Vial. Se debe tener presente que todas las medidas deben ser realizadas por una comisión de topografía.

11.1.3.2 EXCAVACIÓN

El constructor debe efectuar una excavación cilíndrica para el anclaje de la señal, de veinticinco centímetros (25 cm) de diámetro y sesenta centímetros (60 cm) de profundidad. Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada cuando se instale en zonas donde la carretera transcurre en terraplén, en este caso la excavación solo se debe realizar en una profundidad de treinta centímetros (30 cm) pero el constructor debe, además, instalar una formaleta de la altura necesaria para que, al vaciar el concreto, la señal quede correctamente anclada y presente la altura especificada.

11.1.3.3 ANCLAJE DE LA SEÑAL

El anclaje se debe realizar rellenando la excavación con un concreto que presente las características indicadas en el numeral 11.1.1.9 MATERIAL PARA EL ANCLAJE. También, se debe aceptar la inclusión de las capas de cantos a que hace referencia el mismo numeral.

11.1.3.4 INSTALACIÓN DE LA SEÑAL

El constructor debe instalar la señal de manera que el poste presente absoluta verticalidad y que se obtenga la altura libre mínima indicada en los documentos del proyecto. El tablero se debe fijar al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas de ocho milímetros (8 mm) (5/16 de pulgada) por una (1) pulgada, rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado por proceso de inmersión en caliente, a los cuales se les da golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deben instalar cuatro (4) remaches a diez centímetros (10 cm) de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta. También se pueden utilizar otros sistemas de aseguramiento que impidan el retiro del tornillo o elemento de fijación.

11.1.3.5 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Adicionalmente, se deben atender todas las disposiciones contenidas en el Manual de Señalización Vial.

11.1.3.6 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

No se debe permitir la instalación de señales de tránsito en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de esta se encuentre muy húmedo, por instrucciones de LA INTERVENTORÍA.

Toda el agua retenida debe ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.

11.1.3.7 MANEJO AMBIENTAL

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106 del Instituto Nacional de Vías / INVIAS, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la instalación de señales verticales de tránsito, deben realizarse teniendo en cuenta lo establecido en las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades se deben incluir en los costos del proyecto; por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

11.1.4 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

11.1.4.1 CONTROLES

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo utilizado por el constructor.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos exigidos en el numeral 11.1.1 MATERIALES.
- Efectuar mediciones de retrorreflectividad con un retrorreflectómetro que mida directamente los valores en las unidades candela/lux/m², indicadas en la NTC 4739. La calibración de los equipos retrorreflectómetro se debe realizar mediante una placa calibradora vigente y en buen estado, generada por un laboratorio acreditado, de acuerdo con lo señalado en la norma ASTM E1709.
- Corroborar la correcta instalación de las señales, de acuerdo con este capítulo.
- El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento, tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103 del Instituto Nacional de Vías / INVIAS, Responsabilidades especiales del constructor.

LA INTERVENTORÍA debe exigir al constructor, el certificado de conformidad expedido por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), o por un organismo de certificación de productos del país de origen, debidamente acreditado para certificar dichos materiales, aportado por las compañías fabricantes o lo que establezca la Superintendencia de Industria y Comercio en materia de evaluación de la conformidad. El certificado debe indicar que el producto se ha ensayado según los métodos de prueba definidos en la NTC 4739. LA INTERVENTORÍA debe contar y medir, para efectos de pago, las señales correctamente elaboradas e instaladas.

11.1.4.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA RECIBO Y TOLERANCIAS

11.1.4.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

No se deben admitir tolerancias en relación con los requisitos establecidos en el numeral 11.1.1 MATERIALES, para los diversos materiales que conforman las señales y su anclaje.

11.1.4.2.2 EXCAVACIÓN

La excavación no puede tener dimensiones inferiores a las establecidas en el numeral 11.1.3.2 EXCAVACIÓN.

11.1.4.2.3 INSPECCIÓN PREVIA

Previo al recibo de las señales, LA INTERVENTORÍA debe hacer una inspección en horas nocturnas, con la ayuda de una linterna apoyada en la frente, con la cual se debe iluminar la señal, percibiendo su calidad y detectando zonas que no reflejan.

11.1.4.2.4 INSTALACIÓN

Las señales verticales de tránsito únicamente se deben aceptar si su instalación está en un todo de acuerdo con las indicaciones de los planos, LA INTERVENTORÍA y de lo señalado en el presente documento.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser subsanadas por el constructor bajo su propia cuenta y riesgo, y aprobadas por LA INTERVENTORÍA.

11.1.5 MEDIDA

Las señales verticales de tránsito se deben medir por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este artículo, aprobada por LA INTERVENTORÍA. Las señales de tránsito que hayan sido contratadas por metro cuadrado (m²), se deben pagar según esta unidad de medida aproximada a la centésima de metro cuadrado del área reflectiva del tablero de la señal suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este artículo, aprobadas por LA INTERVENTORÍA. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

11.1.6 FORMA DE PAGO

El pago de las señales verticales de tránsito se debe realizar al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobado por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario debe cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento, transporte e instalación; las mediciones topográficas requeridas, la excavación, el transporte y disposición en los sitios que defina LA INTERVENTORÍA de los materiales excavados; el suministro y la colocación de los cantos, el concreto y las formaletas que eventualmente se requieren para el anclaje, así como todo costo adicional necesario para el correcto cumplimiento de esta especificación.

11.2 DEFENSAS METÁLICAS

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de defensas metálicas a lo largo de los costados de la carretera, en los tramos indicados en los planos del proyecto, verificados y/o establecidos por LA INTERVENTORÍA. Las defensas metálicas tienen como finalidad la contención, redirección y mitigación de daños a los vehículos, así como la disminución de la severidad de las lesiones a los usuarios de la vía.

Esta especificación está basada en el artículo 730-22 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras - Resolución 1524 del 06 de mayo de 2022 del Ministerio de Transporte - Instituto Nacional de Vías.

A continuación, se presenta la descripción correspondiente.

11.2.1 MATERIALES

11.2.1.1 LÁMINA

Las barandas de las defensas metálicas deben ser de lámina de acero obtenido por los sistemas de crisol abierto, horno eléctrico o convertidores básicos de oxígeno. Las dos (2) caras de las láminas deben ser galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión, con una cantidad de zinc mínima de quinientos cincuenta gramos por metro 2 cuadrados (550 g/m), según los requisitos establecidos en la NTC 3755. El zinc utilizado, a su vez, debe cumplir las exigencias de la especificación NTC 1054 y ser, por lo menos, igual al grado denominado "Prime Western". Todos los elementos deben ser galvanizados en caliente según normas NTC 2076 y NTC 3320. Los espesores de las láminas con las cuales se fabrican las defensas deben ser los de defensa clase A, calibre doce (12) de dos comas sesenta y siete milímetros (2,67 mm), o defensa clase B, espesor de metal base tres comas cuarenta y tres milímetros (3,43 mm) según la NTC 3755. Salvo que los documentos del proyecto o las especificaciones particulares determinen lo contrario, la lámina debe cumplir todos los requisitos de calidad establecidos en la especificación NTC 3755, en especial los que se presentan en la Tabla 79.

Tabla 79 Requisitos de lámina para defensas metálicas

Característica		Valor mínimo
Vigas	Resistencia a la tracción	483 MPa
	Límite de fluencia	345 MPa
	Alargamiento de una probeta de cincuenta milímetros (50 mm) de longitud por doce comas cinco milímetros (12,5 mm) de ancho y por el espesor de la lámina	12%
Terminales de barrera	Resistencia a la tracción	310 MPa
	Límite de fluencia	227 MPa

11.2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA DEFENSA

La forma de la defensa debe ser curvada del tipo doble onda (perfil W) y sus dimensiones deben estar de acuerdo con lo indicado en la especificación NTC 3755, excepto si los planos del proyecto establecen formas y valores diferentes. Las defensas que se deban instalar con un radio de curvatura de cuarenta y cinco metros (45 m) o menor, se deben adquirir con la curvatura aproximada de instalación. La defensa no necesita ningún revestimiento adicional (pintura o anticorrosivo). Para la visualización de las defensas en horas nocturnas, en cada poste se debe adosar un captafaro, el cual debe cumplir lo expresado en el numeral 11.3 CAPTAFAROS.

11.2.1.3 POSTES DE FIJACIÓN

Pueden ser perfiles estructurales de acero en un todo de acuerdo con las dimensiones y pesos especificados en los planos y respondiendo a las características mecánicas indicadas en ellos, o perfiles de lámina de acero en U o en I, conformada en frío o en caliente, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros dejen secciones debilitadas, que cumplan las normas NTC 1920 (ASTM A36) o NTC 2012 (ASTM A588) y cuyos módulos resistentes cumplan las siguientes condiciones:

$$W_x(cm^3)W_y(cm^3) > 560 cm^6$$

$$5 < \frac{W_x}{W_y} < 10$$

Los postes de fijación deben estar protegidos con zinc por proceso de inmersión en caliente, o ser de un acero resistente a la corrosión, equivalente o superior a la resistencia que provee el galvanizado en caliente, de acuerdo con los requisitos establecidos en la NTC 3783. El recubrimiento de zinc debe ser mínimo de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m²). La longitud del poste debe ser entre uno coma ocho metros (1,8 m) y dos metros (2 m), con una tolerancia de más o menos dos centímetros (2 cm), la sección geométrica y el espesor debe cumplir con lo establecido en la NTC 3783, salvo que los documentos del proyecto establezcan un valor diferente, con su respectivo soporte técnico, previa revisión y aprobación de la interventoría.

11.2.1.4 ELEMENTOS DE FIJACIÓN

Se deben proveer tornillos de dos (2) tipos, los cuales presentan una resistencia mínima a la rotura por tracción de cuatrocientos noventa megapascals (490 Mpa). Los tornillos para empalme de tramos sucesivos de defensa y los tornillos de unión de la lámina al poste, deben cumplir con las dimensiones establecidas en la NTC 3755. Tanto los tornillos como las tuercas y las arandelas deben tener un recubrimiento de zinc por inmersión en caliente de acuerdo con los requisitos de la NTC 2076 Clase C, o ser mecánicamente recubiertos con zinc en concordancia con la ASTM B695. Los tornillos y las tuercas deben igualar o exceder los requerimientos de la especificación NTC 4034 (ASTM A307).

11.2.2 EQUIPO

Se debe disponer del equipo necesario para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados, incluyendo barras de acero, palas, llaves fijas o de expansión y pisones manuales.

11.2.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

11.2.3.1 LOCALIZACIÓN

Si los planos o LA INTERVENTORÍA no lo indica de otra manera, los postes deben ser colocados a una distancia mínima de noventa centímetros (90 cm) del borde de la capa de rodadura o del borde considerado en vías sin pavimentar y su separación centro a centro sin exceder de tres comas ochenta y un metros (3,81 m). En caso de requerir una mayor rigidez, se debe instalar un poste adicional a una distancia equidistante de uno coma noventa y un metros (1,91 m), en cumplimiento de lo establecido en la NTC 3755. La defensa debe fijarse a los postes de manera que su línea central quede entre cuarenta y cinco centímetros (45 cm) y cincuenta y cinco centímetros (55 cm) por encima de la superficie de la calzada. La longitud mínima de los tramos de defensa debe ser de treinta metros (30 m), o la que se señale en los documentos del proyecto o a consideración de LA INTERVENTORÍA.

11.2.3.2 EXCAVACIÓN

En los sitios escogidos para enterrar los postes, se deben efectuar excavaciones de sección transversal ligeramente mayor que la del poste.

11.2.3.3 COLOCACIÓN DEL POSTE

Los postes se deben enterrar bajo la superficie aproximadamente uno coma dos metros (1,2 m). En caso de que la fundación de los postes se efectúe sobre roca, se debe aceptar, de acuerdo con los planos del proyecto o por autorización de LA INTERVENTORÍA, la instalación de los postes con una placa de base anclada a la roca. Para esto, se debe conformar en la roca una superficie horizontal para que le dé cabida a la placa, se deben efectuar las perforaciones en la roca para el anclaje de los pernos de sujeción, se deben afianzar los pernos a esta con adhesivos epóxicos y, finalmente, colocar los postes con sus placas y se debe proceder a su atornillado. Todo este sistema de sujeción se debe ejecutar de manera tal que se garantice un comportamiento similar al de los postes enterrados. El poste se debe colocar verticalmente dentro del orificio y, el espacio entre él y las paredes de la excavación se debe rellenar con parte del mismo suelo excavado, en capas delgadas, cada una de las cuales se debe compactar cuidadosamente con pisones, de modo que, al completar el lleno, el poste quede vertical y firmemente empotrado. Se debe nivelar la parte superior o sobresaliente de los postes, de manera tal que sus superficies superiores queden alineadas para que al adosar los tramos de defensa no se presenten altibajos en esta.

11.2.3.4 INSTALACIÓN DE LA DEFENSA

El procedimiento de instalación de las defensas metálicas debe realizarse de acuerdo con los detalles de los planos, previa revisión y aprobación de LA INTERVENTORÍA en concordancia con lo definido en la NTC 6037-5, cuidando que quede ubicada a la altura sobre el suelo establecida en el numeral 11.2.3.1 LOCALIZACIÓN. Una vez finalizada la instalación, los elementos de fijación deben ser asegurados con dos (2) puntos de soldadura para su protección frente acciones vandálicas.

11.2.3.5 EMPALMES

Los empalmes de los diversos tramos de defensa se deben efectuar de manera que brinden la suficiente rigidez estructural y que los traslapes queden en la dirección del movimiento del tránsito del carril adyacente. La unión de las láminas se debe realizar con tornillos de las dimensiones fijadas en el numeral 11.2.1.4 ELEMENTOS DE FIJACIÓN, teniendo la precaución de que su cabeza redonda se coloque en la cara de la defensa que enfrenta el tránsito.

11.2.3.6 TERMINALES DE BARRERA

En los extremos de las defensas metálicas se deben instalar secciones terminales, de acuerdo con lo precisado en el estudio de seguridad vial del proyecto, las cuales pueden ser en forma de U, abatidas y enterradas, empotradas en talud de corte o terminales atenuadoras de impacto; estas últimas, en caso de necesitarse, deben ser objeto de una especificación particular, según los requisitos descritos en la NTC 6037-3. Las terminales en forma de U son tramos de tope (parachoques), que se deben instalar en defensas paralelas cuando finalizan en dos (2) tramos y en defensas simples cuando se trata de tramos finales, teniendo en cuenta lo especificado en la NTC 3755. Para las terminales abatidas y enterradas, se debe realizar una transición de la altura de la barrera hasta que este alcance el nivel del suelo y pueda enterrarse para el anclaje. Para las barreras ubicadas muy próximas al borde de la vía, las terminales deben presentar un tramo en ángulo, garantizando que el extremo enterrado del terminal se aleje del borde de la vía (efecto de esvía). Este tipo de terminal no se puede utilizar para velocidades superiores a setenta kilómetros por hora (70 km/h). Las terminales empotradas en taludes se deben anclar en los taludes en corte, para alejar el extremo de la barrera del borde de la vía. El talud debe ser empinado o vertical (con inclinación mayor de uno horizontal, cinco vertical (1 H : 5 V), con una superficie suave (no rocosa) para redireccionar el vehículo sin provocar el enganchamiento o vuelco del mismo.

11.2.3.7 LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

No se debe permitir efectuar excavaciones ni tampoco instalar defensas metálicas en instantes de lluvia.

11.2.3.8 MANEJO AMBIENTAL

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106 del Instituto Nacional de Vías / INVIAS, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la instalación de defensas metálicas, se deben realizar teniendo en cuenta lo puntualizado en las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades se deben incluir en los costos del proyecto; por tanto, no debe ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

11.2.4 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

11.2.4.1 CONTROLES

Durante la ejecución de los trabajos se deben adelantar los siguientes controles principales: Verificar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el constructor. Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación. Revisar que la

excavación sea correcta y que la defensa se instale de acuerdo con los planos y las instrucciones del fabricante de la lámina. LA INTERVENTORÍA debe verificar que todas las defensas metálicas han sido probadas al impacto de acuerdo con las Normas NTC 6037-1, NTC 6037-2, NTC 6037-3, NTC 6037-4, NTC 6037-5 y la END 095 de ICONTEC. La interventoría debe exigir al constructor, el certificado de conformidad expedido por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), o por un organismo de certificación de productos del país de origen, debidamente acreditado para certificar dichos materiales, aportado por las compañías fabricantes o lo que establezca la Superintendencia de Industria y Comercio en materia de evaluación de la conformidad. LA INTERVENTORÍA debe medir, para efectos de pago, las cantidades de obra correctamente ejecutadas. El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento.

11.2.4.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

11.2.4.2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

LA INTERVENTORÍA se debe abstener de aceptar materiales que incumplan las exigencias del numeral 11.2.1 MATERIALES de esta especificación y las de las precisiones NTC y ASTM mencionadas en él. Adicional:

- El terminado de la lámina galvanizada debe ser de óptima calidad y razonablemente liso y estar exento de imperfecciones claramente apreciables a simple vista que puedan influir sobre la resistencia a la corrosión de la lámina. Por tanto, no se deben aceptar secciones con defectos tales como ampollas, cenizas, rebabas o acumulaciones de zinc que puedan interferir con el empleo específico del material galvanizado. Se debe admitir el retoque de los defectos e imperfecciones del recubrimiento y la restauración de las zonas que hayan podido quedar sin cubrir durante la galvanización, siempre que estas zonas, consideradas individualmente, no tengan una superficie superior a diez centímetros cuadrados (10 cm²) ni afecten, en su conjunto, a más del cinco por ciento (5 %) de la superficie total del recubrimiento de cada elemento. Los bordes no cubiertos que resulten de corte o punzonado, no se consideran objetables.
- El aspecto gris oscuro mate de la totalidad o de parte del recubrimiento de los elementos, así como las manchas que no sean eliminables por limpieza con un paño seco, deben ser motivo de rechazo.
- LA INTERVENTORÍA debe rechazar defensas alabeadas o deformadas.

11.2.4.2.2 TOLERANCIAS

No se deben admitir láminas cuyo espesor sea inferior en más de cinco milímetros (5 mm) para defensas Clase B y en más de tres milímetros (3 mm) para defensas Clase A. No se deben permitir tolerancias en relación con la altura a la cual debe quedar la línea central de la defensa, según se precisa en el numeral 11.2.3.1 LOCALIZACIÓN. Los postes no se deben desviar de la vertical en más de diez milímetros (10 mm). En relación con otras dimensiones, tales como la separación entre postes y la distancia de la defensa al borde del pavimento, queda a criterio de LA INTERVENTORÍA aceptar o no tolerancias. Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor bajo su propia cuenta y riesgo, y aprobadas por LA INTERVENTORÍA.

11.2.5 MEDIDA

11.2.5.1 DEFENSAS METÁLICAS

La unidad de medida para las defensas metálicas instaladas debe ser el metro (m), aproximado al decímetro (dm), de acuerdo con los planos, con esta especificación y aprobadas por LA INTERVENTORÍA. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación definida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823. La medida se debe efectuar a lo largo de la línea central de la defensa, entre los centros de los postes de fijación extremos.

11.2.5.2 TERMINALES DE BARRERA

Las terminales de barrera en forma de U se deben medir por unidad (u), para cada clase especificada e instalada. Las terminales de barrera abatidas y empotradas se deben medir por metro (m), para cada clase especificada e instalada. Las terminales de barrera empotradas en talud se deben medir por metro (m), para cada clase especificada e instalada. No se deben medir defensas ni terminales de barrera que se hayan instalado por fuera de los límites autorizados por LA INTERVENTORÍA.

11.2.6 FORMA DE PAGO

El pago se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato, por toda defensa metálica suministrada e instalada aprobada por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario debe cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, desperdicios e instalación de los elementos. Igualmente, debe considerar la excavación, el lleno, el cargue, el transporte y la disposición de los materiales sobrantes de ella. También se debe considerar la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

11.3 CAPTAFAROS

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de dispositivos destinados a la orientación del tránsito automotor en horas de la noche adosados a otros elementos de la vía, como barreras de contención de vehículos (defensas metálicas y/o de hormigón), muros de contención, y en los costados de un túnel. Los captafaros se deben instalar en los sitios y con las dimensiones que indiquen los documentos del proyecto.

11.3.1 MATERIALES

El captafaro se debe fabricar en plástico, metal u otro; cuando se fabrican en lámina metálica, esta debe ser mínimo de calibre veinte (20), revestida con una capa de zinc (galvanizada) por ambas caras por inmersión en caliente, en una cuantía mínima de quinientos cincuenta gramos por metro cuadrado (550 g/m²), incluyendo ambas caras. Las caras exteriores deben ir revestidas con lámina de material retrorreflectivo tipo III o de características de retrorreflexión superiores NTC 4739 (ASTM D4956). El color del material retrorreflectivo debe ser similar al de la demarcación longitudinal adyacente, pueden ser amarillo, blanco o rojo, para indicar el sentido contrario de circulación, la cual se adhiere al captafaro utilizando el autoadhesivo de este material. En el perímetro o bordes del reflectivo, se debe aplicar un pegante epóxico de secado rápido para sellar la entrada de agua o evitar acciones vandálicas. Las dimensiones, forma y

características del captafaro se deben indicar en los documentos del proyecto, teniendo como referencia los lineamientos exigidos por el Manual de Señalización Vial. El uso de materiales diferentes al indicado en este numeral para la elaboración de los captafaros, debe requerir la elaboración de una especificación particular.

11.3.2 EQUIPO

De acuerdo con el tipo de estructura a demarcar (barreras de contención de vehículos metálicas o de hormigón, muros de contención, y/o en los costados de un túnel), los equipos a utilizar como mínimo son:

- Taladros.
- Llaves fijas o de expansión para tornillos.
- Equipo de soldadura.

11.3.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

11.3.3.1 INSTALACIÓN

Los captafaros se deben instalar sobre las estructuras adyacentes a la superficie de rodadura (barreras de contención de vehículos metálicas o de hormigón, muros de contención, y/o en los costados de un túnel), con base en lo definido en el estudio de señalización, o lo estipulado por la interventoría. Los captafaros se deben colocar en la parte cóncava de la barrera de contención, mediante el uso de elementos de sujeción, tales como tornillos, pernos o remaches, que garanticen su estabilidad y duración. La separación entre captafaros debe variar con la curvatura de la sección de la vía donde se deben instalar, teniendo en cuenta el Manual de Señalización Vial.

11.3.3.2 MANEJO AMBIENTAL

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106 del Instituto Nacional de Vías / INVIAS, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la instalación de captafaros, se deben realizar teniendo en cuenta las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. Todas las actividades que se deben ejecutar en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo estipulado en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben incluirse en los costos del proyecto; por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

11.3.4 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

11.3.4.1 CONTROLES

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el constructor.
- Comprobar que los materiales utilizados cumplan con las exigencias de la presente especificación.
- Supervisar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y medio ambiente.
- Revisar que los trabajos se ejecuten de acuerdo con lo que define el presente artículo.

- Garantizar que, si se emplean elementos de sujeción como tornillos, pernos, remaches, entre otros, las perforaciones no deben dañar las estructuras de soporte.
- El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103 del Instituto Nacional de Vías / INVIAS, Responsabilidades especiales del constructor.

LA INTERVENTORÍA debe exigir al constructor, el certificado de conformidad expedido por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), o por un organismo de certificación de productos del país de origen, debidamente acreditado para certificar dichos materiales, aportado por las compañías fabricantes o lo que establezca la Superintendencia de Industria y Comercio en materia de evaluación de la conformidad. LA INTERVENTORÍA debe contar, para efectos de pago, los captafaros correctamente elaborados e instalados.

11.3.4.2 CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA EL RECIBO Y TOLERANCIAS

LA INTERVENTORÍA únicamente debe aceptar los captafaros elaborados con materiales adecuados y con las dimensiones, forma y características indicadas en los documentos del proyecto, y que hayan sido instalados conforme lo estipula la presente especificación.

11.3.5 MEDIDA

Los captafaros se deben medir por unidad (u) suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptada por LA INTERVENTORÍA.

11.3.6 FORMA DE PAGO

El pago se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato, por todo captafaro suministrado e instalado de acuerdo con esta especificación, aprobado por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario debe cubrir todos los costos de elaboración, suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios e instalación del captafaro; el suministro e instalación de todos los elementos necesarios para asegurarlo a la defensa; la señalización preventiva de la vía durante la ejecución de los trabajos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados. El precio unitario debe incluir, igualmente, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

11.4 ÍTEMS DE PAGO

El pago de los trabajos correspondientes a señalización se llevará a cabo bajo el ítem respectivo.

Tabla 80 ítems de pago señalización

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL	
11.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO DE 60CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL	
11.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION DOBLE VERTICAL DE TRANSITO DE 60CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN
11.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO DE 30CMX45CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN
11.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE BARRERA METALICA EN ACERO GALVANIZADO NIVEL DE CONTENCIÓN NCC1	ML
11.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TERMINAL DE BARRERA METALICA EN FORMA DE U	UN
11.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TERMINAL DE BARRERA METALICA EMPOTRADA EN TALUD	ML
11.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAPTAFARO REVESTIDO CON LAMINA DE MATERIAL RETRORREFLECTIVO	UN

A continuación, en la Tabla 81 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con señalización.

Tabla 81 Ítems de pago de señalización por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL	
LT8.1 VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA TENCHE		
11.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO DE 60CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN
11.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO DE 30CMX45CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN
LT8.2 VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
11.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO DE 60CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN
11.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION DOBLE VERTICAL DE TRANSITO DE 60CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN
11.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO DE 30CMX45CM REFLECTIVO TIPO IV O SUPERIOR	UN
11.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE BARRERA METALICA EN ACERO GALVANIZADO NIVEL DE CONTENCIÓN NCC1	ML
11.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TERMINAL DE BARRERA METALICA EN FORMA DE U	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL	
11.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TERMINAL DE BARRERA METALICA EMPOTRADA EN TALUD	ML
11.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAPTAFARO REVESTIDO CON LAMINA DE MATERIAL RETRORREFLECTIVO	UN

12 TRANSPORTE DE MATERIALES

12.1 ALCANCE

Este trabajo consiste en el transporte de materiales provenientes de la excavación, obras temporales o de derrumbes que se presenten durante la ejecución de las obras. Incluyendo materiales provenientes de descapotes y otros materiales orgánicos y/o objetables.

12.2 GENERALIDADES

EL CONTRATISTA deberá suministrar vehículos de transporte de materiales suficientes para garantizar el cumplimiento del programa de trabajo. Los vehículos deberán contar con los elementos necesarios para evitar contaminación o deterioro, derrame o pérdida del material transportado y deberán ser aprobados por LA INTERVENTORÍA.

Los vehículos a emplear deben cumplir con las disposiciones vigentes por LA INTERVENTORÍA respecto a contaminación y conservación ambiental complementadas con la resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como las dimensiones y cargas admisibles por eje establecidas por las entidades gubernamentales para el tránsito en las vías de la zona y normativa interna de EPM.

El material transportado debe disponerse de forma que no sobrepase el nivel de enrase del contenedor o puertas de forma que se evite la pérdida o derrame del material. En vías pavimentadas debe implementarse un sistema para el lavado de las llantas de los vehículos para evitar el arrastre de material adherido. En caso de que no sea posible, EL CONTRATISTA debe garantizar la limpieza de la calzada y la correspondiente disposición de los residuos generados.

Los vehículos de transporte deberán contar con una carpa protectora que evite la emisión de material particulado al aire o que el material caiga durante su trayecto. El material que será trasladado a las zonas de depósito se deberá humectar antes de su carga y descarga y se deberá depositar desde el vehículo de transporte disminuyendo al mínimo la altura de descarga.

EL CONTRATISTA deberá llevar los materiales a la zona de acopio definida por LA INTERVENTORÍA, en caso de que EL CONTRATISTA cambie la ruta se pagará la ya establecida, al menos que sea por motivos de fuerza mayor aprobados previamente por LA INTERVENTORÍA. En caso de requerirse, EL CONTRATISTA será responsable de tramitar y dar cumplimiento al plan de manejo de tránsito ante las entidades competentes.

LA INTERVENTORÍA verificará que EL CONTRATISTA cumpla con todos los requisitos contemplados en este capítulo.

12.3 MATERIALES

A continuación, se relacionan los posibles materiales a transportar:

12.3.1 MATERIALES PROVENIENTES DE LAS DEMOLICIONES Y EXCAVACIONES EN EXTERIORES

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para el Proyecto, o donde lo indique LA INTERVENTORÍA, para su utilización o desecho, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal o descapote y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones.

12.3.2 MATERIALES PROVENIENTES DE LOS DERRUMBES

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre la vía o donde lo indique LA INTERVENTORÍA.

12.3.3 MATERIALES PROVENIENTES DEL DESMONTE DE LAS ATAGUÍAS

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de alguna zona de acopio externa a la zona donde se construyen las ataguías, las mega bolsas utilizadas para la conformación de las ataguías y los sacos de suelo cemento utilizados en el proyecto.

12.4 EQUIPOS

Los vehículos para el transporte de los materiales sobrantes de las excavaciones estarán sujetos a la aprobación de LA INTERVENTORÍA y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Las volquetas deberán estar provistas de los elementos adecuados para evitar la contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías públicas por las cuales deberán transitar.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes, referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por EL CONTRATISTA podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto por el Ministerio del Transporte para el desplazamiento de vehículos con carga.

12.5 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA Y PAGO POR SEPARADO

No habrá medida ni pago por separado por el transporte de materiales asociados a las siguientes actividades:

- Desmonte y limpieza, de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones.
- Descapote, de acuerdo con lo indicado en estas especificaciones.
- Demoliciones, por lo tanto, el transporte deberá incluirse en las actividades correspondientes.
- Transporte de material sin clasificar, a zonas de depósito o acopio temporal que se encuentran a una distancia menor o igual a 5,0 km. Por lo tanto, este transporte se deberá incluir en el ítem de excavaciones y en el ítem de Llenos para conformación de zonas de depósito y acopio. Incluye colocación y compactación de los materiales.

12.6 MEDIDA Y PAGO

12.6.1 MEDIDA

La unidad de medida correspondiente al transporte de materiales provenientes de excavaciones, obras temporales y/o derrumbes será m³. La medida corresponde con el número de metros cúbicos medido en posición original o in situ.

12.6.2 PAGO

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinadas en la forma indicada anteriormente se hará a los precios unitarios pactados, por unidad de medida, conforme a lo establecido en este numeral y a las instrucciones de LA INTERVENTORÍA.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, transporte y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados.

12.7 ÍTEMS DE PAGO

El pago de los trabajos correspondientes al transporte de materiales se llevará a cabo bajo el ítem respectivo.

Tabla 82 Ítems de pago de transportes

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
12	TRANSPORTE DE MATERIALES	
12.1	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 5-15KM	M3
12.2	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 15-30KM	M3
12.3	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 30-40KM	M3

A continuación, en la Tabla 83 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con transporte.

Tabla 83 Ítems de pago transporte por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
12	TRANSPORTE DE MATERIALES	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO TENCHE: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
12.1	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 5-15KM	M3
LT8.1 VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA TENCHE		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
12	TRANSPORTE DE MATERIALES	
12.1	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 5-15KM	M3
LT8.2 VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
12.1	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 5-15KM	M3
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III: MURO PARAPETO		
12.3	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 30-40KM	M3
LC9.3 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE IV: ATAGUÍAS Y OBRAS TEMPORALES		
12.2	TRANSPORTE DE MATERIALES SIN CLASIFICAR DISTANCIA 15-30KM	M3

13 DEMOLICIONES, RETIRO Y REMOCIÓN

El trabajo cubierto por esta especificación consiste en la demolición de estructuras de concreto en los sitios indicados en los planos o donde así lo señale LA INTERVENTORÍA; asimismo comprende el cargue, transporte, disposición de los materiales demolidos en áreas aprobadas, de manera aceptable por LA INTERVENTORÍA y el suministro de andamios y equipos requeridos para el desarrollo de las actividades.

La disposición final de escombros y materiales de demolición se hará de acuerdo con la Resolución 541 de diciembre de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente. Estos procedimientos deberán estar también en conformidad con lo establecido en el MMA (medidas de manejo ambiental) del complejo Guadalupe vigentes a la fecha de la construcción.

13.1 ALCANCE Y GENERALIDADES

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberían cumplir para ejecutar las demoliciones, retiros y remoción de material proveniente de estas intervenciones, que sean necesarias para las obras de modernización y establece los procedimientos de medida y pago relacionadas con estas actividades, las cuales incluyen:

- Escarificación en la superficie de contacto de concretos existentes menores a 5 cm, para la preparación de superficies en juntas de construcción según lo establecido en planos.
- Escarificación en la superficie de contacto de concretos existentes para espesores entre 5 cm y 15 cm para la preparación de superficies en juntas de construcción según se establezca en planos.
- Demolición convencional mediante equipos menores en los sitios indicados en planos.
- Demolición convencional mediante equipos menores para descabece de pilotes.
- Demolición para reemplazo o adecuación de equipos hidromecánicos.
- Demoliciones totales con equipos de corte de diamante, hilos, discos u otros, en los sitios donde se indique en planos.
- Servicio de perforación para pasalosa y pasamuros.
- Desmonte y retiro de equipos y estructuras metálicas incluyendo equipos mecánicos, estructura metálica (entibado) fallado.
- Demolición, cargue, retiro y disposición final de pavimento flexible en cualquier espesor.

Cualquier otra obra de demolición indicada en planos o definida por LA INTERVENTORÍA durante el desarrollo de las obras.

En el numeral 13.8 MEDIDA Y PAGO, Ítems de pago, se indican los tipos de demolición a ejecutar y los sitios del proyecto donde son aplicables.

Para la demolición de la estructura metálica fallada se deben cubrir las actividades necesarias para dicha actividad, incluyendo los trabajos preliminares hasta la limpieza final del sitio. Las actividades se listan a continuación:

- Evaluación estructural preliminar y planificación de la demolición.
- Aislamiento y señalización del área de trabajo.

- Procedimiento de desmontaje y derribo secuencial.
- Manejo, clasificación, acopio y retiro de los materiales resultantes

13.2 NORMAS

- EPM NC-MN-OC08-13 Medidas de protección especial para los equipos existentes en las áreas de trabajo o zonas adyacentes a demoliciones.
- ACI 546R-14 Guide to Concrete Repair
- ACI 364.1R Guide for Evaluation of Concrete Structures before Rehabilitation
- ICRI 03731 Guide for selecting application methods for the repair of concrete surfaces
- ICRI 03732 Selecting and specifying concrete surface preparation for sealers, coatings, and polymer overlays
- Decreto Gerencial 1266 de 2002 de EPM “En el cual se adopta la norma técnica y especificación general de construcción “NEGC” 1300 – Impacto Comunitario”.
- Resolución 1257 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y se dictan otras disposiciones.

13.3 MANO DE OBRA

EL CONTRATISTA deberá proveer mano de obra calificada y certificada para el desarrollo del trabajo de demolición localizada y controlada en las zonas indicadas. En particular, para las labores de demolición, deberán estar involucrados el profesional de seguridad y salud en el trabajo, el inspector civil, un maestro capacitado en el uso de maquinaria de demolición y los ayudantes necesarios según la planeación del trabajo del CONTRATISTA.

El personal para las demoliciones con disco de diamante debe ser calificado y experimentado. Esto incluye operarios especializados con experiencia certificada en el manejo de equipos de corte con hilo y/o disco de diamante, personal de apoyo para el manejo de agua, recolección de residuos, instalación de anclajes y seguridad en la zona de trabajo, y un supervisor de obra responsable de asegurar el cumplimiento de los procedimientos, la calidad del trabajo y las medidas de seguridad.

En todos los casos se deberá proteger las estructuras existentes de cualquier afectación que se pueda presentar por los trabajos de demolición.

13.4 CLASIFICACIÓN

Dentro de la actividad de demoliciones se incluyen las clasificaciones presentadas a continuación:

13.4.1 ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE CONCRETO EN ESPESORES MENORES A 5 CM

EL CONTRATISTA deberá efectuar la eskarificación de la superficie de concreto para preparación de juntas de contacto entre el concreto endurecido y los nuevos concretos para espesores menores a 5 cm. La eskarificación deberá realizarse hasta encontrar concreto sano,

o hasta donde sea indicado en planos, buscando obtener una superficie apta para efectuar los tratamientos posteriores indicados en planos o en las presentes especificaciones.

EL CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento y el tipo de equipo a utilizar, procurando en todo caso reducir el tiempo de demolición, transmisión de vibración y emisión de partículas suspendidas que pudieran generar afectación en la operación de los equipos de las centrales, según los lineamientos indicados en el numeral 13.6 EJECUCIÓN DEL TRABAJO. El documento deberá incluir el procedimiento para el retiro de escombros y material resultante de estas labores, considerando los accesos a los sitios de las obras y las posibles restricciones de equipos que se pudiesen tener en cada uno de los casos. Dentro del procedimiento planteado, EL CONTRATISTA deberá incluir las medidas temporales a llevar a cabo durante la construcción para el manejo del flujo de aguas.

13.4.2 ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE CONCRETO EN ESPESORES ENTRE 5 CM Y 15 CM

EL CONTRATISTA deberá efectuar la esscarificación de la superficie de concreto para preparación de juntas de contacto entre el concreto endurecido y los nuevos concretos para espesores mayores a 5 cm y menores a 15 cm. La esscarificación deberá realizarse hasta encontrar concreto sano, o hasta donde sea indicado en planos, buscando obtener una superficie apta para efectuar los tratamientos posteriores indicados en planos o en las presentes especificaciones.

EL CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento y el tipo de equipo a utilizar, procurando en todo caso reducir el tiempo de demolición, transmisión de vibración y emisión de partículas suspendidas que pudieran generar afectación en la operación de los equipos de las centrales, según los lineamientos indicados en el numeral 13.6 EJECUCIÓN DEL TRABAJO. El documento deberá incluir el procedimiento para el retiro de escombros y material resultante de estas labores, considerando los accesos a los sitios de las obras y las posibles restricciones de equipos que se pudiesen tener en cada uno de los casos. Dentro del procedimiento planteado, EL CONTRATISTA deberá incluir las medidas temporales a llevar a cabo durante la construcción para el manejo del flujo de aguas.

13.4.3 DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPO MENOR

EL CONTRATISTA suministrará los equipos, herramientas y personal requerido para ejecutar demoliciones mediante equipo menor o a mano en los sitios indicados en planos o donde LA INTERVENTORÍA lo considere pertinente. Para tal efecto deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento de demoliciones a ejecutar en cada uno de los frentes, según los lineamientos indicados en el numeral 13.6 EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Se incluyen dentro del alcance de esta actividad las demoliciones de elementos a nivel de piso tales como cunetas, sardineles o adoquines, para los cuales EL CONTRATISTA deberá prestar especial atención en el cuidado de redes de servicios que pudiesen ser afectados.

13.4.4 DEMOLICIÓN CON EQUIPO MENOR PARA DESCABECE DE PILOTES

Se incluyen dentro de esta actividad las demoliciones para el descabece de pilotes. Tener en cuenta lo indicado en el capítulo 13.4.3 DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPO MENOR.

13.4.5 DEMOLICION, RETIRO Y DISPOSICION FINAL DE ELEMENTO EMBEBIDOS ASOCIADOS A EQUIPOS O COMPUERTAS

Se incluyen en este grupo las actividades de demolición de concretos de segunda etapa requeridos para la adecuación o desmonte de equipos hidromecánicos, según se indique en planos mecánicos y de obra civil. EL CONTRATISTA deberá realizar las demoliciones locales para permitir la desinstalación de los marcos de sellado de las compuertas entre otros elementos para dejar libre el espacio necesario para el vaciado e instalación del nuevas guías y equipo. El retiro de las guías o equipos mecánicos se deben tener en cuenta en el capítulo 13.4.8 DESMONTE Y RETIRO DE . Para ello, deberá tener una estrecha coordinación con el Fabricante de Equipos Hidromecánicos y su supervisor en campo para garantizar la correcta desinstalación de la compuerta minimizando la demolición requerida.

Para el retiro de las guías y asientos, se debe tener especial cuidado para evitar el daño de estos. El pago por retiro de dichos equipos se realizará según su peso.

Tener en cuenta lo indicado en el capítulo 13.4.3 DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPO MENOR.

13.4.6 DEMOLICIÓN EN SUPERFICIE MEDIANTE HILOS, DISCOS Y EQUIPOS DE CORTE DIAMANTE

EL CONTRATISTA suministrará los equipos de corte de diamante necesarios para realizar demoliciones en las estructuras indicadas en planos o en aquellas que pudiese indicar LA INTERVENTORÍA, reduciendo al máximo el impacto en las obras existentes, los cuales podrán ser hilos o discos. EL CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento de demolición mediante equipos de corte de diamante a ejecutar en cada uno de los frentes incluidos en el alcance, siguiendo los lineamientos indicados en el numeral 13.6. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Se incluyen dentro del alcance de esta actividad los cortes requeridos para la adecuación de las estructuras de descarga de fondo y vertedero de la central Guadalupe III, captación Guadalupe IV y los sitios indicados en planos o aquellos donde a juicio de LA INTERVENTORÍA se requiera la aplicación de esta metodología.

Se incluyen en esta actividad los cortes y demoliciones necesarios para incluir pasa losas y pasamuros en estructuras existentes, así como las perforaciones para paso de tuberías que a juicio de LA INTERVENTORÍA se deban realizar mediante el procedimiento de corte con hilo diamantado.

El trabajo de demolición con equipos de diamante en superficie abarca cortes precisos y controlados en estructuras de concreto para la adecuación o remoción de elementos. También incluye la demolición de losas, muros, vigas y otros elementos estructurales donde se requiera un corte limpio y sin vibraciones excesivas que puedan afectar estructuras adyacentes. Además, cubre los cortes para aperturas nuevas, ampliaciones o modificaciones en estructuras existentes, así como la demolición en zonas donde el uso de métodos convencionales (martillos neumáticos, maquinaria pesada) pueda causar daños estructurales no deseados o afectaciones al entorno.

13.4.7 SERVICIO DE PERFORACIÓN PARA PASALOSAS Y PASAMUROS

Se incluyen en esta actividad los cortes y demoliciones necesarios para incluir pasa losas y pasamuros en estructuras existentes, así como las perforaciones para paso de tuberías.

13.4.8 DESMONTE Y RETIRO DE METÁLICAS INCLUYENDO EQUIPOS

El trabajo cubierto por esta especificación consiste en el retiro de estructuras metálicas existentes en el proyecto, y que a causa de la modernización ya no serán requeridos o requieren de su actualización, según se indique en planos o donde así lo señale LA INTERVENTORÍA; asimismo comprende el cargue, transporte, disposición de los materiales desmontados en áreas aprobadas, de manera aceptable por LA INTERVENTORÍA y el suministro de andamios y equipos requeridos para el desarrollo de estas actividades. Previo al desmontaje de equipos hidromecánicos existentes, incluyendo sus elementos empotrados, EL CONTRATISTA deberá presentar los procedimientos constructivos para aprobación de la INTERVENTORÍA y EPM.

Se incluye también en el alcance de esta especificación, el retiro de la estructura metálica fallada en la zona de la Bocatoma de Guadalupe III; asimismo comprende el cargue, transporte, disposición de los materiales desmontados en áreas aprobadas, de manera aceptable por LA INTERVENTORÍA y el suministro de equipos requeridos para el desarrollo de estas actividades.

EPM se reserva el derecho de propiedad sobre los materiales con valor de mercado que resulten de las actividades, y puede exigir la reutilización o el transporte de ellos hasta el sitio que determine LA INTERVENTORÍA dentro del proyecto. Estos materiales deben retirarse o desmontarse y almacenarse con especial cuidado, para evitar daños que impidan su empleo posterior. Todos los equipos hidromecánicos desmontados deberán trasladarse hasta el campamento Cedros para que EPM realice el aprovechamiento o la disposición final de estos.

13.4.9 DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN CUALQUIER ESPESOR

EL CONTRATISTA suministrará los equipos, herramientas y personal requerido para ejecutar el retiro y disposición de pavimento flexible mediante equipo menor o a mano en los sitios indicados en planos o donde LA INTERVENTORÍA lo considere pertinente. Para tal efecto deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento de demoliciones a ejecutar en cada uno de los frentes, según los lineamientos indicados en el numeral 13.6. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.

Se incluyen dentro del alcance de esta actividad las demoliciones de las capas de pavimento y material granular, hasta los niveles de excavación indicados en planos, para los cuales EL CONTRATISTA deberá prestar especial atención en el cuidado de redes de servicios, sardineles, cunetas y demás elementos que pudiesen ser afectados durante la realización de los trabajos.

13.5 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los equipos y herramientas que emplee EL CONTRATISTA en esta actividad deberán tener la autorización previa de LA INTERVENTORÍA y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación en cada uno de los tipos de demolición previstos, y para cumplir oportunamente con el programa de trabajo aprobado.

EL CONTRATISTA deberá utilizar equipos apropiados, de acuerdo con los procedimientos aprobados por LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA adicionalmente a las herramientas menores, andamios y los equipos de protección SST, deberá proveer para el desarrollo de los trabajos, sin limitarse a ellos, los siguientes equipos:

13.5.1 ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES

- Brocas
- Discos de corte
- Macetas
- Mazos
- Cinceles
- Martillos
- Cortadora
- Compresores
- Pulidora
- Espátulas
- Mecanismos de izaje y transporte para retiro de material
- Martillos neumáticos
- Taladros percutores

13.5.2 DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPO MENOR Y OTROS

- Martillos neumáticos
- Taladros
- Brocas
- Discos de corte
- Macetas
- Mazos
- Cinceles
- Martillos
- Cortadora
- Cizalla
- Trituradora de concreto
- Compresores
- Pulidora
- Iluminación

13.5.3 DEMOLICIÓN MEDIANTE HILOS, DISCOS Y EQUIPOS DE CORTE DE DIAMANTE

- Medidores y niveles Láser para el trazado preciso de los cortes y la verificación de las dimensiones
- Equipos de corte con hilo diamantado
- Equipos de corte con discos diamantados
- Trituradora de concreto
- Equipos de izaje para bloques de concreto
- Taladros
- Brocas

- Discos de corte diamantados
- Hilo diamantado
- Elementos de fijación y anclaje para asegurar los equipos de corte a la superficie y garantizar su estabilidad durante la operación
- Cinceles
- Martillos
- Cortadora
- Compresores
- Iluminación
- Equipos de izaje y transporte para la movilización de los bloques de concreto cortados y su disposición final
- Equipos de suministro de agua, necesaria para refrigeración de discos e hilos y la supresión del polvo durante el corte
- Sistemas de aspiración y recolección de lodos para el manejo adecuado del agua y los residuos generados durante el corteEl buen uso, mantenimiento y cuidado de los equipos será de responsabilidad de EL CONTRATISTA.

Los equipos deberán ser capaces de realizar cortes con la precisión y profundidad requeridas, ya sean manuales, sobre rieles o robotizadas, según el tipo y escala del trabajo. Deberán contar con las medidas requeridas para operar con seguridad. El buen uso, mantenimiento y cuidado de los equipos será de responsabilidad de EL CONTRATISTA.

13.5.4 DESMONTE Y RETIRO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES INCLUYENDO EQUIPOS MECÁNICOS

- Equipos de oxicorte
- Martillos neumáticos
- Herramienta menor
- Taladros
- Brocas
- Discos de corte
- Macetas
- Mazos
- Cinceles
- Martillos
- Cortadora
- Cizalla
- Trituradora de concreto
- Compresores
- Pulidora
- Iluminación

En general, para algunas actividades de demolición en donde requiera tamaños de bloques o componentes grande se tener disponibilidad de un camión grúa tipo pluma o grúa que facilite el retiro de las partes (compuertas, elementos metálicos empotrados asociados a compuertas o equipos mecánicos) desde su sitio de instalación.

Para la demolición de la estructura metálica fallada se tienen contemplados los siguientes equipos y herramientas:

- Equipo Principal:
 - Retroexcavadora: Deberá tener un peso operativo y un alcance (longitud de brazo y pluma) adecuados para derribar la estructura desde una distancia segura. La máquina debe tener una cabina con protección FOPS (Falling Object Protective Structure) y ROPS (Roll-Over Protective Structure).
 - Aditamentos:
 - Cizalla Hidráulica (Shear): Para el corte controlado de perfiles, vigas y columnas de acero.
 - Martillo Hidráulico (Hammer): Para fracturar uniones de concreto o cimentaciones.
 - Cucharón (Bucket): Para empujar, jalar y manipular elementos ya derribados y para el manejo de escombros.
- Equipos Auxiliares:
 - Equipo de oxicorte completo (cilindros, mangueras, manómetros, boquillas).
 - Herramientas manuales (pulidoras, llaves, palancas).
 - Camión grúa (si se requiere para el izaje y reubicación controlada de grandes secciones).

Todos los equipos y herramientas deben contar con una inspección pre-operacional diaria documentada. La maquinaria pesada debe tener un certificado de mantenimiento vigente.

13.5.5 DEMOLICIÓN, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICIÓN FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE

- Martillos Neumáticos o Hidráulicos (Rompedores): Para la fragmentación de capas asfálticas o en zonas de difícil acceso para maquinaria pesada.
- Retroexcavadoras o Cargadores Frontales con Cuchara: Para la remoción de capas asfálticas y granulares. Equipos con dientes o rippers.
- Cargadores Frontales: Para el cargue eficiente del material demolido en los volquetes.
- Volquetas o Camiones de Volteo: De diferentes capacidades (m3) para el transporte del material demolido al sitio de disposición final.
- Mini-cargadores

13.6 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

13.6.1 ESCARIFICACIÓN DE SUPERFICIES

Antes de iniciar los trabajos de escarificación de superficies en las estructuras, EL CONTRATISTA deberá elaborar y presentar para aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA un documento que incluya el procedimiento, en el cual se deberán definir como mínimo:

- Métodos de escarificación y etapas para su aplicación.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Protección de los equipos eléctricos y mecánicos, según sea aplicable, mediante mecanismos de control de partículas en el aire que pudiesen afectar la operación de la central o generar daños en los equipos.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la actividad.
- Medios de evacuación y definición de zonas de disposición de los productos de la actividad.

- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

En el procedimiento detallado prevalecerán los controles para salvaguardar la integridad del concreto, elementos metálicos, acero de refuerzo existente, soportes de tuberías y en general de todas las redes, elementos y equipos que se encuentren presentes en la zona de demolición.

Dentro del documento de procedimiento detallado de demolición EL CONTRATISTA deberá incluir la especificación del equipo a implementar, garantizando que las características del equipo permitan mitigar las microfisuras y afectación en el concreto.

Se deben identificar en campo los sectores en los que, conforme a los planos de diseño, se deberán efectuar procedimientos de escarificación, estableciendo previamente si se requiere mantener el refuerzo existente según se indique en planos. Debe existir total claridad de las tareas de demolición y disposición de redes hidráulicas y eléctricas previo al inicio de las actividades, las cuales deberán incorporarse en el procedimiento que deberá presentar EL CONTRATISTA, previa la ejecución de los trabajos.

Antes de empezar las labores de escarificación incluidas en el alcance es esta especificación, EL CONTRATISTA instalará la respectiva señalización, implementando señales preventivas, reglamentarias e informativas, sobre este tipo de trabajos. Así mismo se deberán proveer las facilidades requeridas para la disposición de escombros.

Para aquellas demoliciones ubicadas en zonas donde se pudiesen afectar los equipos eléctricos y mecánicos presentes, se deberá implementar un sistema de contención de partículas en el aire, con el fin de proteger los equipos de la central y evitar cualquier tipo de deterioro o mal funcionamiento en los mismos. Dicho sistema deberá estar incluido en la información previa presentada por EL CONTRATISTA a LA INTERVENTORÍA para su aprobación.

Deberán humedecerse periódicamente con agua los materiales que produzcan polvo y reducir así al mínimo las molestias y perjuicios.

En caso de requerirse, se deberá proveer apoyo y soporte a las estructuras sobre las que se realizarán demoliciones parciales de tal forma que se garantice su estabilidad e integridad estructural. Se deberán suspender las actividades si se presenta un riesgo de inestabilidad de la estructura existente o si se pone en riesgo la integridad de la obra o de los trabajadores.

Se deberán efectuar los resanes necesarios en muros y losas de las estructuras afectadas, que permita efectuar la preparación y acabados finales especificados en los planos de obra civil tanto en los planos verticales como en los horizontales de la demolición. Se deberán suministrar y colocar los acabados que se pudieran ver afectados, con el objeto de restituir el estado original de las superficies, acorde con los acabados presentes en el entorno donde se realizan las labores.

13.6.2 DEMOLICIÓN CONVENCIONAL MEDIANTE EQUIPOS MENORES

Antes de iniciar los trabajos de demolición con equipos menores, EL CONTRATISTA deberá elaborar y presentar para aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA un documento que incluya el procedimiento de demolición en el cual se deberán definir como mínimo:

- Métodos de demolición, equipos y etapas para su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los armazones y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Protección de los equipos eléctricos y mecánicos, según sea aplicable, mediante mecanismos de control de partículas en el aire que pudiesen afectar la operación de la central o generar daños en los equipos.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Medios de evacuación y definición de zonas de disposición de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

En el procedimiento detallado prevalecerán los controles para salvaguardar la integridad del concreto, elementos metálicos, soportes de tuberías y en general de todas las redes, elementos y equipos que se encuentren presentes en la zona de demolición.

Dentro del documento de procedimiento detallado de demolición EL CONTRATISTA deberá incluir la especificación del equipo de demolición a implementar, garantizando que las características del equipo permitan mitigar las microfisuras y afectación en el concreto.

Se deben identificar en campo los sectores en los que, conforme a los planos de diseño, se deberán efectuar procedimientos de demolición con equipos menores, estableciendo previamente si se requiere mantener el refuerzo existente. Debe existir total claridad de las tareas de demolición y disposición de redes hidráulicas y eléctricas previo al inicio de las actividades, las cuales deberán incorporarse en el procedimiento que deberá presentar EL CONTRATISTA previa la ejecución de los trabajos.

EL CONTRATISTA no podrá iniciar la demolición de ninguna estructura o disposición o retiro de redes sin la previa autorización escrita de LA INTERVENTORÍA, quien definirá el alcance del trabajo y dará aprobación a los procedimientos propuestos. Tal autorización no eximirá al CONTRATISTA de su responsabilidad en relación con todo daño causado, directa o indirectamente, a la comunidad o a cualquier elemento de propiedad pública o privada, por las operaciones de demolición, excepto cuando el daño de tales elementos esté previsto y haya sido autorizado por LA INTERVENTORÍA.

Antes de empezar las labores de demolición incluidas en el alcance es esta especificación, EL CONTRATISTA instalará la respectiva señalización, implementando señales preventivas, reglamentarias e informativas, sobre este tipo de trabajos. Así mismo se deberán proveer las facilidades requeridas para la disposición de escombros.

Para aquellas demoliciones ubicadas en zonas donde se pudiesen afectar los equipos eléctricos y mecánicos presentes, se deberá implementar un sistema de contención de partículas en el aire con el fin de proteger los equipos de la central y evitar cualquier tipo de deterioro o mal funcionamiento en los mismos. Dicho sistema deberá estar incluido en la información previa presentada por EL CONTRATISTA a LA INTERVENTORÍA para su aprobación.

Deberán humedecerse periódicamente con agua los materiales que produzcan polvo y reducir así al mínimo las molestias y perjuicios.

Con el propósito de disipar la energía del equipo de demolición, se deberán ejecutar avances de ranuras en el límite del concreto por demoler. Las actividades de demolición deberán realizarse avanzando de arriba hacia abajo, incluyendo losas superiores, muros, losas de fondo o cualquier otro elemento estructural indicado en planos. En caso de requerirse, se deberá proveer apoyo y soporte a las estructuras sobre las que se realizarán demoliciones parciales de tal forma que se garantice su estabilidad e integridad estructural. Se deberán suspender las actividades si se presenta un riesgo de inestabilidad de la estructura existente o si se pone en riesgo la integridad de la obra o de los trabajadores.

Los aceros de refuerzo producto de la demolición, se deberán cortar y separar mediante el uso de oxicorte para los casos en que así se determine en los planos. En caso contrario se deberán limpiar con grata metálica hasta obtener una superficie libre de concreto. EL CONTRATISTA podrá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA métodos alternativos de corte.

Se deberán efectuar los resanes necesarios en muros y losas de las estructuras afectadas, que permita efectuar la preparación y acabados finales especificados en los planos de obra civil tanto en los planos verticales como en los horizontales de la demolición. Se deberán suministrar y colocar los acabados que se pudieran ver afectados, con el objeto de restituir el estado original de las superficies.

13.6.3 DEMOLICIÓN MEDIANTE HILOS, DISCOS Y EQUIPOS DE CORTE DE DIAMANTE

Antes de iniciar los trabajos de demolición mediante equipos de corte de diamante de estructuras, EL CONTRATISTA deberá elaborar y presentar para aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA un documento que incluya el procedimiento de demolición en el cual se deberán definir como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación.
- Equipos a utilizar, incluyendo soluciones a las necesidades de alimentación eléctrica y de refrigeración de los equipos.
- Mecanismo de fijación y anclaje para asegurar los equipos de corte a la superficie y garantizar su estabilidad durante la construcción.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Protección de los equipos eléctricos y mecánicos, según sea aplicable, mediante mecanismos de control de partículas en el aire que pudiesen afectar la operación de la central o generar daños en los equipos.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Plan de manejo de agua y residuos, describiendo cómo se recolectarán, tratarán y dispondrán los lodos generados.
- Medios de evacuación y definición de zonas de disposición de los productos de la demolición.
- Cronogramas de ejecución de trabajos, con la duración estimada para cada fase de la demolición. el cual se deberá ajustar al cronograma general de obra, para lo cual El CONTRATISTA deberá tomar las medidas necesarias, incluyendo turnos y cuadrillas que permitan lograr los tiempos preestablecidos para las actividades.
- Pautas de control.

- Medidas de seguridad y salud.

En el procedimiento detallado prevalecerán los controles para salvaguardar la integridad del concreto, elementos metálicos, soportes de tuberías y en general de todas las redes, elementos y equipos que se encuentren presentes en la zona de demolición.

Dentro del documento de procedimiento detallado de demolición EL CONTRATISTA deberá incluir la especificación del equipo de demolición a implementar, garantizando que las características del equipo permitan mitigar las microfisuras y afectación en el concreto. EL CONTRATISTA deberá garantizar que los hilos o discos a utilizar para el procedimiento son suficientes para efectuar sin retrasos las actividades programadas.

El procedimiento deberá indicar mediante esquemas las distancias entre cortes y puntos de instalación de las fijaciones requeridas para efectuar el procedimiento de corte y fijación de equipos. De igual forma, el peso de cada uno de los bloques, a extraer y las maniobras requeridas para su extracción y disposición final.

El peso de los bloques no será superior al definido por la capacidad del pórtico de izaje de propiedad de EPM, a no ser que EL CONTRATISTA proponga un método diferente para su izaje. En tal caso, será responsabilidad y a costo de EL CONTRATISTA el suministro, mantenimiento y operación del equipo propuesto. También si se plantean cortes adicionales y esto ocasiona un aumento de área a cortar por decisión propia del CONTRATISTA, el sobre costo será asumido por este.

El manejo de los bloques entre la zona de influencia del pórtico de izaje y los vehículos para realizar la disposición final de los bloques será de responsabilidad de EL CONTRATISTA.

Se deben identificar en campo los sectores en los que, conforme a los planos de diseño, se deberán efectuar procedimientos de demolición con equipos de corte de diamante, estableciendo previamente los sitios en los que, según planos, se pueda requerir mantener el refuerzo existente. Debe existir total claridad de las tareas de demolición y disposición de redes hidráulicas y eléctricas previo al inicio de las actividades, las cuales deberán incorporarse en el procedimiento que deberá presentar EL CONTRATISTA previa la ejecución de los trabajos.

EL CONTRATISTA no podrá iniciar la demolición de ninguna estructura o disposición o retiro de redes sin la previa autorización escrita de LA INTERVENTORÍA, quien definirá el alcance del trabajo y dará aprobación a los procedimientos propuestos. Tal autorización no eximirá al CONTRATISTA de su responsabilidad en relación con todo daño causado, directa o indirectamente, a la comunidad o a cualquier elemento de propiedad pública o privada, por las operaciones de demolición, excepto cuando el daño de tales elementos esté previsto y haya sido autorizado por LA INTERVENTORÍA.

Antes de empezar las labores de demolición incluidas en el alcance es esta especificación, EL CONTRATISTA instalará la respectiva señalización, implementando señales preventivas, reglamentarias e informativas, sobre este tipo de trabajos. Así mismo se deberán proveer las facilidades requeridas para la disposición de escombros.

Para aquellas demoliciones ubicadas en zonas donde se pudiesen afectar los equipos eléctricos y mecánicos presentes, se deberá implementar un sistema de contención de partículas en el aire con el fin de proteger los equipos de la central y evitar cualquier tipo de deterioro o mal

funcionamiento en los mismos. Dicho sistema deberá estar incluido en la información previa presentada por EL CONTRATISTA a LA INTERVENTORÍA para su aprobación.

Se seguirán las recomendaciones del fabricante de equipos de corte para su adecuado funcionamiento. Será responsabilidad de EL CONTRATISTA contar con equipos de respaldo en caso de presentarse averías en los equipos de corte. En el procedimiento EL CONTRATISTA deberá indicar las medidas de emergencia en caso de presentarse este tipo de incidencias.

Las actividades de demolición deberán realizarse avanzando de arriba hacia abajo. En caso de requerirse, se deberá proveer apoyo y soporte a las estructuras sobre las que se realizarán demoliciones parciales de tal forma que se garantice su estabilidad e integridad estructural.

En el caso de las demoliciones necesarias para el recrecimiento de las pilas descritas en el alcance, se deberá efectuar un constante monitoreo de las deformaciones en las estructuras. El procedimiento deberá incluir los procedimientos para esta actividad. En cualquiera de los casos se deberán suspender las actividades si se presenta un riesgo de inestabilidad de la estructura existente o si se pone en riesgo la integridad de la obra o de los trabajadores.

En caso de requerirse, los aceros de refuerzo producto de la demolición, se deberán cortar y separar mediante el uso de oxicorte para los casos en que así se determine en los planos. En caso contrario se deberán limpiar con grata metálica hasta obtener una superficie libre de concreto. EL CONTRATISTA podrá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA métodos alternativos de corte.

El equipo de corte con hilo o disco de diamante deberá ser operado por personal capacitado para tales actividades. Se deberá considerar que se realizarán labores a una altura hasta de 15 m. El procedimiento inicial deberá incluir la documentación que certifique a los operarios para la realización de esta actividad.

Se deberán prever las facilidades necesarias para la adecuada ejecución de las actividades, incluyendo la adecuada iluminación y acceso seguro del personal. Previo a la elaboración del procedimiento, EL CONTRATISTA efectuará las visitas y pruebas necesarias para garantizar que se puedan efectuar de forma precisa y eficiente las actividades y establecer las medidas y requerimientos para tal fin.

El contratista deberá verificar y obtener el acabado requerido al finalizar los trabajos de corte, sea este un acabado liso, perfil de rugosidad, el tratamiento especificado para juntas de construcción entre concretos de diferentes edades o cualquier otro requerido, según las indicaciones en planos, en estas especificaciones o lo indicado por LA INTERVENTORÍA.

EL CONTRATISTA deberá incluir en su procedimiento las labores necesarias para garantizar la integridad y salud del personal, especialmente para aquellos que realizaran las labores bajo el agua. Se deberá controlar el tiempo de sumergencia y contar con el equipo de rescate y comunicación necesario para evitar incidencias durante la operación.

13.6.4 DESMONTE Y RETIRO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EXISTENTES, INCLUYENDO EQUIPOS MECÁNICOS

Previo al desarrollo de las actividades, EL CONTRATISTA deberá efectuar una inspección al sitio en el cual se encuentra la estructura a retirar, para definir de forma adecuada los procedimientos

y necesidades propias de la actividad: Equipos, mano de obra, restricciones, requerimientos de trabajo en alturas, que sirvan como entrada para definir los procedimientos de desmonte y disposición. Durante la inspección, LA INTERVENTORÍA podrá definir componentes de la estructura metálica a retirar, que se consideren de interés y que por tal razón deberán tratarse con especial cuidado durante el desmonte y traslado, para evitar daños y facilitar su posterior uso por parte de EPM.

Antes de iniciar los trabajos, EL CONTRATISTA deberá elaborar y presentar para aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA un documento que incluya el procedimiento de retiro de estructura metálica, en el cual se deberán definir como mínimo:

- Métodos de desmonte, equipos y etapas para su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los armazones y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Protección de los equipos eléctricos y mecánicos, según sea aplicable, mediante mecanismos de control de partículas en el aire que pudiesen afectar la operación de la central o generar daños en los equipos.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Reposición de acabados existentes, que pudieran ser afectados por el procedimiento realizado.
- Medios de evacuación y definición de zonas de disposición de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

En el procedimiento detallado prevalecerán los controles para salvaguardar la integridad del concreto, elementos metálicos, soportes de tuberías y en general de todas las redes, elementos y equipos que se encuentren presentes en la zona de demolición.

Dentro del documento de procedimiento detallado de demolición EL CONTRATISTA deberá incluir la especificación del equipo de demolición a implementar, garantizando que las características del equipo permitan mitigar las micro fisuras y afectación en el concreto.

EL CONTRATISTA no podrá iniciar el desmonte de ninguna estructura o disposición o retiro de materiales sin la previa autorización escrita de LA INTERVENTORÍA, quien definirá el alcance del trabajo y dará aprobación a los procedimientos propuestos. Tal autorización no eximirá al CONTRATISTA de su responsabilidad en relación con todo daño causado, directa o indirectamente, a la comunidad o a cualquier elemento de propiedad pública o privada, por las operaciones realizadas, excepto cuando el daño de tales elementos esté previsto y haya sido autorizado por LA INTERVENTORÍA.

Antes de empezar las labores incluidas en el alcance es esta especificación, EL CONTRATISTA instalará la respectiva señalización, implementando señales preventivas, reglamentarias e informativas, sobre este tipo de trabajos. Así mismo se deberán proveer las facilidades requeridas para la disposición de escombros.

Para aquellas demoliciones ubicadas en zonas donde se pudiesen afectar los equipos eléctricos y mecánicos presentes, se deberá implementar un sistema de contención de partículas en el aire con el fin de proteger los equipos de la central y evitar cualquier tipo de deterioro o mal funcionamiento en los mismos. Dicho sistema deberá estar incluido en la información previa presentada por EL CONTRATISTA a LA INTERVENTORÍA para su aprobación.

Deberán humedecerse periódicamente con agua los materiales que produzcan polvo y reducir así al mínimo las molestias y perjuicios.

En caso de requerirse, se deberá proveer apoyo y soporte temporal a las estructuras a retirar, de tal forma que se garantice su estabilidad e integridad estructural. Se deberán suspender las actividades si se presenta un riesgo de inestabilidad de la estructura existente o si se pone en riesgo la integridad de la obra o de los trabajadores.

Se deberán efectuar los resanes necesarios en muros y losas de las estructuras afectadas por el procedimiento de desmonte.

Demolición estructura metálica fallada - Tablestacado frente el salto

EL CONTRATISTA deberá efectuar un plan de demolición detallado, en el cual un ingeniero estructural debe inspeccionar la estructura fallada para determinar el estado de las conexiones, el patrón de falla y los puntos de mayor riesgo y este debe ser aprobado por LA INTERVENTORÍA. Se recomienda que el operador trabaje en todo momento bajo la supervisión directa del Residente de Obra y con el apoyo constante del SST. A medida que los elementos son derribados, se trasladarán a una zona de acopio designada. Allí se clasificarán los materiales (ej. metal para reciclaje, concreto, etc.). Las piezas metálicas de gran tamaño se cortarán en el suelo con la cizalla o equipo de oxicorte a dimensiones manejables para su transporte. Los materiales clasificados se cargarán en volquetas o camiones para su retiro.

Para la ejecución de la demolición, la retroexcavadora se posicionará fuera de la proyección de caída de elementos a demoler, la demolición se ejecutará según lo indique el plan de demolición y se procederá a derribar la estructura o a cortarla según lo aprobado por LA INTERVENTORÍA.

13.6.5 DEMOLICIÓN, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICIÓN FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE

El proceso de demolición de pavimento flexible comienza con una Planificación Previa, con un estudio detallado del sitio, realizando un levantamiento topográfico y un análisis de la estructura del pavimento existente para determinar los espesores de las capas y su estado actual. Se lleva a cabo un análisis de interferencias para identificar y localizar todas las redes de servicios públicos, como agua, alcantarillado, gas, electricidad y telecomunicaciones, presentes en la zona de trabajo, y se coordina con las empresas de servicios para su protección o reubicación. Posteriormente, se desarrolla un plan detallado para la gestión del tráfico vehicular y peatonal, que incluye desvíos, señalización clara y la asignación de paleteros si es necesario. Un componente crítico es la elaboración de un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) específico que contemple los riesgos asociados a la demolición, como polvo, ruido, caída de objetos, atropellamientos y vibraciones, y que defina los Equipos de Protección Personal (EPP) obligatorios, los procedimientos de emergencia y la capacitación del personal. Complementariamente, se define un Plan de Gestión Ambiental con medidas para el control de polvo y ruido, así como la gestión adecuada de los residuos generados, incluyendo la

determinación del sitio de disposición final autorizado y la obtención de los permisos ambientales necesarios. Finalmente, es imperativo asegurar todas las licencias y permisos municipales y ambientales requeridos antes de iniciar cualquier trabajo.

Una vez completada la planificación, se procede con la Demarcación y Replanteo. En esta fase, se delimita el área exacta de demolición conforme a los planos del proyecto. Se marcan las líneas de corte y las profundidades de excavación, y se identifican y protegen las estructuras o elementos adyacentes que no deben ser afectados por los trabajos.

La Demolición del Pavimento Flexible se realizará con una retroexcavadora o martillo, implica iniciar la demolición en un extremo del tramo o en una junta existente. La retroexcavadora o el cargador frontal procederán a romper y arrancar las capas de asfalto y material granular. Posteriormente, se realiza el cargue del material demolido. Una vez que el pavimento ha sido fragmentado, los cargadores frontales o retroexcavadoras proceden al cargue del material en las volquetas. La logística de cargue debe optimizarse para minimizar los tiempos muertos de la maquinaria y los camiones, asegurándose de que las volquetas no superen su capacidad de carga máxima para cumplir con la normativa vial y garantizar la seguridad.

A continuación, se efectúa el retiro y transporte del material. Las volquetas transportarán el material demolido desde el sitio de la obra hasta el lugar de disposición final. Es fundamental cubrir las volquetas con lonas para evitar la dispersión de material y polvo durante el transporte. Se deben establecer rutas de transporte eficientes, seguras y que minimicen el impacto en el tráfico urbano, además de realizar un seguimiento de las cargas transportadas mediante manifiestos de carga y tiquetes de báscula.

El material deberá ser dispuesto en un sitio autorizado por las autoridades ambientales competentes, ya sea un relleno sanitario, una escombrera legal o una planta de reciclaje de materiales de construcción. En el sitio de disposición, el material será descargado y, si es necesario, extendido y compactado según las directrices del operador del sitio. EPM se reserva el derecho de propiedad de los materiales reutilizables y podrá exigir al CONTRATISTA la reutilización de materiales o el transporte de ellos hasta algún sitio dentro del proyecto, determinado por LA INTERVENTORÍA. Todos los demás materiales serán llevados por EL CONTRATISTA a los sitios de depósito seleccionados y aprobados por LA INTERVENTORÍA. No se permitirá el desecho sobre vías públicas o privadas o cerca de ellas.

Finalmente, se procede con la Limpieza Final. Una vez concluidas las operaciones de demolición, cargue y retiro, se limpia la zona de trabajo, retirando cualquier residuo o escombros remanente. Se verifican las condiciones de la subrasante o la capa inferior expuesta, realizando los ajustes o mejoras necesarios según el diseño del proyecto.

13.7 CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD

EL CONTRATISTA no podrá iniciar los procedimientos o disposición o retiro de redes sin la previa autorización escrita de LA INTERVENTORÍA, quien definirá el alcance del trabajo y dará aprobación a los procedimientos propuestos. Tal autorización no eximirá al CONTRATISTA de su responsabilidad en relación con todo daño causado, directa o indirectamente, a la comunidad o a cualquier elemento de propiedad pública o privada, por las operaciones de demolición, excepto cuando el daño de tales elementos esté previsto y haya sido autorizado por LA INTERVENTORÍA.

Las escarificaciones de superficies se deberán realizar hasta encontrar concreto sano, dejando la totalidad del área de concreto expuesta, obteniendo los perfiles de rugosidad especificados en planos, para efectuar los tratamientos posteriores indicados en planos.

No se permitirán desviaciones de las líneas de demolición mayor a 2 cm a las indicadas en los planos para las demoliciones puntuales. EL CONTRATISTA deberá reparar, remover y reemplazar el concreto deteriorado o defectuoso, agrietado, fisurado, con agujeros irregulares, descascarado o desprendimientos causados por el proceso de demolición y corregir todas las imperfecciones del concreto que sean causadas por el procedimiento de demolición, en la medida que sea necesario, para obtener superficies que cumplan con lo especificado en el numeral 15.7.1 TOLERANCIAS.

Todos los materiales y métodos usados en la reparación del concreto deberán estar de acuerdo con los procedimientos recomendados en la última edición del documento ACI 546R - Guide to Concrete Repair. El proceso de reparación se deberá hacer siguiendo las instrucciones y recomendaciones de la NSR-10 y de los manuales de reparación del concreto del ACI, en especial el documento ACI 546R. El material de reparación deberá ser compatible con el sustrato en referencia a módulo, resistencia y a las demás propiedades especificadas para el mismo.

Para la reparación se podrá utilizar relleno seco, concreto, mortero o resinas epóxicas, según se indica en 15.7.2 REPARACIÓN DEL CONCRETO DETERIORADO O DEFECTUOSO, dependiendo del tipo de daño y su magnitud. Previo a la reparación, EL CONTRATISTA deberá someter para aprobación el procedimiento y los materiales a usar en la reparación del concreto nuevo deteriorado o defectuoso, fuera de tolerancias o acabados, según lo descrito en el párrafo anterior.

LA INTERVENTORÍA considerará terminados los trabajos de demolición y remoción, cuando las áreas demolidas se ajusten a los requerimientos de los planos y estas especificaciones y permitan iniciar adecuadamente con las actividades subsiguientes, y cuando la zona donde se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas; y los materiales sobrantes, hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

EL CONTRATISTA deberá restaurar los acabados de las obras afectadas por las demoliciones, utilizando los materiales, colores y texturas presentes en la estructura intervenida, las definidas en los planos o por LA INTERVENTORÍA.

En caso de encontrarse con acero de refuerzo durante las demoliciones, previo a efectuar alguna acción de corte o doblado, EL CONTRATISTA deberá verificar las acciones a tomar según las indicaciones de los planos o las definidas por LA INTERVENTORÍA. En ningún caso se deberán dejar barras de acero expuestas, una vez finalizadas las labores de demolición. Se aplicarán morteros de reparación para brindar adecuada protección al refuerzo. LA INTERVENTORÍA podrá solicitar tratamientos de protección ante la corrosión para las barras existentes, previo a la colocación del acabado final.

Al terminar los trabajos de demolición y de retiro de redes hidráulicas y eléctricas, las zonas intervenidas deberán quedar limpias y los botaderos conformados a entera satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Las demoliciones y retiros de redes hidráulicas y eléctricas se ejecutarán de acuerdo con normas de seguridad y tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas y daños o perjuicios a terceros.

Los materiales provenientes de la demolición y el retiro de redes hidráulicas y eléctricas que a juicio de LA INTERVENTORÍA o de LA INTERVENTORÍA sean reutilizables o necesarios para llenos, se utilizarán para este fin, LA INTERVENTORÍA definirá las instrucciones para el uso de estos. LA INTERVENTORÍA se reserva el derecho de propiedad de los materiales reutilizables que resulten de la demolición y podrá exigir al CONTRATISTA el transporte de ellos hasta algún sitio determinado por LA INTERVENTORÍA. Todos los demás materiales serán llevados por EL CONTRATISTA a los sitios de depósito seleccionados y aprobados por LA INTERVENTORÍA. No se permitirá el desecho sobre vías públicas o privadas o cerca de ellas.

Finalizadas las labores de remoción de estructuras metálicas existentes y equipos, EL CONTRATISTA deberá entregar los materiales en campamento Cedros o donde LA INTERVENTORÍA, indicando medidas y pesos. LA INTERVENTORÍA definirá las instrucciones para la disposición de los materiales provenientes de la actividad. EPM se reserva el derecho de propiedad de los materiales reutilizables y podrá exigir al CONTRATISTA el transporte de ellos hasta algún sitio dentro del proyecto, determinado por LA INTERVENTORÍA. Todos los demás materiales serán llevados por EL CONTRATISTA a los sitios de depósito seleccionados y aprobados por LA INTERVENTORÍA. No se permitirá el desecho sobre vías públicas o privadas o cerca de ellas

El material resultante de la demolición, no requerido por LA INTERVENTORÍA para su reutilización, deberá ser dispuesto en sitios que cuenten con las respectivas autorizaciones, permisos y licencias, tanto minero como ambientales, para lo cual se tendrá que adjuntar los correspondientes certificados de disponibilidad y la licencia ambiental vigente.

EL CONTRATISTA, además, deberá dar cumplimiento a los requerimientos ambientales que se estipulan en los documentos contractuales, de seguridad y salud en el trabajo, de imagen física y manejo de tránsito, que se estipulan en los documentos relacionados con las especificaciones para la Gestión Ambiental y Social, el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SGSST, las Normas de transporte de personas y bienes a tener en cuenta por EL CONTRATISTA, y el Manual de Identidad para Contratistas EPM.

Estos procedimientos deberán ajustarse a lo establecido en:

- El Decreto 1076 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- La Resolución 1257 del 7 de 2021 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y se adoptan otras disposiciones.
- La Resolución N° 01351 del 3 de agosto de 2021, por la cual se aprueba la actualización de unas Medidas de Manejo Ambiental y se adoptan otras determinaciones en el MMA (medidas de manejo ambiental) del complejo Guadalupe, así como en el documento de Actualización de Medidas de Manejo Ambiental del Complejo Hidroeléctrico Guadalupe, expediente LAM 2578 Versión No 3 de diciembre de 2021.
- El Plan de Gestión de Riesgo de Desastres para Entidades Públicas y Privadas Complejo Hidroeléctrico Guadalupe, Versión 04 de Julio de 2024.
- El decreto 2157 de 2017 por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012 y lo establecido en el Plan

de Gestión de Riesgos de Desastres para Empresas Públicas y Privadas Complejo Hidroeléctrico Guadalupe, versión 5 de diciembre de 2024

Se exigirá a todo el personal el uso de casco con barbuquejo, protección auditiva y calzado de seguridad en todo momento. Para operaciones con mucho polvo, se exigirá protección respiratoria. Se exigirá el uso de anteojos protectores. Se prohibirá permanecer en zona de demolición al personal durante el tiempo de descanso. Jamás se dejará una parte de la demolición a punto de caer, antes de abandonar la obra, y se demolerá todo aquello que haya quedado en peligro y que pueda caer más tarde por diversas razones.

El trabajo de la demolición de la estructura metálica fallada - tablestacado frente el salto, se considerará terminado y aceptado cuando:

- La totalidad de la estructura metálica designada haya sido demolida hasta el nivel especificado en los planos.
- El sitio de la obra se encuentre libre de escombros y materiales de demolición.
- No se hayan producido daños a estructuras vecinas, vías públicas o infraestructura de servicios.
- Se entregue a LA INTERVENTORÍA un informe final con el registro fotográfico y los certificados de disposición de los RCD.

13.8 MEDIDA Y PAGO

Las medidas y pago de las demoliciones se deberán medir de acuerdo lo indique el ítem de pago, ya sea en metro cubico (m^3), centímetro cubico (cm^3) o kilogramos (Kg). Los cortes con hilo o disco diamantado serán en metro cuadrado (m^2) o (m^3).

Descabece de pilotes:

El descabece de pilotes se debe medir al metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), a las cotas y niveles definidos en los documentos del proyecto, para lo cual se debe verificar el trazo y la nivelación de los pilotes conforme a los niveles establecidos en el diseño definitivo. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida.

El pago se debe realizar al respectivo precio unitario del contrato, por toda actividad de descabece de pilotes ejecutada satisfactoriamente. El precio unitario debe incluir todos los costos de demolición, obra falsa, retiro, cargue, transporte y disposición del material; así como toda la mano de obra, materiales, equipos y demás costos adicionales requeridos para la correcta ejecución de las actividades de descabece de pilotes de acuerdo con los documentos del proyecto y aprobados por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario debe incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del CONTRATISTA.

Corte mediante equipos de corte de diamante (hilo o disco):

El pago de los cortes mediante equipos de corte de diamante se realizará por metro cuadrado, calculado como el área de corte necesaria para desprender bloques de concreto de tamaño y peso manejable. En este caso el estimativo se refiere a bloques de peso máximo 15 toneladas (150 kN). Un mayor número de cortes para reducir el peso de los bloques estarán a cuenta y cargo de EL CONTRATISTA. El costo unitario deberá incluir la mano de obra, el hilo o disco de

diamante según el desgaste esperado, equipos, izaje, disposición y en general todas las actividades e insumos para efectuar la actividad y para el transporte de los bloques hasta su lugar final de disposición.

Desmote y retiro equipos y estructuras metálicas:

El precio unitario para el retiro de estructuras y equipos metálicos debe incluir todos los costos de desmonte, retiro, cargue, transporte y disposición del material; así como toda la mano de obra, materiales, equipos y demás costos adicionales requeridos para la correcta ejecución de las actividades, de acuerdo con los documentos del proyecto y aprobados por LA INTERVENTORÍA.

No habrá pago separado por concepto de los costos en que incurra EL CONTRATISTA para ejecutar las labores requeridas para garantizar la seguridad industrial y la salud ocupacional de su personal, el de LA INTERVENTORÍA y de terceros, en el desarrollo de las distintas actividades del Proyecto.

El precio unitario para la demolición de la estructura metálica fallada debe incluir todos los costos de desmonte, retiro, cargue, transporte y disposición del material; así como toda la mano de obra, materiales, equipos y demás costos adicionales requeridos para la correcta ejecución de las actividades, de acuerdo con los documentos del proyecto y aprobados por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario debe incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del CONTRATISTA.

13.9 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No se generará pago adicional por los siguientes conceptos, los cuales se consideran incluidos en el precio unitario del ítem de demolición:

- Suministro, mantenimiento y operación de equipos, herramientas y EPP.
- Suministro e instalación de andamios y mecanismos de acceso seguro para personal y equipos.
- Trabajos y plataformas de fijación y anclaje requeridos para la operación de los equipos de corte.
- Suministro de discos, hilos, o cualquier otro componente del equipo de corte que pueda sufrir desgaste por las actividades incluidas en la actividad.
- Limpieza del área de trabajo y disposición de residuos no clasificados como materiales a transportar.
- Cualquier trabajo de reparación o corrección de daños ocasionados por negligencia o mala ejecución por parte de EL CONTRATISTA.
- Actividades de preparación de la superficie, trazado y marcación de cortes.
- Todas las medidas de seguridad y salud en el trabajo implementadas.

13.10 ÍTEMS DE PAGO

Con base en los planos entregados, EL CONTRATISTA deberá efectuar las demoliciones o desmontes incluidas dentro del alcance del contrato. Los ítems de pago y su unidad de medida se indican en la Tabla 84 Ítems y pago para demoliciones.

Todos los costos en que incurra EL CONTRATISTA en el desarrollo de esta actividad deberán quedar incluidos en los precios unitarios del contrato.

Tabla 84 Ítems y pago para demoliciones

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
13	DEMOLICIONES, RETIRO Y DISPOSICIÓN	
13.1	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO HASTA UN ESPESOR MAXIMO DE 5CM	M2
13.2	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO ENTRE 5CM Y 15CM DE ESPESOR	M3
13.3	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
13.4	DEMOLICION CON EQUIPO MENOR PARA DESCABECE DE PILOTES	M3
13.5	DEMOLICION, RETIRO Y DOSPOSICION FINAL DE ELEMENTO EMBEBIDOS ASOCIADOS A EQUIPOS O COMPUERTAS	M3
13.6	CORTE DE BLOQUES DE CONCRETO MEDIANTE HILO DIAMANTADO	M2
13.7	DEMOLICION EN SUPERFICIE DE OBRAS DE CONCRETO REFORZADO MEDIANTE METODOS DE CORTE Y PERFORACION CON DIAMANTE	M2
13.8	SERVICIO DE PERFORACION PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	CM3
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS	KG
13.10	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN CUALQUIER ESPESOR	M3

La Tabla 85 muestra los diferentes lotes para los cuales se plantea alcance en la actividad de demoliciones y los ítems aplicables.

Tabla 85 Ítems de pago para demoliciones por frente de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
13	DEMOLICIONES, RETIRO Y DISPOSICIÓN	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE		
13.2	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO ENTRE 5CM Y 15CM DE ESPESOR	M3
13.3	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
13.5	DEMOLICION, RETIRO Y DOSPOSICION FINAL DE ELEMENTO EMBEBIDOS ASOCIADOS A EQUIPOS O COMPUERTAS	M3
13.8	SERVICIO DE PERFORACION PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	CM3
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS	KG
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
13	DEMOLICIONES, RETIRO Y DISPOSICIÓN	
13.1	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO HASTA UN ESPESOR MAXIMO DE 5CM	M2
13.2	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO ENTRE 5CM Y 15CM DE ESPESOR	M3
13.3	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
13.4	DEMOLICION CON EQUIPO MENOR PARA DESCABECE DE PILOTES	M3
13.5	DEMOLICION, RETIRO Y DOSPOSICION FINAL DE ELEMENTO EMBEBIDOS ASOCIADOS A EQUIPOS O COMPUERTAS	M3
13.6	DEMOLICION EN SUPERFICIE DE OBRAS DE CONCRETO REFORZADO MEDIANTE METODOS DE CORTE Y PERFORACION CON DIAMANTE	M2
13.7	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO MEDIANTE METODOS DE CORTE Y PERFORACION CON DIAMANTE	M2
13.8	SERVICIO DE PERFORACION PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	CM3
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS	KG
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
13.1	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO HASTA UN ESPESOR MAXIMO DE 5CM	M2
13.4	DEMOLICION CON EQUIPO MENOR PARA DESCABECE DE PILOTES	M3
13.5	DEMOLICION, RETIRO Y DOSPOSICION FINAL DE ELEMENTO EMBEBIDOS ASOCIADOS A EQUIPOS O COMPUERTAS	M3
13.8	SERVICIO DE PERFORACION PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	CM3
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS	KG
LT3.3 OBRAS BOCATOMA TRONERAS		
13.8	SERVICIO DE PERFORACION PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	CM3
LT3.4 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE I		
13.1	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO HASTA UN ESPESOR MAXIMO DE 5CM	M2
13.3	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
13	DEMOLICIONES, RETIRO Y DISPOSICIÓN	
13.5	DEMOLICION, RETIRO Y DOSPOSICION FINAL DE ELEMENTO EMBEBIDOS ASOCIADOS A EQUIPOS O COMPUERTAS	M3
13.8	SERVICIO DE PERFORACION PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	CM3
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS	KG
LT3.5 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE II		
13.1	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO HASTA UN ESPESOR MAXIMO DE 5CM	M2
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III		
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS (Tablestacado)	KG
LT3.7 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV		
13.1	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO HASTA UN ESPESOR MAXIMO DE 5CM	M2
13.3	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
13.5	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
13.6	DEMOLICION EN SUPERFICIE DE OBRAS DE CONCRETO REFORZADO MEDIANTE METODOS DE CORTE Y PERFORACION CON DIAMANTE	M2
13.8	SERVICIO DE PERFORACION PARA PASALOSAS Y PASAMUROS	CM3
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS	KG
LT8.2 VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
13.3	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
LT9.1 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS TRONERAS		
13.2	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO ENTRE 5CM Y 15CM DE ESPESOR	M3
13.5	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III		
13.1	CORTE, ESCARIFICACION Y PREPARACION DE SUPERFICIE DE CONCRETO HASTA UN ESPESOR MAXIMO DE 5CM	M2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
13	DEMOLICIONES, RETIRO Y DISPOSICIÓN	
13.3	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION DE CONCRETO REFORZADO EN CUALQUIER RESISTENCIA Y ESPESOR	M3
13.9	DESMONTE Y RETIRO DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS METALICAS	KG
13.10	DEMOLICION, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE O RIGIDO EN CUALQUIER ESPESOR	M3

14 ACERO DE REFUERZO

En esta sección se describen los trabajos requeridos en el suministro y colocación de acero de refuerzo de obras de concreto, de acuerdo con los diseños y detalles mostrados en los planos, los requisitos de estas especificaciones y las instrucciones de LA INTERVENTORÍA.

14.1 ALCANCE

Este capítulo comprende todos los requisitos que se deberían cumplir para ejecutar el suministro, corte, figuración, colocación de acero de refuerzo, necesarias para las obras de modernización y establece los procedimientos de medida y pago relacionadas con estas actividades, las cuales incluyen:

- Varilla de acero de refuerzo para concreto convencional.
- Acero de refuerzo para celdas y refuerzo de mampostería estructural, incluyendo refuerzo vertical, grafiles y en general el refuerzo requerido para este tipo de estructura.
- Acero de refuerzo para pilotes preexcavados.
- Malla de acero electrosoldada, para emplear como refuerzo en las diferentes estructuras permanentes de concreto convencional según se indique en planos.
- Malla electrosoldada para concreto lanzado en obras de protección de taludes.
- Barras de refuerzo post instaladas mediante anclajes epóxicos.
- Acero de refuerzo para reposición de barras afectadas por corrosión.
- Conectores mecánicos para acero de refuerzo.

14.2 NORMAS

- NTC 161 Siderurgia. Barras (y rollos) lisos y corrugados de acero al carbono.
- NTC 2289 Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto.
- NTC 2310 Mallas electrosoldadas de acero, de alambre corrugado, para refuerzo de concreto.
- NTC 5806 Alambre de acero liso y grafilado y mallas electrosoldadas para refuerzo de concreto.
- NTC 1 Ensayo de doblamiento para productos metálicos. (ASTM A370)
- NTC 2 Ensayo de tracción para productos de acero. (ASTM A370)
- NTC 161 Barras lisas de acero al carbono para concreto armado. (ASTM A615)
- NTC 3353 Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero. (ASTM A370)
- NTC 4004 Barras de acero de refuerzo con recubrimiento epóxico para refuerzo. (ASTM A775).
- NTC 4013 Barras de acero recubiertas con zinc (galvanizadas) para refuerzo. (ASTM A767).

- NTC 4040 Procedimientos de soldadura aplicables al acero de refuerzo. (ANSI/AWS D1.4).
- NTC 1907 Alambre de acero al carbono grafilado para refuerzo de concreto.
- NTC 1920 Acero estructural al carbono.
- NTC 1950 Metalurgia. Acero estructural de baja aleación y alta resistencia.
- ASTM A615 Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement

14.3 MANO DE OBRA Y EQUIPOS

EL CONTRATISTA suministrará los equipos adecuados requeridos para el corte y el doblado de las barras de refuerzo.

En los casos en los cuales las condiciones de colocación, tales como geometría, dificultades de acceso, facilidades de izaje de parrillas o en general condiciones propias del desarrollo de las actividades de armado, que impidan que se pueda utilizar traslapes o anclajes mecánicos, será definición de LA INTERVENTORÍA en concurso con el diseñador, la aprobación de este tipo de eventos. Para estos casos, EL CONTRATISTA debe disponer del equipo apropiado para dicha labor y de personal capacitado para la misma, el cual debe contar con el respectivo certificado de calificación de soldador vigente y válido para el tipo de procedimiento que debe efectuar en concordancia con la AWS. Se debe requerir, además, la certificación del fabricante del acero que indique que el producto es apto para ser soldado.

Se deben requerir, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

EL CONTRATISTA suministrará los equipos necesarios para la adecuada instalación del producto a utilizar para el anclaje de barras postinstaladas, incluyendo brocas, taladros, cepillos, sujetadores, accesorios para limpieza, dispensadores y otros, conforme a las recomendaciones del fabricante del producto.

La unión de las varillas mediante conectores mecánicos requiere los siguientes equipos:

- Herramientas manuales: Para la aplicación manual se requiere copa de impacto de 14 mm, 16 mm o 22 mm dependiendo del empalme a instalar, y una L de media que encaje en la copa, se sugiere no hacer aplicación manual para diámetro de 1 ¼".
- Herramientas mecánicas: Para la aplicación con herramienta mecánica, se requiere una pistola de impacto neumática de mínimo 700 Nm de torque, copas y adaptadores de impacto.

14.4 MATERIALES

14.4.1 VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO CONVENCIONAL Y MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

Las varillas corrugadas que se emplearán para refuerzo del concreto, para mampostería estructural, para pernos y barras de anclaje, deberán ser de acero Grado 60, con un límite de

fluencia, f_y , de 420 MPa, y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma NTC 2289 (ASTM A-706), con las salvedades indicadas en NSR-10.

EL CONTRATISTA deberá suministrar, antes de la iniciación de las obras de concreto y durante la marcha de ellas, pruebas certificadas y resultados de ensayos de resistencia del acero de refuerzo que se propone utilizar, para juzgar la conformidad con las normas establecidas. En caso de que alguna porción del refuerzo no se ajuste a estas normas, EL CONTRATISTA procederá a su reemplazo.

14.4.2 VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO PARA PILOTES PREEXCAVADOS Y PANTALLA DE PILOTES SECANTES

El acero empleado en la construcción de las canastas de refuerzo para pilotes preexcavados y para aquellos que conforman la pantalla de pilotes secantes debe cumplir las características indicadas en el artículo 640, Acero de refuerzo (INVIAS, 2022). Las armaduras transversales se sujetan a las longitudinales, por amarres o soldadura. En pilotes hasta de diez metros (10 m) de longitud se pueden admitir los amarres, pero a partir de esta longitud, las armaduras deben estar soldadas entre sí, al menos en uno (1) de cada dos (2) puntos de contacto. En caso de usar soldadura para sujetar el refuerzo transversal con el longitudinal, el acero de refuerzo debe cumplir la norma ASTM A706 y la soldadura debe ser puntos en electrodos 70XX o 60XX. Esta solo puede ser utilizada cuando sea requerida por temas constructivos más no estructurales. Las soldaduras que cumplan una función estructural deben ser establecidas en el diseño estructural y construidas de acuerdo con los requisitos estructurales presentados en los documentos del proyecto.

La soldadura debe reemplazar únicamente el amarre, brindando mayor estabilidad. Es importante aclarar que esta no reemplaza la longitud de traslapo, ni los ganchos.

El acero de refuerzo, incluyendo las canastas compuestas por barras de refuerzo deben ser fabricadas con las dimensiones requeridas. El refuerzo de acero debe ser fabricado, izado e instalado de acuerdo con la presentación del plan de fabricación y elevación aprobado. Las canastas de acero deberán estar atadas con alambre (50% mínimo), según sea necesario, para evitar cualquier distorsión durante la elevación y colocación. EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo el levantamiento y la colocación del refuerzo de tal manera que garantice la seguridad de todas las personas y equipos del proyecto.

EL CONTRATISTA deberá utilizar los métodos adecuados para garantizar que el acero de refuerzo quede centrado, tenga la cobertura adecuada, y esté orientado correctamente (es decir, no se ha distorsionado). Los espaciadores y centralizadores se utilizarán en intervalos suficientes no superior a 3 m a lo largo de la longitud de la canasta de refuerzo. Un mínimo de 4 separadores espaciados uniformemente se ubicará alrededor del perímetro de la canasta de refuerzo de tal manera que la distancia máxima entre separadores adyacentes alrededor del perímetro es de 7 cm. Se colocarán los primeros separadores a 4,5 m de la parte inferior del eje del taladrado con espaciadores sucesivos a intervalos máximos de 3 m a lo largo de la longitud del eje de taladrado. Habrá un tamaño determinado para los espaciadores con el objetivo de asegurar la conformidad con la distancia mínima requerida entre la pared de la perforación y el refuerzo de acero.

14.4.3 MALLA ELECTROSOLDADA Y GRAFILES PARA ESTRUCTURAS PERMANENTES DE CONCRETO Y CONCRETO LANZADO

La malla electrosoldada deberá cumplir con lo indicado en la última revisión de las Norma NTC 5806 (ASTM 1064/1064M) y según lo indicado en NSR-10. El espaciamiento entre varillas y el diámetro de estas deberán corresponder con los especificados comercialmente para el tipo Q2 de Concremalla o similares y otros tipos de malla indicados en los planos u ordenados por la INTERVENTORÍA o EPM.

El alambre de refuerzo deberá cumplir con los requisitos establecidos en la última revisión de las Norma NTC 5806 (ASTM 1064/1064M) y según lo indicado en NSR-10.

Los alambres lisos y grafilados para las mallas electrosoldadas deberán tener un diámetro nominal mayor o igual a 4,0 mm. El alambre liso y el grafil deberá estar libre de imperfecciones perjudiciales y debe tener un buen acabado superficial.

El óxido, las superficies irregulares o las escamas no deberán ser causa de rechazo, siempre y cuando los valores correspondientes a la masa, las dimensiones, el área de la sección transversal y las propiedades de tracción y doblado en una muestra limpiada manualmente con cepillo con cerdas de acero no sea inferior a los exigidos en la Tabla 86 o demás incluidos en la Norma NTC 5806.

Tabla 86 Requisitos mínimos ensayos de tracción y doblado

Tipo de barra	Ensayo de tracción		Ensayo de doblado	
	Resistencia a la tracción	Resistencia a la fluencia	Número de tamaño del alambre	Diámetro del mandril para ensayo de doblado
Alambre liso	515 MPa	450 MPa	L 7,5 y menores ^B	1d ^A
			Mayores que L7,5 ^B	2d ^A
Grafil	550 MPa	485 MPa	D7,0 y menores ^C	2d ^A
			Mayores que D7,0 ^C	4d ^A
A- d= Diámetro nominal				
B- La designación por número para alambre liso corresponde al diámetro nominal en mm precedido por la letra L				
C- La designación por número para grafil corresponde al diámetro nominal en mm precedido por la letra D				

Fuente: Adaptación NTC 5806 - Alambre liso y grafilado y mallas electrosoldadas para refuerzo de concreto

El alambre liso y el grafil utilizado para malla electrosoldada debe estar libre de óxido y lubricante de trefilación, para que no afecte la soldadura.

14.4.4 ANCLAJES POSTINSTALADOS

El sistema de anclaje a utilizar para conectar las barras de refuerzo a las obras existentes será el indicado en planos. Sin embargo, EL CONTRATISTA podrá plantear productos alternativos

para estos trabajos, siempre y cuando se cumpla con las características de resistencia establecidas por el diseño.

Se deberán seguir las definiciones indicadas en planos en lo que refiere a separación entre perforaciones, profundidad de anclaje, distancias al borde y demás recomendaciones incluidas en las hojas técnicas del producto por parte del fabricante.

14.4.5 CONECTORES MECÁNICOS

En los sitios indicados en planos, o en aquellos lugares donde a juicio de LA INTERVENTORÍA se apruebe el uso de conectores mecánicos, el empalme mecánico deberá seguir las recomendaciones de NSR-10, en su numeral 21.1.6. Los conectores para los empalmes mecánicos a utilizar deberán tener los certificados de calidad y el cumplimiento de las normas físicas y químicas para el empalme de varillas con acero ASTM A706. Deberá cumplir igualmente las normas de tolerancia y desviación permisibles en dimensiones tanto para el roscado de las barras como para los conectores.

En términos generales se recomienda colocar los conectores en los sitios de traslapo indicados en planos de refuerzo y evitar colocarlos en sitios críticos como en los de máximos esfuerzos (nudos, centros de la luz, etc.) y en donde se puedan presentar articulaciones plásticas en caso de eventos sísmicos.

14.5 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Con base en los planos suministrados por EPM, el CONTRATISTA deberá validar y elaborar las cartillas de despiece requeridas para la construcción de las diferentes obras y someterlas a aprobación de LA INTERVENTORÍA, con treinta (30) días calendario antes de la fecha en la cual el CONTRATISTA se proponga comenzar a cortar y doblar el refuerzo para dicha parte de la obra, de acuerdo con el programa de construcción previamente aprobado por LA INTERVENTORÍA. Generalmente la aprobación requerirá de treinta (30) días calendario después de recibidas las cartillas. La aprobación de las cartillas del CONTRATISTA no lo libera de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de los documentos del Contrato o de la responsabilidad de que las cartillas estén correctas en todo sentido.

14.5.1 SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Se deberá disponer en la obra de lugares para almacenamiento de las varillas de acero, mallas electrosoldadas y alambre de refuerzo descritos en este capítulo, acondicionados de acuerdo con los requisitos de cada uno.

Los materiales almacenados deberán permanecer limpios, libres de grasas, aceites, pinturas y demás elementos extraños que puedan reducir su calidad.

El acero de refuerzo debe almacenarse en la obra encima de teleras, elementos que permitan mantenerlo separado del suelo o de cualquier otro elemento contaminante. En lo posible, el sitio de almacenamiento debe ser cubierto, y por razones de seguridad y control debe ser encerrado. Se debe organizar separando las barras por diámetro y longitud, o por paquetes debidamente rotulados si llega a la obra ya figurado de la planta. Las mallas electrosoldadas se deben colocar sobre travesaños, separándolas de acuerdo con los distintos tipos. El sitio de almacenamiento

debe seleccionarse buscando la facilidad de descarga del camión y el futuro transporte interno en la obra de las barras.

EL CONTRATISTA será absolutamente responsable por el funcionamiento y la seguridad de las zonas de almacenamiento de materiales.

Cada uno de los envíos de acero de refuerzo o malla de acero electrosoldada, al llegar al sitio de la obra o al lugar donde se ejecutará su doblado, deberá identificarse con etiquetas que indiquen la fábrica, el grado del acero y número de identificación del acero correspondiente al lote. Se incluirán, además, los registros del fabricante.

Las varillas y la malla se transportarán y almacenarán en forma ordenada; no se deberán colocar directamente contra el suelo y se agruparán y marcarán debidamente de acuerdo con el tamaño, forma y tipo de refuerzo. Los cortes de las varillas deberán protegerse para evitar la corrosión durante el almacenamiento.

Las condiciones de almacenamiento y suministro del producto a utilizar para el anclaje de barras postinstaladas será el definido por parte del fabricante. Se tendrán en cuenta las condiciones de temperatura y humedad, así como tiempos de curado y trabajabilidad, accesorios y procedimientos para la adecuada instalación del producto.

14.5.2 DOBLADO

Las varillas de refuerzo se deberán doblar de acuerdo con los requisitos establecidos en la última revisión del Código ACI 318 y en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

Ningún refuerzo parcialmente embebido en el concreto puede doblarse en la obra, excepto cuando así se indique en los planos de diseño o lo permita el diseñador o LA INTERVENTORÍA. Todo refuerzo debe doblarse en frío, a menos que el diseñador o LA INTERVENTORÍA permita otra cosa.

El diámetro interior de doblado, medido en la cara interior de la barra, excepto para estribos de diámetros 3/8" a 5/8" no debe ser menor que lo indicado en la Tabla 87.

Tabla 87 Diámetro mínimo de doblado

Diámetro de las barras	Diámetro mínimo de doblado
No. 3 (3/8") ó 10M (10 mm)	6 veces el diámetro de la barra
a	
No. 8 (1") ó 25M (25 mm)	
No. 10 (1-1/4")	8 veces el diámetro de la barra

14.5.3 COLOCACIÓN

El refuerzo se deberá colocar según las indicaciones de los planos, con precisión en los sitios mostrados en los planos y se asegurará firmemente en dichas posiciones durante la colocación y fraguado del concreto. El refuerzo se mantendrá en la posición correcta por medio de bloques pequeños de concreto con una resistencia igual a la del concreto que se colocará en esa parte de la obra, silletas de acero, espaciadores, ganchos o cualesquiera otros soportes aprobados. Las varillas de acero que se crucen se unirán allí con alambre amarrado firmemente mediante un nudo en forma de 8. Sin embargo, cuando el espaciamiento entre las varillas sea inferior a 30 cm en cada dirección, únicamente será necesario amarrar los cruces en forma alternada. Los extremos del alambre para amarre y los soportes de acero no deberán quedar al descubierto y estarán sujetos a los mismos requisitos referentes al recubrimiento de concreto de las varillas que soportan.

En el momento de su colocación, el refuerzo y los elementos metálicos de soporte deberán estar libres de escamas, polvo, lodo, pintura, aceite o cualquiera otra materia extraña que pueda perjudicar la adherencia con el concreto y mantenerse en esas condiciones hasta cuando sean cubiertos completamente por el concreto.

Las varillas de refuerzo se deberán colocar en tal forma que quede una distancia de por lo menos 2,5 cm entre éstas y los pernos de anclaje o elementos metálicos embebidos. A menos que los planos indiquen algo diferente, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en los planos acorde con la última revisión de NSR-10.

14.5.4 EMPALMES Y TRASLAPOS

Los empalmes, traslapes y conectores mecánicos y los ganchos o terminales de las varillas y mallas electrosoldadas de refuerzo deberán cumplir con los requisitos de la última revisión del Código ACI 318 y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, y deberán hacerse en los sitios mostrados en los planos de diseño.

Las barras traslapadas deberán quedar colocadas en contacto, se deben amarrar con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento especificado. Los traslapes de refuerzo en vigas, losas y muros se deben alternar a lado y lado de la sección.

Cuando se trate de traslapes hechos con soldadura, se debe tener en cuenta lo indicado al respecto, en NSR-10 y al Structural Welding Code – Reinforcing Steel AWS D1.4.

Se puede utilizar unión mecánica para traslapes, previa aprobación de LA INTERVENTORÍA, y con la certificación de resistencia a la compresión y a la tracción de un laboratorio competente.

Se podrá introducir traslapes y uniones adicionales en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre que dichas modificaciones consideren, que los traslapes y uniones en barras adyacentes queden alternados y estos sean aprobados por el diseñador o por LA INTERVENTORÍA.

Las longitudes de los traslapes de las varillas de refuerzo deberán ser las que se muestran en los planos y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la última revisión del Código ACI 318 y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

Si durante construcción se desea relocalizar una junta en cualquier parte de una estructura para la cual ya ha sido aprobada la ingeniería de diseño, EL CONTRATISTA deberá revisar por su propia cuenta los planos y elaborar las cartillas de despiece que correspondan a la junta propuesta acorde a los requisitos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 y someter las modificaciones respectivas a la aprobación de EPM por lo menos 30 días calendario antes de la fecha en la cual el CONTRATISTA se proponga comenzar a cortar y doblar el refuerzo para dicha parte de la obra, de acuerdo con el programa de construcción previamente aprobado por EPM. Generalmente la aprobación requerirá de 30 días calendario después de recibidas las cartillas. Si por cualquier razón el CONTRATISTA no puede cumplir con este requisito, la junta correspondiente se dejará sin modificación y se hará según se muestre en los planos suministrados por EPM, previa elaboración por parte del CONTRATISTA y aprobación por parte de EPM dentro de los plazos establecidos, de las cartillas de despiece definitivas para construcción. La aprobación de las cartillas del CONTRATISTA no lo libera de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de los documentos del Contrato o de la responsabilidad de que las cartillas estén correctas en todo sentido.

14.5.5 MALLA ELECTROSOLDADA

La malla se deberá colocar con precisión en los sitios mostrados en los planos de diseño y se deberá asegurar firmemente en dicha posición durante la colocación y fraguado del concreto.

Los empalmes de módulos de malla se harán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y se amarrarán firmemente con alambre anudado por métodos tradicionales de uso común, en un todo de acuerdo con los requisitos de la última revisión del Código ACI 318 y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

No se aceptará colocación de malla que esté cubierta de escamas, polvo, lodo, aceite, pintura o cualquier elemento extraño.

14.5.6 CONECTORES MECÁNICOS

La instalación de los conectores mecánicos roscados para las barras de acero de refuerzo requiere de los siguientes lineamientos para asegurar una conexión adecuada:

14.5.6.1 PREPARACIÓN DE LAS BARRAS

Se debe asegurar que los extremos de las barras de acero de refuerzo estén cortados de forma perpendicular al eje de la barra para garantizar el acoplamiento. Se debe tener los extremos de las barras libres de cualquier suciedad, aceite o corrosión que pueda interferir con la conexión.

14.5.6.2 INSTALACIÓN DE LOS CONECTORES

Insertión de la Barra en el Conector: Se debe atornillar una de las barras en el conector mecánico hasta que quede bien ajustada. Seguidamente se debe girar el conector manualmente hasta que esté apretado.

Apretado Inicial: Se debe utilizar una llave ajustable o dinamométrica para apretar el conector según las especificaciones del fabricante. No se debe exceder el par de apriete recomendado para evitar dañar las roscas.

Repetir con la Otra Barra: Repetir el proceso con la segunda barra de refuerzo, asegurando que las dos barras estén correctamente alineadas y apretadas dentro del conector.

14.5.6.3 VERIFICACIÓN DE LA CONEXIÓN

Revisar visualmente la conexión para asegurar que las barras están completamente insertadas en el conector y que las roscas están bien acopladas.

14.6 ENSAYOS

14.6.1 BARRAS DE REFUERZO

Las barras de refuerzo y las mallas electrosoldadas deben ser sometidas a ensayos en la fábrica, de acuerdo con lo indicado en el título C de NSR-10 (numeral C.3.5.10.2). Los ensayos deben demostrar, inequívocamente, que el acero utilizado cumple la norma técnica NTC correspondiente y el laboratorio que realice los ensayos debe certificar la conformidad con ella.

Se deben presentar a LA INTERVENTORÍA los certificados de conformidad para las barras de acero y para las mallas electrosoldadas de acero con las normas NTC aplicables.

14.6.2 ANCLAJES EPÓXICOS

Los ensayos a los anclajes consistirán en pruebas de extracción, para medir la resistencia y capacidad de un anclaje al ser sometido a una fuerza de tracción. Se aplicarán cargas controladas hasta que el anclaje se desprenda o se alcance su límite, evaluando así su desempeño y seguridad en aplicaciones estructurales. LA INTERVENTORÍA solicitará ensayos de resistencia a las barras de anclaje post instaladas con epóxico conforme a las recomendaciones del fabricante del producto.

Los tipos de ensayos a realizar se indican a continuación:

Tabla 88 Ensayos en anclajes post instalados

Objeto del ensayo	Número mínimo de ensayos	Tipo de ensayo	Método de ejecución y evaluación
Determinar resistencia	2,5 % del número total de anclajes instalados	Destructivo	Según British Standard
		Pull-out	BS 8539 Anexo B.2.3.2
		No destructivo	Según British Standard BS 8539 Anexo B.2.3.
Verificar calidad de instalación	2,5 % a 5,0 % del número total de anclajes instalados	No destructivo	Según British Standard
			BS 8539 9.3 y Anexo B.3

LA INTERVENTORÍA podrá solicitar ensayos adicionales para verificar el adecuado comportamiento estructural de los anclajes instalados.

14.7 CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD

Se deberá suministrar una copia de los certificados de fábrica indicando la calidad de los materiales. Para cada cochada de acero se debe suministrar la copia certificada indicando la composición química y el análisis físico realizado por el fabricante con su correspondiente identificación. Sin estos certificados, el material no será aceptado.

Durante la ejecución de los trabajos para los conectores mecánicos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y el funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación; para tal efecto, se deben realizar los ensayos especificados en ACI 318 y la Norma Colombiana de Diseño de Puentes.
- Verificar que la instalación de los conectores se efectúe de acuerdo con los documentos de diseño, con esta especificación y con las indicaciones y recomendaciones del proveedor de los conectores.
- En caso de que se plantee la sustitución de los traslapes de acero indicados en planos por el uso de conectores mecánicos, se deberá contar con el aval del diseñador estructural responsable.

14.8 MEDIDA Y PAGO

14.8.1 MEDIDA

En el precio unitario de acero de refuerzo y mallas electrosoldadas se debe incluir el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblado y desperdicios del acero, correctamente instalado en los elementos respectivos; limpieza de la zona de los trabajos y disposición de los materiales sobrantes; y en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de las obras mostradas en los planos, estas especificadas y las indicaciones de LA INTERVENTORÍA. No se pagarán por separado elementos de fijación del refuerzo.

El precio unitario para el suministro de barras de anclaje mediante sistema epóxico deberá incluir la perforación, limpieza, costo del producto y aplicación. El costo de las barras no irá incluido en este ítem, su valor será contabilizado dentro de las cantidades de barras de acero de refuerzo indicadas en el párrafo previo. Los requerimientos de instalación se indican en el numeral 14.6.2 ANCLAJES EPÓXICOS.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por EL CONTRATISTA, a su costa, a plena satisfacción de LA INTERVENTORÍA.

La unidad de medida de las barras de refuerzo y la malla electrosoldada será por kilogramo de refuerzo instalado, de acuerdo con los diseños y planos. Para las barras postinstaladas la unidad de medida será la unidad.

La unidad de medida de la malla electrosoldada en protecciones de taludes con concreto lanzado será de metro cuadrado.

14.8.2 PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda la obra ejecutada, incluyendo el suministro e instalación del refuerzo y alambre negro No. 18, de acuerdo con la presente especificación y aceptada a satisfacción por LA INTERVENTORÍA y debe incluir todos los materiales, equipos y demás elementos necesarios para la correcta ejecución de la actividad.

Las especificaciones, planos y anexos que se entreguen para la ejecución de la obra, se complementan entre sí. Cualquier detalle que se haya omitido o presente inconsistencias o contradicciones en las especificaciones, planos o ambos, necesario para la correcta ejecución de la actividad deberá ser comentado con LA INTERVENTORÍA o el diseñador, previo a su construcción. Lo anterior no exime al CONTRATISTA de su ejecución ni podrá tomarse como base para reclamaciones o demandas posteriores. Cualquier cambio que proponga EL CONTRATISTA deberá ser consultado y avalado por LA INTERVENTORÍA y no podrá proceder a su ejecución sin la aceptación de éste. En caso contrario, cualquier trabajo será por cuenta y riesgo del CONTRATISTA.

En cualquier caso, EL CONTRATISTA es el único responsable por la correcta ejecución de la actividad respectiva, por lo tanto, dentro del precio unitario se deben considerar, además de los relacionados en la presente especificación, los insumos, materiales, equipo, herramienta, trasiegos, mano de obra y demás elementos que garanticen la correcta ejecución de la actividad.

El pago del ítem CONECTORES MECÁNICOS, se debe realizar de acuerdo con el precio unitario del contrato, por todo trabajo aceptado a satisfacción por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario deberá incluir el costo del transporte, suministro e instalación de los conectores; incluye por tanto todos los materiales, equipos, mano de obra, herramientas y todo lo concerniente a la correcta elaboración y ejecución de los trabajos. La unidad de medida del ítem CONECTORES MECÁNICOS para cualquiera de los diámetros, debe ser la unidad (Un), instalada de acuerdo con lo establecido en esta especificación técnica y el diseño estructural aprobado para el proyecto.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos:

- El acero de refuerzo adicional que EL CONTRATISTA use para su propia conveniencia y sin que sea ordenado por LA INTERVENTORÍA.
- Los ensayos que deba realizar EL CONTRATISTA para obtener criterios de aceptabilidad del acero de refuerzo, cuando éste no entregue evidencia satisfactoria de que el acero suministrado cumple con los requisitos especificados.
- El suministro de refuerzo adicional que sea requerido cuando EL CONTRATISTA introduzca traslapes o uniones adicionales a las que se muestren en los planos y estas sean aprobadas por LA INTERVENTORÍA.
- Los trabajos y costos adicionales resultantes de reemplazar uniones traslapadas por uniones soldadas realizadas por conveniencia del CONTRATISTA y que sean aprobadas por LA INTERVENTORÍA.
- El desperdicio de barras de acero resultante del proceso de producción.
- Todos los costos relacionados con el almacenamiento del material fuera o dentro de la obra.

- Todos los demás trabajos que deberá ejecutar EL CONTRATISTA y los materiales necesarios para cumplir lo especificado en esta sección y que no constituyen ítems separados de pago.

Los ítems de pago junto con su respectiva unidad de medida para el acero de refuerzo se indican en la Tabla 89.

Tabla 89 Ítem de pago de acero de refuerzo

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
14	ACERO DE REFUERZO	
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1/2"	UN
14.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 5/8"	UN
14.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 3/4"	UN
14.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1"	UN
14.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1 1/4"	UN
14.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE GRAFILES DE ACERO DE REFUERZO PARA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	KG
14.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA GRAFILADA	KG
14.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR MECANICO DE 3/4"	UN
14.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR MECANICO DE 1"	UN

La Tabla 90 muestra los diferentes lotes para los cuales se plantea alcance de esta actividad y los ítems aplicables

Tabla 90 Ítem de pago de acero de refuerzo por frente de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
14	ACERO DE REFUERZO	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1/2"	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
14	ACERO DE REFUERZO	
14.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1"	UN
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 3/4"	UN
14.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1/2"	UN
14.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1"	UN
14.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR MECANICO DE 3/4"	UN
14.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR MECANICO DE 1"	UN
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1/2"	UN
14.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE GRAFILES DE ACERO DE REFUERZO PARA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	KG
14.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA GRAFILADA	KG
LT3.3 OBRAS BOCATOMA TRONERAS		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
LT3.4 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE I		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
14	ACERO DE REFUERZO	
14.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1/2"	UN
14.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 3/4"	UN
LT3.5 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE II		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 3/4"	UN
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA GRAFILADA	KG
LT3.7 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1/2"	UN
14.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 3/4"	UN
14.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1"	UN
14.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1 1/4"	UN
14.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR MECANICO DE 1"	UN
LT5.5 EQUIPOS MECÁNICOS - CAMARA DE VALVULAS GUADALUPE III		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
LT8.2 OBRAS VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
14	ACERO DE REFUERZO	
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA GRAFILADA	KG
LT9.1 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS TRONERAS		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 5/8"	UN
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GIII		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG
14.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PERFORACION Y ANCLAJE CON ADHESIVO EPOXICO DE BARRAS DE ACERO DE REFUERZO O PERNOS 1/2"	UN
LT9.3 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GIV		
14.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, FIGURACION Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO DE FY 420MPA, EN CUALQUIER DIAMETRO	KG

15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS

El presente capítulo comprende las especificaciones técnicas de los materiales, preparación, formaleas y/o encofrados, transporte, colocación, fraguado, curado, juntas, acabados, y reparación del concreto y establece los procedimientos para su medida y pago y las de los sellos, llenantes y sellantes de juntas, que se utilicen en la construcción de las obras civiles.

15.1 ALCANCE

Se incluyen dentro del alcance de esta especificación las siguientes actividades:

- Concreto para solado bajo cimentación de estructuras según se indique en planos.
- Concreto para canaletas, cunetas, bases para equipos y estructuras de drenaje según se indique en planos.
- Concretos prefabricados incluyendo construcción e instalación.
- Concreto para pilotes preexcavados.
- Concreto para cualquier otra estructura de concreto mostrada en los planos de diseño.
- Concreto para obras misceláneas en cualquier parte del proyecto.
- Morteros de pega y reparación.
- Sellos PVC para juntas.
- Morteros de nivelación.

En el numeral 15.10 MEDIDA Y PAGO se indican las distintas clases de concreto y el sitio de colocación en el proyecto.

Véase Tabla 99 para clasificación de concretos.

15.2 NORMAS TÉCNICAS

- NTC 30 Cemento Portland. Clasificación y nomenclatura.
- NTC 31 Cemento. Definiciones. Terminología relacionada con el cemento hidráulico.
- NTC 33 Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la finura del cemento hidráulico por medio del aparato Blaine de permeabilidad al aire.
- NTC 77 Concretos. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos.
- NTC 78 Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar por lavado el material que pasa el tamiz 75 μm en agregados minerales.
- NTC 92 Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados.

- NTC 93 Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la resistencia al desgaste de los agregados gruesos
- mayores de 19 mm, utilizando la Máquina de Los Ángeles.
- NTC 98 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste de
- agregados gruesos hasta de 37,5 mm, utilizando la Máquina de Los Ángeles.
- NTC 107 Cementos. Método de ensayo para determinar la expansión en autoclave del cemento Portland.
- NTC 109 Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método para determinar los tiempos de fraguado del
- cemento hidráulico por medio de las agujas de Gillmore.
- NTC 110 Método para determinar la consistencia normal del cemento hidráulico.
- NTC 111 Especificaciones para la mesa de flujo usada en ensayos de cemento hidráulico.
- NTC 117 Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el calor de hidratación
- del cemento hidráulico.
- NTC 118 Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado del cemento hidráulico mediante el aparato
- de Vicat.
- NTC 121 Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas.
- NTC 127 Concretos. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para
- concreto.
- NTC 129 Ingeniería civil y arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados.
- NTC 174 Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.
- NTC 176 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la densidad y la absorción del
- agregado grueso.
- NTC 221 Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento
- hidráulico.
- NTC 225 Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del cemento hidráulico (método del mortero).
- NTC 226 Cementos. Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico por medio de los
- tamices de 75 μm - no. 200 - y 150 μm - no. 100.
- NTC 237 Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino.
- NTC 294 Método de ensayo para determinar la finura del cemento hidráulico utilizando el tamiz de 45 μm
- (no.325).
- NTC 297 Ingeniería civil y arquitectura. Cementos. Método de ensayo para determinar el fraguado rápido del
- cemento hidráulico (método de la pasta).

- NTC 321 Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas.
- NTC 385 Ingeniería civil y arquitectura. Terminología relativa al concreto y sus agregados.
- NTC 396 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.
- NTC 454 Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco. Toma de muestras.
- NTC 504 Ingeniería civil y arquitectura. Refrendado de especímenes cilíndricos de concreto.
- NTC 550 Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en el sitio de trabajo.
- NTC 579 Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia del mortero.
- NTC 589 Concretos. Método de ensayo para determinar el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados.
- NTC 597 Determinación de la finura del cemento Portland por medio del turbidímetro.
- NTC 673 Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- NTC 722 Concretos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto.
- NTC 890 Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración.
- NTC 1028 Ingeniería civil y arquitectura. Determinación del contenido de aire en concreto fresco método volumétrico.
- NTC 1032 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.
- NTC 1294 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la exudación del concreto.
- NTC 1299 Concretos. Aditivos químicos para concreto.
- NTC 1513 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para la elaboración, curado acelerado y ensayo a compresión de especímenes de concreto.
- NTC 1514 Cementos. Método de ensayo para determinar la expansión del cemento por medio de las agujas de "Le Chatelier".
- NTC 1776 Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar por secado el contenido total de humedad de los agregados.
- NTC 1977 Compuestos líquidos formadores de membrana de curado para el concreto.
- NTC 3318 Producción de concreto.

- NTC 3357 Concretos. Método de ensayo para determinar la temperatura del concreto fresco de cemento
- hidráulico.
- NTC 3357 Concretos. Método de Ensayo para determinar la Temperatura del concreto fresco de cemento hidráulico.
- ACI 351.1 Grouting between Foundations and Bases for Support of Equipment and Machinery
- ACI 351.5 Specification for Installation of Epoxy Grout between Foundations and Equipment Bases (Metric)
- ACI 351.4 Specification for Installation of Cementitious Grouting between Foundations and Equipment Bases (Metric)
- ASTM C1107 Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Non shrink)
- ASTM C881 Standard Specification for Epoxy-Resin Based Bonding Systems for Concrete
- ASTM C882 Standard Test Method for Bond Strength of Epoxy-Resin Systems Used with Concrete by Slant Shear
- ASTM C109 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic-Cement Mortars (Using 2-in. Cube Specimens)
- ASTM C531 Standard Test Method for Linear Shrinkage and Coefficient of Thermal
- ASTM C579 Expansion of Chemical-Resistant Mortars, Grouts, Monolithic Surfacing's, and Polymer Concretes
- ASTM C1181 Standard Test Methods for Compressive Creep of Chemical-Resistant Polymer Machinery Grouts
- ASTM D638 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
- API 610 Appendix L - Baseplate and Soleplate Grouting
- API 686 Recommended Practices for Machinery Installation and Installation design

15.3 MATERIALES

Será de responsabilidad del CONTRATISTA garantizar que los materiales se encuentren en sitio al momento de la elaboración de la mezcla en cada frente de trabajo en los tiempos requeridos para su adecuado vaciado. El CONTRATISTA deberá contar con medidas de apremio para solventar la posibilidad de atrasos, indisponibilidad de los materiales o equipos para garantizar el adecuado cumplimiento al cronograma de obra.

15.3.1 CEMENTO Y MATERIALES CEMENTANTES

El cemento deberá cumplir con las normas técnicas (NTC 121) y (NTC 321), debe corresponder con el mismo tipo de cemento especificado en los diseños de mezcla, no se permite realizar mezclas con varios tipos de cemento. El cemento

preferiblemente debe provenir de un sólo suministrador y se debe tener suficiente cemento para la realización de las obras planificadas según cronograma, para evitar paralizaciones en la misma. El cemento deberá ser guardado en instalaciones adecuadas para protegerlo de la humedad y otros agentes contaminantes. No se permitirá el uso de cemento que haya sido almacenado por un periodo mayor a 30 días, sin antes demostrar que el cemento no ha iniciado falso fraguado. La temperatura del cemento que se entregue en sitio no deberá superar los 90°C.

El humo de sílice deberá cumplir con los requisitos de ASTM C1240, la escoria con ASTM C 989 y la ceniza volante con NTC 3493/ASTM C 618, clase F.

15.3.2 AGUA

El agua usada para la mezcla y el curado del concreto deberá ser suministrada por EL CONTRATISTA y debe estar libre de aceites, ácidos, álcalis y sustancias orgánicas. Deberá cumplir con lo indicado en la NTC 3459. De ser agua potable, no se requerirán ensayos previos a su uso en el concreto. Se requieren ensayos para agua no potable según lo establecido en ASTM C94. Una vez al mes, EL CONTRATISTA deberá suministrar resultados de ensayos de laboratorio donde se indique la calidad del agua empleada en la fabricación y curado del concreto. Los ensayos de calidad del agua deberán cumplir los requisitos especificados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

La temperatura del agua deberá ser verificada y deberá estar en un rango entre 8 y 10 grados Celsius. Se deberá tener un sistema de almacenamiento y enfriamiento del agua, para cumplir con la temperatura en el momento de la fabricación. Sistema que deberá ser suministrado por EL CONTRATISTA.

15.3.3 AGREGADO

Los agregados deberán cumplir con los requisitos de NSR-10, NP-005 y NTC -174 (ASTM C33) de una fuente con los debidos certificados ambientales de explotación de agregados y de calidad de producción. El agregado fino deberá estar compuesto de materiales resistentes, limpios, de partículas durables, adecuadamente lavadas y tamizadas, conforme a NTC 174 (ASTM C33). Se entiende como agregado fino aquel con partículas cuyo tamaño máximo no sea igual a 4,8 mm y su módulo de finura no sea menor de 2,3 ni mayor a 3,1. El contenido de mica, grafito, limos, materia orgánica y otras impurezas no deberá ser superior a 3% del volumen total final del agregado. Se debe disponer de un sistema de lavado continuo para el control de finos y contenido de mica y grafito sueltos en las arenas.

Los agregados deben ser bien gradados, con partículas duras, fuertes, durables y limpias y preferiblemente cúbicas. Los diferentes tipos de agregados se deben almacenar independientemente y evitar la segregación, erigiéndose sitios secos y limpios. No se debe permitir el tránsito de vehículos sobre el material. Se debe cumplir con las normas NTC 174 y NTC 4045. Se debe evitar su contaminación y se debe realizar control de calidad siguiendo los requisitos de las normas correspondientes. Se debe controlar el contenido de humedad para su uso en la elaboración de concreto. El material deberá provenir de canteras certificadas y contar con los permisos exigidos por la normatividad ambiental. La clasificación del agregado fino se presenta en la Tabla 91.

Tabla 91 Límites granulométricos

Tamiz NTC 32 (ASTM E 11)	Porcentaje que pasa (%)
9,5 mm ($\frac{3}{8}$ de pulgadas)	100
4,75 mm (N 4)	95 - 100
2,36 mm (N 8)	80 - 100
1,18 mm (N 16)	50 - 85
600 μ m (N 30)	25 - 60

Tamiz NTC 32 (ASTM E 11)	Porcentaje que pasa (%)
300 μm (N 50)	may-30
150 μm (N 100)	0 - 10
75 μm (N 200)	0-3 A.B

Fuente: Norma técnica colombiana NTC 174

A. Para concretos que no están sometidos a abrasión, el límite para el porcentaje que pasa el tamiz de 75 μm (N. 200) es, máximo 5%.

B. Para el agregado fino obtenido por trituración, si el material más fino que el tamiz de 75 μm (N. 200) consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcillas o exquitos, este límite debe ser de 5%, máximo, para concretos sometidos a abrasión. Para los concretos no sujetos a la abrasión debe ser máximo el 7,0%.

15.3.4 ADITIVOS

EL CONTRATISTA podrá utilizar aditivos para el concreto con el fin de modificar su tiempo de fraguado, su manejabilidad y otras características, de acuerdo con los tipos de estructuras y los métodos de colocación, ajustándose en todo a las estipulaciones contempladas en las normas NTC 1299 y NSR-10. EL CONTRATISTA dispondrá de las facilidades necesarias para la correcta dosificación y medida de los aditivos aprobados.

La aceptación previa de los aditivos no eximirá a EL CONTRATISTA de la responsabilidad de suministrar productos que cumplan con los requisitos especificados. En este caso, los aditivos que suministre EL CONTRATISTA durante la construcción deberán tener las mismas características que aquéllos de los cuales suministró muestras.

No se permitirá el uso de aditivos para corregir deficiencias en la calidad de los materiales o en los métodos o equipos de trabajo del CONTRATISTA.

Los aditivos deberán tener las características propias para las diferentes funciones y dependiendo del tipo de concreto a fundirse. Su manejo y almacenamiento debe darse según las instrucciones del fabricante. Entre los aditivos se incluyen reductores de agua, retardantes, acelerantes y agentes incorporadores de aire. Los aditivos reductores de agua deben estar conforme a ASTM C 494, tipos A, d, E y F o ASTM C 1017.

Los agentes incorporadores de aire deberán cumplir con los requisitos de la última revisión de la norma ASTM C-260, y deberán ser manejados y almacenados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se permitirá el uso de agentes expansivos.

15.3.5 PUZOLANAS

La utilización de puzolanas estará supeditada a los resultados de las investigaciones que realice EL CONTRATISTA de la reactividad potencial álcali-agregado. Si los resultados de los ensayos álcali-agregados exigen el uso de puzolanas en la fabricación de las mezclas de concreto convencional y concreto lanzado, su dosificación máxima será del 20% del peso del cemento utilizado en la mezcla de concreto. Este porcentaje podrá ser totalmente de puzolana o de puzolana mezclada con polvo de roca (pasante tamiz 200 y retenido en tamiz 325) procedentes de la trituración de agregados.

Para lograr el procesamiento del polvo de roca necesario para la mezcla con el cemento, EL CONTRATISTA deberá disponer de equipos especiales de trituración que produzcan los

rendimientos necesarios en la pulverización de la roca. El costo del procesamiento del polvo de roca deberá estar incluido en los precios unitarios de los concretos por fabricar. La puzolana que se utilice en la elaboración de los concretos deberá ser ceniza volátil o en su defecto se podrá utilizar puzolana natural, las cuales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- La ceniza volátil deberá cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C-618 para la clase F. La temperatura máxima de la ceniza volátil antes de adicionarse a la mezcla no deberá exceder de 60°C.
- La puzolana natural será procesada y no por calcinación, deberá cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C-595 para la Clase N. La temperatura máxima de la puzolana antes de la mezcla no deberá exceder de 60°C.

EL CONTRATISTA deberá asegurarse de que los fabricantes sometan la puzolana a los ensayos que demuestren el cumplimiento de los requisitos técnicos especificados en este Capítulo y deberá suministrar a LA INTERVENTORÍA certificados de los resultados de tales ensayos. El suministro por parte de EL CONTRATISTA de los resultados de los ensayos realizados especificados no impedirá a LA INTERVENTORÍA rechazar la puzolana, si se observa que no cumple con los requisitos exigidos, cuando sea sometida por LA INTERVENTORÍA en la obra o en la planta a los ensayos respectivos.

Cuando una muestra de puzolana sea rechazada por LA INTERVENTORÍA, todo el lote del cual se haya tomado la muestra será rechazado y el material se deberá retirar del sitio de la obra y reemplazar por otro material de calidad satisfactoria por y a cuenta de EL CONTRATISTA.

15.3.6 GROUTING CEMENTOSO SIN CONTRACCIÓN

Todos los materiales del grout deberán ser suministrados en las proporciones del producto, cumpliendo todos los requerimientos y empacados según la ASTM C1107, requiriendo únicamente la adición de agua potable. Los materiales del grout no deberán contener sustancias metálicas.

El agua de la mezcla deberá ser potable y libre de aceites, ácidos, alcalinos, orgánicos u otros materiales perjudiciales. El agua no deberá contener cantidades medibles de cloruros solubles u otras sustancias que potencialmente puedan deteriorar la calidad del concreto o el acero de refuerzo y anclajes.

La resistencia a la compresión deberá ser igual o superior a la establecida en la tabla 1 de la ASTM C1107 (se establece para diferentes condiciones de temperatura y tiempo de fraguado) y a la resistencia de la base de concreto a los 28 días. Ver Tabla 92.

Tabla 92 Resistencia mínima del grout cementoso sin contracción

	Pruebas en condiciones estándar		Pruebas a máximas temperaturas	
	Mezcla fresca	Al tiempo máximo de trabajo	Mezcla fresca	Al tiempo máximo de trabajo
Resistencia mínima a compresión MPa				
1 día	7	7	7	7
3 días	17	17	17	17

	Pruebas en condiciones estándar		Pruebas a máximas temperaturas	
	Mezcla fresca	Al tiempo máximo de trabajo	Mezcla fresca	Al tiempo máximo de trabajo
7 días	24	24	24	24
28 días	34	34	34	34
Cambio de altura temprano (máximo % en el momento del ajuste final)	+ 4,0 %	+ % 4,0	+ 4,0 %	+ % 4,0
Cambio de altura del grout endurecido, curado en condiciones húmedas				
1 día	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %
3 días	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %
14 días	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %
28 días	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %	0- a +0.3 %

Fuente: ASTM C1107/C1107M Standard specification for packaged dry, hydraulic - cement grout

No se podrán agregar sustancias adicionales a la mezcla del grout sin la aprobación de LA INTERVENTORÍA y del fabricante del grout.

Para espesores de mortero entre 5 y 12 centímetros se debe agregar a la mezcla, gravilla limpia, sana y saturada hasta un 40% en peso. El tamaño de la gravilla debe estar entre 0,5 y 1,2 centímetros. Para espesores de mortero mayores de 12 centímetros, se agregará a la mezcla grava limpia, sana y saturada con tamaño máximo de 2,5 centímetros en una proporción que no exceda el 50% en peso.

15.3.7 GROUTING EPÓXICO PARA EQUIPOS O MÁQUINAS CON VIBRACIÓN IMPORTANTE

Todos los materiales del grout deberán ser suministrados en las proporciones del producto, cumpliendo todos los requerimientos y recomendaciones del fabricante. Los principales requisitos para este material se indican en la Tabla 93, a continuación, los cuales han sido tomados como referencia de la norma API610.

Tabla 93 Requerimientos del grouting epóxico

PARÁMETRO	NORMA	REQUERIMIENTO
Resistencia a la compresión mínima	(ASTM C579,	12 ksi (84 MPa) a los 7 días.
	Método B modificado)	
Máxima contracción lineal	(ASTM C531)	0.08%.
Coeficiente de expansión térmica máxima	(ASTM C531)	30x10 ⁻⁶ in/in/°F (16.7m/m/°C).
Creep máximo	(ASTM 1181)	0.005 in/in (0.005m/m) a 70 °F (21.1°C) y 140°F (42.2°C) con 400 psi (2,8 MPa) de carga vertical aplicada.
Resistencia mínima de adherencia del grout epóxico al concreto	(ASTM C882)	2000 psi.

PARÁMETRO	NORMA	REQUERIMIENTO

Fuente: API610

15.4 EQUIPOS

15.4.1 GENERALIDADES

Es responsabilidad del CONTRATISTA disponer de los equipos y elementos para el suministro de los materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado del concreto estructural. También, equipos y elementos necesarios para la ejecución de juntas, equipos para limpieza, reparaciones, etc.

Todo el equipo y herramientas para la elaboración de la mezcla, colocación y compactación del concreto, requerirá la aprobación de LA INTERVENTORÍA en cuanto a tipo, diseño, capacidad y condiciones mecánicas. Las mezcladoras deben ser de diseño tal que produzcan una mezcla homogénea.

Los vibradores para la compactación del concreto deben ser de tipo interno simple y tener una intensidad suficiente para producir la plasticidad y la adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales. Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se deben emplear vibradores externos de formaleta, reglas y mesas vibratorias, entre otras. En la selección del equipo más apropiado para cada elemento estructural se recomienda consultar el documento ACI 309R, Guía para la consolidación del concreto.

EL CONTRATISTA deberá plantear características y métodos constructivos que garanticen el adecuado vibrado de las estructuras donde del diseñador, EPM o LA INTERVENTORÍA consideren que se requiere de concretos de mayor fluidez o consideraciones especiales para el vaciado, debido a condiciones de geometría y formaleteo de los elementos estructurales. En todos los casos EL CONTRATISTA deberá evitar la posibilidad de hormigueros u oquedades en el acabado final.

15.4.2 VIBRADORES

El concreto se colocará con la ayuda de equipo mecánico de vibradores, complementado por labores manuales. En ningún caso los vibradores se usarán para transportar concreto dentro de la formaleta.

El equipo de vibración será accionado por electricidad o aire comprimido, y será del tipo interno que opere por lo menos entre 7.000 a 10.000 r.p.m. cuando se sumerja en el concreto. Se dispondrá de un número suficiente de unidades para alcanzar una consolidación adecuada.

Fuera de los vibradores necesarios para el vaciado, el Contratista tendrá, mínimo, dos (2) vibradores de reserva; sin cumplir este requisito no se permitirá iniciar el vaciado.

15.4.3 FORMALETAS Y OBRA FALSA

EL CONTRATISTA diseñará, suministrará e instalará todas las formaletas en donde sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, para dar la forma y

dimensiones requeridas. Las formaleas se deben construir en tal forma que, las superficies del concreto terminado sean de textura uniforme y de acuerdo con la clase de acabado que se especifique en los planos. Las formaleas podrán construirse de madera, acero u otro material aprobado.

Cuando los resultados que se obtengan con los diseños y sistemas aprobados para las formaleas, no se ajusten a los requerimientos estipulados, EL CONTRATISTA debe modificar parcial o totalmente dichos diseños y sistemas, sin que por ello tenga derecho a reclamo.

Las formaleas y la obra falsa deben ser lo suficientemente fuertes y rígidas para soportar todas las cargas a las que vayan a estar sometidas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y el vibrado de la mezcla. Todas las formaleas y obras falsas deberán ser suficientemente herméticas para impedir la pérdida de concreto. Además, deben permanecer rígidamente en sus posiciones iniciales hasta cuando la mezcla de concreto se haya endurecido lo suficiente para sostenerse por sí misma. Las formaleas podrán construirse de madera, acero u otro material aprobado por LA INTERVENTORÍA. La madera debe provenir de sitios autorizados por la Autoridad Ambiental.

EL CONTRATISTA debe colocar en las formaleas las molduras especiales requeridas para los detalles de juntas, esquinas o bordes y acabados que se indiquen en los planos o que ordene LA INTERVENTORÍA. No se permitirá el empleo de formaleas defectuosas, aunque se hayan especificado tolerancias admisibles en las dimensiones y los acabados. Dichas tolerancias se establecen únicamente para tener en cuenta irregularidades que pasen inadvertidas o que sean poco frecuentes.

Cuando las superficies del concreto vayan a recibir acabado F3, según se especifica más adelante, las formaleas deben colocarse en tal forma que las marcas de las juntas queden alineadas horizontal y verticalmente. Las formaleas que se utilicen en cada una de las superficies que vayan a recibir dicho acabado, deben ser del mismo tipo.

EL CONTRATISTA deberá diseñar y construir toda la obra falsa que se requiera para las operaciones de vaciado del concreto estructural del proyecto, sin que esto genere un costo adicional.

EPM y LA INTERVENTORÍA efectuarán procesos de verificación de las formaleas inmediatamente antes de la colocación del concreto. El CONTRATISTA informará a LA INTERVENTORÍA, con veinticuatro (24) horas de anticipación al inicio de un vaciado, que las formaleas se encuentran listas para el vaciado. Las dimensiones y cotas se controlarán cuidadosamente y se corregirán todos los errores que en ellas se presenten antes de iniciar las operaciones de vaciado del concreto de las estructuras. Se prestará especial atención a los soportes y anclajes de las formaleas, antes, durante y después de la colocación del concreto y se corregirán todas las deficiencias que presenten estos sistemas. El interior de las formaleas se limpiará para eliminar cualquier residuo de aserrín, virutas, mortero acumulado de vaciados anteriores y en general todo material extraño a los tableros y a la estructura.

EL CONTRATISTA deberá tomar las medidas necesarias para localizar de forma adecuada el acero de refuerzo dentro de la formalea, para lograr los recubrimientos especificados en planos y documentos de diseño. Bajo ningún concepto se aceptará que, al remover las formaleas, el acero de refuerzo quede expuesto.

15.5 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

15.5.1 CONCRETO

15.5.1.1 DISEÑO DE MEZCLA

La responsabilidad del diseño de las mezclas de concreto que se usen en la obra dependerá por completo del CONTRATISTA y se hará, para cada clase de concreto solicitado en estas especificaciones y con los materiales que haya aceptado LA INTERVENTORÍA, con base en ensayos previos de laboratorio. Sin embargo, todos los diseños de mezclas, sus modificaciones y revisiones, deberán ser sometidos previamente y con un mes de anticipación a consideración de LA INTERVENTORÍA, indicando la parte de la obra donde se vayan a utilizar.

El diseño de las mezclas deberá contemplar los ambientes a los que estará expuesto el concreto y las condiciones de vaciado (separación entre barras, orificios para la inyección del concreto, geometría del formateado) y por tanto seguir las recomendaciones dadas para concretos expuestos a ataques químicos o físicos según lo descrito en la norma ACI 350 o según lo que se describa en estas especificaciones. La durabilidad del concreto es, junto con sus propiedades mecánicas, un requisito primordial de la obra y es responsabilidad del CONTRATISTA que el diseño de la mezcla de concreto garantice un concreto durable. No se debe utilizar ninguna mezcla que no se encuentre aprobada por LA INTERVENTORÍA. El uso de concreto premezclado no exime de la responsabilidad por cualquier acción correctiva que deba llevarse a cabo por no obtener las resistencias requeridas.

Paralelamente, los ensayos de los materiales propuestos por EL CONTRATISTA para ser usados en la preparación del concreto, así como los ensayos del concreto preparado, serán llevados a cabo por EL CONTRATISTA en presencia de LA INTERVENTORÍA, y por cuenta del CONTRATISTA. En caso de que EL CONTRATISTA no cuente con el equipo requerido para el desarrollo de los ensayos, estos podrán ser llevados a cabo por un laboratorio certificado y a cuenta del CONTRATISTA. EL CONTRATISTA deberá suministrar la información necesaria de caracterización de las muestras y los ensayos realizados. Además, EL CONTRATISTA transportará sin costo alguno para EPM, todas las muestras que éste requiera para llevar a cabo tales ensayos.

Para cada diseño de mezcla que se someta a aprobación, o cuando EPM lo requiera, EL CONTRATISTA deberá suministrar, por su cuenta, muestras de las mezclas diseñadas que representen la calidad del concreto que habrá de utilizarse en la obra. La aprobación del diseño de las mezclas por parte de LA INTERVENTORÍA no exime al CONTRATISTA de la responsabilidad de preparar y colocar el concreto de acuerdo con las normas especificadas, ni de cumplir con los resultados exigidos.

15.5.1.2 PREMEZCLADO

Cuando se vaya a utilizar concreto premezclado suministrado por una planta de mezclas, se deberán presentar los resultados de los ensayos de laboratorio de las mezclas a utilizar en la obra, los diseños, su comprobación y resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad. Si se utiliza aditivo, deberá indicarse igualmente cuál es el que se usa y presentar los resultados de los respectivos ensayos de laboratorio.

Estas mezclas deberán ser presentadas a LA INTERVENTORÍA, con treinta (30) días de anticipación a su utilización en obra, para su aprobación y deberán cumplir con lo especificado en la norma NTC-3318. El uso de concreto premezclado no exime al CONTRATISTA de la responsabilidad por cualquier acción correctiva que deba llevarse a cabo por no obtener las resistencias requeridas. Los gastos que estas acciones ocasionen serán por cuenta del CONTRATISTA.

LA INTERVENTORÍA podrá ordenar variaciones en la mezcla o en las resistencias de acuerdo con el tipo de la estructura y las condiciones de la obra o del terreno.

En las mezclas sólo se aceptarán dosificaciones proporcionales al peso. La aprobación dada por LA INTERVENTORÍA a las distintas dosificaciones no exime en nada la responsabilidad del Contratista respecto a la calidad de los concretos incorporados a la obra.

15.5.1.3 CONSISTENCIA

La cantidad de agua que se use en el concreto deberá ser la mínima definida en el diseño de mezcla, necesaria para que el concreto pueda colocarse fácilmente en la posición que se requiera y que cuando se someta a vibrado fluya alrededor del acero de refuerzo. La cantidad de agua libre que se añade a la mezcla será regulada en la planta de producción y mezclado, con el fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados a medida que estos entran a la mezcladora.

En ningún caso podrá aumentarse la relación agua - cemento indicada en los diseños de mezclas para cada tipo de concreto. No se permitirá la adición de agua para contrarrestar el endurecimiento por el fraguado inicial del concreto, que hubiera podido presentarse antes de su colocación; este concreto endurecido no deberá utilizarse en ninguna parte de las obras aquí contempladas y deberá ser removido y transportado a las zonas de depósito aprobadas.

La consistencia del concreto será determinada por medio de ensayos de asentamiento y de acuerdo con los requisitos establecidos en la última revisión de la norma ASTM C-143, según se indica en el numeral 7.6.1. Asentamientos.

15.5.1.4 FRAGUADO

El tiempo de fraguado se establecerá de acuerdo con los requisitos de la última revisión de la norma NTC 890 (ASTM C-403).

La norma ASTM C-403 define los tiempos de fraguado, inicial y final, de acuerdo con la resistencia de la penetración de una muestra de mortero tamizada a partir de concreto fresco. De acuerdo con la fuerza necesaria para penetrar una serie de agujas de distintos diámetros en el mortero, se obtiene el esfuerzo de la penetración. El fraguado inicial y final se obtendrá cuando la resistencia a la penetración sea de 35 kg/cm² (500 PSI) y 280 kg/cm² (4000 PSI) respectivamente.

15.5.1.5 CONTROL DE TEMPERATURA

Se deberán proponer esquemas de colocación para limitar la temperatura máxima del concreto a 70°C y el diferencial de temperatura entre el núcleo y la superficie del concreto, durante su

hidratación, no deberá ser superior a 20°C. Se acepta tolerancia de 2 °C en los límites de la temperatura para el concreto con adición de ceniza igual o superior al 20%.

EL CONTRATISTA tendrá en cuenta, para la fabricación de los concretos, que la temperatura deberá ser controlada y no podrá sobrepasar 25°C en el momento de la colocación. Para lograr esto, el Contratista deberá utilizar medios efectivos tales como enfriamiento de los agregados y del agua de la mezcla, hielo en escarchas o hielo picado, colocación del concreto en las horas de la noche y cualquier otro medio que garantice las temperaturas establecidas para el concreto.

Si se requiere añadir hielo en escarcha o hielo picado, el volumen del agua en el hielo deberá contarse como parte del contenido total de agua en la mezcla. El Contratista no tendrá derecho a pago ni a compensación adicional por los trabajos necesarios para cumplir con tales requisitos de temperatura.

15.5.1.6 VIBRADO

Los vibradores se aplicarán directamente dentro de la masa de concreto, en posición vertical. La intensidad de la vibración y la duración de la operación de vibrado serán las necesarias y suficientes para que el concreto fluya y envuelva totalmente el refuerzo, alcanzando la consolidación requerida sin que se produzca la segregación de los agregados. El tiempo de vibrado puede variar entre 5 y 15 segundos para concretos con asentamiento entre 25 mm y 75 mm. En general para la mayoría de los casos 10 segundos son suficientes para lograr la densificación del concreto.

El vibrador será seleccionado de acuerdo con el tipo de concreto que se vaya a colocar y dependiendo del diámetro de la cabeza del vibrador se determinará el radio de acción.

El vibrador deberá penetrar en la capa colocada previamente para que las dos capas se ligen adecuadamente, pero no llegar hasta las capas más bajas que ya han obtenido su fraguado inicial o en concreto que no muestre plasticidad durante el vibrado o en sitios donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos. La vibración será suplementada, si es necesario, golpeando exteriormente con martillo neumático o usando varillas en las esquinas y ángulos de las formaletas, mientras el concreto esté todavía plástico y manejable, a fin de impedir vacíos.

15.5.1.7 MEZCLA Y PRODUCCIÓN DE CONCRETO

Todos los concretos producidos en obra deben ser mezclados mecánicamente. El equipo debe ser capaz de combinar los componentes para producir una mezcla uniforme, dentro del tiempo y a la velocidad especificada, y descargar la mezcla del equipo sin que se produzca segregación de materiales. La producción del concreto se realizará en instalaciones modernas y automatizadas. Para la producción de todo el concreto, se debe llevar un registro digital para el control de tipo de agregado, cemento, materiales cementantes, aditivos y agua usada en cada batchada (tanda o carga). Los equipos para la dosificación y mezcla del concreto deben cumplir con los requisitos del Concrete Plant Manufacturers Bureau en su documento —Concrete Plant Standard. La Tabla 94 resume algunos de los requerimientos para el equipo de mezclado. El cemento, agregado, material cementante y aditivos sólidos deben ser medidos y dosificados por peso. Los aditivos líquidos y el agua se pueden medir y dosificar por volumen o por peso. Está prohibido agregar agua después de la mezcla o durante el transporte. Los rangos de asentamientos mencionados a continuación son de referencia; sin embargo, deben primar los que se indiquen en los diseños de mezcla.

Tabla 94 Especificaciones para el equipo de mezclado

Tipo de mezcladora	Tamaño y capacidad máxima de mezclado (m³)	Volumen mínimo	Rango de asentamiento	Tamaño máximo de agregado (mm)
		(m³)	(mm)	
Tipo No basculante con compartimento sencillo de dos aberturas	0,75	2,6	38-75	50
	1,5	4,9		
	2,5	8,1		
	3,5	11,2		
Tipo basculante de apertura sencilla con ángulo del tambor de mezcla 15° respecto a la horizontal	1,5	4,3	38-75	75
	3,5	8,3		
	4,5	10,3		
	6	13,3		
	7	15,3		
	7,5	16,3		
	9	18,9		
Tipo basculante de carga frontal o trasera de dos aberturas y descarga frontal	11,5	22,6	38-75	75
	1,5	5,3		
	3,5	11,5		
	4,5	13,8		
	6	16,9		
	7	18,8		
	7,5	19,8		
	9	22,5		
Tipo eje vertical	10,5	25,1	38-75	75
	11,5	26,8		
	0,375	0,8	25-100	50
	0,75	1,6		
	1	1,9		
	1,5	2,4		
	2	3		
Tipo eje horizontal	2,5	3,6	25-150	75
	3,5	4,7		
	0,375	0,35		
	0,75	0,8		
	1,5	1,7		
	2,5	2,9		
	3	3,5		
	3,5	4,4		
	4,5	5,7		
	6	7,6		
	7	8,8		
	7,5	9,5		
	9	11,3		

Fuente: (Adaptación Concrete plant standards of the concrete plant manufacturers bureau)

Las tolvas deberán limpiarse automáticamente después del descargue que se hará directamente al equipo de pesaje. El equipo de pesaje deberá tener las tolerancias exigidas en la última versión

de la norma NTC 3318. El ciclo de producción no se puede iniciar hasta que las tolvas estén completamente vacías y cerradas. Las puertas no se abrirán hasta que las cantidades correctas estén cargadas. El agua solo se puede descargar hasta que la válvula de entrada esté cerrada y el suministro de aditivo debe estar sincronizado con el del agua.

Las mezcladoras deben tener capacidad suficiente para producir concreto uniforme consistentemente. No debe perderse material durante el mezclado y las mezcladoras no deben ser sobrecargadas. Los materiales se deben colocar simultáneamente, salvo por el agua que se agrega antes. Todos los materiales deben entrar en la mezcladora en un periodo no mayor al 25% total del tiempo de mezclado. Para mezcladoras de 1 m³ el tiempo de mezclado debe ser al menos 60 segundos después de la inclusión de los materiales secos. Este tiempo se incrementa en 20 segundos por cada medio metro cúbico adicional. No se permite el mezclado excesivo.

15.5.1.8 TRANSPORTE

El concreto deberá transportarse, de las mezcladoras al sitio de colocación final, utilizando medios que eviten la segregación, pérdida o adición de materiales, y que aseguren que la diferencia máxima en el asentamiento de muestras de concreto tomadas en la mezcladora y en los encofrados, no exceda de 2,5 cm. El concreto deberá protegerse contra la intemperie durante su transporte, y los recipientes del concreto o bandas transportadoras, si así se contempla para el transporte, deberán cubrirse cuando así lo requieran las condiciones climáticas.

Los sistemas de transporte o conducción del concreto deberán garantizar que el asentamiento o segregación no excedan los límites especificados por la Norma NTC 3318. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias mayores de 200 m, el transporte se hará en camiones mezcladores o en su defecto, se mezclará de nuevo inmediatamente antes de su colocación. Cuando se usen camiones mezcladores para transporte del concreto, cada mezcladora deberá tener en un lugar visible una placa metálica en la que se indiquen los diferentes usos para los cuales se ha diseñado, la capacidad del tambor en términos del volumen del concreto mezclado, y la velocidad de rotación del tambor o de las cuchillas, y disponer además de un sistema cuenta vueltas del tambor.

De usarse vagonetas para el transporte del concreto, estas deberán tener compuertas de descarga que funcionen rápidamente, para evitar que se interrumpa el suministro del concreto.

Si se bombea concreto, se deberá garantizar que la tolva esté siempre llena para producir un flujo constante del concreto y que, si se espera un retraso, se reduzca la velocidad de flujo para permitir que el concreto se mueva y no tapone el sistema.

Para retrasos mayores se mantendrá el concreto en la tolva y se lo mezclará ocasionalmente. Si el retraso ha obstruido la línea, solo se podrá continuar con el proceso una vez la línea esté limpia. Si por el retraso no se puede continuar con el proceso, se deberá limpiar todo el sistema y comenzar nuevamente. La colocación del concreto debe hacerse acercándose hacia la bomba.

15.5.1.9 CONSOLIDACIÓN Y REMOCIÓN DE FORMALETAS

La consolidación del concreto se deberá realizar de acuerdo con lo indicado en las últimas versiones de NSR-10, ACI 318 y ACI 309. La consolidación deberá lograr la mayor densidad posible del concreto para que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra completamente las superficies de los encofrados y

materiales embebidos. En los procesos de compactación se deberá evitar impactar formaleas, elementos embebidos o refuerzo para evitar daños o desplazamientos.

La remoción de formaleas y/o encofrados se realizará siguiendo las indicaciones establecidas en ACI 347R (Guide to formwork concrete), evitando roturas o daños en el concreto. En ningún caso se deberán remover encofrados y apuntalamientos de soporte antes de alcanzar el 70 por ciento de la resistencia de diseño determinada por pruebas a cilindros.

La Tabla 95 tomada del reglamento ACI 347R presenta la guía para la edad de desencofrado en estructuras de concreto. El desencofrado de los recrecimientos de las pilas seguirán los requerimientos indicados para columnas y muros, así como las limitaciones de resistencia indicadas previamente.

Tabla 95 Remoción de encofrados

Elemento	Periodo de remoción de encofrados	
Muros	12 horas*	
Columnas	12 horas*	
Encofrado lateral de vigas	12 horas*	
Losas con viguetas		
Paneles de 900 mm de ancho o menos	3 días	
Paneles de más de 900 mm de ancho	4 días	
Losas postensadas	Cuando estén totalmente tensionadas	
Fondo de vigas y viguetas		
Luz	Dónde la carga viva de diseño es	
	< Carga muerta	> Carga muerta
Menos de 3 m	7 días	4 días
6 m o más	14 días	7 días
Losas en una dirección		
Luz	Dónde la carga viva de diseño es	
	< Carga muerta	> Carga muerta
Menos de 3 m	4 días	3 días
3 m a 6 m	7 días	4 días
6 m o más	10 días	7 días
Losas en dos direcciones	Dependiendo si el reapuntalamiento (cuando sea requerido) se coloca inmediatamente después del desencofrado. Cuando el reapuntalamiento se requiere para minimizar deflexiones o flujo plástico (en vez de distribución de las cargas de construcción de las losas), la capacidad de los puntales y su espaciamiento debe ser definido por un ingeniero.	

*Para aquellas situaciones en donde los muros o columnas soportan encofrados para losas o vigas, se deberá tomar como referencia el tiempo indicado para estos últimos

Fuente: ACI 347 (Guide to formwork concrete)

En el momento de colocar concreto, las superficies de las formaletas estarán libres de incrustaciones de mortero o de cualquier otro material y no tendrán huecos, imperfecciones o uniones defectuosas que permitan filtraciones de lechada o mortero, a través de ellas, o que puedan producir irregularidades en las caras del concreto.

Antes de hacer los vaciados, se cubrirán las superficies de las formaletas que vayan a estar en contacto con el concreto, con una capa de líquido desencofrante, o de aceite o una mezcla de parafina y de ACPM, que evite la adherencia entre el concreto y la formaleta. Para este propósito usará aceite mineral que no produzca coloraciones en el concreto. El exceso de aceite se retirará de las juntas de construcción y de los refuerzos o materiales embebidos, para no disminuir la adherencia entre éstos y el concreto. se permitirá el uso de aceite quemado o papel, para protección de la formaleta.

La formaleta inferior y el apuntalamiento para elementos horizontales se debe retirar partiendo del centro del elemento hacia los extremos, de tal forma que se pueda observar el comportamiento de la estructura y en caso algún comportamiento anormal poder reapuntalar de inmediato.

El retiro de formaletas para tiempos menores de los especificados requiere la aprobación de EPM, previo a un estudio que demuestre y justifique que las cargas actuantes no deformarán la estructura. Para determinar el tiempo que permanecerán colocadas las formaletas, EL CONTRATISTA calculará la resistencia que debe tener el concreto para que la estructura pueda soportar su peso propio y las cargas adicionales que existan. El tiempo correspondiente a dicha resistencia lo obtendrá de una curva de resistencia contra tiempo, deducida de ensayos en cilindros hechos con el concreto utilizado en la estructura analizada

En casos especiales y donde se puedan presentar esfuerzos altos en las estructuras antes de terminar el fraguado de estas, EPM podrá exigir que las formaletas permanezcan colocadas por un mayor tiempo.

Inmediatamente se retiren las formaletas se harán las reparaciones necesarias en las superficies del concreto y se iniciará el proceso de curado que corresponda. EL CONTRATISTA deberá reparar por su propia cuenta y a satisfacción de EPM, los daños causados por las actividades de remoción de formaletas tanto al concreto instalado como el existente que se vea afectado.

15.5.1.10 CURADO

El curado del concreto deberá lograrse manteniendo las superficies permanentemente húmedas, salvo que se indique algo diferente. Si se utilizan métodos de curado diferentes al agua, se debe indicar los procedimientos y materiales de curado, así como su uso acorde a las fichas técnicas de éstos. El curado se deberá realizar siguiendo las indicaciones de NSR-10 y el ACI 308R, en sus últimas versiones.

El curado debe prolongarse hasta que el secado de la superficie del concreto no lo afecte y hasta que la hidratación del cementante haya progresado hasta que las propiedades deseadas se hayan obtenido y las medidas de curado deben ponerse en práctica tan pronto como el concreto esté en riesgo de secarse prematuramente y cuando dicho secado deteriore el concreto o impida el desarrollo de las propiedades requeridas.

Después de que se alcanza el fraguado final, el cual la norma técnica colombiana NTC 3318 describe como el momento cuando el elemento alcanza una resistencia a la penetración de 27,6 MPa, para evitar contracciones por exudación y evaporación del agua, se debe mantener el contenido de humedad satisfactorio durante la hidratación de los materiales cementantes, el cual se denomina curado. El curado debe ejecutarse durante siete días a partir de la terminación del vaciado del elemento o hasta cuando la superficie se cubra con más concreto. En general, no se permitirá ningún sistema de curado que deje manchas permanentes en las caras de los concretos que vayan a quedar a la vista.

A continuación, se especifica la implementación de los diferentes métodos de curado:

15.5.1.10.1 CURADO POR AGUA

El curado se debe hacer con agua limpia cubriendo totalmente todas las superficies expuestas con lienzos permanentemente saturados, o manteniéndolas mojadas por un sistema de tuberías perforadas, de regadores mecánicos u otro método apropiado y efectivo aprobado por EPM, que las mantenga continuamente húmedas desde el momento en que el concreto haya fraguado lo suficiente hasta el final del período de curado especificado.

15.5.1.10.2 CURADO POR COMPUESTOS SELLANTES

Se puede hacer el curado por medio de compuestos sellantes con aprobación de EPM, en cuanto al tipo y características del compuesto que se utilice y al sitio de utilización de este. El compuesto debe cumplir con las especificaciones de la norma técnica NTC 1977 para dicho tema, y para su aplicación y uso se deben seguir las especificaciones dadas por el fabricante. El compuesto sellante debe formar una membrana que retenga el agua del concreto y se debe aplicar con pistola o con brocha inmediatamente después de retirar las formaletas y humedecer la superficie del concreto hasta que se sature. Cuando se utiliza un compuesto sellante para el curado de concreto, las reparaciones de este no pueden hacerse hasta después de terminar el curado general de las superficies. Las áreas reparadas se deben humedecer o cubrir con compuesto sellante siguiendo las precauciones generales del curado.

Los concretos que no hayan sido curados y protegidos como indiquen las especificaciones del proyecto, o como los ordene EPM, no se aceptan hasta tanto sean reparados adecuadamente. En los casos que sean necesarios se puede ordenar su demolición.

15.5.1.10.3 CURADO Y PROTECCIÓN PARA ESTRUCTURAS QUE CONTENDRÁN AGUA

Con relación al curado y protección de los concretos para tanques o estructuras que deberán contener agua, además de lo exigido anteriormente se tendrá en cuenta lo siguiente:

Para evitar el agrietamiento por retracción, todas las superficies de concreto se deben mantener húmedas por un tiempo mínimo de siete días.

El curado de las losas de fondo se debe hacer preferiblemente bajo capas de agua, una vez que se haya terminado el vaciado, por un período no inferior a siete días. Mientras se termina la losa, el curado se debe hacer por irrigación y posterior cobertura con tela plástica; se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y las demás normas vigentes dentro del período de ejecución de las obras hasta su recibo definitivo por parte de EPM.

15.5.1.10.4 CURADO POR MEDIO DE VAPOR

Cuando se trate de acelerar el aumento de resistencia y reducir el tiempo de fraguado, puede emplearse el curado a vapor de acuerdo con las recomendaciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y las demás normas vigentes, dentro del período de ejecución de las obras hasta su recibo definitivo por parte de EPM.

15.5.1.11 ACABADOS

Las tolerancias admisibles para el concreto, indicadas en los planos o especificadas en el numeral 15.7.1 TOLERANCIAS del presente Capítulo, se diferenciarán de las irregularidades superficiales, de acuerdo con lo que se describe a continuación: A menos que se indique algo diferente, las superficies acabadas deberán ser lisas, sólidas, suaves y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas y cualquier otro defecto o irregularidad, y deberán asimismo cumplir con todos los requisitos establecidos para el acabado correspondiente especificado en esta sección o indicado en los planos. De aplicarse recubrimientos, el acabado superficial deberá ser el indicado por el fabricante del recubrimiento. Los acabados de las superficies de concreto deberán ser ejecutados por personal especializado en este trabajo. Las irregularidades superficiales se denominan brascas y suaves. Las irregularidades brascas incluyen las salientes causadas por desplazamiento, mala colocación o cualquier defecto de las formaleas y/o encofrados; estas irregularidades se determinarán por medición directa. Las irregularidades suaves se medirán con una regla patrón de 3 m de largo, o su equivalente para superficies curvas. Estas irregularidades se medirán en términos de la desviación de la superficie del concreto respecto del borde de la regla patrón, cuando ésta se mantiene firmemente en contacto con dicha superficie. A menos que los planos de diseño indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua, y que en los planos se muestran como horizontales, deberán tener pendientes mínimas de aproximadamente un centímetro por cada metro. Las superficies extensas deberán tener pendientes con el fin de facilitar la escurridad.

15.5.1.11.1 ACABADOS DE SUPERFICIES CON FORMALETA Y/O ENCOFRADO

Los acabados de las superficies de concreto con formalea y/o encofrado se designan por F1, F2, F3 y F4. En términos generales y a menos que en los planos se muestre lo contrario, estos términos corresponden a lo siguiente:

- **Acabado F1**

Se aplica a las superficies con formalea y/o encofrado sobre o junto a las cuales se colocará material de lleno. Para estas superficies no se requiere tratamiento especial después de retiradas las formaleas y/o encofrados, aparte del curado necesario, la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos de los sujetadores.

- **Acabado F2**

Se aplica a las superficies con formalea y/o encofrado que no queden permanentemente ocultas por material de lleno, para las cuales no se especifiquen los acabados F3 o F4. Este acabado será de apariencia uniforme y no requiere tratamiento especial aparte del curado necesario, la reparación del concreto defectuoso, el llenado de huecos, la remoción de irregularidades brascas que excedan de 5 mm y la reducción de las irregularidades suaves para que estas no excedan de 10 mm. Todas las irregularidades brascas en las superficies tipo F-2, y las graduales que excedan los límites permisibles, se suavizarán por medio de esmeril u otro sistema aprobado propuesto por EL CONTRATISTA

- Acabado F3

Se aplica a las superficies con formaleta y/o encofrado expuestas a la vista del público y cuya apariencia y textura exterior es de especial importancia. Una vez terminada la reparación del concreto defectuoso y el llenado de los huecos, las superficies tratadas con este acabado deberán ser de apariencia y textura uniformes. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 5 mm en el caso de irregularidades suaves y de 3 mm en el caso de irregularidades bruscas. No se permitirán irregularidades bruscas en las juntas de construcción.

Además de la reparación del concreto defectuoso y de la remoción de rebabas, salientes y de otras irregularidades, este acabado incluirá, frotamiento con tela de fique con el fin de rellenar los agujeros de aire, según el procedimiento que se indica para el acabado F4.

- Acabado F4

Este acabado se aplicará a las superficies con formaleta y/o encofrado para las cuales son importantes el alineamiento, la densidad y el emparejamiento de la superficie, como prevención a los efectos destructivos de la acción del agua. Son esenciales las superficies duras, lisas, densas y libres de depresiones, escamas, huecos e irregularidades, y, por lo tanto, se deberá tener especial cuidado al montar las formaletas y/o encofrado y al colocar el concreto para asegurar así un acabado de alta calidad.

Las rugosidades bruscas paralelas a la dirección del flujo no deberán exceder de 5 mm, y las que no sean paralelas de 1,5 mm. Las irregularidades suaves no deberán exceder de 5 mm, ni deberán tener una pendiente o relación de altura a longitud mayor de 1 a 50. Las rugosidades bruscas que excedan estos límites serán eliminadas y las irregularidades suaves se reducirán por lijado hasta que se obtengan los límites especificados, para lo cual se usará un equipo de lijado.

Las superficies con huecos que tengan una dimensión mayor de 10 mm deberán frotarse con tela de fique, tan pronto como sea posible, y una vez que las formaletas y/o encofrados se hayan removido; pero esta operación no se realizará antes de que se hagan en la superficie los resanes correspondientes.

Las superficies que se sometan a frotamientos con tela de fique deberán humedecerse con agua y dejarse secar, y una vez que el concreto esté casi seco, se aplicará a la superficie una capa de mortero formado de una parte de cemento y dos partes, por volumen, de arena bien gradada, que pase por el tamiz No. 30, todo mezclado con agua hasta obtener una consistencia de pintura gruesa. Posteriormente, la superficie se frotará vigorosamente con tela de fique. El mortero después de este tratamiento deberá tener una apariencia uniforme y deberá haber llenado todas las picaduras, burbujas y huecos. Si el concreto cumple una función de acabado arquitectónico, se sustituirá, una porción de cemento en el mortero mencionado por cemento blanco para obtener un color que coincida con el del concreto adyacente. Mientras que la superficie esté todavía plástica, deberá frotarse con tela de fique y con una mezcla de los mismos materiales y proporciones del mortero aplicado anteriormente.

El mortero que no se use como relleno deberá removerse de la superficie.

15.5.1.11.2 ACABADOS DE SUPERFICIES SIN FORMALETA Y/O ENCOFRADO

Los acabados de las superficies sin formaleta y/o encofrados se designan por U1, U2, U3 y U4, según se especifica a continuación. Las superficies sin formaleta y/o encofrado que no se

designen por uno de estos símbolos, no requerirán tratamiento especial aparte de la consolidación hasta las líneas regulares, para obtener drenaje adecuado de acuerdo con lo especificado.

- Acabado U1 (acabado con regla emparejadora)

Se aplica a las superficies sin formaleta y/o encofrado que se vayan a cubrir con otros materiales, o que no requieran una superficie uniforme. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en nivelar y emparejar el concreto para obtener una superficie uniforme. Las irregularidades superficiales no deberán exceder de 10 mm.

- Acabado U2 (acabado con llana de madera)

Se aplica a las superficies sin formaleta y/o encofrado permanentemente expuestas, que no requieran los acabados U3 o U4. Las operaciones correspondientes a este acabado consistirán en el emparejamiento y nivelación adecuados para obtener superficies uniformes en las cuales las irregularidades de las superficies no excedan de 5 mm, así como en el alisado con llana de madera. El alisado deberá iniciarse tan pronto como la superficie haya endurecido suficientemente, y deberá aplicarse hasta obtener una superficie libre de marcas de regla y uniforme en color y textura.

- Acabado U3 (acabado con palustre metálico)

Se aplica a las superficies sin formaleta y/o encofrado, donde se requiere un alineamiento exacto. Las superficies deberán ser densas, uniformes, libres de manchas y marcas, para prevenir los efectos destructivos de la acción del agua, o en cualquier otro sitio previstos en los diseños. La superficie deberá recibir inicialmente un tratamiento igual al que se especifica para el acabado U2, seguido por un alisado con palustre tan pronto como la superficie haya endurecido lo suficiente, para prevenir que el material fino salga a la superficie. La nivelación con palustre metálico deberá hacerse aplicando presión, de manera que se empareje la textura arenosa de la superficie alisada y se produzca una superficie densa, uniforme, y libre de manchas y marcas. No se permitirán irregularidades bruscas y las irregularidades suaves no deberán exceder de 5 mm o de una relación de altura a longitud de 1 a 50. Las irregularidades bruscas deberán eliminarse y las irregularidades suaves se reducirán por lijado a los límites anteriormente especificados, según el procedimiento que se indica para el acabado F4.

- Acabado U4 (acabado con cepillo)

Se aplica a las superficies sin formaleta y/o encofrado de concreto colocado en andenes o pisos. La superficie deberá pulirse inicialmente como se especifica para el acabado U2 y cepillarse después en ángulo recto a la pendiente de la superficie, con un cepillo de cerdas rígidas.

15.5.2 JUNTAS

Se dejarán juntas de construcción, contracción y dilatación en los sitios mostrados en los planos de diseño. En las superficies expuestas, las juntas serán horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique algo diferente.

El concreto en las superficies de las juntas, deberá permanecer inalterado durante los primeros días después de su colocación, y no se permitirá el tráfico de equipos sobre el nuevo concreto hasta tanto éste haya endurecido lo suficiente para que dicho tráfico pueda realizarse sin causar daño alguno. Se dejarán las llaves en las juntas de acuerdo con lo indicado en los planos de diseño.

No se permitirán en ningún caso juntas frías. En el caso de que el equipo sufra daños o que, por cualquier otra razón, se interrumpa la colocación continua de la mezcla, se deberá consolidar el concreto mientras se encuentre en estado plástico y conformar una superficie con pendiente uniforme y estable. Las operaciones deberán reanudarse previo al fraguado inicial del concreto, o en su caso se deberá suspender la colocación de concreto hasta cuando el concreto haya fraguado lo suficiente para que su superficie pueda convertirse en una junta de construcción, según se indica en el numeral 15.5.2.1 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN del presente documento. Antes de reanudar la colocación de la mezcla, la superficie del concreto deberá prepararse y tratarse según se especifica para juntas de construcción en el numeral 15.5.2.4 TRATAMIENTO DE LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.

15.5.2.1 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Se denominan juntas de construcción a las superficies sobre o contra las cuales se va a colocar concreto y a las cuales deberá adherirse el nuevo concreto y que han llegado a adquirir un grado de rigidez tal que el nuevo concreto no pueda incorporarse monolíticamente al concreto anterior.

Si durante la construcción se relocalizan las juntas, se deberá revisar la configuración acero de refuerzo que resulte afectado por dicha relocalización de juntas.

Para evitar bordes en ángulo agudo, las juntas de construcción horizontales que se intercepten con superficies inclinadas expuestas deberán inclinarse por lo menos 15 cm antes de las superficies expuestas, de manera que el ángulo formado por la junta y la superficie expuesta no sea inferior a 50 grados.

Para las juntas de construcción el Contratista cumplirá lo especificado en la sección C.6.4 de la NSR - 10, además de lo especificado a continuación:

Inmediatamente después de terminar la capa superior de un vaciado, éste se protegerá contra los rayos solares, lluvias, agua corriente, materiales o equipos que se puedan colocar encima, o cualquier otro fenómeno que pueda alterar su fraguado. La preparación de las juntas horizontales de construcción se hará por medio de chorros de agua a presión, después de que el concreto haya iniciado su fraguado, pero antes de haber alcanzado el fraguado final. Esta operación tendrá por objeto retirar la lechada de cemento y descubrir los agregados gruesos, pero sin producir su aflojamiento.

Antes de colocar concreto nuevo sobre o contra una junta de construcción, la superficie de la junta deberá limpiarse y tratarse de acuerdo con lo especificado en el numeral 15.5.2.4 TRATAMIENTO DE LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN, así como con el numeral 15.5.1.9 CONSOLIDACIÓN Y REMOCIÓN DE FORMALETAS. Si por cualquier motivo no se hace oportunamente este tratamiento inicial de las juntas horizontales de construcción antes de la colocación del nuevo concreto, será necesario un tratamiento previo por medio de chorros de arena a presión o chorros de agua a alta presión para retirar toda la lechada o material extraño y dejar al descubierto, el agregado grueso. De todas maneras, se preferirá el tratamiento inmediato al tratamiento posterior.

A menos que se indique una instrucción diferente en los planos de construcción, para la ejecución de concretos por etapas, EL CONTRATISTA deberá garantizar que las superficies expuestas estén completamente limpias y libres de desechos antes de efectuar el vaciado de la siguiente

etapa. Además, EL CONTRATISTA deberá realizar una escarificación para garantizar una superficie intencionalmente rugosa, con una amplitud de la rugosidad mínima de 12 mm.

15.5.2.2 JUNTAS DE CONTRACCIÓN

Las juntas de contracción mostradas en los planos se construirán encofrando el concreto en uno de los lados de la junta y permitiendo que éste fragüe antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la misma junta. Según se indique en planos, la superficie del concreto en uno de los lados de la junta deberá recibir una capa de material que evite la adherencia, antes de colocar el concreto en el lado adyacente de la junta.

15.5.2.3 JUNTAS DE DILATACIÓN

Las juntas de dilatación con llenante deberán construirse de acuerdo con lo indicado en los planos de diseño. Cuando las juntas de dilatación se construyan para obtener superficies que se deslicen una contra otra, se deberá aplicar a una de dichas superficies una capa de material plástico que evite la adherencia.

15.5.2.4 TRATAMIENTO DE LAS JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Las juntas de construcción horizontales que tengan superficies abiertas y accesibles deberán prepararse para recibir el vaciado siguiente por medio de chorros de arena húmeda o corte con chorro de aire-agua a presión "corte verde". Si la superficie de la junta está congestionada con refuerzo o es inaccesible, no se permitirá el "corte verde" y se deberá realizar el tratamiento con chorro de arena húmeda o con bujarda (pequeño martillo neumático). No se permitirá el uso de retardantes de fraguado superficial.

- "Corte verde": El "corte verde" deberá hacerse después del fraguado inicial pero antes de que el concreto haya obtenido el fraguado final. La superficie deberá cortarse con un chorro de aire-agua a alta presión, para remover la lechada superficial y para que quede expuesto un agregado limpio y sano. Después del corte, la superficie deberá lavarse hasta que desaparezca toda turbiedad del agua de lavado.
- Chorro de arena húmeda: La limpieza con chorro de arena húmeda deberá efectuarse inmediatamente antes de la colocación del siguiente vaciado. La operación deberá continuar hasta remover todo el concreto no aceptable, toda la lechada superficial y cualquier otro material extraño. Finalmente, la superficie de concreto deberá lavarse para remover todo el material suelto y cuando LA INTERVENTORÍA lo juzgue conveniente o los planos de construcción así lo indiquen, a las superficies se les deberá aplicar un puente de adherencia entre el concreto endurecido y el concreto nuevo, siguiendo para su aplicación las instrucciones del fabricante del producto.

15.5.3 SELLOS

Se suministrará, transportará e instalará sellos en las juntas donde lo requieran las estructuras de concreto de acuerdo con lo mostrado en los planos o en estas especificaciones.

Antes de emprender los trabajos, EL CONTRATISTA deberá presentar a LA INTERVENTORÍA, para su aprobación, los productos que va a utilizar con la debida certificación del fabricante en la que se garantice su durabilidad y funcionamiento para las condiciones bajo las cuales van a trabajar.

El ancho y espesor del sello del tipo especificado deberán ser constantes, dentro de las tolerancias de fabricación y se deberá usar el mismo para todas las obras.

El proveedor de los sellos deberá confirmar que las características especificadas garantizan la estanqueidad, capacidad y resistencia ante las condiciones a las que estará sometida la junta de conformidad con los criterios establecidos en el diseño de la estructura.

El sello del tipo especificado deberá ser de sección uniforme para todas las juntas en las cuales se coloque.

Para el sistema de sellado de la junta se especifica un producto que integre las siguientes características: fácil instalación, muy flexible, rápido curado, resistencia a compuestos químicos, además deberá garantizar una buena adherencia a la mayoría de los materiales de construcción y tener capacidad de movimientos grandes e irregulares en diferentes direcciones manteniendo sus particularidades funcionales.

Se deberán seguir las recomendaciones de manejo e instalación del fabricante de sellos.

El material de los sellos de PVC será cloruro de polivinilo plastificado. No deberá contener plastificante, estabilizador o pigmento fuera de lo necesario para cumplir esta especificación. En la composición del material sólo se usarán plastificantes de resistencia conocida a la hidrólisis y al ataque bacterial. Los sellos serán de 0,15 m, y 0,22 m de ancho, con espesores de 1,00 cm, 2,0 mm, 1,27 cm y 2,0 mm, respectivamente.

El sello será fabricado por un proceso de extrusión, y el material extruido será denso, homogéneo, de superficie lisa y sin ningún defecto que a juicio del Interventor pueda afectar el buen funcionamiento o la durabilidad del sello.

Las longitudes de los tramos deberán ser lo más largas posibles para reducir al mínimo la cantidad de empalmes en la obra.

15.5.4 GROUT DE NIVELACIÓN

15.5.4.1 SELECCIÓN DEL TIPO DE GROUTING

El tipo de grout a utilizar será el indicado en planos o el requerido por el fabricante de equipos mecánicos. Se deberán seguir las recomendaciones indicadas en la Tabla 96 a continuación:

Tabla 96 Aplicaciones de los tipos de grouting

Tipo de grout	Tipo de aplicación
Grout Cementoso	Placas base, a menos que existan condiciones especiales de resistencia química o temperatura que deban revisarse
	Equipos estáticos como tanques horizontales u otros, donde la vibración no es relevante, que no requieren resistencia especial a la compresión
	Equipos o máquinas con vibración que no superen 2.3 Ton de masa total
Grout epóxico	Equipos o máquinas con vibración de 2.3 Ton o más de masa total

15.5.4.2 GROUTING CEMENTOSO

La resistencia del Grout cementoso debe ser superior a 34 MPa a los 28 días.

Para garantizar que no existan bolsas de aire, se recomienda que ninguna burbuja de aire deberá tener la salida más cercana a más de 250 mm. En placas de más de 500 mm x 500 mm se puede lograr esto al localizar estratégicamente orificios de 2" (5 cm) que reduzcan la distancia de la salida del aire.

El espesor del grout deberá ser mayor a 25 mm y menor a 100 mm. Dependiendo de la longitud que tiene que fluir el grout, el espesor se debe aumentar. Se recomienda que, por cada 300 mm de distancia de flujo, se aumente el espesor en al menos 13 mm, pero puede llegar a aumentarse 25 mm cada 300 mm de distancia de flujo.

Se deberán saturar de agua todas las superficies del concreto en contacto con el grout sin presentar exceso de agua o empozamientos.

A menos que el fabricante del producto o LA INTERVENTORÍA indiquen algo diferente el mortero se debe curar durante un mínimo de 7 días, después de su aplicación.

15.5.4.2.1 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES ANTES DE APLICAR EL GROUT CEMENTOSO

La preparación de la fundación deberá estar de acuerdo con las recomendaciones e instrucciones del fabricante.

Las fundaciones deberán ser preparadas antes de la instalación de la formaleta para el grout. El concreto de la fundación deberá ser curado por un mínimo de 7 días antes de la preparación de la superficie, a menos que sea aprobado de manera diferente por LA INTERVENTORÍA.

Se deberá escarificar hasta encontrar concreto sano o mínimo 25 mm de la superficie del concreto en contacto con el grout, cuando dicho concreto presenta segregación del agregado, aceite o daño. Una vez escarificada la superficie, se deberá limpiar con aire limpio, seco y sin aceites. Una vez limpia la superficie, ésta se deberá proteger de la contaminación.

En caso de tener superficies metálicas por elementos embebidos, estos deberán limpiarse con pulidora, chorro de arena o grata metálica con el fin de remover óxidos, grasas, aceites, pinturas, o cualquier material extraño. No se deben usar solventes a base de aceites para limpiar, debido a que los residuos de este pueden impedir la adherencia del mortero.

15.5.4.2.2 FORMALETAS

La formaleta del grout deberá ser impermeable, rígida y de dimensiones que permitan el vertimiento del grout.

Anclar la formaleta con perforaciones taladradas u otro método aprobado por LA INTERVENTORÍA. No se permite el anclado de la formaleta mediante puntillas neumáticas.

Se deberá aplicar un sellante recomendado por el fabricante en las uniones de la formaleta y las uniones de la formaleta con el concreto. También se deberá aplicar un antiadherente en las superficies de contacto entre el grout y la formaleta según recomendaciones del fabricante.

Se deberán agregar chaflanes de 19 mm ($\frac{3}{4}$ ") a los bordes verticales y horizontales de la formaleta del grout.

15.5.4.3 GROUTING EPÓXICO

Se recomienda emplear espesores entre 50 mm y 300 mm. En caso de que se requiera un espesor de grout mayor a 9", se podrán realizar combinaciones en capas con grout cementoso según recomendaciones del API 686.

El espesor del grout mínimo deberá tener 25 mm y no será mayor a 100 mm. Dependiendo de la longitud que tiene que fluir el grout, el espesor se debe aumentar. Se recomienda que, por cada 300 mm de distancia de flujo, se aumente el espesor en al menos 13 mm, pero puede llegar a aumentarse 25 mm cada 300 mm de distancia de flujo.

Los grouts epóxicos tienen mayor coeficiente de dilatación que el concreto, por lo que es necesario que en la base de equipos grandes se revise la necesidad de colocar sistemas de transferencia de carga del epóxico al concreto para evitar la delaminación del concreto, proceso caracterizado por falla de los materiales en forma de capas paralelas a una superficie expuesta, debido a esfuerzos internos.

Los pernos de anclaje deberán ser protegidos por manguitos y la rosca expuesta deberá ser envuelta en cinta aislante adecuada para evitar la adherencia con el epóxico. Los manguitos deberán ser armados para evitar la entrada del grout y que tengan contacto con la barra de anclaje.

Se deberán colocar juntas de expansión cada 48" (1.22 m) o según las recomendaciones del fabricante.

Se deberá proteger del ambiente (lluvia, Sol y otras condiciones) por medio de una cubierta adecuada.

Se deberá verificar la necesidad de emplear sistemas de calefacción para mantener durante el tiempo necesario la temperatura requerida por el fabricante del grout.

15.5.4.3.1 ESPECIFICACIONES PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES ANTES DE APLICAR EL GROUT EPÓXICO

La preparación de la fundación deberá estar de acuerdo con las recomendaciones e instrucciones escritas del fabricante.

Las fundaciones deberán ser preparadas antes de la instalación de la formaleta para el grout. El concreto de la fundación deberá ser curado por un mínimo de 7 días antes de la preparación de la superficie a menos que sea aprobado de manera diferente por LA INTERVENTORÍA.

Se deberá escarificar hasta encontrar concreto sano o mínimo 25 mm de la superficie del concreto en contacto con el grout, cuando dicho concreto presenta segregación del agregado, aceite o daño. Una vez escarificada la superficie, se deberá limpiar con aire limpio, seco y sin aceites. Una vez limpia la superficie, ésta se deberá proteger de la contaminación.

Las superficies del concreto en contacto con el grout deberán estar limpias y secas al verter el grout.

En caso de tener superficies metálicas por elementos embebidos, estos deberán limpiarse con pulidora, chorro de arena o grata metálica con el fin de remover óxidos, grasas, aceites, pinturas, o cualquier material extraño. No se deben usar solventes a base de aceites para limpiar, debido a que los residuos de este pueden impedir la adherencia del mortero.

15.5.4.3.2 FORMALETA

La formaleta del grout deberá ser impermeable, rígida y de dimensiones que permitan el vertimiento del grout. Anclar la formaleta con perforaciones taladradas u otro método que permita LA INTERVENTORÍA. Anclado por puntillas neumáticas no son permitidas.

Aplicar en las superficies de contacto entre el grout y la formaleta tres capas de cera u otro método recomendado por el fabricante del grout para evitar la adherencia del grout a la formaleta.

Agregar chaflanes de $\frac{3}{4}$ " a los bordes verticales y horizontales de la formaleta del grout.

Sellar con el sellante recomendado por el fabricante las uniones de la formaleta y de la formaleta con el concreto.

15.6 ENSAYOS

Se deben realizar ensayos periódicos a los materiales y a los concretos siguiendo lo establecido en NSR-10 y en los capítulos 4 y 5 NP-005, así como los requisitos específicos para el muestreo y análisis de los datos según las Normas Técnicas Colombianas aplicables para cemento, materiales cementantes, agua, agregados y concretos. LA INTERVENTORÍA podrá solicitar ensayos adicionales en caso de que lo considere necesario.

15.6.1 ENSAYO DE ASENTAMIENTO

Las pruebas de consistencia se deben hacer por cada 5 metros cúbicos de concreto a vaciar y deben ser efectuados por medio de ensayos de asentamiento y de acuerdo con los requisitos establecidos en la última revisión de la ASTM C-143.

Como referencia, La Tabla 84 presenta valores recomendados de asentamiento y tamaño nominal máximo recomendados por la norma ACI 211.1 para diferentes tipos de elementos estructurales. Sin embargo, los límites serán definidos según el diseño de mezcla y validados y aprobados por parte de LA INTERVENTORÍA.

Tabla 97 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcciones

Tipo de elemento	Máximo	Mínimo
	in (mm)	in (mm)
Fundaciones, muros, zapatas reforzadas	3 (76)	1 (25)
Zapatas, Caissons y muros de subestructura	3 (76)	1 (25)

Tipo de elemento	Máximo	Mínimo
	in (mm)	in (mm)
Vigas y muros reforzados	4 (102)	1 (25)
Columnas	4 (102)	1 (25)
Losas y pavimentos	3 (76)	1 (25)
Concretos masivos	2 (51)	1 (25)

Fuente: ACI 211.1 proportions for normal, heavyweight, and mass concrete

El recrecimiento de pilas se deberá clasificar dentro del grupo de muros o columnas reforzadas.

15.6.2 ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Los ensayos de resistencia a la compresión serán realizados con los siguientes propósitos:

- Evaluar la calidad de las mezclas de concreto diseñadas por EL CONTRATISTA, para aprobarlas o indicar las modificaciones que se requieran.
- Establecer un criterio que permita la aceptación del concreto colocado en la obra.

Para estos propósitos y conforme a lo indicado en la norma EPM NC-MN-OC07-01, las muestras deberán ser tomadas y curadas de acuerdo con las normas técnicas colombianas NTC 550 y NTC 454 y los ensayos se deben realizar teniendo en cuenta las normas técnicas colombianas NTC 504 y NTC 673.

La preparación y ensayo de cilindros de prueba que testifiquen la calidad de los concretos usados en la obra es obligatorio, se debe hacer con la respectiva vigilancia de EPM. Cada ensayo comprende la rotura de mínimo 7 cilindros de prueba ensayando 2 por cada edad, es decir a los 7, 14 y 28 días; además una como testigo a fallar para comprobación posterior. Se considera como la resistencia final obtenida a los 28 días. Los otros cuatro resultados (7 y 14 días), se toman como información anticipada, proyectando las resistencias hasta los 28 días, mediante la relación entre las resistencias a los 7 y 14 días, presentadas inicialmente y aprobadas por LA INTERVENTORÍA. En ningún caso se permite que se ensaye un solo cilindro ya que éste no se considera como una muestra y no constituye un ensayo válido.

Para efectos de confrontación se debe llevar un registro indicador de los sitios de la obra donde se usaron los concretos probados, la fecha de vaciado, la temperatura y el asentamiento. Se debe hacer una prueba de resistencia a la compresión por cada 10 m³ de mezcla a colocar por cada tipo de concreto. Si el volumen de algún tipo de mezcla a vaciar en 1 día, es menor de 10m³, se debe tomar una muestra para ensayo de resistencia a la compresión, o una muestra por elemento estructural, o según lo indique LA INTERVENTORÍA. Debe considerarse que una muestra consta de 7 cilindros para fallar, parejas, a los 7, 14 y 28 días, más uno de comprobación posterior (testigo).

Las pruebas deben ser tomadas separadamente de cada mezcladora o tipo de concreto y sus resultados se consideran también separadamente, o sea que en ningún caso se debe promediar los resultados de cilindros provenientes de diferentes máquinas mezcladoras o tipo de concreto.

La resistencia promedio de todos los cilindros debe ser igual o mayor a las resistencias especificadas, y por lo menos el 90% de todos los ensayos deben tener una resistencia igual o mayor a esa resistencia.

En los casos en que los resultados obtenidos de ensayar los cilindros tomados para cualquier actividad del contrato estén por debajo de los requerimientos indicados en los planos y especificaciones, y teniendo en cuenta el concepto del diseñador, LA INTERVENTORÍA puede ordenar que el concreto sea demolido y reemplazado con otro que sí cumpla con lo especificado. Los costos de estas correcciones corren por cuenta del CONTRATISTA.

EL CONTRATISTA deberá prestar especial atención y control de las resistencias obtenidas en los reconocimientos de las pilas en el vertedero y descarga de fondo Guadalupe III - El SALTO, considerando que la demolición y reparación de estos concretos retrasará el cronograma y generará grandes impactos en el costo de la obra. EL CONTRATISTA deberá plantear alternativas para solventar.

Cuando la resistencia de los cilindros ensayados a los siete días esté por debajo de las tolerancias exigidas, se debe prolongar el curado de las estructuras hasta que se cumplan tres semanas después de vaciados los concretos. La decisión definitiva se toma con los cilindros ensayados a los veintiocho días, los cuales se deben someter a las mismas condiciones de curado que el concreto colocado en obra.

Cuando los cilindros ensayados a los veintiocho días presenten resistencias menores que los exigidos, se toman núcleos del concreto en obra, para ensayos de resistencia a la compresión, se realizan pruebas con esclerómetro (ASTM C 805) en los elementos en los cuales se haya utilizado la misma mezcla de los cilindros ensayados, o se debe practicar una prueba de carga en la estructura en cuestión. En el caso en que sean satisfactorias se considera satisfactoria la estructura. Pero si las pruebas aportan resultados consistentes con los iniciales, o si no es posible practicarlas, se debe ordenar la demolición de la estructura afectada, considerando el concepto del diseñador. Las pruebas de concreto endurecido, se deben tomar de acuerdo con la norma NTC 3658.

El costo de las pruebas, ensayos y presentación de resultados que se hagan de acuerdo con este numeral, así como el valor de las demoliciones y la reconstrucción, si ellas son necesarias, son por cuenta del CONTRATISTA y por ningún motivo EPM reconoce valor alguno por estos conceptos.

Durante el avance de la obra, EPM puede tomar las muestras que considere necesarias para verificar los resultados obtenidos por el laboratorio escogido por EL CONTRATISTA para controlar la calidad del concreto. Se debe proporcionar a su costo la mano de obra y los materiales necesarios para tomar estos cilindros de ensayo y los transportes hasta el laboratorio indicado por EPM.

15.6.3 ENSAYOS PARA SELLOS

EL CONTRATISTA suministrará muestras e información completa y detallada de los sellos que propone utilizar.

La información que debe suministrar EL CONTRATISTA comprende:

- Descripción completa de todos los componentes del material con su porcentaje en peso.
- Planos de dimensiones con las secciones transversales.

- Evidencia de que los sellos propuestos cumplen los requerimientos de propiedades y características, suministrando resultados certificados de los ensayos realizados, de acuerdo con esta especificación.

El material de los sellos de PVC, en forma de lámina o sello acabado, tendrá que cumplir los requerimientos físicos y químicos que se indican a continuación. Si no se especifica de otra manera, será determinada de conformidad con base en los resultados de ensayos con tres especímenes sacados de una muestra de sello acabado.

- Resistencia a tensión: Conforme a la Norma ASTM D638 usando espécimen tipo I, la resistencia a la tensión a punto cedente ("Tensile stress at yield") será un mínimo de 17 MPa y el alargamiento a la rotura ("Elongation at break") un mínimo de 300%.
- Resistencia a rasgadura: Conforme a la Norma ASTM D 624 usando espécimen C ("Die C") la resistencia a la rasgadura ("tear resistance") será de mínimo 6,0 MPa.
- Dureza: Conforme a la Norma ASTM D 2240, usando el durómetro tipo A, la dureza a indentación será de mínimo 70 unidades de durómetro.
- Extracción acelerada: De acuerdo con la Norma ASTM D 638 la resistencia a la tensión o punto cedente ("Tension stress at yield") será de mínimo 15 MPa y el alargamiento a la rotura ("Elongation at break") de mínimo 260%, en ensayos de tensión ejecutados sobre cinco especímenes de tipo 1 previamente sometidos al tratamiento de extracción acelerada.
- Absorción de agua y materia soluble en agua: Conforme a la Norma ASTM D 750 acondicionado durante una hora a 105 °C después de 24 horas de inmersión, el material deberá tener una absorción de agua de 0,5% máximo y el material soluble en agua no excederá del 0,1%.
- Efecto álcali: Conforme a la Norma ASTM D 618 los promedios de cambios por efecto de álcali medidos sobre tres especímenes de aproximadamente 3,0 mm de espesor y 0,75 N (75 grf) de peso cada uno, no excederán de los valores siguientes:
 - A los 7 días: Cambio en peso +0,25% - 0,10%.
Cambio de dureza +/- 5
 - A los 28 días: Cambio en peso +0,45% - 0,30%.
- Flexión a baja temperatura: Para el ensayo de flexión a baja temperatura, serán cortados tres especímenes de una muestra en forma de lámina, cada uno de 12 cm de longitud, 4,0 cm de ancho y 0,3 cm de espesor. Después de acondicionarlos a una temperatura de -10°C, se doblarán a un ángulo de 180° durante en un segundo con un mandril de 0,6 cm de diámetro que estará a una temperatura de -10°C. Si alguno de los especímenes muestra cualquier agrietamiento o fisura, el material se considerará no utilizable.
- Resistencia al ataque de bacterias y hongos: El material de los sellos no debe favorecer el crecimiento de bacterias y hongos, ni deberá ser afectado por enzimas u otros productos de ellos.

15.6.4 ENSAYOS PARA GROUT DE NIVELACIÓN

15.6.4.1 PRUEBAS PARA GROUT CEMENTOSO

Después de una precalificación inicial, el grout debe ser muestreado y probado si es requerido por LA INTERVENTORÍA.

Se deberán tomar dos juegos de 3 cubos de prueba en campo cada día que el grout es mezclado y colocado. Los cubos de prueba deberán estar de acuerdo con las provisiones de la ASTM C109.

Los cubos de muestreo deberán ser curados de la misma manera que el grout empleado por 3 días y mantenerse en la zona del grout durante 6 días total antes de enviarse al laboratorio.

Se deberán realizar pruebas de resistencia a la compresión según la ASTM C109 a los 7 días a un juego de muestras y a los 28 días al otro juego de muestras.

15.6.4.2 PRUEBAS PARA GROUT EPÓXICO

Se deben hacer pruebas en cubos de 50 mm de acuerdo con la ASTM C579

La frecuencia de muestreo mínima es de uno por carga transportada o lote fabricado. Se deben tomar suficientes muestras para hacer las pruebas requeridas

Cada muestra debe ser probada para resistencia a la compresión según ASTM C579 a los 7 días y contracción lineal según ASTM C531.

15.7 CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD

15.7.1 TOLERANCIAS

El objeto de esta sección es establecer tolerancias consistentes con la práctica constructiva actual, pero determinadas con base en el efecto que las desviaciones permisibles puedan tener sobre las funciones estructurales u operativas de las construcciones. Se deberá instalar y mantener los encofrados en forma adecuada para que la obra terminada cumpla con las tolerancias especificadas.

Las irregularidades admisibles en las superficies del concreto para los distintos acabados que se especifican en el numeral 15.5.1.11 ACABADOS, del presente Capítulo, deberán diferenciarse de las tolerancias, las cuales se definen como las variaciones permisibles en el concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos. Para estructuras hidráulicas deberán considerarse las tolerancias indicadas en el ACI 201R.

Tabla 98 Concretos – Tolerancias

LOCALIZACIÓN		LONGITUD Y TOLERANCIA	
(1)	Variación del contorno lineal, construido con respecto a la posición establecida en la planta.	En 3 m	5 mm
		En 6 m	10 mm
		En 12 m o más	20 mm
(2)	Variación con respecto a la vertical, a los planos inclinados y a las superficies curvas de las estructuras, incluyendo las líneas y superficies de muros y juntas verticales.	En 3 m	5 mm
		En 6 m	10 mm
		En 12 m o más	20 mm
(3)	Igual al numeral (2) pero para superficies que vayan a estar en contacto con rellenos.	En 3 m	25 mm
		En 6 m	40 mm

LOCALIZACIÓN		LONGITUD Y TOLERANCIA	
		En 12 m o más	75 mm
(4)	Variaciones con respecto a los niveles y pendientes indicados en los planos.	En 3 m En 10 m	3 mm 10 mm
(5)	Igual al numeral (4), pero para superficies que vayan a estar en contacto con rellenos.	En 3 m En 10 m	10 mm 30 mm
(6)	Variación en las dimensiones de las secciones transversales de columnas, vigas, contrafuertes, estribos y similares.		- 5 mm +15 mm
(7)	Desviación en el espesor requerido de losas, muros y similares.		- 5 mm +10 mm
(8)	Variación de las dimensiones de peldaños: Contrahuella. Paso.		± 5 mm ±10 mm
(9)	Diferencia de alineamiento entre las superficies de concreto y los elementos embebidos.		1,5 mm
(10)	Variación en las dimensiones de aberturas encofradas.		5 mm
(11)	Desviaciones en la localización de sellos:		
	Perpendicular al plano del sello.		±20 mm
	En el plano del sello.		±15 mm

15.7.2 REPARACIÓN DEL CONCRETO DETERIORADO O DEFECTUOSO

Según lo indique LA INTERVENTORÍA, en caso de que los concretos construidos por EL CONTRATISTA no cumplan con los requerimientos indicados en la presente especificación, se deberá reparar, remover y reemplazar el concreto deteriorado o defectuoso, agrietado, fisurado, con agujero irregulares, descascarar, desprendimiento y corregir todas las imperfecciones del concreto, en la medida que sea necesario, para obtener superficies que cumplan con lo especificado en el numeral 15.7.1 TOLERANCIAS y 15.5.1.11 ACABADOS del presente Capítulo. Todos los materiales y métodos usados en la reparación del concreto deberán estar de acuerdo con los procedimientos recomendados en la última edición del documento ACI 546R - Guide to Concrete Repair. El proceso de reparación se deberá hacer siguiendo las instrucciones y recomendaciones de NSR-10 y de los manuales de reparación del concreto del ACI, en especial el documento ACI 546R. El material de reparación deberá ser compatible con el sustrato en referencia a módulo, resistencia y a las demás propiedades especificadas para el mismo.

Todas las reparaciones superficiales y profundas que sea necesario ejecutar en los concretos, se harán únicamente con personal con experiencia en estos trabajos y bajo la supervisión de LA INTERVENTORÍA, dentro de un lapso no mayor de 24 horas, contadas a partir del retiro normal de las formaletas, EL CONTRATISTA deberá ejecutar las reparaciones que sean necesarias, corregirá las imperfecciones y esmerilará las incrustaciones de mortero y rebordes resultantes de empates de tableros, para que las superficies del concreto cumplan los requisitos exigidos en estas Especificaciones y lo establecido la guía del ACI (ACI PRC-546-14 Guide to Concrete Repair).

En donde el concreto haya sufrido daños, presente hormigueros o fracturas, o sea necesario hacer rellenos debido a depresiones mayores que las permisibles, las superficies del concreto

se picarán hasta retirar totalmente el concreto defectuoso o hasta donde lo determine LA INTERVENTORÍA, pero siempre hasta una profundidad suficiente para garantizar una buena adherencia del relleno; dichos trabajos serán ejecutados por EL CONTRATISTA a su costo, a satisfacción de LA INTERVENTORÍA

Para la reparación se podrá utilizar relleno seco, concreto, mortero o resinas epóxicas, dependiendo del tipo de daño y su magnitud. Previo a la reparación, EL CONTRATISTA deberá someter para aprobación el procedimiento y los materiales a usar en la reaparición del concreto deteriorado o defectuoso, usando alguno de los procedimientos presentados a continuación:

- **Relleno seco:** Se usará para llenar los orificios que tienen en la superficie un diámetro menor que su profundidad, tales como los huecos de los manguitos roscados para pernos, pequeñas ranuras para la reparación de grietas y los huecos dejados por la tubería. Este relleno no deberá usarse para llenar depresiones poco profundas detrás del refuerzo o para llenar hoyos que atraviesen totalmente la sección del concreto. Para las reparaciones con relleno de consistencia seca EL CONTRATISTA deberá preparar una mezcla por peso de 1 parte de cemento por 3 partes de arena que pase la malla No. 16. Se usará cemento de la misma marca y calidad que el usado en la mezcla del concreto con el fin de obtener, en cuanto sea posible, un color igual al de la superficie reparada. El agua que se agregue será la suficiente para formar una pasta que permita moldear una bola con poca presión y sólo deje las manos húmedas sin producir exudación del agua. Los huecos picados como se especificó se humedecerán y el mortero se aplicará en capas de más o menos 2 cm que se compactarán para lograr una buena penetración y adherencia.
- **Concreto:** Debe usarse para llenar los huecos que atraviesen totalmente las secciones del concreto, sin encontrar refuerzo, donde el área de tales huecos sea mayor de $0,1 \text{ m}^2$ y su profundidad mayor de 10 cm; también se usará para huecos en sitios reforzados, cuya área sea mayor de $0,05 \text{ m}^2$ y su profundidad se extienda más allá del refuerzo; los huecos cuya área sea menor de $0,05 \text{ m}^2$ y que se extiendan más allá del refuerzo, deberán ensancharse para facilitar la colocación del relleno de concreto. La mezcla de concreto que se utilice deberá tener las mismas proporciones de la mezcla utilizada para la zona donde se efectúe la reparación, excepto en los casos en que LA INTERVENTORÍA considere necesario ordenar proporciones diferentes. La colocación y compactación de la mezcla de concreto deberán realizarse de tal manera que se obtengan la calidad y los acabados requeridos, utilizando formaletas en los sitios en el que LA INTERVENTORÍA considere necesario. EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta que la temperatura del concreto nuevo, deberá ser cercana a la temperatura del concreto contra el cual será colocado.
- **Mortero:** Se usará para llenar huecos que tienen en la superficie un diámetro mayor que su profundidad y que por lo tanto son muy anchos para el uso de relleno seco y poco profundos para el uso del relleno de concreto, y para depresiones poco profundas que no lleguen más allá de la cara exterior del refuerzo más cercano a la superficie. Para la mezcla del mortero se utilizará una proporción por peso de 1 parte de cemento por 4 partes de arena que pase la malla No. 16 y con una cantidad de agua que dé la misma consistencia estipulada para el mortero de consistencia seca. La aplicación del mortero se hará lanzándolo con pistola neumática o mediante otro procedimiento aprobado por LA INTERVENTORÍA, dejándolo endurecer luego lo suficiente para permitir el acabado de manera adecuada y consistente con los acabados de las superficies contiguas.

- **Resinas epóxicas:** Se usarán cuando se requiera colocar capas delgadas en superficies para las cuales se hayan especificado acabados F4 o U3. También se podrán usar resinas epóxicas de alta penetración y baja viscosidad para inyección en las grietas que se presenten en las estructuras de concreto, previa aprobación de LA INTERVENTORÍA. LA INTERVENTORÍA también podrá ordenar el relleno con base en morteros o concretos epóxicos.
Las resinas se podrán usar como agentes adhesivos o para conformar en su totalidad la reparación. Las mezclas, los materiales y los sistemas de aplicación deberán ser sometidos por EL CONTRATISTA a la autorización de LA INTERVENTORÍA. Las resinas epóxicas que se utilicen por solicitud de LA INTERVENTORÍA deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en las normas C-881 y C-882 de la ASTM.
No será permitido el uso de disolventes para alargar los tiempos de curado; en el caso de los agentes adhesivos, si éstos alcanzan su curado final antes de colocar el material de la reparación, éstos deberán ser removidos. En los sitios donde las varillas de amarre de las formaleas y/o encofrados atraviesen totalmente las secciones del concreto de cualquier estructura que requiera impermeabilidad, EL CONTRATISTA deberá llenar los huecos que resulten con resinas epóxicas.
Las reparaciones y aplicaciones con resinas epóxicas se deberán hacer de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de LA INTERVENTORÍA.
- **Reparación de grietas:** Las grietas que no afecten el comportamiento estructural del concreto, podrán ser tratadas con materiales similares a los usados para rellenar juntas. En los casos en los cuales las grietas afecten la función estructural del concreto, se deberán inyectar con resinas epóxicas de tal modo que se garantice su integridad y funcionalidad estructural. Los materiales y procedimientos por usar deberán ser de fabricantes de reconocida experiencia y ser aprobados por LA INTERVENTORÍA.
EL CONTRATISTA deberá utilizar un sistema epóxico para reparación de concreto fisurado tipo Sikadur 35 Hi-Mod o productos equivalentes, que cumplan con lo indicado en la Norma ASTM C-881-02, del tipo y grado especificado en los planos. También deberá tener la aprobación para contacto con agua potable establecido por la Water Quality Association según NSF/ANSI-61.

Todos los rellenos anteriores deberán quedar firmemente adheridos a las superficies del concreto y por lo tanto, cuando a juicio de LA INTERVENTORÍA así se requiera, EL CONTRATISTA deberá colocar a su costa pegamentos epóxicos.

Cualquier reparación que EL CONTRATISTA ejecute sin la previa inspección y autorización de los procedimientos particulares por parte de EPM, deberá ser removida y ejecutada de nuevo a satisfacción de éste y a costa del CONTRATISTA.

EL CONTRATISTA tendrá presente que todas las superficies reparadas se someterán a curado como se estipula para las demás superficies de concreto.

En caso de que los concretos fundidos dentro del alcance del contrato no cumplan con los requisitos enumerados en esta especificación o presenten hormigueros, huecos o cualquier otra imperfección, y a juicio de LA INTERVENTORÍA o el diseñador requieran ser demolidos, estas demoliciones deberán realizarse únicamente previa autorización de EPM y tras identificar en campo el área a demoler. Debe existir total claridad de las tareas de demolición previo al inicio de las actividades, siguiendo los requerimientos indicados en el capítulo 13. DEMOLICIONES.

RETIRO Y REMOCIÓN. Previa ejecución de los trabajos, las áreas de demolición serán aisladas, señaladas con vallas y cintas, y provistas de facilidades para la evacuación de escombros.

15.7.3 ENTREGAS, REGISTROS Y CONTROL DE CALIDAD

Certificados y registros

Se deben suministrar ensayos de los diferentes materiales usados para el concreto, así como de sellos, sellantes y demás elementos usados en la construcción de las obras. Se deberán suministrar los certificados de calidad de los diferentes tipos de cemento utilizados en la obra, indicando su composición química y su comportamiento. Se deberán suministrar los certificados de calidad de los reemplazos cementantes.

En el caso de los agregados, se debe realizar los ensayos de durabilidad y desgaste, y demás ensayos acordes a NTC 174 (ASTM C33). Los ensayos de caracterización que serán como mínimo: peso específico, granulometría, absorción, abrasión en la máquina de Los Ángeles, inalterabilidad en términos de sulfato de magnesio y sulfato de sodio, reacción álcali-agregado, impurezas orgánicas, índice de partículas planas y alargadas y cualquier otro ensayo que se requiera para demostrar que los materiales propuestos son adecuados para producir un concreto de calidad aceptable. Se deben realizar pruebas para determinar la reactividad potencial álcali-agregado. Para ello se puede seguir la metodología descrita en la norma ASTM C 1260 o ASTM C 1567 en caso de utilizar combinaciones de materiales cementantes. En caso de existir un potencial alto o moderado, se deberá realizar una serie de ensayos de mezcla con reemplazos cementantes o considerar aplicar otras medidas de prevención que mitiguen el riesgo de tal forma que se logren valores de expansión inferiores al 0,1% a los 16 días según norma ASTM C 1260 o ASTM 1567. Los resultados de los ensayos deberán ser suministrados para aprobación de la fuente de materiales y todos los certificados de materiales deberán ser emitidos por laboratorios certificados.

Los agregados gruesos formados de partículas con un tamaño inferior a 38 mm, que se sometan al ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles, de acuerdo con lo establecido en la última revisión de la norma ASTM C-131, usando la granulometría A de dicha norma, deberán tener una pérdida máxima de 10% en peso a 100 revoluciones, y de no más de 40% en peso a 500 revoluciones.

Los agregados gruesos formados de partículas con un tamaño igual o superior a 38 mm que se sometan al mismo ensayo de abrasión de acuerdo con lo especificado en la última revisión de la norma ASTM C-535, utilizando la granulometría apropiada, deberán tener una pérdida no mayor de 10% en peso a 200 revoluciones y de no más de 40% en peso a 1000 revoluciones.

En caso de que la fuente de agua sea otra diferente al acueducto cuyo suministro sea potable, y a solicitud de EPM, se deberá suministrar el certificado de calidad del agua indicando su aptitud para ser usada en la fabricación y curado del concreto.

Los aditivos y demás elementos a utilizarse en la fabricación del concreto, en el curado o en la pasivación del refuerzo, deberán venir acompañados por las fichas técnicas de los fabricantes y sus certificados de calidad.

Todos los materiales suministrados en obra deberán estar adecuadamente identificados, indicando los lotes de fabricación, fecha, y certificados de producción. Se deberá llevar un registro de su ubicación, uso, fechas de entrega y recepción y cantidad entregada.

Se debe suministrar un diseño de mezcla por cada tipo de mezcla usada en el proyecto para su aprobación. Asimismo, se debe indicar el proceso de colocación y curado para los diferentes tipos de concreto. Se deben mostrar los resultados de las mezclas de prueba de los diferentes tipos de concreto incluyendo los datos de tipo y tamaño de agregado, contenido de cemento, proporciones de los materiales, según lo descrito en la norma ACI 211.5R con al menos 30 días de antelación a la colocación de cada tipo de concreto. Los ensayos deben ser realizados por laboratorios acreditados.

Se debe suministrar el listado de equipos y herramientas que se planean usar para la fabricación, vaciado y compactación del concreto.

15.8 CLASIFICACIÓN

Se detalla en el presente numeral los diferentes tipos de concreto a implementar en la construcción del proyecto. El tipo de concreto y los sitios donde se deberán colocar en función de sus características se detalla en la Tabla 99.

15.8.1 CONCRETOS

Se detallan a continuación las diferentes clases de concreto a utilizar en el desarrollo de los trabajos. Los sitios de colocación y las resistencias del concreto deben ser los indicados en los planos y los definidos por el diseño estructural, considerando todos los requisitos que se establecen en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 con respecto a la durabilidad, la calidad, el mezclado y la colocación del concreto.

A continuación, se mencionan algunas aplicaciones para las cuales se utilizan diferentes valores de resistencia a la compresión (f'_c), dichos valores deben ser tomados únicamente como valores de referencia, ya que desde el diseño podrán recomendarse valores diferentes de acuerdo con las particularidades de la estructura.

Tabla 99 Clasificación de concretos

CLASE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO
A	$f'_c = 21 \text{ MPa}$	19 mm
B	$f'_c = 24,5 \text{ MPa}$	19 mm
C	$f'_c = 28 \text{ MPa}$	19 mm
D	$f'_c = 35 \text{ MPa}$	19 mm
E Concreto para solado	$f'_c = 17,5 \text{ MPa}$	38 mm

15.8.2 CONCRETOS PARA PILOTES PREEXCAVADOS

El concreto que se utilice en la fabricación de pilotes debe cumplir los requisitos aplicables del artículo 630, Concreto estructural (INVIAS, 2022).

El concreto utilizado en la construcción de los pilotes no debe tener una resistencia a compresión menor de veintiocho megapascuales (28 MPa) a veintiocho días (28 d), la relación a/mc no debe ser mayor a cero coma cuarenta y cinco (0,45) y el agregado no debe tener un tamaño mayor de treinta y dos milímetros (32 mm).

Cualquier acelerante o aditivo que se use para el concreto debe estar libre de cloruros u otros materiales corrosivos, y solo se puede usar si es aprobado por LA INTERVENTORÍA, se aclara que su uso es responsabilidad del CONTRATISTA. Igualmente, se prohíben los aditivos ricos en álcalis, a menos que se demuestre que no causan efectos que comprometan la resistencia y durabilidad del concreto. En caso de usarse, deben ser aprobados por LA INTERVENTORÍA.

El concreto debe tener una fluidez suficiente para garantizar continuidad en su colocación. En la Tabla 87 se establecen los requisitos de asentamiento para el concreto de pilotes preexcavados, medido según la norma de ensayo INV E-404/NTC 396.

Tabla 100 Requisitos de asentamiento para concreto de pilotes preexcavados

Tipo de colocación	Límites de aceptación para construcción (mm)	
	Mínimo	Máximo
En seco	152	203
Construcción con camisa de acero o por método tremie	203	245

En caso de usar concretos autocompactantes, se debe verificar su idoneidad y seguir las indicaciones de la ACI 237R.

15.8.3 CONCRETO PARA PANTALLA DE PILOTES SECANTES

El concreto utilizado en la construcción de los muros guía deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días mínimo de 21 MPa. El concreto usado para pilotes primarios tendrá una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa, este deberá fabricarse con aditivos retardantes del fraguado con el fin de lograr una resistencia máxima a los 8 días de 5 MPa que facilite la re-perforación del pilote ya construido para el vaciado del pilote adyacente. La resistencia final a los 60 días será de mínimo 25 MPa.

Los pilotes secundarios deben tener una resistencia a compresión de 25 MPa a veintiocho días (28 días), para evitar dificultad constructiva se deberá incorporar aditivo retardante, para realizar el corte con baja resistencia. Se deberá hacer uso de concreto de fraguado lento. El concreto usado para la construcción de este tipo de pilotes debe permitir la correcta construcción de pilotes principales, es decir, que la resistencia alcanzada por dos pilotes consecutivos al inicio y finalización del corte para la construcción del pilote principal sea la apropiada para que esta se pueda llevar a cabo. Se recomienda que, entre los tiempos de construcción de dos pilotes secundarios, el corte de estos y construcción del pilote principal no lleve más de ocho (8) días y la resistencia máxima alcanzada por los pilotes secundarios sea de 5 MPa. Otros productos de cemento de uso común en la mezcla pobre incluyen cemento de escorias y cenizas volantes.

El concreto debe ser colocado dentro de las 3 horas después de realizada la excavación para asegurar la profundidad adecuada y la limpieza, salvo que LA INTERVENTORÍA indique lo contrario. Si el concreto no puede ser colocado dentro del tiempo asignado la perforación debe

ser reinspeccionada y aprobada de nuevo por LA INTERVENTORÍA antes de la colocación del concreto.

Justo antes de la colocación del concreto, una comprobación de las mediciones de la limpieza y la profundidad del fondo se harán utilizando una cinta métrica u otros métodos aprobados por LA INTERVENTORÍA. Si se demuestra que más de 7 cm de escombros o tierra suelta se ha acumulado en la parte inferior de la perforación, ésta deberá limpiarse utilizando los medios apropiados y aprobados.

La colocación del concreto se realiza de tal manera que el tiempo transcurrido desde el inicio hasta la finalización de la colocación del concreto se mantiene lo más corto posible. La duración de la colocación del concreto depende de diferentes variables (por ejemplo, diámetro y profundidad de la perforación, distancia a la planta de concreto, etc.); por lo tanto, la duración puede estimarse sólo sobre una base por puesto de trabajo. Para pilotes perforados contruidos utilizando el método húmedo es aconsejable utilizar un agente retardante de la mezcla de concreto, el cual EL CONTRATISTA determinará las tasas de dosificación específicas indicadas en el diseño de mezcla. La colocación del concreto deberá continuar de una manera tal para asegurar que la mezcla de concreto permanece en un estado viable a lo largo de toda la fundición.

Para pilotes que se construyen utilizando el método seco, el concreto se puede colocar utilizando métodos tremie, bombeo, o caída libre. Cuando se coloca en la perforación usando el método de caída libre, el concreto se dirige de tal manera que no golpee los lados de la excavación o la canasta de refuerzo.

Para pilotes perforados contruidos utilizando la camisa o método húmedo, el concreto se colocará mediante el tremie, bombeo, u otro método aprobado por LA INTERVENTORÍA. No se permite la colocación de concreto mediante el método de caída libre en conjunción con el método húmedo. En el extremo más inferior de la tubería tremie, un tapón o dispositivo similar (una válvula.) Se requiere separar el concreto fresco del fluido en el orificio hasta que se inicie el bombeo.

Las barras de acero para el concreto deberán tener un diámetro interior mínimo de 25 cm para un sistema de gravedad, y un diámetro interior mínimo de 13 cm para un sistema tremie bombeado, estas deben guiar el concreto hasta el punto de descarga en el centro de la perforación. Las líneas de la bomba pueden ser flexibles, pero los segmentos y las articulaciones de las líneas de la bomba serán conectados entre sí mediante conexiones fijas. La colocación del concreto no comenzará hasta que el orificio de descarga de la línea tremie se encuentre en la base de la perforación.

Para mantener un sellado adecuado y evitar el repentino salto de la línea de la bomba de concreto, el orificio de descarga de la línea tremie se mantendrá por lo menos 1 m por debajo de la superficie superior del concreto fluido ya colocado. El concreto se coloca desde la parte inferior de la excavación a la superficie superior en una operación continua. La colocación del concreto deberá continuar hasta que un vertimiento es visible en la parte superior de la perforación y el concreto fresco es visible y es discernible de los lodos. No se permite el uso de juntas dentro del pilote secante.

15.8.4 CONCRETOS DE SEGUNDA ETAPA PARA EQUIPOS HIDROMECAÑICOS

Durante la construcción de las obras civiles, EL CONTRATISTA será el responsable de la instalación de los elementos metálicos embebidos de primera etapa, que serán suministrados por el Contratista de equipos hidromecánicos, con base en los planos y procedimientos realizados por el Contratista de equipos Hidromecánicos y bajo la supervisión de este último.

Como se indica en el numeral 20.4.13 ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS EN CONCRETO PARA EQUIPOS HIDROMECAÑICOS, EL CONTRATISTA será responsable de instalar las guías, asientos de sello, muñones, soportes y en general todas las partes fijas requeridas por las diferentes compuertas. Para ello se deberán instalar los elementos de nivelación y anclaje adosados a las platinas embebidas en concreto de primera etapa según los procedimientos y protocolos de montaje desarrollados por el Contratista de Equipos Hidromecánicos y bajo su supervisión. Una vez se realice la nivelación y alineamiento EL CONTRATISTA deberá realizar el vaciado de los concretos de segunda etapa y tercera etapa (en caso de que aplique).

EL CONTRATISTA deberá apropiarse y presentar para aprobación de la interventoría EPM los protocolos y procedimiento de montaje de los elementos metálicos empotrados en concreto asociados a los equipos hidromecánicos y mecánicos, de acuerdo con los procedimientos de montaje desarrollados por el Contratista de Equipos Hidromecánicos. En los protocolos de montaje, EL CONTRATISTA deberá indicar el procedimiento para verificar el posicionamiento, alineación, nivelación, verticalidad y planitud de los elementos metálicos antes del vaciado del concreto de la etapa correspondiente. El vaciado del concreto se podrá realizar únicamente posterior a la aprobación de la interventoría.

EL CONTRATISTA deberá validar mediante mediciones con equipos de topografía los parámetros de posicionamiento, alineación, nivelación, verticalidad y planitud posterior al vaciado del concreto de la etapa correspondiente con el objetivo de verificar que se cumplan con las tolerancias de montaje indicada por el Contratista de Equipos Hidromecánicos.

Posterior al montaje de los elementos metálicos, EL CONTRATISTA deberá realizar Ensayos No Destructivos mediante líquidos penetrantes a todas las soldaduras realizadas en campo entre los elementos metálicos empotrados de segunda y tercera etapa (en donde aplique). EL CONTRATISTA deberá presentar para revisión y aprobación de la interventoría los informes de soldaduras a inspección de campo. EL CONTRATISTA sólo podrá realizar el vaciado de concretos de segunda y tercera etapa (en donde aplique) una vez la interventoría apruebe este procedimiento.

Se incluye dentro del alcance de este numeral sin limitarse a ello, las siguientes actividades particulares:

- Montaje de elementos metálicos empotrados para los dos vanos de *stoplogs* de la descarga de fondo de Tenche.
- Fabricación y montaje de la estructura de almacenamiento de los *stoplogs* o falsas guías de la descarga de fondo de Tenche.
- Montaje de elementos metálicos empotrados para reja de aducción de la bocatoma Tenche.
- Montaje de elementos metálicos empotrados para apoyo del servomotor de la compuerta de servicio de la bocatoma Tenche.

- Diseño, fabricación y montaje de la estructura metálica de soporte de la tolva de recolección de residuos de la bocatoma de Tenche.
- Montaje de rieles para el pórtico grúa de la descarga de Troneras.
- Montaje de elementos metálicos empotrados para los dos vanos de *stoplogs* de la descarga de fondo y para para los dos vanos de *stoplogs* de la descarga de fondo el vertedero de Guadalupe III en la bocatoma El Salto.
- Fabricación y montaje de la estructura de almacenamiento de los *stoplogs* o falsas guías de la descarga de fondo y vertedero de Guadalupe III en la bocatoma El Salto.
- Montaje de rieles para el nuevo pórtico grúa de El Salto.
- Fabricación y montaje de las estructuras de soporte de las rejas de la descarga de fondo y captación de Guadalupe I.
- Montaje de elementos metálicos empotrados para los cuatro vanos de *stoplogs* y las dos compuertas radiales de la captación de Guadalupe IV.
- Fabricación y montaje de la estructura de almacenamiento de los *stoplogs* o falsas guías de la captación de Guadalupe IV.

15.8.5 CONCRETO PARA MURO DE CONTROL DE SEDIMENTOS, INCLUYENDO INSTALACIÓN DE REJILLAS Y SU SISTEMA DE SOPORTE

El contratista suministrará e instalará los concretos requeridos para la construcción del muro de contención de sedimentos localizado aguas arriba de la bocatoma Guadalupe I, previendo las incrustaciones de primera etapa requeridas para la instalación de la estructura de soporte de rejas. Posteriormente EL CONTRATISTA será el encargado de la instalación de la estructura de soporte y las rejillas suministradas por el Contratista mecánico.

EL CONTRATISTA deberá apropiarse y presentar para aprobación de la interventoría EPM los protocolos y procedimiento de montaje de los elementos metálicos empotrados en concreto asociados a la estructura de soporte de rejas y a las rejillas respectivas, de acuerdo con los procedimientos de montaje desarrollados por el Contratista de Equipos Hidromecánicos. En los protocolos de montaje, EL CONTRATISTA deberá indicar el procedimiento para verificar el posicionamiento, alineación, nivelación, verticalidad y planitud de los elementos metálicos. EL CONTRATISTA deberá validar mediante mediciones con equipos de topografía los parámetros de posicionamiento, alineación, nivelación, verticalidad de la estructura metálica, con el objetivo de verificar que se cumplan con las tolerancias de montaje indicada por el Contratista de Equipos Hidromecánicos.

Posterior al montaje de los elementos metálicos, EL CONTRATISTA deberá realizar Ensayos No Destructivos mediante líquidos penetrantes a todas las soldaduras realizadas en campo entre los elementos metálicos empotrados de segunda y tercera etapa (en donde aplique). EL CONTRATISTA deberá presentar para revisión y aprobación de la interventoría los informes de soldaduras a inspección de campo. EL CONTRATISTA sólo podrá realizar el vaciado de concretos de segunda y tercera etapa (en donde aplique) una vez la interventoría apruebe este procedimiento.

15.8.6 CONCRETOS PREFABRICADOS

Los elementos prefabricados que se muestran en los planos y los demás que EPM ordene construir, se fabricarán de acuerdo con las normas y especificaciones aplicables del presente capítulo. Los cilindros de muestras se curarán en las mismas condiciones que los elementos fabricados con el concreto que representan. Las secciones delgadas de concreto de menos de 15 cm de espesor no requieren vibrado interno, si el elemento ha tenido vibrado externo.

El concreto que se utilice para los prefabricados será Clase D, a menos que se indique algo diferente en los planos. El tamaño máximo del agregado no deberá ser mayor de 19 mm (3/4").

Los prefabricados se podrán construir o fundir en un sitio fuera de la obra, según lo apruebe LA INTERVENTORÍA.

Los elementos prefabricados de concreto deberán ser fabricados, curados y almacenados en soportes adecuados que impidan su deformación; estos no deberán moverse antes de que el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente, para que se puedan manejar sin que sufran daños.

Los elementos deberán ser colocados cuidadosamente en su posición final, sin sobre-esforzarlos, ni someterlos a esfuerzos de naturaleza distinta a la prevista en su diseño.

EL CONTRATISTA deberá tener especial cuidado en el manejo de los elementos prefabricados para evitar dañarlos, fracturarlos o agrietarlos. Cualquier elemento que se dañe por negligencia del CONTRATISTA o por mal manejo, almacenamiento o montaje, deberá ser reemplazado por cuenta del CONTRATISTA. EL CONTRATISTA deberá emplear equipos especiales para el manejo y montaje de los elementos prefabricados, siempre y cuando estos hayan sido aprobados por LA INTERVENTORÍA. EL CONTRATISTA será directamente responsable del empleo de los equipos para el manejo y montaje y deberá asegurar y demostrar que los elementos no sufren daño.

El acabado de los elementos prefabricados será liso de clase F4.

Se incluyen en este capítulo, sin limitarse a estas actividades la fabricación de vigas prefabricadas para los rieles del pórtico grúa y apuntalamiento de estructuras en la descarga de fondo y vertedero de Guadalupe III en la captación El Salto. EL CONTRATISTA deberá fabricar e instalar conforme a lo indicado en planos estos elementos, prestando especial atención en las maniobras de izaje, colocación y alineamiento de estas, considerando para sus procesos la interacción con los hidromecánicos del pórtico de izaje. EL CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento respectivo.

15.8.7 CONCRETO CICLOPEO

EL CONTRATISTA deberá suministrar y colocar concretos ciclópeos en los sitios indicados en planos o donde se puedan requerir conforme a las definiciones de LA INTERVENTORÍA. La resistencia a la compresión del concreto debe ser de 21 MPa los 28 días de colocación y deberá tener una fluidez que permita su trabajabilidad en la construcción.

Se deberá usar material de piedra o enrocado de préstamo con un diámetro mínimo de 15 cm o según el requisito estructural de la zona lo defina, cemento, arena, agregados y agua limpia y/o

potable para la fabricación del concreto. El cemento debe ser fabricado bajo la norma ASTM C-1157

Previo a la ejecución de los trabajos, EL CONTRATISTA presentará a LA INTERVENTORÍA, para su aprobación, el diseño de la mezcla, el cual, deberá asegurar una resistencia a la compresión a los 28 días de edad, mayor o igual a la especificada.

Únicamente se procederá al vaciado del concreto cuando se haya verificado la exactitud de la excavación, como producto de un correcto replanteo. La mezcla de los materiales del concreto se hará utilizando mezcladora mecánica o tambor en el sitio, debiendo efectuarse estas operaciones por lo mínimo durante 1 minuto por carga. Sólo podrá emplearse agua potable o agua limpia de buena calidad, libre de impureza que pueda dañar el concreto; se deberá humedecer la zanja antes de llenar la misma y las piedras sólo se colocarán después de haber depositado una capa de concreto de por lo menos 10 cm. de espesor. Las piedras deberán quedar completamente rodeadas por la mezcla sin que se toquen los extremos. Se prescindirá de encofrado cuando el terreno lo permita, es decir, cuando no haya peligro de derrumbes.

En caso de que sea posible, se deberá conformar y compactar la superficie sobre la cual se colocará el concreto ciclópeo, respetando y verificando las cotas de cimentación definidas en el diseño o por el supervisor.

15.8.8 CONCRETO PARA CUNETAS Y OBRAS MISCELÁNEAS

El concreto para la construcción de las obras misceláneas tales como tapas, cunetas, cajas, losetas de piso, etc se realizará conforme a las indicaciones en planos. Este concreto tendrá por lo menos una resistencia a la compresión de 21 MPa medida a los 28 días. Este concreto se aplicará sobre una malla electrosoldada de refuerzo tipo Q2 de Concremalla o similar o según se indique en planos. En caso de tratarse de cunetas prefabricadas se deberá dar cumplimiento a la norma NTC-4109 Prefabricados de concreto.

El sellante de juntas transversales de las cunetas fundidas in situ podrá ser relleno remoldeado bituminoso según AASHTO M33 o elastoméricos según AASHTO M220. En caso de cunetas prefabricadas, los sellos se podrán hacer con mortero de cemento en relación cemento: agregado de 1:3. El agregado de mortero tendrá la siguiente granulometría: pasa No 4 de 100%, pasa No 8 de 95 a 100%, pasa No 100 de 0 a 25% y pasa No 200 de 0 a 10%.

15.8.9 CONCRETO PARA CIMENTACIÓN DE CERRAMIENTOS

Los cimientos para los postes del cerramiento se deberán construir en concreto de 21 MPa con un agregado máximo de 38 mm de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos.

15.8.10 MORTEROS

Todos los ladrillos y bloques para muros indicados en planos deberán pegarse con mortero de cemento y arena mezclados en proporciones precisas, se debe aplicar en forma de junta perfecta y se debe utilizar el mortero según la Tabla 88.

Tabla 101 Especificaciones del Mortero de Pega

Mortero	Cemento	Arena	Cal
Tipo	(Partes)	(Partes)	(Partes)
A	1	2	1/10
B	1	4	
C	1	3	

El mortero del Tipo A se utilizará en obras de ladrillo reforzado, muros de soporte, o muros exteriores.

El mortero del tipo B se usará en muros que hayan de construirse por encima de la superficie y que no vayan a estar cargados o expuestos a condiciones atmosféricas severas.

El mortero tipo C se utilizará en obras que deban incluir impermeabilización integral.

15.9 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN PAGO ADICIONAL

No habrá medida ni pago por separado por los siguientes trabajos, necesarios para completar esta parte de la obra, cuyos costos deberán incluirse en los precios unitarios del concreto o ser asumidos por EL CONTRATISTA, según sea el caso.

- Transporte hasta el sitio de construcción.
- Actividades relacionadas con el curado de las estructuras.
- Todos los insumos requeridos para realizar los diseños de mezcla.
- Topografía y mediciones necesarias para las actividades de construcción.
- El suministro, medida, mezcla y aplicación de los aditivos especificados, y los usados por EL CONTRATISTA para su propia conveniencia.
- El suministro, medida, mezcla y aplicación de los aditivos plastificantes reductores de agua e incorporadores de aire.
- El suministro, medida, mezcla y aplicación de puzolana natural o ceniza volante, en caso de requerirse su uso debido a la reactividad de los agregados.
- El cemento adicional que se requiera debido al contacto con agregados húmedos.
- El suministro, instalación y retiro de formaletas y obra falsa.
- Los morteros y lechadas usados en las juntas de construcción.
- La reparación de daños producidos por la remoción de formaletas.
- El equipo, mano de obra y materiales necesarios para el curado. El equipo, mano de obra y materiales necesarios para el acabado.
- El retiro y reemplazo o reparación de concreto deteriorado o defectuoso.
- El suministro y operación de los diferentes sistemas para enfriamiento del concreto y su protección de los rayos solares.
- El concreto rechazado y desechado antes de su colocación.
- El suministro de muestras para ensayos de aditivos, agregados, concretos y sellos. La construcción de los diferentes tipos de juntas.
- Por desperdicios y reparaciones que hayan sido efectuadas.
- La protección, durante la construcción, de los sellos y demás materiales de las juntas.
- El concreto usado por EL CONTRATISTA para su propia conveniencia o en estructuras no permanentes de la obra, aunque haya sido autorizado por LA INTERVENTORÍA.
- La instalación de elementos metálicos embebidos para el anclaje y soporte de equipos.

- Actividades de topografía para control del adecuado posicionamiento de los elementos metálicos embebidos en concreto.
- La seguridad industrial requerida en la ejecución de todas las labores relacionadas con la fabricación del concreto y con la construcción de estructuras de concreto que hacen parte del contrato, en un todo de acuerdo con el plan detallado de seguridad industrial que EL CONTRATISTA deberá remitir para aprobación de EPM
- Todos los demás trabajos que deban ser ejecutados por EL CONTRATISTA para cumplir lo especificado en este capítulo y que no estén considerados en ítems separados de pago.
- Medidas necesarias consideradas para contrarrestar atrasos al programa de construcción, tiempos extra, equipos especializados, etc.
- Las actividades requeridas para la instalación de la estructura de soporte para rejas localizada sobre el muro de contención de sedimentos aguas arriba de la bocatoma Guadalupe I.

15.10 MEDIDA Y PAGO

La unidad de medida será por metro cúbico, de acuerdo con los diseños y planos, excepto que se indique lo contrario.

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda la obra ejecutada incluyendo la explotación, cargue, transporte de agregados, cementos, el diseño de mezcla, la mezcla, aditivos requeridos, formaleta, obra falsa, desencofrante, curador, vibrador, bomba para concreto, mano de obra, tubos de alivio para lloraderos, y demás elementos necesarios para la correcta ejecución de la actividad. Todas las deficiencias que excedan las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por EL CONTRATISTA, a su costa, a plena satisfacción de EPM.

Las especificaciones, planos y anexos que se entreguen para la ejecución de la obra, se complementan entre sí. Cualquier detalle que se haya omitido en las especificaciones, planos o ambos necesario para la correcta ejecución de la actividad no exime al CONTRATISTA de su ejecución ni podrá tomarse como base para reclamaciones o demandas posteriores. Cualquier cambio que proponga EL CONTRATISTA deberá ser consultado y avalado por EPM y no podrá proceder a su ejecución sin la aceptación de este. En caso contrario, cualquier trabajo será por cuenta y riesgo del CONTRATISTA.

En cualquier caso, EL CONTRATISTA es el único responsable por la correcta ejecución de la actividad respectiva, por lo tanto, dentro del precio unitario se deben considerar, además de los relacionados en la presente especificación, los insumos, materiales, equipo, herramienta, trasiegos, mano de obra y demás elementos que garanticen la correcta ejecución de la actividad.

Para las vigas y elementos prefabricados, el costo unitario deberá considerar las maniobras de izaje y colocaciones respectivas, incluyendo equipos, mano de obra, transporte del elemento prefabricado al sitio de fabricación, topografía para el adecuado alineamiento de los elementos embebidos en concreto de primera etapa, segunda etapa, tercera etapa (en donde aplique) y en general todas las actividades requeridas para la adecuada realización de la actividad.

El costo unitario del concreto para el muro de contención de sedimentos localizado aguas arriba de la bocatoma Guadalupe I, deberá incluir la instalación de los elementos metálicos embebidos en primera y segunda etapa, la instalación de la estructura de soporte y las rejillas suministrados por el contratista de equipos.

15.10.1 INSTALACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS DE PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA

El fabricante de los equipos hidromecánicos será el responsable del diseño de detalle y suministro de los elementos metálicos de primera, segunda y tercera etapa (según corresponda). De acuerdo con esto, los planos de licitación deberán ajustarse de acuerdo con la disposición de los equipos mecánicos e hidromecánicos sin representar extra-costos para EPM. Los diseños de obras civiles se actualizarán de acuerdo con los diseños del fabricante de equipos hidromecánicos, y estos serán enviados al contratista de obras civiles para la instalación de los elementos metálicos empotrados, de acuerdo con los procedimientos de montaje del fabricante de los equipos.

El costo de los concretos de primera y segunda etapa deberá incluir la instalación de los elementos metálicos embebidos conforme a lo definido en los planos de diseño mecánico. Los elementos metálicos serán suministrados por el fabricante de equipos mecánicos e instalados por EL CONTRATISTA con la supervisión de LA INTERVENTORÍA y el especialista mecánico.

15.10.2 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE GROUTING CEMENTOSO

El grouting cementoso o mortero sin retracción se medirá por metro cúbico (m^3), con aproximación a un decimal, aplicado con las dimensiones indicadas en los planos de construcción para las obras, sin descontar los elementos embebidos, debidamente recibidos y aprobados por LA INTERVENTORÍA.

El precio unitario del grout cementoso, debe incluir todos los costos por el suministro, transporte y almacenamiento de materiales para los morteros, formaleas y obras provisionales; la utilización de equipos, andamios y herramientas, impermeabilizante, poliéster y la mano de obra para la elaboración de formaleas, preparación de las superficies, preparación, mezcla, transporte, colocación, desperdicios, fragüe, curado, terminado y reparación, y de las obras provisionales que se requieran; suministro y mezcla de aditivos, limpieza, y en general, cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos.

15.10.3 SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE GROUTING EPÓXICO

El grouting epóxico se medirá por litro (l), con aproximación a un decimal, aplicado con las dimensiones indicadas en los planos de construcción para las obras, sin descontar los elementos embebidos, debidamente recibidos y aprobados por LA INTERVENTORÍA.

El precio unitario del grout epóxico, debe incluir todos los costos por el suministro, transporte y almacenamiento de materiales para los morteros, formaleas y obras provisionales; la utilización de equipos, andamios y herramientas, impermeabilizante, poliéster y la mano de obra para la elaboración de formaleas, preparación de las superficies, preparación, mezcla, transporte, colocación, desperdicios, fragüe, curado, terminado y reparación, y de las obras provisionales (i.e. shelters temporales y sistemas de calefacción) que se requieran; suministro y mezcla de aditivos, limpieza, y en general, cualquier costo relacionado con la completa ejecución de los trabajos.

Tabla 102 Ítems de pago de los concretos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS	
15.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA PILOTES	M3
15.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA PANTALLAS DE PILOTES	M3
15.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO CICLOPEO (60%-40%). INCLUYE FORMALETA Y OBRA FALSA EN CASO DE REQUERIRSE	M3
15.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATA	M3
15.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATAS	M3
15.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS Y COLUMNAS	M3
15.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE CONCRETO F'C 28MPA PARA VIGA Y LOSA AEREA	M3
15.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA AUTOCOMPACTANTE	M3
15.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA LOSA DE MURO DE CONTENCIÓN	M3
15.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS	M3
15.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
15.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADO F'C 35MPA	M3
15.13	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
15.14	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 21MPA PARA CIMENTACION DE CERRAMIENTO	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.16	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 24.5MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
15.17	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y APLICACION DE CONCRELISTO RE-5000 O EQUIVALENTE.	M3
15.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	M3
15.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	LT
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
15.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 15CMX2.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
15.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 22CMX3.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS	
15.23	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SELLO EN JUNTA DE DILATACION	ML
15.24	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE SELLANTE DE JUNTAS TIPO SIKASWELL S-2 O EQUIVALENTE	ML
15.25	SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE SELLADO IMPERMEABLE DE JUNTAS TIPO SIKADUR COMBIFLEX SG O EQUIVALENTE	ML
15.26	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE DRENAJE HORIZONTAL DE DIAMETRO 2" PARA MURO DE CONTENCION	ML
15.27	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE DRENAJE HORIZONTAL DE DIAMETRO 4" PARA ALIVIO DE PRESION	ML
15.28	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS DE CONTROL DE SEDIMENTOS	M3

La Tabla 103 muestra los diferentes lotes para los cuales se plantea alcance de esta actividad y los ítems aplicables.

Tabla 103 Ítems de pago para concretos por frente de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE		
15.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATA	M3
15.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS Y COLUMNAS	M3
15.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADO F'C 35MPA	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.17	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y APLICACION DE CONCRELISTO RE-5000 O EQUIVALENTE.	M3
15.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	M3
15.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	LT
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII		
15.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA PILOTES	M3
15.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA PANTALLAS DE PILOTES	M3
15.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO CICLOPEO (60%-40%). INCLUYE FORMALETA Y OBRA FALSA EN CASO DE REQUERIRSE	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS	
15.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATA	M3
15.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATAS	M3
15.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS Y COLUMNAS	M3
15.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA VIGA Y LOSA AEREA	M3
15.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS DE CONCRETO PREFABRICADO F'C 35MPA	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	M3
15.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	LT
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
15.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 22CMX3.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
15.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA PILOTES	M3
15.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATA	M3
15.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA VIGA Y LOSA AEREA	M3
15.13	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
15.14	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 21MPA PARA CIMENTACION DE CERRAMIENTO	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.16	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 24.5MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
15.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	M3
15.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	LT
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
LT3.3 OBRAS BOCATOMA TRONERAS		
15.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO CICLOPEO (60%-40%). INCLUYE FORMALETA Y OBRA FALSA EN CASO DE REQUERIRSE	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS	
15.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATA	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	M3
15.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	LT
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
LT3.4 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE I		
15.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA VIGA Y LOSA AEREA	M3
15.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA AUTOCOMPACTANTE	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.17	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y APLICACION DE CONCRELISTO RE-5000 O EQUIVALENTE.	M3
15.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	M3
15.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	LT
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
15.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 15CMX2.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
15.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 22CMX3.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
15.24	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE SELLANTE DE JUNTAS TIPO SIKASWELL S-2 O EQUIVALENTE	ML
15.25	SUMIINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE SELLADO IMPERMEABLE DE JUNTAS TIPO SIKADUR COMBIFLEX SG O EQUIVALENTE	ML
15.28	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS DE CONTROL DE SEDIMENTOS	M3
LT3.5 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE II		
15.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA AUTOCOMPACTANTE	M3
15.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 15CMX2.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
15.24	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE SELLANTE DE JUNTAS TIPO SIKASWELL S-2 O EQUIVALENTE	ML
15.25	SUMIINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE SELLADO IMPERMEABLE DE JUNTAS TIPO SIKADUR COMBIFLEX SG O EQUIVALENTE	ML
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS	
15.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATAS	M3
15.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS Y COLUMNAS	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 22CMX3.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
15.26	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE DRENAJE HORIZONTAL DE DIAMETRO 2" PARA MURO DE CONTENCION	ML
LT3.7 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV		
15.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATA	M3
15.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATAS	M3
15.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS Y COLUMNAS	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.18	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	M3
15.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO DE NIVELACION TIPO GROUTING	LT
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
LT5.5 EQUIPOS MECÁNICOS - CAMARA DE VALVULAS GUADALUPE III		
15.13	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 21MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
LT8.2 OBRAS VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
15.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA LOSA DE MURO DE CONTENCION	M3
15.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS	M3
15.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.16	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO FC 24.5MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
15.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 15CMX2.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
15.23	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SELLO EN JUNTA DE DILATACION	ML
15.26	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE DRENAJE HORIZONTAL DE DIAMETRO 2" PARA MURO DE CONTENCION	ML

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
15	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS	
15.27	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE DRENAJE HORIZONTAL DE DIAMETRO 4" PARA ALIVIO DE PRESION	ML
LT9.1 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS TRONERAS		
15.17	SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACION Y APLICACION DE CONCRELISTO RE-5000 O EQUIVALENTE.	M3
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE III		
15.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO CICLOPEO (60%-40%). INCLUYE FORMALETA Y OBRA FALSA EN CASO DE REQUERIRSE	M3
15.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA LOSA INFERIOR, VIGAS DE FUNDACION Y ZAPATAS	M3
15.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 28MPA PARA MUROS Y COLUMNAS	M3
15.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO F'C 17.5MPA PARA SOLADOS	M3
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3
15.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 15CMX2.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
15.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE SELLO IMPERMEABILIZANTE PVC FLEXIBLE 22CMX3.5MM PARA JUNTAS EN CONCRETO	ML
LT9.3 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GUADALUPE IV		
15.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO F'C 35MPA PARA ELEMENTOS METALICOS EMPOTRADOS	M3

16 CONCRETO LANZADO

16.1 ALCANCE

Esta especificación cubre la preparación y aplicación de concreto lanzado como obra de protección en algunos de los taludes producto de las excavaciones del proyecto. Se considera la utilización de la malla de acero electrosoldada como refuerzo del concreto lanzado, pernos de fijación y drenes cortos (lagrimales). Las áreas que requieren este tipo de tratamiento son las indicadas en los documentos y planos del proyecto y donde LA INTERVENTORÍA lo apruebe, de tal forma que se garantice la protección contra la erosión de los taludes.

16.2 CONCRETO LANZADO PARA PROTECCIONES DE TALUDES

El concreto lanzado será una mezcla de cemento, agua, agregados finos y gruesos y aditivos o microsilíce, proyectada neumáticamente por la boquilla de una manguera sobre la superficie que se vaya a tratar. EL CONTRATISTA podrá aplicar los procesos de mezcla húmeda o seca para la aplicación del concreto lanzado.

16.2.1 MATERIALES

Los materiales necesarios para la instalación del concreto lanzado deben cumplir con los siguientes requerimientos:

16.2.1.1 CEMENTO

El cemento para el concreto lanzado deberá cumplir con los requisitos correspondientes establecidos para el cemento Portland Tipo I. No se permitirá utilizar cemento para las mezclas que tengan durante la colocación temperaturas superiores a 50°C, ni 70°C en los silos de almacenamiento. Así mismo, aplica lo descrito en el numeral 15.3.1 CEMENTO Y MATERIALES CEMENTANTES.

16.2.1.2 AGREGADOS

Los agregados combinados deberán ser bien gradados y estar completamente dentro de tales límites. Por ningún motivo se aceptará un conjunto de agregados que no cumpla con los límites establecidos y principalmente que presente tamaños mayores que los especificados en la Tabla 91 o que tenga un contenido de finos (material que pase tamices los Nos. 100 y 200) mayores que los especificados.

Tabla 104 Granulometría de los agregados

Tamaño del tamiz U.S. estándar malla cuadrada	Porcentaje que pasa en peso
19,1 mm (3/4")	100

Tamaño del tamiz U.S. estándar malla cuadrada	Porcentaje que pasa en peso
12,7 mm (1/2")	80 – 95
9,5 mm (3/8")	70 – 90
No. 4	50 – 74
No. 8	35 – 55
No.16	20 – 40
No. 30	10 – 30
No. 50	5 – 17
No. 100	2 – 10
No. 200	0 – 5

Las anteriores gradaciones podrán variarse para acomodarlas a las recomendaciones del fabricante del equipo lanzador y a las condiciones de las fuentes de materiales, siempre y cuando se demuestre mediante ensayos de laboratorio, que los materiales cumplen las demás estipulaciones de este numeral y serán por cuenta del Contratista, sin que represente sobre costo alguno para EPM.

16.2.1.3 ADITIVOS

Para el concreto lanzado por el método seco en excavaciones superficiales, se deberá utilizar un aditivo, en polvo o líquido, acelerante de fraguado, para obtener altas resistencias en corto tiempo de acuerdo con lo especificado en la Tabla 105. En el mismo cuadro se indican los tiempos máximos de fraguado inicial y final de la mezcla cemento, agregado - aditivo.

Tabla 105 Tiempos de fraguado y resistencia a las 8 horas

Descripción	Valor
Tiempo máximo para el fraguado inicial	3 minutos
Tiempo máximo para el fraguado final	40 minutos
Resistencia mínima a la compresión inconfiada a las ocho horas, determinada sobre probetas cúbicas con aristas de 75 mm	4,0 MPa

El tiempo de fraguado deberá determinarse de acuerdo con la última versión de la Norma ASTM-C-191, modificada como se indica a continuación: el acelerante deberá mezclarse con 500 gramos de cemento en lugar de 650 gramos; la pasta se deberá preparar agregando agua de tal forma que la relación agua-cemento sea igual a 0,4. En esta operación deberá utilizarse el menor tiempo posible para obtener una mezcla apropiada sin alterar el fraguado inicial de la pasta.

La resistencia a la compresión del concreto lanzado deberá ser determinada de acuerdo con la última versión de la Norma ASTM-C-109, excepto que el acelerante deberá agregarse a un mortero, preparado con una relación agua-cemento igual a 0,4, en el porcentaje que se espera utilizar en la mezcla de concreto lanzado. Para poder lograr el molde de las muestras antes de que ocurra el fraguado inicial de la mezcla, los intervalos de tiempo fijados por la norma anotada no tendrán que cumplirse.

Los aditivos no deberán causar corrosión al acero o malla de refuerzo ni deberán ocasionar otros efectos indeseables tales como descascaramiento o agrietamiento del concreto. Las cantidades y tipos de aditivos que se empleen deberán ser tales que la resistencia final del concreto sea siempre igual o mayor que la resistencia mínima a la compresión inconfiada a los 28 días de edad.

Para el caso de los aditivos en polvo, éstos deberán ser suministrados en bolsas a prueba de humedad y transportarse, manejarse y almacenarse de tal manera que se evite la absorción de humedad por el material o que éste se deteriore o se pierda. El material que se haya aglutinado debido a la humedad u otra causa será rechazado. Los aditivos líquidos acelerantes de fraguado deberán almacenarse de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Los aditivos deberán estar libres de cloruros, significando esto que el porcentaje de cloruros no deberá exceder 0,1% en peso. Los aditivos deberán cumplir con la norma ASTM C1141.

16.2.1.4 AGUA

El agua para el concreto lanzado deberá cumplir con los requisitos para la preparación de concreto estructural indicados en el numeral 15.3.2 AGUA.

La relación agua-cemento deberá estar siempre dentro de los límites 0,3 a 0,5 dependiendo del tamaño, gradación y calidad de los agregados usados.

De igual forma, se debe tener en cuenta el agua a utilizar para el lavado de bombas y otros equipos que requieran de limpieza. La disposición final del agua producto de este lavado deberá ajustarse al plan de manejo ambiental del proyecto.

16.2.1.5 PROPORCIONES DE LA MEZCLA

Las proporciones de los materiales para el concreto lanzado deberán ser determinadas por EL CONTRATISTA, pero dicha aprobación no releva al CONTRATISTA en forma alguna de su responsabilidad de producir un concreto lanzado de la calidad especificada, con resistencia mínima a la compresión inconfiada de 28 MPa a los 28 días, determinada en probetas cilíndricas que tengan una relación diámetro-altura de 0,5. La relación aproximada de cemento-agregados deberá ser de 1:4 a 1:4,5 con base en el peso seco para agregados que tengan una gravedad específica de $2,7 \pm 0,05$. Si la gravedad específica de los agregados está fuera de estos límites, se deberán efectuar los ajustes necesarios en la relación cemento - agregados.

Las proporciones del aditivo acelerante se determinarán mediante la ejecución de los ensayos de paneles para diferentes porcentajes de aditivos. Estos mismos ensayos servirán para establecer el porcentaje óptimo de aditivo a fin de obtener las resistencias inicial y final especificadas.

Las operaciones de dosificación y mezclado de los agregados y el cemento se deberán efectuar mediante el empleo de una planta de mezcla y de dispositivos de dosificación adecuados. La proporción de agregados y cemento se deberá establecer con base en el peso de los ingredientes. Los agregados y el cemento deberán mezclarse de tal forma que no se presente segregación, antes de que se depositen en la máquina eyectora. El contenido de humedad del agregado en el momento de la operación de mezclado deberá estar entre el 3% y el 6% con respecto al peso del agregado secado al horno a una temperatura de 110° C.

El material ya mezclado deberá utilizarse dentro de un tiempo máximo de 60 minutos o de lo contrario se desechará sin pago alguno.

El aditivo acelerante se deberá añadir inmediatamente antes de depositar los materiales en la máquina eyectora, de acuerdo con el diseño de mezcla realizado, y teniendo en cuenta las condiciones de los agregados, agua y cemento a utilizar. Se deberán proveer además los medios y elementos necesarios para dosificar exactamente en peso y en forma completa el aditivo seco o líquido con los demás ingredientes. No se aceptará bajo ninguna circunstancia la dosificación manual, en cuyo caso se suspenderán las actividades de lanzado, hasta que EL CONTRATISTA utilice un dosificador mecánico apropiado.

16.2.1.6 MALLA DE ACERO ELECTROSOLDADA

La malla electrosoldada que servirá como refuerzo para el concreto lanzado deberá cumplir con los requerimientos indicados en el numeral 14.4.3 MALLA ELECTROSOLDADA Y GRAFILES PARA ESTRUCTURAS PERMANENTES DE CONCRETO Y CONCRETO LANZADO y su medida y pago será según lo indicado en el numeral 14.8 MEDIDA Y PAGO.

16.2.1.7 PERNOS DE ANCLAJE O FIJACIÓN

Estos pernos corresponden a ensambles constituidos por barras de acero, placas de apoyo, o dados en concreto reforzado, arandelas, tuercas, accesorios para inyección, dispositivos para fijación, y todos los demás elementos complementarios necesarios para la instalación de estos, tal como se muestra en los planos, o como LA INTERVENTORÍA lo indique. Los requerimientos que deben cumplir los pernos de fijación se presentan en el numeral 16.3 PERNOS DE FIJACIÓN y su medida y pago será según lo indicado en el numeral 16.5 MEDIDA Y PAGO.

16.2.2 EQUIPOS

El equipo para aplicación de concreto lanzado, deberá consistir en una boquilla apta para la expulsión de agregados, cemento, aditivo y agua en una mezcla íntima; con mangueras separadas para conducir la mezcla seca de agregados, cemento y aditivo, en caso de ser polvo, y el agua y el aditivo líquido a la boquilla; una máquina impulsora adecuada para introducir la mezcla seca de agregados, cemento y aditivo a la manguera de conducción, a la presión neumática que se especifica más adelante, y sistemas para suministro de aire comprimido y de agua a presión. El equipo deberá ser capaz de manejar y aplicar mezclas que contengan agregados con tamaño máximo hasta de 28,6 mm (1 1/8 "). El sistema de agua podrá consistir en un recipiente portátil y en una bomba que sean capaces de suministrar el caudal de agua requerido, con el aditivo líquido en caso de ser la opción utilizada, en forma continua y a presiones hasta de 0,6 MPa, a través de una válvula reguladora que pueda ser accionada en forma fácil y precisa por el operario de la boquilla.

El sistema de suministro de aire comprimido deberá tener capacidad suficiente para el suministro continuo de aire a la máquina impulsora y a la manguera de conducción de la mezcla de agregados, cemento y aditivo, a las presiones y volúmenes que recomiende el fabricante de la máquina impulsora. No se permitirán equipos que suministren aire comprimido contaminado.

La máquina impulsora deberá tener capacidad suficiente para suministrar materiales secos a la manguera de conducción y a la boquilla, a una tasa uniforme y con una velocidad tal que la

aplicación del material sobre la superficie que se va a revestir se realice con un mínimo de rebote y un máximo de adherencia y densidad.

- El sistema completo deberá estar montado de tal manera que el operador de la boquilla pueda utilizar agua y aire en cualquier combinación, bien sea para preparar las superficies antes de iniciar la aplicación de concreto lanzado o para limpiar el trabajo terminado. Se deberá disponer además de una manguera adicional para remover, utilizando aire a presión, el polvo y material de rebote, generado durante la aplicación del concreto lanzado.
- Se deberán proveer plataformas de trabajo o andamios que permitan aplicar concreto lanzado desde una distancia a partir de la boquilla de aproximadamente 1 m a la superficie que se va a recubrir.
- Se deberán proveer manómetros para controlar las presiones de aire y de agua, de tal manera que, durante la aplicación del concreto lanzado, se cumplan los valores aprobados. Por ningún motivo, se permitirá el empleo de equipos que no dispongan de manómetros que estén funcionando correctamente o no tengan la capacidad para registrar las presiones de trabajo. EL CONTRATISTA no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo o compensación de cualquier otra índole, por atrasos ocasionados en la aplicación de concreto lanzado, por no disponer de manómetros y demás equipos en perfectas condiciones de funcionamiento.

16.2.3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

16.2.3.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Todas las superficies que hayan de recibir concreto lanzado se deberán limpiar de material suelto o flojo, polvo, barro o cualquiera otra materia objetable. La limpieza se deberá hacer con chorros de aire y agua a presión no menor de 0,5 MPa.

Las operaciones de limpieza se deberán llevar a cabo de tal manera que se evite aflojar, agrietar o fragmentar la superficie que va a recibir concreto lanzado. Cualquier material de la superficie que esté flojo o deteriorado, se deberá remover hasta una profundidad que permita encontrar una base lo suficientemente firme como para recibir el concreto lanzado. Las superficies se deberán mantener humedecidas desde el momento en que se termine la limpieza hasta cuando se aplique el concreto lanzado.

Antes de aplicar el concreto lanzado, EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar en las superficies que van a recibirlo, varillas de calibración con el fin de medir el espesor de las capas de concreto lanzado. Estas varillas deberán instalarse de tal manera que haya por lo menos una varilla de calibración por cada 0,5 m² de superficie preparada para recibir el concreto lanzado. Este espaciamiento se podrá reducir si se requieren más calibradores para asegurar espesores uniformes. Estas varillas de calibración deberán tener un diámetro mínimo de 4 mm.

16.2.3.2 COLOCACIÓN DE MALLA DE REFUERZO

Una vez se tenga preparada la superficie, se debe instalar la malla electrosoldada, anclándola con pernos de fijación según la distribución horizontal y vertical especificada en los planos del proyecto, con la profundidad y el método de protección contra la corrosión que se les debe aplicar. Para asegurar la malla, EL CONTRATISTA deberá instalar varilla de 6,3 mm embebidas con mortero en perforaciones de por lo menos 10 cm de profundidad, a las cuales se debe aplicar

un recubrimiento en zinc por galvanizado en caliente, según lo establecido en la NTC 4013 (ASTM A767).

La malla debe disponerse de tal manera que no quede en contacto con el terreno natural, para lo cual EL CONTRATISTA debe proveer los elementos para garantizar el recubrimiento mínimo; el método que utilice EL CONTRATISTA deberá ser aprobado por LA INTERVENTORÍA.

Los empalmes de módulos de malla se harán de acuerdo con lo estipulado en el numeral 14.5.5 MALLA ELECTROSOLDADA. No se aceptará colocación de malla que esté cubierta de escamas, polvo, lodo, aceite, pintura o cualquier elemento extraño.

16.2.3.3 APLICACIÓN

El concreto lanzado con la mezcla aprobada se deberá aplicar en forma circular hasta obtener el espesor requerido en la respectiva capa de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto. Los operarios de la boquilla de riego deberán tener amplia experiencia en la aplicación de concreto lanzado con cualquier método, o deberán trabajar bajo la inmediata supervisión de un capataz o instructor experimentado en esta clase de trabajos. Cada cuadrilla de trabajo deberá demostrar que tiene habilidad en la aplicación de concreto lanzado sobre paneles de prueba verticales y horizontales antes de empezar el trabajo de aplicación de concreto lanzado en la obra. Se podrán exigir en cualquier momento el retiro y reemplazo de cualquier operario que demuestre incompetencia para este trabajo.

Los flujos e infiltraciones de agua que se encuentren en las superficies donde se va a aplicar concreto lanzado se deberán manejar en tal forma que sus efectos perjudiciales, tanto para la aplicación del concreto lanzado como para la duración de este, se eliminen completa y permanentemente. Para esto, EL CONTRATISTA deberá coleccionar el agua por medio de elementos embebidos en el concreto como tubos, mangueras, ranuras, o por cualquier otro método apropiado. En algunos casos, si la superficie sobre la cual se va a aplicar concreto lanzado está completamente saturada, se deberán realizar perforaciones cortas, separadas a poca distancia, con el objeto de coleccionar las aguas de infiltración antes de aplicar el concreto lanzado. Estas perforaciones no se calificarán ni se hará ningún pago por separado por este trabajo ni por las tuberías o sistemas para manejo de aguas y su costo deberá estar incluido dentro de los ítems de pago correspondientes al concreto lanzado.

EL CONTRATISTA deberá remover de las áreas de trabajo todo el material de rebote del concreto lanzado de tal manera que no haya acumulación de este. El material de rebote se deberá transportar a las zonas de depósito. En ninguna circunstancia se permitirá la reutilización del material de rebote.

No se permitirá por ninguna circunstancia efectuar reparaciones manuales en el concreto lanzado.

Cuando EL CONTRATISTA complete la aplicación de concreto lanzado en un sector determinado, deberá ejecutar perforaciones de control de 38 mm hasta 50 mm de diámetro mínimo a través del concreto lanzado con el objeto de hacer una comprobación adicional de los espesores colocados. La frecuencia con la cual se deben hacer estas perforaciones de control será como mínimo de un grupo de tres por cada 100 m² o fracción de área soportada en corte abierto. Eventualmente, se podrán requerir que estas perforaciones se alarguen 75 mm en la roca para verificar la adherencia roca – concreto lanzado.

En el caso de que en tres o más de estas perforaciones se encuentre que el espesor de concreto lanzado es menor que el especificado u ordenado, el sector muestreado no será considerado para medida y pago hasta que EL CONTRATISTA aplique el espesor faltante. En este caso EL CONTRATISTA deberá ejecutar otras tres perforaciones de control; si aun así se encuentran espesores faltantes se deberá repetir el proceso anterior cuantas veces sea necesario hasta que se compruebe que los espesores de concreto lanzado cumplen con lo establecido en las especificaciones, mostrado en los planos.

Además, si en una zona lanzada y aceptada para pago, se encuentra que el espesor del concreto lanzado es menor que el especificado u ordenado, EL CONTRATISTA deberá aplicar el espesor faltante y realizar nuevas perforaciones de control, de acuerdo con esta especificación, para lograr la aceptación final.

Tal como se especificó anteriormente, EL CONTRATISTA solo podrá iniciar la aplicación de concreto lanzado en la obra, hasta que hayan realizado las pruebas que permitan demostrar que dispone de personal con amplia experiencia en la realización de estas actividades. EL CONTRATISTA no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo ni a compensación de ninguna índole, por razón de las demoras que pueda tener para dar cumplimiento a lo especificado anteriormente, en relación con la experiencia del personal.

El concreto lanzado que haya endurecido lo suficiente se deberá curar siguiendo las especificaciones establecidas en el para el Concreto Estructural en el capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

El concreto lanzado que no se adhiera a las superficies a proteger, con vacíos u oquedades entre la superficie y el concreto lanzado o que se dañe en cualquier momento durante la ejecución de la obra, por cualquier causa y especialmente como resultado de empujes del terreno, deberá ser removido y reemplazado por EL CONTRATISTA con concreto lanzado nuevo de las mismas características.

La demolición del concreto lanzado agrietado se deberá hacer de tal manera que todos los cortes se hagan formando ángulos de 45 grados.

El pago por demoliciones de concreto lanzado dañado por empujes del terreno que no hayan sido causados por procedimientos inadecuados de EL CONTRATISTA en la excavación y soporte, se hará a los precios unitarios del Ítem para excavación en corte abierto adicional, según sea el caso. El nuevo concreto lanzado requerido se pagará de acuerdo con el Ítem para aplicación de concreto lanzado en la parte de la obra correspondiente.

16.2.3.4 DRENAJES

Los agujeros para drenaje o alivio deben ser construidos de la manera y en los lugares señalados en los documentos y planos del proyecto, de acuerdo con los procedimientos aceptados por LA INTERVENTORÍA. Los moldes para practicar agujeros a través del mortero deben ser de tubería de PVC con un diámetro comercial inmediatamente superior al definido para los drenes del talud. Estos se construirán teniendo en cuenta lo especificado en el numeral 7.3.2 PERFORACIONES PARA DRENAJES CORTOS y tendrán medida y pago de acuerdo con lo indicado en el numeral 7.9 MEDIDA Y PAGO.

Los tubos de PVC utilizados para el drenaje deben cumplir con la distribución y tamaño de las perforaciones, también deben ir envueltos en geotextil no tejido, según lo dispuesto en los planos del proyecto. El procedimiento de la aplicación del concreto lanzado debe garantizar que los drenajes no se vean afectados y no se tapen por malas prácticas durante su ejecución.

16.2.4 ENSAYOS

Se deberán ejecutar ensayos con una anterioridad mínima de 60 días, al comienzo de la aplicación de concreto lanzado en la obra y durante la construcción, en un todo de acuerdo con lo especificado en esta sección.

Todos los ensayos previos a la aplicación del concreto lanzado deberán llevarse a cabo con agregados elaborados en las plantas de trituración y mezcla que EL CONTRATISTA usará para obtención de agregados durante la ejecución de la obra, con cemento y aditivos de los tipos y marcas que EL CONTRATISTA se propone emplear durante la ejecución de la obra y con los equipos de dosificación de aditivo, suministro de aire comprimido y aplicación de concreto lanzado que EL CONTRATISTA se propone emplear durante la ejecución de la obra.

No habrá medida ni pago por el concreto lanzado que EL CONTRATISTA coloque en el frente o frentes de trabajo donde se estén obteniendo resultados que no cumplan con lo especificado en este capítulo.

No habrá medida ni pago por concreto lanzado que EL CONTRATISTA aplique en la obra con anterioridad a la ejecución de los ensayos previos a la aplicación de concreto lanzado que se especifican en el numeral descrito a continuación:

EL CONTRATISTA no tendrá derecho a extensiones de plazo ni a compensación de cualquier otra índole por razón de las demoras o extracostos que pueda tener, para cumplir con lo establecido en este numeral.

EL CONTRATISTA deberá suministrar por lo menos cinco muestras de los agregados que esté elaborando y que se proponga emplear en la elaboración de concreto lanzado, para que se verifique el cumplimiento de los requisitos granulométricos establecidos para los concretos preparados por el método seco.

En caso de que una o más de las muestras no cumplan con los requisitos establecidos en este capítulo, EL CONTRATISTA deberá tomar cinco muestras adicionales. Si una de estas muestras adicionales no cumple con las especificaciones, EL CONTRATISTA deberá cambiar las fuentes de suministro o hacer las modificaciones a las plantas de trituración, dosificación y mezcla que sean necesarias para producir agregados que cumplan con las especificaciones.

EL CONTRATISTA deberá suministrar muestras del cemento y de los aditivos que se propone emplear para la obra, para que se realicen los ensayos necesarios para verificar que el cemento cumple con los requisitos establecidos y determinar los tiempos de fraguado inicial y final y la resistencia a la compresión a las ocho horas de la mezcla cemento – aditivo.

EL CONTRATISTA deberá efectuar ensayos de mezclas por lo menos con 60 días calendario de anterioridad a la aplicación del concreto lanzado en cualquier superficie que forme parte permanente de la obra. Las mezclas se deberán preparar con los mismos materiales y el mismo equipo de mezcla y colocación que EL CONTRATISTA se propone emplear en la obra. No se

podrán iniciar los ensayos de aplicación de concreto lanzado hasta que EL CONTRATISTA demuestre que dispone de todos los equipos y accesorios necesarios para la correcta aplicación del concreto lanzado, los cuales deberán estar y mantenerse en correcto estado de funcionamiento.

EL CONTRATISTA deberá aplicar concreto lanzado para cada una de las mezclas propuestas, por lo menos sobre dos paneles de madera colocados en posición vertical y dos paneles de madera colocados en posición horizontal para lanzado hacia arriba o hacia abajo.

El concreto lanzado aplicado sobre los paneles de madera se deberá someter a curado. De estos paneles se deberán cortar probetas cúbicas de aproximadamente 7,5 cm de lado para ensayos a las edades de 8 horas, 3 días y 28 días. EL CONTRATISTA deberá suministrar un número suficiente de paneles para obtener un mínimo de diez probetas cúbicas para cada mezcla y para cada una de las edades establecidas anteriormente.

Las mezclas del concreto lanzado se deberán diseñar para obtener en los cubos de prueba resistencias a la compresión de 4,0 MPa a las 8 horas, 15,3 MPa a las 72 horas y 30,6 MPa a los 28 días de edad. Este criterio se basa en la resistencia a la compresión de 3,4 MPa a las 8 horas, de 13,0 MPa a las 72 horas y de 28,0 MPa a los 28 días de edad determinados según la ASTM para cilindros estándar teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión del cilindro estándar equivale al 85% de la resistencia del cubo. Se deberá tener en cuenta que el criterio de resistencia para las mezclas de concreto lanzado ensayadas se basará en que por lo menos un 80% de los ensayos de resistencia a la compresión deberán dar una resistencia igual o superior a la especificada, de acuerdo con el método de evaluación de resistencia del concreto de la última versión del American Concrete Institute, ACI-214 R y ACI –506.

No se deberá aplicar en la obra ninguna mezcla de concreto que no cumpla con estas especificaciones y hasta que las resistencias de compresión de la mezcla, según lo determinado sobre las muestras de las mezclas de ensayos, se ajusten a las especificaciones.

Las proporciones de los ingredientes, adoptadas para las mezclas de ensayo, deberán ser las mismas que se utilicen para el concreto lanzado que se vaya a aplicar en la obra y no podrán variarse. EL CONTRATISTA deberá efectuar pruebas semejantes a las descritas cuando se deseen cambiar las proporciones de los componentes del concreto lanzado.

EL CONTRATISTA deberá extraer núcleos de concreto lanzado colocado en la obra, por medio de perforaciones con broca de diamante, según la Norma ASTM-C 42 en su última versión. EL CONTRATISTA deberá suministrar las brocas de diamante, los saca núcleos, la energía y el equipo para llevar a cabo estas perforaciones. La perforación de los núcleos deberá hacerse de acuerdo con la mejor práctica y por personal competente y experimentado. La frecuencia aproximada para la toma de estos núcleos de concreto lanzado deberá ser como mínimo de dos por cada 50 m³ aplicados o fracción.

La perforación para núcleos se deberá hacer perpendicularmente a la superficie del concreto y deberá cubrir el espesor total del concreto lanzado colocado y penetrar, además, 7,5 cm dentro de la roca.

Los núcleos deberán tener diámetros finales de 7,5 cm. Se deberá tener especial cuidado en la perforación y manejo de los núcleos a fin de obtener muestras enteras y adecuadas que sean razonablemente derechas, lisas y libres de residuos metálicos de la malla de refuerzo y en la

mejor condición posible. Cada núcleo se deberá perforar con la anticipación suficiente, antes de los 28 días calendario, para permitir la preparación y ensayo de resistencia a la compresión cuando ésta lo indique. EL CONTRATISTA deberá llevar un registro preciso de todas las perforaciones, incluyendo una descripción de las condiciones encontradas, características del concreto lanzado perforado, y la localización de cualquier grieta, junta o rotura en los núcleos. Este registro deberá estar a disposición en cualquier momento durante el progreso de la obra y se deberá entregar cuando se termine el trabajo de perforación de cada núcleo.

EL CONTRATISTA deberá realizar el lleno con mortero de los huecos perforados en el concreto lanzado. Inmediatamente después de su extracción, cada núcleo, incluyendo todos los fragmentos si los hay, colocados en su correcto orden, se deberá envolver y sellar en papel impermeable o tela de polietileno y empacar en cajas de madera fuertes, con aserrín húmedo alrededor del mismo. Cada muestra y cada caja se deberán marcar a fin de identificar correctamente las muestras. No habrá pago por separado por la extracción de los núcleos, ni por el empaque y las cajas, transporte e identificación de estos, ni por el lleno de los huecos con mortero. Después de que las muestras se hayan empacado y marcado correctamente y que éstas, así como las cajas, estén marcadas, se deben asegurar las cajas con listones y a trasladarlas.

Con el objeto de establecer un adecuado control sobre las resistencias iniciales del concreto lanzado, con una frecuencia mínima de dos paneles por cada 50 m³ de concreto lanzado, se realizarán ensayos sobre cubos a las edades de 8 horas y de 3 días. Para la obtención de estos cubos se seguirá un procedimiento similar al especificado en el numeral anterior, con la diferencia de que la aplicación sobre los paneles se deberá realizar en el frente de excavación, inmediatamente antes de la aplicación normal del concreto lanzado. No habrá pago por separado por la aplicación de concreto lanzado sobre los paneles, los cuales se deberán realizar con una frecuencia mínima de dos por cada 50 m³ de concreto lanzado colocado. No habrá compensación ni prórroga de plazo por la interrupción o modificación que la aplicación de concreto lanzado en los paneles pueda ocasionar en la ejecución de otras operaciones.

Si la resistencia promedio de los núcleos sometidos al ensayo de compresión, tomados con la frecuencia señalada, indica que el concreto lanzado colocado, no tiene la resistencia especificada de 28 MPa, se podrá aceptar el volumen de concreto lanzado de baja resistencia representado por dichos núcleos de prueba, pero EL CONTRATISTA deberá colocar, a su costa, espesores adicionales de concreto lanzado, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 106, pero teniendo en cuenta la resistencia final a los 28 días no podrá en ningún caso ser inferior a 15,6 MPa.

En ningún caso, el espesor adicional de concreto lanzado será inferior a 5 cm ni deberá exceder los valores que se incluyen en la Tabla 106. El volumen por aplicarse de concreto lanzado corresponderá a la capa del espesor adicional especificado, por el área evaluada donde se tomaron los núcleos cuyas resistencias fueron bajas. Una vez colocado este concreto, se deberán realizar de nuevo las perforaciones de control para verificar el espesor.

Tabla 106 Espesor adicionales de concreto lanzado

Resistencia de los núcleos de prueba (MPa)	Espesor adicional
20,9 a 27,9	20% del espesor aplicado
18,3 a 20,8	30% del espesor aplicado

Resistencia de los núcleos de prueba (MPa)	Espesor adicional
15,6 a 18,2	40% del espesor aplicado
Menos de 15,5	El concreto lanzado deberá y será retirado y reemplazado por y a costa de EL CONTRATISTA.

16.3 PERNOS DE FIJACIÓN

16.3.1 ALCANCE

Este trabajo corresponde a todo lo concerniente a los requisitos para suministrar e instalar los pernos de fijación (pasivos) que se requieran en la obra para la protección de los taludes con concreto lanzado.

16.3.2 MATERIALES

16.3.2.1 VARILLAS

Las varillas para los pernos de anclaje serán de 1" deberán cumplir la especificación ASTM A-706 según la NSR-10 o en su última versión para acero grado 60. Toda varilla para perno deberá tener por lo menos 15 cm de rosca en un extremo.

16.3.2.2 AGUA Y CEMENTO

El agua y el cemento que se utilicen en la preparación de lechada o mortero deberán cumplir con todos los requisitos estipulados para estos materiales en el numeral 15.3.1 CEMENTO Y MATERIALES CEMENTANTES y 15.3.2 AGUA de estas especificaciones.

16.3.2.3 ARENA

La arena para emplearse en la preparación de mortero deberá cumplir con los requisitos establecidos en el capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS, para la arena que se utilice en las mezclas de concreto, además de las siguientes limitaciones en cuanto a granulometría que se indican en la Tabla 107.

Tabla 107 Granulometría de la arena

Tamaño del tamiz U.S. estándar malla cuadrada	Porcentaje que pasa en peso
No. 8	100
No. 50	20 – 60
No. 200	0 - 3

16.3.2.4 ACELERANTE

El acelerante para la lechada o el mortero no deberá utilizarse en proporciones mayores a las indicadas por el fabricante y que además garanticen una protección contra la corrosión y la resistencia a largo plazo de la lechada o mortero.

16.3.2.5 RESINA SINTÉTICA

La resina sintética deberá ser de una marca aceptada por LA INTERVENTORÍA. Su almacenamiento deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante. Se deberán suministrar dos tipos de resina sintética: una de fraguado rápido de 3 minutos a 5 minutos a 25 °C y otra de fraguado lento de 15 minutos a 30 minutos a 25 °C. Las resinas deberán desarrollar una resistencia mínima de 90 MPa a la compresión confinada cuando están mezcladas y fraguadas completamente, de acuerdo con la especificación AASHTO T22. Adicionalmente, se deberá remitir la información técnica de la resina propuesta, incluyendo como mínimo:

- Marca del material y nombre del proveedor.
- Resistencia a la compresión confinada.
- Tiempos de fraguado vs. Temperatura.
- Viscosidad.
- Requisitos de almacenamiento y manejo.

Las resinas deberán suministrarse en forma de cartucho y deberán tener una envoltura plástica que ofrezca una protección óptima a la humedad y que se pueda romper fácilmente para permitir la mezcla completa durante la instalación. Las resinas deberán contar con propiedades tixotrópicas apropiadas y de viscosidad para permitir una correcta mezcla de los agregados mediante la rotación del perno para prevenir que la resina se escurra fuera del hueco o dentro de las diaclasas después de mezclada. Los cartuchos deberán ser los recomendados por el fabricante. Las resinas deberán alcanzar el 80% de su resistencia final en un tiempo igual a cinco veces el tiempo de gelificación.

16.3.2.6 PLATINAS

Las platinas de asiento deberán cumplir la especificación ASTM A-36 en su última versión. Las platinas deberán tener dimensiones mínimas de 8"x8"x3/4".

16.3.2.7 ARANDELAS

Se deberán usar arandelas planas y biseladas o planas, semiesféricas, las cuales deberán cumplir con la norma ASTM F 436 en su última versión.

16.3.2.8 TUERCAS

Todas las tuercas usadas deberán ser de tipo hexagonal pesado y deberán cumplir con la norma ASTM 563 en su última versión.

16.3.2.9 ACOPLES

Los acoples para varillas de anclaje de 25 mm, deberán tener una longitud de al menos 150 mm, y ser de acero con una resistencia a la fluencia por lo menos de 550 MPa.

16.3.3 EQUIPOS

EL CONTRATISTA debe proporcionar para la perforación equipos de rotación o de avance con percusión y lavado, dependiendo de las características del suelo o macizo a perforar. La capacidad de los equipos debe ser compatible con los pernos de fijación a instalar.

Para la inyección de la lechada, se debe disponer de una bomba con la capacidad necesaria para suministrar la presión de inyección requerida. El equipo debe estar dotado de un manómetro adecuado para el control de la presión aplicada.

16.3.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

EL CONTRATISTA deberá someter a revisión y aprobación de LA INTERVENTORÍA, con 15 días calendario de anticipación al comienzo de los trabajos de instalación de pernos, una memoria técnica detallada donde se describa el procedimiento incluyendo entre otros aspectos, el equipo a utilizar en la instalación de cada tipo de perno de fijación, el personal encargado de la ejecución del trabajo, los diseños de las mezclas de lechada o mortero, incluyendo los materiales por utilizar y los resultados de las resistencias inconfiadas a 7 días y 28 días.

Los detalles de los patrones de instalación de los pernos de fijación se muestran en los planos de construcción. La longitud, la orientación y el espaciamiento entre los pernos de fijación podrán ser variados por LA INTERVENTORÍA en cualquier momento durante el progreso de las obras, o EL CONTRATISTA podrá hacerlo con la previa aprobación de LA INTERVENTORÍA.

Antes de instalar un perno dentro de una perforación, ésta se deberá limpiar con aire y agua a una presión mínima de 350 kPa, a fin de remover las virutas de laminado, óxido suelto, mugre, grasa o cualquier otra sustancia objetable. A su vez, el perno de fijación no deberá tener costras de óxido, mugre, grasa o cualquiera otra sustancia objetable. La rosca del perno deberá estar limpia y sin rebabas, de tal forma que la tuerca enrosque libremente en el mismo; estas roscas deberán cubrirse con un lubricante.

Los pernos de fijación deberán consistir en varillas de acero corrugado de un diámetro de 25.4 mm, sin tensionar. Se deberán utilizar para conexión entre las estructuras de concreto y las superficies de roca naturales o excavadas, tal como se indica en los planos o en cualquier otro sitio indicado por LA INTERVENTORÍA. El extremo libre del perno de fijación, que sobresale de la superficie de roca o concreto, será de la forma y dimensiones mostradas en los planos de construcción o lo indicado por LA INTERVENTORÍA. Las barras que no requieran de perforación para su instalación serán consideradas como acero de refuerzo.

Los huecos para los pernos de fijación deberán ser perforados con equipo de rotación o de percusión, cumpliendo los requisitos de alineamiento y profundidad mostrados en los planos. Las perforaciones deben estar limpias de lodo y escombros y la instalación del perno debe hacerse dentro de las 3 horas siguientes a la terminación de la perforación.

La inyección de la lechada deberá hacerse hasta que se observe una salida continua de lechada por el tubo de ventilación, sin señales visibles de que aún existe agua o aire dentro del hueco. En el caso de pernos, el lapso entre la perforación del hueco y la instalación del perno deberá ser el mínimo y en ningún caso podrá exceder de 3 horas.

Alternativamente, EL CONTRATISTA podrá reemplazar la lechada o mortero para fijación de los pernos de fijación por resinas sintéticas, sin generar sobre costos. En este caso, EL CONTRATISTA deberá someter a aprobación de LA INTERVENTORÍA la resina que se propone emplear, la cual almacenará y manipulará de acuerdo con las recomendaciones de su respectivo fabricante.

Los aditivos que se utilicen deberán proporcionarles a las mezclas las propiedades de bajo contenido de agua, buena fluidez y baja exudación. Su composición química deberá ser tal, que no existan reactivos que puedan tener efectos nocivos en el cemento o en pernos. No podrán utilizarse aditivos que contengan cloruros, sulfitos y nitratos. Todos los aditivos deberán aplicarse según las instrucciones de su respectivo fabricante, previa aceptación de LA INTERVENTORÍA.

En el caso de pernos que se utilicen en sitios donde se requiere el uso de malla de refuerzo, ésta se deberá sujetar a los pernos mediante las tuercas y platina que se deberán colocar con cada perno.

Las tuercas de los pernos se deberán localizar de tal manera que, por lo menos, los primeros cuatro centímetros de la rosca queden libres después de la instalación del perno de fijación y de cualquier malla de acero sostenida por el mismo.

16.4 TRABAJOS QUE NO TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra, y sus costos deberán ser incluidos en los precios de los ítems del presente Capítulo:

- Las varillas de acero para mejorar la adherencia roca – concreto lanzado
- La remoción del concreto lanzado dañado por empujes del terreno que hayan sido causados por procedimientos inadecuados de EL CONTRATISTA en la excavación y soporte, y la reexcavación del terreno
- Preparación de las superficies sobre las cuales se vaya a aplicar concreto lanzado
- Suministro e instalación de calibradores para medir espesores de concreto lanzado y ejecución de perforaciones para verificar espesores.
- Control y manejo del agua de infiltración que se encuentre en las superficies sobre las cuales se vaya a aplicar concreto lanzado.
- El material de rebote, su remoción y disposición.
- Curado del concreto lanzado.
- Retiro y reemplazo de concreto lanzado, dañado o defectuoso que haya sufrido deterioro por causas imputables al CONTRATISTA.
- Retiro y reemplazo de concreto lanzado con resistencias inferiores a 25,9 MPa, o aplicación de espesores adicionales.
- Suministro de muestras, toma de núcleos, aplicación de concreto lanzado en paneles de prueba y ejecución de todo lo necesario para los ensayos, incluyendo el relleno con mortero de las perforaciones para control y extracción de núcleos.
- Concreto lanzado usado por EL CONTRATISTA para su propia conveniencia, incluido el concreto lanzado que EL CONTRATISTA aplique con anterioridad al cumplimiento de todos los requisitos previos establecidos en este capítulo.
- Aditivos acelerantes de fraguado o aditivos de cualquier otro tipo utilizados en el concreto lanzado.
- El concreto lanzado que EL CONTRATISTA aplique en la obra con anterioridad a la ejecución de los ensayos previos a la aplicación de concreto lanzado, instalaciones y equipo que EL CONTRATISTA se proponga emplear durante la ejecución de la obra.

16.5 MEDIDA Y PAGO

16.5.1 MEDIDA

La medida para el pago del concreto lanzado aplicado en excavaciones en corte abierto y superficies naturales será el volumen en m³ del concreto lanzado, aproximado al decímetro de m³, descargado a través de la boquilla de riego. El volumen de concreto lanzado será calculado multiplicando el área teórica en la cual se aplica por el espesor teórico mostrado en los planos.

La medida para el pago por los pernos de fijación será en metros lineales (m), aproximado al entero más cercano, de varilla instalada, recibido a satisfacción de LA INTERVENTORÍA. Esta medida se hará con base en las dimensiones teóricas mostradas en los planos y ordenados por LA INTERVENTORÍA.

16.5.2 PAGO

El precio unitario de concreto lanzado deberá incluir el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo y mano de obra para realizar los trabajos que no tendrán medida ni pago por separado y para realizar todos los trabajos que sean necesarios para completar esta parte de la obra, incluyendo todos los costos en que tenga que incurrir EL CONTRATISTA para hacer cambios y modificaciones de instalaciones, equipos, materiales y mano de obra.

El precio unitario de pernos de anclaje o fijación deberá incluir el suministro de todos los materiales y accesorios necesarios, la perforación de los barrenos o hincamiento de los pernos en caso de terreno donde los huecos colapsen, protección de los pernos que sean instalados por EL CONTRATISTA y aprobados por LA INTERVENTORÍA, y deberá incluir instalaciones, equipos y mano de obra, necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados, que no tendrán medida ni pago por separado.

Los precios unitarios deberán incluir todos los gastos de mano de obra, incluyendo administración, imprevistos, utilidades, materiales y equipos, y en general todos los costos generados por el cumplimiento de lo estipulado en las especificaciones ambientales y en las de seguridad industrial y salud ocupacional y todos los trabajos y costos en que deba incurrir EL CONTRATISTA para la completa y correcta ejecución de los trabajos especificados y que no sean objeto de medida y pago por separado.

16.6 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Tabla 108 Ítems de Pago Concreto Lanzado

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
16	CONCRETO LANZADO	
16.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO LANZADO F'C 28MPA PARA OBRAS VARIAS	M3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
16	CONCRETO LANZADO	
16.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE PERNOS DE ANCLAJE D25.4 EN ACERO. INCLUYE ACCESORIOS	ML

A continuación, en la Tabla 96 se detalla el grupo de obras en las que se aplican los ítems correspondientes a las actividades asociadas con concreto lanzado.

Tabla 109 Ítems de pago concreto lanzado por grupo de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
16	CONCRETO LANZADO	
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III: OBRA PROTECCIÓN DE ORILLA - OBRA PERMANENTE		
16.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO LANZADO F' C 28MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
16.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE PERNOS DE ANCLAJE D25.4 EN ACERO. INCLUYE ACCESORIOS	ML
LT8.2 OBRAS INFRAESTRUCTURA: VÍAS Y ZONAS INDUSTRIALES BOCATOMA GIII		
16.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO LANZADO F' C 28MPA PARA OBRAS VARIAS	M3
16.2	SUMINISTRO E INSTALACION DE PERNOS DE ANCLAJE D25.4 EN ACERO. INCLUYE ACCESORIOS	ML

17 MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

17.1 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE

El presente Capítulo comprende las especificaciones técnicas de los materiales, preparación, colocación, fraguado, curado, juntas y acabados de la mampostería estructural y establece los procedimientos para su medida y pago.

17.2 NORMAS TÉCNICAS

- NSR 10 Reglamento Colombiano de diseño sismo resistente.
- NTC 296 Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos.
- NTC 673 Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto (ASTM C39).
- NTC 922 Ladrillos sílico-calcáreos. (ASTM C73)
- NTC 1925 Mallas soldadas fabricadas con alambre liso de acero para concreto reforzado. (ASTM A185)
- NTC 2240 Agregados usados en morteros de mampostería. (ASTM C144)
- NTC 3329 Especificaciones del mortero para unidades de mampostería. (ASTM C270)
- NTC 3356 Mortero premezclado de larga duración para unidades de mampostería.
- NTC 3495 Resistencia a la compresión de prismas de mampostería. (ASTM E447)
- NTC 3546 Método de ensayo para la evaluación en el laboratorio y en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada. Toma de muestras y ensayo del mortero de pega para mampostería. (ASTM C780)
- NTC 4002 Siderurgia. Alambre liso de acero para refuerzo de concreto. (ASTM A82)
- NTC 4017 Método de ensayo para unidades de mampostería de arcilla cocida. (ASTM C67)
- NTC 4019 Cal hidratada para mampostería. (ASTM C207)
- NTC 4020 Agregados para mortero de inyección para mampostería. (ASTM C404)
- NTC 4024 Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzados, vibrocompactados. (ASTM C140)
- NTC 4026 Unidades bloques y ladrillos de concreto para mampostería estructural. (ASTM C90)
- NTC 4040 Procedimientos de soldadura aplicables al acero para refuerzo de concreto. (ANSI/AWS D1.4)
- NTC 4043 Muestreo y ensayo de concreto fluido (Grouts). (ASTM C1019)
- NTC 4046 Cal viva (CaO) para propósitos estructurales. (ASTM C5)
- NTC 4048 Lechadas (Grouts) para mampostería. (ASTM C476)
- NTC 4050 Cemento para mampostería. (ASTM C91)
- NTC 4076 Unidades de concreto, bloques y ladrillos para mampostería no estructural. (ASTM C129)

- NTC 4205 Unidades de mampostería de arcilla cocida (ladrillos y bloques) (ASTM C34, C56 y C62)
- NTC 4383 Términos y definiciones sobre mampostería de concreto.

17.3 MATERIALES

17.3.1 UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

EL CONTRATISTA deberá suministrar unidades de mampostería, para muros estructurales de mampostería en los sitios indicados en los planos, cumpliendo con los requerimientos de resistencia y dimensiones allí indicados.

Los bloques deberán contar con certificados de calidad que cumplan con las normas enunciadas en el numeral anterior. Antes de la instalación se debe hacer una selección adecuada de los bloques y retirar los que no cumplan con los mínimos exigibles por norma.

Todos los bloques deberán ser de primera calidad, sólidos, de forma y dimensiones regulares, textura compacta, exentos de rajaduras, desportilladuras, hendiduras y otros defectos que afecten su aspecto, resistencia y durabilidad. No se aceptarán bloques rotos, quebrados o agrietados, o de apariencia dudosa.

17.3.2 MORTERO DE PEGA

Todos los bloques deberán pegarse con mortero de cemento tipo M, con proporciones arena/material cementante mezclados en proporciones precisas. Deben cumplir con la norma (ASTM C270) y la norma NTC 2240 (Agregados usados en morteros de mampostería) aplicar en forma de junta perfecta y se debe utilizar el mortero según la siguiente tabla.

Tabla 110 Especificaciones del mortero de pega para mampostería estructural

Mortero tipo	Especificación del mortero por propiedad			Especificación del mortero por proporción				
	Resistencia mínima a la compresión f'_{cp} MPa ⁽²⁾	Flujo en (%) ⁽³⁾	Retención mínima de agua	Cemento Portland	Cal hidratada	Cemento para mampostería ⁽⁶⁾	Arena / Material cementante ⁽⁵⁾	
					-4		Min.	Max.
M	17,5	115 - 125	75%	1	0,25	No aplica	2,3	3
				1	No aplica	1	2,3	2,5

1. Solo para el diseño de mezclas de mortero s en laboratorio, con base en los materiales que van a ser utilizados en obra. El control de morteros en obra se debe realizar de acuerdo con la norma NTC 3546 (ASTM C780).

2. Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días en cubos de 50 mm de lado

3. Ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91)

4. Se puede utilizar cal hidratada en polvo tipo N o S.

5. Para este cálculo no se incluye como cementante la cal

6. El tipo de cemento para mampostería tipo M será el mismo que el tipo de mortero de pega

Fuente: NSR-10 D.3.4

17.3.3 MORTERO DE RELLENO

Los morteros de relleno deben cumplir con la norma NTC 4048 (ASTM C476). Deben tener buena consistencia y fluidez suficiente para penetrar en las celdas de inyección sin segregación. La resistencia a compresión del mortero de relleno debe tener un valor máximo de 1,5 veces $f'm$ y un valor mínimo de 1,25 veces $f'm$, pero en ningún caso debe tener una resistencia inferior a 12,5 MPa.

17.3.4 ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo debe cumplir con los mismos requisitos del capítulo 14 ACERO DE REFUERZO de este documento y debe ajustarse a las normas de producción y uso mencionadas en este numeral. Al momento de la colocación debe estar limpio en la superficie, sin corrosión y figurado de acuerdo con los planos.

17.4 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

17.4.1 DESCRIPCIÓN Y PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

La mampostería deberá ajustarse de acuerdo con lo estipulado en los planos, teniendo en cuenta que todos los muros correspondan exactamente al diseño y espesor indicados.

El muro debe levantarse siguiendo el patrón de colocación de las unidades, con la metodología apropiada al rendimiento de la mano de obra, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones de la NSR-10 ó de la condición de adherencia del mortero con las unidades de mampostería.

Antes de emprender la construcción de los muros, el CONTRATISTA deberá cerciorarse de la localización y naturaleza de las piezas. Deberá evitarse, tener que romper los muros ya construidos para insertar tuberías, anclajes y soportes.

Los bloques deberán cortarse a máquina, los muros se construirán con las juntas verticales de cada hilada en coincidencia con los centros de los bloques de la hilada inmediatamente inferior.

Donde se requiera insertar chazos de madera para asegurar elementos de carpintería, éstos deberán ser de madera bien seca y cubiertos de malla de alambre en las caras que hayan de quedar en contacto con el mortero. Nunca deberán colocarse en las juntas horizontales, sino siempre en las verticales.

Deberá tenerse gran cuidado en el plomo de las aberturas para puertas y ventanas, y en la localización de los chazos para sujetar los marcos. Los marcos deberán anclarse al muro directamente por medio de ganchos o platinas espaciadas a no más de 60 cm.

Los muros de bloque deberán construirse completamente impermeables, no permitirán el paso de agua de un lado a otro. Para esto, el CONTRATISTA deberá emplear bloques con un límite de absorción de agua no mayor del 2% del peso de cada elemento lo cual deberá determinarse según lo estipulado en el procedimiento ASTM C 67. El mortero de pega también deberá ser impermeable para lo cual el CONTRATISTA deberá emplear aditivos, si fuera necesario.

Antes de iniciar los trabajos, el CONTRATISTA deberá consultar en los planos los materiales que prevé usar, y llevar a cabo los ensayos correspondientes.

17.4.1.1 MORTERO DE PEGA

Debe colocarse mortero de pega en todas las juntas entre piezas de mampostería con los siguientes requisitos especiales:

- (a) En las juntas horizontales de las unidades de perforación vertical, debe colocarse mortero de pega sobre las paredes laterales de la unidad y sobre sus tabiques transversales.
- (b) Alternativamente, en las juntas horizontales se permite la colocación del mortero de pega solamente sobre las paredes laterales de la unidad, siempre y cuando la comprobación del valor de fm, se realice sobre muretes que sólo tienen mortero de pega sobre las paredes laterales de la unidad de mampostería y este requisito se indique claramente en los planos.
- (c) En las juntas verticales de las unidades de perforación vertical, en las paredes laterales de la unidad.
- (d) Cuando se utilicen piezas macizas o bloques de perforación horizontal, el mortero de pega debe colocarse en todo el ancho del muro en las juntas verticales y horizontales.
- (e) El avance del mortero de pega debe ser tal que al momento de colocar las unidades no se haya reducido la plasticidad del mortero colocado.
- (f) El espesor máximo de las juntas de pega debe ser de 10 mm con las tolerancias establecidas.

17.4.1.2 VENTANAS DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA

Deben dejarse ventanas de inspección y limpieza en la base de los muros en cada celda que se vaya a inyectar y a distancia no mayor de 1.0 metro en mampostería de cavidad. Cumpliendo los siguientes requisitos:

- (a) Las dimensiones de las ventanas no deben ser menores de 75 mm x 75 mm, ni mayores de 100 mm x 100 mm.
- (b) Cuando se hagan inyecciones parciales en altura no se requiere el uso de ventana de inspección si la porción de muro de inyectar no supera 1.4 metros.
- (c) Se deben retirar las rebabas internas y externas de la junta de pega.

17.4.2 DINTELES

El CONTRATISTA suministrará los dinteles de concreto sobre puertas y ventanas con las dimensiones, refuerzo y resistencia del concreto indicado en planos. su costo estará incluido en el precio unitario de los muros.

17.4.2.1 LAVADO DE MUROS

Los problemas normales en el acabado de estos muros son manchas blancas, negras y residuos de mortero. Para eliminarlos debe llevarse la superficie con soluciones ácidas o alcalinas.

Las soluciones ácidas hay que manejarlas con mucho cuidado ya que pueden afectar la superficie del ladrillo, la cual tiene una fina capa de esmalte que se obtiene del proceso de moldeo, y según la forma de lavado puede destruir y deteriorar el acabado de la superficie.

Para el lavado y desmanchado del ladrillo se aconseja la mezcla de los siguientes productos químicos, en la dosificación que se indica a continuación.

- Ácido clorhídrico (HCL) o ácido muriático en concentraciones del 28 al 30% :1 litro.
- Ácido oxálico: 1/4 de libra (polvo).
- Agua :5 litros.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones en el proceso de lavado:

- Las superficies acristaladas, marcos de ventanas y puertas de madera o metal, deben protegerse para evitar que la solución entre en contacto con ellas, ya que las pueden manchar o corroer; si hay cerca plantas también deben ser protegidas.
- Deben protegerse adecuadamente las ventanas, marcos, puertas, rejas, etc.
- Saturar la superficie con agua
- Hacer la aplicación con brocha de cerda plástica
- Frotar la superficie con tapete o estopa. No debe hacerse con esponja, papel de lija o cepillo de alambre, pues destruye la película de esmalte del ladrillo, deteriora su apariencia estética y aumenta su porosidad.
- Enjuagar la solución ácida aplicada lo más rápido posible; nunca debe dejarse más de una (1) hora.
- En el caso de manchas blancas, más fuertes y de incrustaciones de mortero, se aplica un poco de ácido clorhídrico sin diluir y se enjuaga inmediatamente.
- Si se utiliza cepillo de cerdas de acero para despegar el mortero, debe hacerse con precaución para no deteriorar la superficie del ladrillo.
- Para la adecuada ejecución del trabajo debe designarse personal especializado, porque de ello dependen el éxito y la eficiencia del lavado y acabado final de la superficie.

17.4.2.2 PROTECCIÓN DEL MUROS

Se deberá efectuar la protección final de los muros según se indica a continuación:

- Previamente a la aplicación del protector debe lavarse la superficie y permitir su secado completamente.
- Es importante tener en cuenta que el producto que se use para la protección del muro permita que los poros de la superficie queden abiertos y ésta respire. Debe distinguirse en este sentido de los productos para impermeabilización.
- Su aplicación debe ser uniforme, pues pueden aparecer coloraciones blanquecinas por el exceso.
- Debe aplicarse en capas lo más delgadas posibles (2 ó 3 capas).

- Debe tenerse mucho cuidado en la dilución del producto, pues puede reducir su duración y efecto.
- Se debe adicionar un producto antihongos, para evitar la formación de hongos y su proliferación.

17.4.3 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Los materiales y herramientas necesarios para la construcción del muro de mampostería deben ser como mínimo:

- Unidades de mampostería según lo indicado en planos
- Mortero de pega
- Mortero de relleno
- Acero de refuerzo
- Herramienta menor albañilería

Todas las unidades de mampostería deberán pegarse con mortero de cemento y arena mezclados en proporciones precisas. Se deberá aplicar en forma de junta perfecta y se deberá utilizar el mortero según lo presentado en la Tabla 98.

Los morteros de pega deberán tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además, garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante.

17.5 MUESTRAS Y ENSAYOS

El número de pruebas y su frecuencia deben ser como mínimo los siguientes:

17.5.1 MORTERO DE PEGA

Para el mortero de pega debe realizarse por lo menos un ensayo de resistencia a la compresión (promedio de 3 probetas) por cada doscientos (200) metros cuadrados de muro o por cada día de pega. Igualmente se debe verificar con frecuencias semanales las condiciones de plasticidad y retención de agua de los morteros de pega usados en la obra.

17.5.2 MORTERO DE RELLENO

Para el mortero de relleno se debe realizar al menos un ensayo de resistencia a la compresión (promedio de 3 probetas) por cada diez (10) metros cúbicos de mortero inyectado o por cada día de inyección.

Tabla 111 Resistencia mínima de morteros

Mortero tipo	Edad muestra	Resistencia a compresión
	(días)	
M	28	17,5 MPa
S	28	12,5 MPa
N	28	5,1 MPa

17.5.3 UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

Para las unidades de mampostería se deben realizar los ensayos establecidos de absorción inicial, absorción total, estabilidad dimensional y resistencia a la compresión de por lo menos cinco (5) unidades por cada lote de producción hasta de 5000 unidades o menos, y no menos de una unidad por cada doscientos (200) metros cuadrados de muro construido.

17.5.4 MURETES

La resistencia a la compresión de la mampostería, f_m , debe verificarse mediante el ensayo de al menos tres (3) muretes por cada quinientos (500) metros cuadrados de muro o fracción, realizados con los materiales y procedimientos empleados en obra. Para unidades de perforación vertical debe medirse el efecto del mortero de relleno en la resistencia de la mampostería, mediante ensayos adicionales de muretes inyectados con mortero, en la cantidad y frecuencia apropiadas, a juicio del supervisor técnico, de acuerdo con lo establecido en el Título I, pero en ningún caso en cantidad inferior al 50% del total de especímenes ensayados. Deben tomarse y ensayarse muretes para todos los tipos de unidades utilizadas.

17.5.5 ACERO DE REFUERZO

La calidad del acero de refuerzo se debe comprobar de acuerdo con los requisitos indicados en el capítulo correspondiente al acero de refuerzo.

17.6 CONDICIONES DE RECIBO

La mampostería quedará monolítica, estable frente a esfuerzos horizontales, plana y a plomada. Tendrá una composición uniforme en toda su altura y buen aspecto.

Se debe verificar que los ladrillos sean colocados en hileras perfectamente horizontales y a plomada asentados sobre una capa de mortero de un espesor mínimo de 1 cm.

Las tolerancias constructivas para los muros de mampostería se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 112 Tolerancia constructivas para muros de mampostería

Elemento	Tolerancia
Dimensiones de elementos (Sección o elevación)	-6 mm + 12,5 mm
Junta de mortero	-4 mm + 4 mm
Cavidad o celda de inyección	- 6 mm +/- 9 mm
Variación nivel de junta horizontal máximo	+/- 2 mm/m (1/500) +/- 12,5 mm
Variación de la superficie de apoyo	+/- 2 mm/m (1/500) +/- 12 mm
Variación del plomo del muro	+/- 2 mm/m (1/500) +/- 12 mm
Variación del alineamiento longitudinal	+/- 2 mm/m (1/500)

Elemento	Tolerancia
	+/- 12 mm
Tolerancia de elementos en planta	+/- 2 mm/m (1/500) +/- 20 mm
Tolerancia de elementos en elevación máximo	+/- 6 mm/ piso +/- 20 mm

Certificados y registros

Se deben suministrar ensayos de los diferentes materiales usados para la mampostería estructural. Se deberán suministrar los certificados de calidad de los diferentes materiales utilizados en la obra, indicando su composición química y su comportamiento.

17.7 MEDIDA Y PAGO

17.7.1 MEDIDA

Las obras de mampostería se medirán con base en la documentación gráfica del proyecto, por metro cuadrado (m²). En la medida se descontarán los vanos de puertas, ventanas y rejillas. El pago incluirá el ladrillo, su transporte al sitio, los cortes, los filetes, esquineros, mortero de pega, equipo, andamios, mano de obra, dinteles para puertas y ventanas, lavado y protección de muros y demás costos directos e indirectos necesarios para la construcción del muro.

17.7.2 PAGO

No habrá pago separado por concepto de los costos en que incurra EL CONTRATISTA para ejecutar las labores requeridas para garantizar la seguridad industrial y la salud ocupacional de su personal, el de LA INTERVENTORÍA y de terceros, en el desarrollo de las distintas actividades del Proyecto.

Todos los costos en que incurra EL CONTRATISTA en el desarrollo de esta actividad deberán quedar incluidos en los precios unitarios del contrato.

El pago del acero de refuerzo se llevará a cabo por separado, conforme a los indicado en el numeral 14 ACERO DE REFUERZO.

17.8 ÍTEMS DE PAGO

El listado de ítems de pago se presenta en la Tabla 113.

Tabla 113 Ítems de pago para mampostería

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
17	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	
17.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE MURO EN LADRILLO PORTANTE DE 12X30CM	M2

La Tabla 114 presenta la distribución de ítems de pago en los lotes y frentes del proyecto de modernización.

Tabla 114 Ítems de pago para mampostería por frente de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
17	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
17.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE MURO EN LADRILLO PORTANTE DE 12X30CM	M2

18 ACABADOS ARQUITECTÓNICOS

Este capítulo comprende el suministro de todos los materiales, equipos, mano de obra, y demás elementos requeridos para la ejecución de las operaciones de corte, instalación, montaje, y demás actividades necesarias para ejecutar, de acuerdo con lo indicado en los planos, en estas especificaciones, o lo establecido en la normativa vigente para las siguientes partes de la obra:

- Acabados de piso
- Carpintería metálica
- Impermeabilización de cubierta
- Acabados generados por las demoliciones en casa de máquinas

18.1 PISO EN CONCRETO ENDURECIDO

EL CONTRATISTA suministrará todos los materiales necesarios para instalar todos los tipos de pisos en los sitios indicados en los planos y según las condiciones reales de obra.

18.1.1 ALCANCE

EL CONTRATISTA suministrará el acabado de piso endurecido, en todas aquellas áreas indicadas en los planos y según las condiciones reales de obra.

18.1.2 MANO DE OBRA

Para la actividad de instalación de pisos se requiere una cuadrilla de albañilería AA, conformada por un oficial con conocimiento en interpretación de planos, manejo y dosificación de materiales, uso adecuado de herramientas y equipos, con conocimiento específico en formaletas, estructuras de concreto y cimentaciones, apoyado por un ayudante con conocimiento básico en uso adecuado de herramientas, nivel y plomada, armado de andamios y formaletas, cargue y descargue de materiales.

18.1.3 EQUIPOS

- Instrumento de nivelación.
- Herramienta menor de albañilería.
- Dotación de elementos de protección personal.
- Equipo para transporte vertical y horizontal.

Todo el equipo y herramientas para la instalación, requerirá la aprobación de LA INTERVENTORÍA en cuanto a tipo, diseño, capacidad y condiciones mecánicas.

EL CONTRATISTA suministrará los equipos adecuados requeridos para el acabado del piso en concreto.

18.1.4 MATERIALES

- Agua para hidratación del concreto.
- Cemento.

El material para el piso de concreto deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Se deberán tener copias certificadas de los análisis y pruebas necesarias para demostrar que los materiales o elementos cumplen con las especificaciones.

Se considera suficiente evidencia del cumplimiento de las normas, un informe o certificado de validación de cumplimiento, según los ensayos efectuados por el productor de los materiales o elementos. Los ensayos deberán ser hechos siguiendo para ello la última revisión de la NTC 5147 Resistencia a la abrasión de materiales para pisos.

18.1.5 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y endurece, antes de su total endurecimiento, en el proceso de curado de la superficie, se debe distribuir el agua de forma homogénea y posteriormente, esparcir el cemento sobre toda la superficie, esto garantizará que el acabado del concreto se presente de manera uniforme y disminuirá la porosidad de la superficie.

Se deberá aplicar directamente del recipiente, sin diluir, una capa uniforme del producto con un rendimiento de 4 kg/m² a 6 kg/m², dependiendo de la porosidad del concreto.

Para garantizar una máxima penetración, se deberá restregar el material en la superficie con una escoba de cerdas duras o una máquina limpiadora de pisos por 20 minutos mínimo, hasta que el producto empiece a volverse homogéneo no liso.

Después de realizado este proceso, se deberá lavar el piso con abundante agua y remover el exceso de material con un rastrillo de goma y una aspiradora de agua hasta lograr una superficie rústica.

Los pisos pueden ponerse en uso y puede darse al tráfico después de 8 horas de su limpieza final.

18.1.6 CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD

El piso deberá quedar con los niveles, pendientes y las juntas deberán quedar perfectamente rectas, de acuerdo con las indicaciones de los planos y tener un acabado homogéneo. Una vez terminada la actividad el sitio deberá quedar en perfectas condiciones de aseo.

18.2 CARPINTERÍA METÁLICA

Toda la carpintería metálica deberá estar exenta de imperfecciones y/o defectos de fábrica, deberán ser de fabricación reciente, no haber sido usados, su clasificación y grado deberán ser aprobados por EPM.

Los elementos metálicos se suministrarán provistos de todos los herrajes necesarios, bisagras y dispositivos para abrir y cerrar, elementos de empotramiento anti-pánicos o contra incendio, elementos adicionales de refuerzo y en fin todas las partes y accesorios necesarios para su correcta instalación y funcionamiento posterior.

Todos los elementos se protegerán con película grasa o polietileno contra las posibles salpicaduras de cemento debidas a resanes posteriores a su colocación.

Todos los elementos se entregarán con bisagras de pernos removibles con longitudes entre 138 mm y 100 mm según el caso, manijas de cierre, topes metálicos, persianas de ventilación cuando se indique en los planos, sistemas bota-aguas y demás elementos necesarios.

Previo a la instalación de la carpintería, EL CONTRATISTA deberá suministrar planos de taller de la carpintería, el cual se adaptará al tamaño de los vanos construidos de la edificación y dando cumplimiento a NSR 10 Título K.4 REQUISITOS ESPECIALES PARA VIDRIOS, PRODUCTOS DE VIDRIO Y SISTEMAS VIDRIADOS, para validación y aprobación de EPM.

Las características de los perfiles de la carpintería metálica deberán ser verificados y adecuados por EL CONTRATISTA acorde a sus planos de taller, dando alcance a las condiciones de viento y tamaño de vanos, de conformidad con NSR 10 Título K.4 REQUISITOS ESPECIALES PARA VIDRIOS, PRODUCTOS DE VIDRIO Y SISTEMAS VIDRIADOS, para validación y aprobación de LA INTERVENTORÍA.

18.2.1 ALCANCE

EL CONTRATISTA suministrará e instalará en donde lo requieran los planos y según las condiciones reales de obra, la puerta metálica en lámina pintada o los elementos de carpintería metálica que EPM pudiese requerir dentro del desarrollo del contrato.

18.2.2 MANO DE OBRA

La mano de obra requerida será para la instalación de los elementos de carpintería metálica, teniendo en cuenta que los elementos serán fabricados en un taller y transportados a la obra, por lo tanto el personal requerido hace parte de una cuadrilla HH metálicas, un oficial con conocimiento en el uso adecuado de materiales, herramientas, equipos de soldaduras y compresores, además del conocimiento en perfiles metálicos, ángulos, platinas y tipos de soldadura, pintura anticorrosiva y pulida de materiales, deberá estar acompañado de un ayudante con conocimiento básico de uso de herramientas, pulida de materiales, pintura anticorrosiva, soldadura eléctrica y autógena, cargue y descargue de materiales.

18.2.3 EQUIPOS

- Equipos de soldadura
- Compresor
- Equipos de corte
- Taladro manual
- Arco de sierra
- Herramienta menor de albañilería
- Dotación de elementos de protección personal

Todo el equipo y herramientas para la instalación, requerirá la aprobación de LA INTERVENTORÍA en cuanto a tipo, diseño, capacidad y condiciones mecánicas.

EL CONTRATISTA suministrará los equipos adecuados requeridos para la instalación de la puerta metálica en lámina pintada.

18.2.4 MATERIALES

- Lámina de acero Cold Rolled Calibre 18 o de mayor espesor
- Perfiles
- Herrajes, anclajes, bisagras y accesorios
- Cerradura para puerta exterior
- Pintura de color rojo Bermellón tipo epoxi políester texturizado pintuco o equivalente

18.2.5 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Antes de la fabricación de la carpintería metálica EL CONTRATISTA deberá presentar los planos de taller correspondientes.

Antes de proceder con la fabricación de la puerta, LA INTERVENTORÍA deberá avalar los acabados y elementos que se consideren necesarios para su fabricación.

Además de los marcos, EL CONTRATISTA suministrará e instalará todos los empaques y sellos necesarios para resolver todas las juntas del sistema para obtener las condiciones de funcionamiento esperadas, de acuerdo con el uso y localización para la que están previstas, así no estén indicados en los planos. Para las empaquetaduras y sellos de las juntas se usarán selladores elásticos, flexibles, impermeables, resistentes a la intemperie, no tóxicos ni inflamables.

Todos los elementos metálicos deberán incluir todos los componentes y accesorios necesarios para su correcto empalme y funcionamiento. Las fijaciones, tornillos, topes, seguros, sistemas de empalme, correderas, etc., serán incluidos con las carpinterías.

La puerta contará con cerraduras, las que se entregarán con provisión de tres llaves marcadas. Todas las puertas se entregarán con bisagras de pernos removibles, según el caso, manijas de cierre, topes metálicos, persianas de ventilación, cuando se indique en los planos, sistemas botaguas y demás elementos necesarios.

Cada cerradura se entregará con provisión de tres llaves marcadas en relieve; además el sistema de cerraduras se diseñará y acoplará para ser abierto con una llave maestra de uso general; de esta llave se suministrarán tres unidades.

18.2.6 ENSAYOS

La Puerta metálica en lámina, deberá ser fabricada con todos sus componentes certificados que cumplan lo indicado en la norma NSR 10 o norma perfectamente equivalente, la hoja deberá ser fabricadas en lámina Cold Rolled Calibre 18 o de mayor espesor, por ambas caras y con un relleno interno de refuerzos para accesorios, con marco fabricado en lámina Cold Rolled Calibre 18 o de mayor espesor reforzada; deberán cumplir las normas NSR K 3.2.3.2 - 3.2.3.3 - 3.2.3.4 u otras normas equivalentes.

La Bisagra de Seguridad tipo pistón con Rodamiento en la hoja deberán cumplir las normas NSR K 3.2.3.2 - 3.2.3.3 - 3.2.3.4 u otras normas equivalentes.

Se deberán tener copias certificadas de los análisis y pruebas necesarias para demostrar que los materiales o elementos cumplen con las especificaciones.

Antes de proceder con la instalación EPM tendrá el derecho de cambiar el acabado.

18.2.7 CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD

El material para la puerta metálica en lámina pintada. Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Todos los materiales deberán estar exentos de defectos e imperfecciones, deberán ser de fabricación reciente, de primera calidad y no haber sido usados previamente.

Se considera suficiente evidencia del cumplimiento de las normas, el informe certificado de que sí las cumplen, según los ensayos efectuados por el productor de los materiales o elementos. Los ensayos deberán ser hechos siguiendo para ello la última revisión de las Normas NTC correspondientes.

La puerta deberá venir lista para su instalación, todos los elementos y partes deberán estar exentos de imperfecciones y/o defectos de fábrica, deberán ser de fabricación reciente, no haber sido usados y su clasificación y grado, con el cumplimiento demostrable de la normatividad de seguridad deberán ser aprobados por EPM.

Las dimensiones del vano deberán ser verificadas en obra, EL CONTRATISTA es responsable de la nivelación de la puerta y su correcta instalación.

18.3 IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA

18.3.1 ALCANCE

EL CONTRATISTA suministrará e instalará la impermeabilización para cubiertas y terrazas que se aplicará sobre la placa en la superficie de la losa y donde lo indiquen los planos y las condiciones reales de la obra.

18.3.2 GENERALIDADES

La impermeabilización se realizará mediante el sistema de manto y acabado en gránulos

El manto debe ser elaborado a base de asfaltos modificados con homopolímero y copolímeros de propileno y etileno y contener un refuerzo en fibra de poliéster no tejido de 170 grs/m² isotopo y un contenido de asfalto de 3 Kg/m² más un acabado en gránulos unicolor, rojo, verde o granito natural.

También se incluye la ejecución de las "mediacañas" en manto contra todos los muros, así como la "regata" (ranura) para su fijación y el sello adecuado de ésta. Por ningún motivo se permitirá

pisar, ni almacenar materiales, ni ejecutar actividad alguna sobre el manto de impermeabilización.

18.3.3 MANO DE OBRA

Para la actividad de instalación de la impermeabilización de cubierta se requiere una cuadrilla de albañilería AA, conformada por un oficial con conocimiento en interpretación de planos, manejo y dosificación de materiales, uso adecuado de herramientas y equipos, con conocimiento específico en impermeabilización sobre placa flexible, además, debe estar acompañado por un ayudante con conocimiento básico en uso adecuado de herramientas, nivel y plomada, cargue y descargue de materiales.

18.3.4 EQUIPOS

- Brocha o rodillo
- Andamio
- Herramienta menor de albañilería
- Dotación de elementos de protección personal
- Instrumento de nivelación
- Llana metálica

Todo el equipo y herramientas para la instalación, requerirá la aprobación de LA INTERVENTORÍA en cuanto a tipo, diseño, capacidad y condiciones mecánicas.

EL CONTRATISTA suministrará los equipos adecuados requeridos para la instalación de impermeabilización sobre placa.

18.3.5 MATERIALES

Los materiales para la impermeabilización sobre placa, deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Todos los materiales deberán estar exentos de defectos e imperfecciones, deberán ser de fabricación reciente, de primera calidad y no haber sido usados previamente.

Se considera suficiente evidencia del cumplimiento de las normas, el informe certificado de que sí las cumplen, según los ensayos efectuados por el productor de los materiales o elementos. Los ensayos deberán ser hechos siguiendo para ello la última revisión de las Normas NTC correspondientes.

- Manto
- Fieltro
- Pintura de aluminio
- Mortero de pega

18.3.6 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Antes de la aplicación se deberá limpiar o lavar la superficie, eliminando todos los residuos, luego dejar secar la superficie la cual deberá tener una humedad menor al 4%. El área para impermeabilizar deberá tener una pendiente de 1%.

18.3.6.1 MORTERO DE PENDIENTE

Corresponde al mortero para pendientado de superficies, tales como la cubierta de la caseta o en los sitios donde a juicio de LA INTERVENTORÍA se requiera. Esta debe permitir el rápido drenaje del agua, ya que los empozamientos favorecen la infiltración de ésta por debajo del manto.

El acabado de su superficie debe ser de textura "paleteada" y sin protuberancias.

Para la colocación del manto, el mortero debe tener mínimo una semana de edad, y haber secado adecuadamente.

18.3.6.2 BORDE EN “MEDIA CAÑA”

Contra los muros del área a tratar debe terminarse en un talud redondeado, en "media caña" para permitir que el manto cubra mínimo 20 cm de la superficie vertical y así evitar que el agua penetre por los bordes.

Esta superficie cóncava (redondeada) evita los dobleces a 90 grados, los cuales pueden causar agrietamiento en el manto.

18.3.6.3 TERMINACIÓN DEL MANTO SOBRE LA MEDIACAÑA

Debe garantizarse su adherencia a la superficie vertical de tal manera que sea completamente impermeable.

Esto puede hacerse mediante una pequeña regata en el muro de 2x2 cm o fundiendo suficientemente el manto contra el muro; se debe utilizar el sistema que sea mejor en cuanto a su comportamiento durante la vida útil de la impermeabilización.

18.3.6.4 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

Una vez colocado completamente el manto, se inundará el área hasta un nivel de 2 cm por debajo del borde superior de la media caña, por espacio de 12 horas y se verificará si hay paso de agua a través de la zona tratada.

Para este efecto se taponarán las bocas de los bajantes, con tapones removibles.

18.3.6.5 PROTECCIÓN DEL MANTO IMPERMEABILIZANTE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Una vez colocado el manto, debe impedirse el libre tránsito de personas por la zona impermeabilizada, y la realización de trabajos que puedan deteriorarlo, como la mezcla de mortero, cortes de ladrillo, etc, ya que ellos pueden producir el punzonamiento del manto.

18.3.6.6 JUNTAS DE DILATACIÓN DE LA ESTRUCTURA Y/O DE LOS ACABADOS

Estas juntas deben señalarse para que el manto quede plegado a lo largo de ellas. Si no se tuvieren estos cuidados, la acumulación de deformaciones que ocurre en estos sitios puede causar la falla del manto, bien sea por llevarlo más allá del límite de rotura o por fatiga al cabo de varios ciclos.

En el caso de que el manto vaya a ser recubierto con material cerámico (tableta de gres vitrificada) deberán proveerse las siguientes juntas:

Entre el manto y el mortero para la pega del material cerámico, se colocará una lámina de fieltro para permitir la deformación independientemente de las dos superficies.

En el área tratada con material cerámico se dejarán juntas para evitar con ello que por los cambios de temperatura, éste se desprenda, ya que a diferencia del mortero y el concreto, tales materiales son bastante estables a los cambios térmicos y pueda producirse la rotura del manto.

18.3.6.7 TRAGANTES

Es importante tener en cuenta que el remate del manto o "emboquillado" de la boca del tubo reduce su diámetro y por lo tanto el "soso" del tragante debe tener un diámetro menor en media pulgada mínimo, para evitar la rotura de la impermeabilización por este motivo.

18.3.6.8 PINTURA REFLECTIVA PARA PROTECCIÓN DEL MANTO

En el caso de no utilizarse material cerámico para recubrir el manto, se le aplicará, dentro de las dos semanas siguientes a su colocación, pintura de aluminio con base asfáltica, hasta quedar de color uniforme, para evitar que los rayos ultravioletas deterioren la elasticidad del manto.

18.3.7 CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD

La cubierta deberá quedar con los niveles y pendientes especificadas en los planos y tener un acabado homogéneo. Una vez terminada la actividad el sitio deberá quedar en perfectas condiciones de aseo.

18.3.8 CONDICIONES ESPECIALES DE LA ACTIVIDAD

La impermeabilización sobre losa de concreto no deberá presentar ningún tipo de fisura ni grietas y se deberá garantizar que no se produzcan empozamientos sobre la losa. El procedimiento realizado deberá ser avalado por LA INTERVENTORÍA.

18.4 ACABADOS GENERADOS POR LAS DEMOLICIONES EN OBRAS EXISTENTES

EL CONTRATISTA suministrará e instalará los acabados que pudiesen verse afectados, a causa de los trabajos realizados en las obras existentes. Se incluyen dentro de este alcance, sin limitarse a ellos: acabados de pisos, muros, losas. Si el contratista llega a afectar carpintería metálica y de madera, ventanería, etc si deberá asumir dicho costo y reponerla en igual o mejores condiciones.

EL CONTRATISTA suministrará acabados que tengan similares características a las de los acabados afectados. Previo a su procura e instalación, deberá presentar muestras y someterlos a aprobación de LA INTERVENTORÍA.

18.5 MEDIDA Y PAGO

18.5.1 MEDIDA

18.5.1.1 PISO EN CONCRETO ENDURECIDO

Para las obras del piso de concreto endurecido se medirá por metro cuadrado, la aplicación se realizará durante el proceso inicial de fraguado de la losa de concreto en los sitios de losa que será utilizado.

18.5.1.2 CARPINTERÍA METÁLICA

Las puertas se medirán por unidad conforme a lo indicado en los planos, debidamente instaladas en la obra, en operación y aprobadas por LA INTERVENTORÍA. El precio unitario deberá incluir el costo del suministro e instalación de la puerta, incluyendo todos los materiales, marcos, herrajes, cerraduras, pinturas de acabado, dispositivos y demás elementos necesarios para su correcto funcionamiento.

18.5.1.3 IMPERMEABILIZACIÓN CUBIERTA

La impermeabilización sobre placa se medirá por metro cuadrado e incluirá todos los materiales, mano de obra, equipos y herramientas requeridos para la ejecución, la reparación de imperfecciones, mantenimiento, limpieza y deberá incluir sus respectivos niveles y pendientes.

18.5.1.4 ACABADOS GENERADOS POR LAS DEMOLICIONES EN OBRAS EXISTENTES

La unidad de medida para la restitución de los acabados generados por demoliciones en obras existentes será el metro cuadrado para el caso de muros y pisos. Otros ítems de pago serán pagados por unidad según el tipo de acabado afectado, previo acuerdo con EPM y LA INTERVENTORÍA.

18.5.2 PAGO

18.5.2.1 PISO EN CONCRETO ENDURECIDO

El precio unitario del piso endurecido deberá incluir todos los costos de materiales, mano de obra y equipos a los que pueda haber lugar, de acuerdo con lo indicado en los planos, estas especificaciones y por LA INTERVENTORÍA.

El pago de piso en concreto endurecido se hará por metro cuadrado (m²) a los precios unitarios estipulados en cada ÍTEM del contrato e incluirá, según el caso, materiales, equipo, herramientas, mano de obra, limpieza, curado, demás costos directos y además los indirectos.

18.5.2.2 CARPINTERÍA METÁLICA

El precio unitario de las puertas deberá cubrir todos los costos de los diseños y elaboración de planos de taller, así como el suministro de materiales, mano de obra y equipo necesarios para la fabricación, instalación y pintura de las carpinterías con sus marcos, los elementos de anclaje y soporte, la pintura de acabado, las bisagras, las chapas o cierres, los sobre-marcos, las soldaduras, los tornillos y tuercas, los pernos de expansión y los rellenos con mortero sin

contracción y los demás accesorios requeridos para la fabricación e instalación de la puerta; de acuerdo con lo indicado en los planos, estas especificaciones y por LA INTERVENTORÍA.

18.5.2.3 IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA

El precio de la impermeabilización deberá cubrir todos los costos de materiales, mano de obra y equipos, incluyendo agua, impermeabilizante acrílico, brocha o rodillo, andamio y demás trabajos necesarios para completar esta parte de la obra de acuerdo con lo indicado en los planos, y las especificaciones y por EPM.

El pago de la impermeabilización se hará por metro cuadrado (m²) a los precios unitarios estipulados en cada ÍTEM del contrato e incluirá, según el caso, materiales, equipo, herramientas, mano de obra, prueba de estanqueidad, aditivos, cortes, limpieza, curado, terminaciones medias cañas, demás costos directos y además los indirectos.

18.5.2.4 ACABADOS GENERADOS POR LAS DEMOLICIONES EN OBRAS EXISTENTES

El pago de la actividad se deberá acordar con LA INTERVENTORÍA, en función del tipo de acabado afectado. El costo deberá incluir el retiro del acabado afectado, los materiales necesarios para restablecer el estado original de la obra, mano de obra, disposición de material sobrante, transporte y demás costos requeridos para el desarrollo de la actividad.

El CONTRATISTA presentará muestras de los materiales a usar en los acabados para aprobación de la INTERVENTORÍA y definición del precio unitario de los ítems, conforme a lo indicado en estas especificaciones o por LA INTERVENTORÍA.

18.6 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Tabla 115 Ítems de pago para acabados arquitectónicos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACABADOS ARQUITECTÓNICOS	
18.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ACABADO DE PISO EN CONCRETO	M2
18.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PUERTA METALICA EN ALUMINIO ANODIZADO NATURAL DE 1.20X2.20M	UN
18.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E IMPERMEABILIZACION DE PLACA O LOSA	M2
18.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ACABADOS DE PISOS POR DEMOLICION EN OBRA EXISTENTE	M2
18.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ACABADOS DE MURO POR DEMOLICION EN OBRA EXISTENTE	M2

La Tabla 116 presenta la distribución de los ítems de pago en los diferentes frentes del proyecto.

Tabla 116 Ítems de pago para acabados arquitectónicos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACABADOS ARQUITECTÓNICOS	
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
18.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ACABADO DE PISO EN CONCRETO	M2
18.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PUERTA METALICA EN ALUMINIO ANODIZADO NATURAL DE 1.20X2.20M	UN
18.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E IMPERMEABILIZACION DE PLACA O LOSA	M2
18.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ACABADOS DE PISOS POR DEMOLICION EN OBRA EXISTENTE	M2
18.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ACABADOS DE MURO POR DEMOLICION EN OBRA EXISTENTE	M2

19 REHABILITACIÓN DE OBRAS EXISTENTES

Este capítulo comprende todos los requisitos y condiciones necesarios para la rehabilitación de las patologías en los concretos de las estructuras existentes y aquellas zonas donde a juicio de EPM se requiera efectuar reparaciones. Se incluyen dentro del alcance de las presentes especificaciones las siguientes actividades.

- Remoción de sedimentos.
- Reparación de fisuras.
- Limpieza y preparación de superficies.
- Rehabilitación de desconchaduras en el concreto.
- Rehabilitación o reemplazo de barras de refuerzo que presenten ataques por corrosión.
- Retiro y tratamiento de concretos ante ataques biológicos.
- Tratamiento de cristalización mediante.

Se deberá suministrar todos los materiales o elementos, herramientas, planta, equipo y mano de obra, que sean necesarios para las actividades de rehabilitación enumeradas anteriormente.

En el caso de presentarse otro tipo de reparación no especificada, deberá ser presentada por EL CONTRATISTA para aprobación por parte de LA INTERVENTORÍA y EPM.

19.1 ALCANCE

Se deberán realizar labores de rehabilitación de estructuras conforme a lo indicado en planos o lo definido por EPM según se indica en planos. El detalle de las labores a realizar y los sitios en los cuales es aplicable se presentan en el numeral 19.6 MEDIDA Y PAGO.

19.2 NORMAS

• ACI 201.1R	Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service
• ACI 224.1R	Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures
• ACI 364.1R	Guide for Evaluation of Concrete Structures before Rehabilitation
• ACI 546R-14	Guide to Concrete Repair
• ACI/MCP-2-16	Manual of Concrete Practice Part 2
• ACI/MCP-3-16	Manual of Concrete Practice Part 3
• ACI/MCP-4-16	Manual of Concrete Practice Part 4
• ACI 503R-93	Use of epoxy compounds with concrete
• ASTM C881	Standard Specification for epoxy-resin-base bonding systems for concrete
• ASTM C387	Standard Specification for Packaged, Dry, Combined Materials for Concrete and High
• Strength Mortar	

- ICRI 03731 Guide for selecting application methods for the repair of concrete surfaces
- ICRI 03732 Selecting and specifying concrete surface preparation for sealers, coatings, and polymer overlays
- ICRI 03734 Guide for verifying field performance of epoxy injection of concrete cracks
- Concrete Repair Manual – 4th Edition
- Boletín 1 de RAP del ACI Guía practica de procedimientos de aplicación para reparaciones en concreto - Reparación de grietas estructurales por inyección de resinas epóxicas
- Boletín 2 de RAP del ACI Guía practica de procedimientos de aplicación para reparaciones en concreto - Reparación de grietas inyectando resinas por medio de gravedad

19.3 EQUIPOS

- Hidrolavadoras.
- Compresor y equipo para aire comprimido, incluye boquillas para limpieza de fisuras.
- Equipos de corte.
- Equipos de inyección.
- Taladro manual.
- Pulidoras.
- Cepillo industrial de 60 cm o más, cerdas duras.
- Sierra.
- Dotación de elementos de protección personal.
- Herramientas menores (espátulas, palustres, cepillos con cerdas de acero, etc).

Todo el equipo y herramientas para la realización de las actividades, requerirá la aprobación de LA INTERVENTORÍA en cuanto a tipo, diseño, capacidad y condiciones mecánicas.

EL CONTRATISTA suministrará los equipos adecuados requeridos para las limpiezas con agua o aire a presión.

19.4 MATERIALES

19.4.1 FUNGICIDAS

EL CONTRATISTA deberá suministrar unidades fungicidas de prolongada efectividad para aplicación en muros y losas de hormigón, en los sitios indicados en los planos, o en los definidos durante la vista previa de inspección realizada en conjunto con LA INTERVENTORÍA.

El fungicida no deberá contener compuestos clorados, ni solventes o componentes químicos que puedan afectar las características de resistencia y durabilidad de los concretos a los cuales será aplicado. El objeto de los fungicidas será el de controlar el crecimiento de material biológico, hongos, musgos, líquenes, etc.

EL CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de LA INTERVENTORÍA los productos fungicidas previo a su procura.

Será responsabilidad de EL CONTRATISTA establecer y aplicar mecanismos para la disposición final de los sobrantes y las medidas necesarias en caso de vertido accidental, considerando la toxicidad que este producto pudiese tener para el ambiente. Es responsabilidad de EL CONTRATISTA brindar al operario las medidas necesarias de seguridad industrial para la aplicación del producto.

Se deberán seguir en todos los casos las recomendaciones del fabricante del producto.

19.4.2 SOLUCIONES ÁCIDAS

En caso de requerirse, EL CONTRATISTA deberá suministrar soluciones ácidas para la limpieza de las superficies de concreto en los sitios indicados en los planos, o en los definidos durante la vista previa de inspección realizada en conjunto con LA INTERVENTORÍA.

Las soluciones sólo deberán ser aplicadas en bajas concentraciones y con los aditivos químicos de control como amortiguadores de pH y tensoactivos de enjuague. El producto químico no deberá producir desgaste en la superficie de concreto ni ataque químico al sustrato.

EL CONTRATISTA deberá efectuar muestras previas de la eficacia de los productos antes de su aplicación final y someter el producto a aprobación de LA INTERVENTORÍA.

Los limpiadores deberán ser específicamente para concreto, de manera que se minimicen los efectos nocivos potenciales en las características del material en el cual serán aplicadas. Se deberá efectuar un lavado posterior a su aplicación para retirar por completo el ácido y evitar que este pueda seguir actuando.

Se seguirán en todo caso las recomendaciones del fabricante del producto.

19.4.3 MORTEROS DE REPARACIÓN PARA ZONAS PUNTUALES

EL CONTRATISTA suministrará y colocará morteros de reparación en los sitios indicados en planos o en donde allí se define por la INTERVENTORÍA una vez se realice el recorrido de inspección, previo al desarrollo de los trabajos. Los planos de obra civil definen alternativas de mortero a utilizar. Sin embargo, EL CONTRATISTA podrá plantear alternativas de otros productos y someterlos a aprobación de EPM.

El mortero deberá presentar por lo menos las siguientes características:

Altas resistencias a compresión en periodos cortos de tiempo posterior a su aplicación, considerando el corto tiempo disponible para la realización de los trabajos y las condiciones de operación a las cuales estará expuesto el material. La resistencia a compresión pasadas 24 horas desde su aplicación deberá ser mayor a 25 MPa. La resistencia a la tensión medida a los 7 días será mayor a 5 MPa.

Adicionalmente, el mortero deberá presentar características de baja retracción, adecuadas resistencias químicas, excelente adherencia, resistencia a la abrasión, manejabilidad, resistencia al flujo a altas velocidades, entre otros. Se deberá garantizar la fluidez y estabilidad del mortero

a fin de que ocupe todos los espacios vacíos requeridos para su adecuado comportamiento. En todos los casos se deberán considerar las características requeridas en función de su sitio de aplicación.

El mortero deberá presentar adecuado comportamiento y compatibilidad con el acero de refuerzo, incrustaciones metálicas o cualquier otro elemento con el cual pueda estar en contacto una vez colocado, de tal forma que no se afecten las propiedades físicas y mecánicas tanto del mortero, como del elemento en contacto.

En todos los casos se deberán seguir las recomendaciones de aplicación y manejo del producto establecido por el fabricante.

19.4.4 CONCRETOS FLUIDOS PARA GRANDES SUPERFICIES

EL CONTRATISTA suministrará y colocará concretos fluidos en los sitios indicados en planos o en donde allí se define por la INTERVENTORÍA una vez se realice el recorrido de inspección, previo al desarrollo de los trabajos. Los planos de obra civil definen alternativas para el tipo de producto a utilizar. Sin embargo, EL CONTRATISTA podrá plantear alternativas de otros productos y someterlos a aprobación de EPM.

El mortero deberá presentar por lo menos las siguientes características:

Altas resistencias a compresión en periodos cortos de tiempo posterior a su aplicación, considerando el corto tiempo disponible para la realización de los trabajos y las condiciones de operación a las cuales estará expuesto el material. La resistencia a compresión pasadas 7 días desde su aplicación deberá ser mayor a 35 MPa.

Adicionalmente, el concreto fluido deberá presentar características de baja retracción, adecuadas resistencias químicas, excelente adherencia, resistencia a la abrasión, manejabilidad, resistencia al flujo a altas velocidades, entre otros. Se deberá garantizar la fluidez y estabilidad del concreto fluido a fin de que ocupe todos los espacios vacíos requeridos para su adecuado comportamiento. En todos los casos se deberán considerar las características requeridas en función de su sitio de aplicación.

El concreto fluido deberá presentar adecuado comportamiento y compatibilidad con el acero de refuerzo, incrustaciones metálicas o cualquier otro elemento con el cual pueda estar en contacto una vez colocado, de tal forma que no se afecten las propiedades físicas y mecánicas tanto del mortero, como del elemento en contacto.

En todos los casos se deberán seguir las recomendaciones de aplicación y manejo del producto establecidas por el fabricante.

19.4.5 RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

EL CONTRATISTA suministrará y aplicará recubrimientos anticorrosivos para barras de refuerzo y elementos metálicos embebidos en los sitios indicados en planos o los establecidos por La INTERVENTORÍA una vez realizado el recorrido de inspección en las zonas a ser intervenidas.

Los planos de obra civil establecen alternativas para el tipo de producto a aplicar, sin embargo, EL CONTRATISTA podrá plantear alternativas y someterlas a aprobación de LA

INTERVENTORÍA. En cualquiera de los casos, el recubrimiento anticorrosivo deberá ser compatible con los morteros de reparación y con el medio al cual se encuentra expuesto.

En todos los casos se deberán seguir las recomendaciones de aplicación y manejo del producto establecidas por el fabricante.

19.4.6 RESINAS EPÓXICAS

El CONTRATISTA suministrará y aplicará resinas epóxicas para inyección de fisuras en espesores en los sitios indicados en planos o los establecidos por La INTERVENTORÍA una vez realizado el recorrido de inspección en las zonas a ser intervenidas.

La amplitud mínima de fisuras a inyectar es de 0,3 mm, acorde a lo indicado en ACI 224R-01 (American concrete Institute ACI Committee 224, 1993), como ancho mínimo de fisura admisible.

Los planos de obra civil establecen alternativas para el tipo de producto a aplicar. Sin embargo, EL CONTRATISTA podrá plantear alternativas y someterlas a aprobación de LA INTERVENTORÍA. En cualquiera de los casos, el recubrimiento anticorrosivo deberá ser compatible con los morteros de reparación y con el medio al cual se encuentra expuesto.

Para la definición del producto a utilizar, se deberán seguir las recomendaciones del Boletín 1 de RAP del ACI (American Concrete Institute, 1996) buscando el producto que, mediante los parámetros indicados y comparados se ajusten mejor a la reparación buscada. La Tabla 117 presenta algunas de las disposiciones indicadas por el código referenciado.

Tabla 117 Resinas para inyección – Recomendaciones según Boletín 1 – RAP del ACI

PARÁMETRO		
	Tipo IV*	
Viscosidad,	Pa's	centipoises
Grado 1 (viscosidad baja), máxima	2	2000
Resistencia a la adhesión,	MPa	Psi
mínimo		
2 días, curado en húmedo	7	1000
14 días curado en húmedo	10	1500
Absorción, 24 horas máximo	1	
Temperatura de deflexión por calor	°C	°F
7 días mínimo	50	120
Coeficiente lineal de retracción		
Al curar, máximo	0,005	
Resistencia a la fluencia bajo compresión	MPa	Psi
7 días mínimo	70	10000
Módulo de compresión, mínimo	1400	200000
Resistencia a la tensión, 7 días mínimo	50	7000

PARÁMETRO	
Elongación a la ruptura, mínimo %	1

En todos los casos se deberán seguir las recomendaciones de aplicación y manejo del producto establecidas por el fabricante.

19.4.7 CRISTALIZADOR DE CONCRETOS

EL CONTRATISTA suministrará y aplicará en los sitios indicados en planos o en los establecidos durante el recorrido de inspección, agentes de cristalización en la superficie de los concretos. Los planos de obra civil establecen alternativas para el tipo de producto a aplicar. Sin embargo, EL CONTRATISTA podrá plantear alternativas y someterlas a aprobación de LA INTERVENTORÍA.

El producto a aplicar deberá ser compatible con las condiciones de operación del elemento intervenido, sean estas en superficie o bajo el agua. El producto deberá ser aplicado de forma integral en toda la superficie de la estructura. En los casos donde se tengan concretos de diferentes edades se deberán tomar las medidas necesarias para lograr un acabado homogéneo sin cambios de color.

El precio unitario de la cristalización deberá incluir la mano de obra, andamios, productos y equipos necesarios para la aplicación.

En todos los casos se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.

19.5 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Previo a la realización de las labores de rehabilitación de obras existentes, EL CONTRATISTA deberá realizar un recorrido de inspección junto con LA INTERVENTORÍA, en el cual se definirán los sitios y las patologías a intervenir, efectuando la demarcación necesaria de todos los sitios, así como los procedimientos aplicables.

Para la inspección EL CONTRATISTA deberá contar con el personal calificado con experiencia en detección y tratamiento de patologías en estructuras, el cual deberá estar presente durante todo el recorrido.

Entre las principales actividades y patologías a identificar y definir su aplicabilidad se enumeran las siguientes:

1. Remoción y disposición de sedimentos al interior estructura.
2. Remoción de vegetación, y material orgánico, hongos, algas, líquenes y musgo.
3. Limpieza con chorro de agua y secado adecuado en toda la superficie.
4. Aplicación de fungicidas para evitar el nuevo crecimiento de vegetación.
5. Remoción de hormigón desagregado en toda la superficie de la losa y en los espesores indicados en planos.
6. Verificación de presencia de acero con rastros de procesos de corrosión y remoción del material deteriorado alrededor de la armadura.
7. Reposición de barras de acero con pérdidas de sección mayores a 15%.

8. Armado de parrilla de acero complementaria según se indica en planos.
9. Tratamiento de corrosión en barras afectadas.
10. Verificación de presencia de fisuras y reparación de estas.
11. Verificación de presencia de desconchados, pérdidas localizadas de piezas de concreto, reducción de recubrimientos y reparación de estos.
12. Tratamiento de juntas.
13. Reposición de superficie de concreto en losa y base de muros con concreto fluido. Se deberán prever juntas de movimiento que coincidan con las existentes.
14. Rehabilitación de oquedades por extracción de núcleos.
15. Preparación de la superficie y aplicación de tratamiento por cristalización.

Las definiciones referentes a la extensión en la remoción de sedimentos, material deteriorado y reemplazo de acero por pérdida de sección, armado de parrillas complementarios de refuerzo y reposición de superficies de concreto en losas y muros, corresponderá al especificado en planos o al definido por LA INTERVENTORÍA durante la inspección a realizar en las estructuras donde esto sea aplicable, previo al inicio de los trabajos.

Dentro del desarrollo de los trabajos de rehabilitación EL CONTRATISTA deberá llevar a cabo las siguientes actividades para el adecuado tratamiento y el recibo a conformidad de las patologías tratadas.

19.5.1 PREPARACIÓN Y MEZCLADO DE LOS MATERIALES DE REPARACIÓN

Las proporciones de las mezclas de materiales para las reparaciones estarán sujetas a la aprobación de LA INTERVENTORÍA y deberán estar diseñadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, para que el material de reemplazo sea fuerte y denso y quede bien adherido.

Para concretos de reparación, en el caso de que el CONTRATISTA utilice mezcladoras en el sitio de la obra, éstas no se deberán utilizar a su máxima capacidad; se deberán trabajar entre un 50 y 60% de su capacidad en volumen por cada dosificación, mezclando durante un período de 3 a 4 minutos. Se deberá usar el concreto lo más rápido posible y no utilizar cantidades inferiores a una bolsa. No se deberá adicionar cemento Pórtland ni otros agregados.

19.5.2 COLOCACIÓN DE LOS MATERIALES DE REPARACIÓN Y RECUBRIMIENTO

La colocación del material de reparación deberá realizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y en presencia del representante de LA INTERVENTORÍA. Los materiales de reparación no se colocarán bajo la lluvia excepto cuando así lo apruebe LA INTERVENTORÍA, en cuyo caso el permiso se dará solamente cuando EL CONTRATISTA suministre cubiertas que, en opinión de LA INTERVENTORÍA, sean adecuadas para la protección de las obras durante la colocación y hasta cuando el material de reparación haya fraguado. La temperatura de la superficie debe estar en el nivel recomendado por el fabricante del producto a utilizar.

El material de reparación se deberá preparar lo más cerca posible del lugar de aplicación. Se depositará lo más cerca posible de su posición final y no deberá hacerse fluir por medio de los vibradores. Se deberán evitar demoras de manipulación.

Los métodos y equipos que se utilicen para la colocación de concreto deberán permitir una buena regulación de la cantidad de material que se deposite, para evitar así que este salpique, o que

se produzca segregación cuando caiga con demasiada presión, o que choque o golpee contra las superficies de concreto existentes o el refuerzo.

Cada capa de material deberá consolidarse hasta obtener la mayor densidad posible; deberá quedar exenta de oquedades y cavidades causadas por el agregado grueso y deberá llenar completamente todos los espacios y adherirse completamente a la superficie de concreto existente. No se colocarán nuevas capas de material, mientras que las anteriores no se hayan consolidado completamente según lo especificado, con el fin de evitar daños al concreto recién colocado y la formación de juntas frías.

No deberá utilizarse concreto al que se le haya agregado agua después de salir de la mezcladora o materiales de reparación que no se hayan fabricado en las proporciones descritas por los fabricantes. Todo material que haya endurecido hasta tal punto que no se pueda colocar de acuerdo con lo especificado, será desechado.

19.5.3 ACABADO DE LAS SUPERFICIES REPARADAS

Se deberá nivelar la superficie con la ayuda de una regla después de la vibración, preferiblemente con reglas vibratorias.

Las asperezas, resaltos y otras proyecciones e irregularidades superficiales, deberán removerse o reducirse con esmeriladora en forma tal, que las superficies cumplan los requisitos especificados a continuación.

- Los acabados de las superficies de concreto deberán ser ejecutados por personal especializado en este trabajo, en presencia del representante de LA INTERVENTORÍA.
- A menos que se indique algo diferente, las superficies acabadas deberán ser lisas, sólidas, suaves y estar libres de escamas, depresiones, huecos, manchas y cualquier otro defecto o irregularidad.
- Las irregularidades superficiales se denominan brascas y suaves. Las irregularidades brascas se determinarán por medición directa. Las irregularidades suaves se medirán con una regla patrón de 3,0 m de largo, o su equivalente para superficies curvas, suministrada por LA INTERVENTORÍA. Estas irregularidades se medirán en términos de la desviación de la superficie del concreto respecto del borde de la regla patrón, cuando ésta se mantiene firmemente en contacto con dicha superficie.
- A menos que los planos o LA INTERVENTORÍA indiquen algo diferente, todas las superficies expuestas a la lluvia o al agua, y que en los planos se muestran como horizontales, deberán tener pendientes mínimas de aproximadamente un centímetro por cada metro. Las superficies extensas deberán tener pendientes con el fin de facilitar la escorrentía, según lo determine LA INTERVENTORÍA.

19.5.4 CURADO

Para el curado de los materiales de reparación y recubrimiento, el CONTRATISTA deberá usar los métodos y periodos de curado recomendados por el fabricante.

EL CONTRATISTA deberá impedir que las superficies que quedarán en contacto con el concreto de reparación absorban el agua de amasado de la mezcla, humedeciendo dichas superficies según lo indicado por el fabricante del producto.

En caso de que se utilicen concretos o morteros cementicios, se debe cumplir el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Capítulo C.5), el ACI 308 y la norma técnica colombiana NTC 890.

19.5.5 PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN

Toda la mano de obra, planta y materiales requeridos en la reparación del concreto serán suministrados por el CONTRATISTA, incluidos los aditivos. Se indican a continuación los procedimientos a realizar para la intervención de las principales patologías que se podrían encontrar en las estructuras, donde a juicio de EPM se deben realizar reparaciones.

19.5.5.1 EFLORESCENCIAS

Se deberá efectuar un lavado a presión de todas las superficies definidas durante el recorrido de inspección realizado con LA INTERVENTORÍA, para retirar las eflorescencias observadas en cada estructura. Posteriormente se deberá secar completamente para evitar que la humedad vuelva a formar la eflorescencia.

Para los casos en los cuales la eflorescencia se encuentra en la fase de haber formado carbonato de calcio, donde se convierte en insoluble y es más difícil de eliminar. Se deberán usar soluciones ácidas suaves (verificando que no se manche la superficie). También se podrá usar un cepillo de tipo industrial, de tamaño mayor o igual a 60 cm y cerdas duras para ayudar a remover estas sales ya solidificadas. Posteriormente se deberá enjuagar bien la superficie para eliminar cualquier residuo de ácido o la solución usada para la eliminación de la eflorescencia. A solicitud de LA INTERVENTORÍA se podrá requerir el uso de pulidoras o equipos mecánicos para obtener mejores rendimientos, sin que esto se vea reflejado en sobrecostos en el precio unitario.

19.5.5.2 DESCONCHADOS

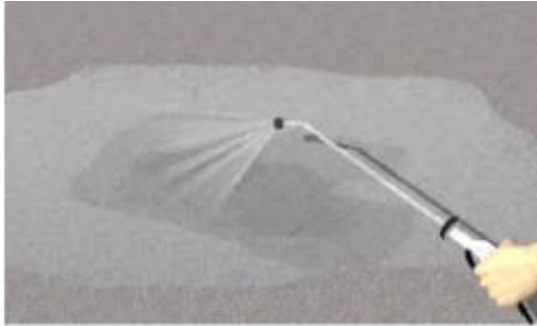
Se atenderán desconchados con diámetro mínimo de 50 mm. Se procederá a una demarcación de la zona a reparar. La zona demarcada se deberá extender entre 1 y 2 pulgadas más allá del área deteriorada o hasta encontrar concreto sano. Los límites de las áreas demarcadas deberán ser cuadrados o rectangulares. Evitando irregularidades que puedan causar el desarrollo de grietas en el material de reparación.

Se deberá efectuar un corte con sierra alrededor del perímetro del área a reparar a fin de retirar el material deteriorado y obtener una pared vertical en los bordes de la reparación y obtener el espesor suficiente que dé al parche de material de reparación la profundidad recomendada por el fabricante. Se deberá garantizar que la extracción de material llegue hasta concreto estructuralmente sano, dejando agregado expuesto y un perfil de rugosidad mínimo tipo CSP 6 según ICRI 03732.

En aquellos desconchados causados por la presencia de elementos metálicos dejados durante la etapa de construcción y que no hacen parte de la sección resistente de concreto, se deberán retirar los elementos metálicos corroídos a ras del concreto, garantizando que se retire cualquier elemento que pueda presentar un proceso de corrosión.

Posterior a una limpieza de polvo mediante aire comprimido, y siguiendo las recomendaciones del fabricante, se usará un mortero de reparación estructural, siguiendo las recomendaciones de

mezclado, aplicación de puentes de adherencia, colocación y curado del fabricante finalmente seleccionado. Véase Fotografía 1.



Limpieza mediante aire comprimido



Sellado de desconchaduras mediante aplicación de mortero estructural según se indica en planos

Fotografía 1 Tratamiento para desconchados

19.5.5.3 CORROSIÓN

Se deberán demarcar las áreas a reparar, extendiendo el perímetro al menos 1 a 2 pulgadas más allá de las áreas deterioradas o hasta encontrar concreto firme y sano. Los límites de las áreas a reparar deberán ser de forma cuadrada a rectangular, evitando formas irregulares que puedan causar el desarrollo de grietas en el material de reparación.

Se deberá retirar el concreto descascarado o deteriorado efectuando un corte con sierra alrededor del perímetro demarcado y hasta dejar expuesto el acero que presenta procesos de corrosión. Se deberá realizar una limpieza puntual del acero mediante cepillo, con el fin de remover toda mancha de óxido y repasar con aire. Véase Fotografía 2.



Fotografía 2 Tratamiento ante ataque por corrosión - Limpieza

Una vez realizada la limpieza con cepillo de acero, se deberá evaluar el grado de corrosión que éste presenta. Si el acero se encuentra estructuralmente sano, se aplicará recubrimiento anticorrosivo, según se indique en planos, a fin de detener el proceso. En caso de que el grado

de corrosión haya generado reducción de la capacidad estructural, se deberá reemplazar de acuerdo con las indicaciones de LA INTERVENTORÍA. En las zonas donde haya acero expuesto se deberá evaluar si al momento de la fundida inicial de concreto quedó mal ubicado y de ser posible se reubicará de forma que se tenga un recubrimiento adecuado posterior a la reparación. Véase Fotografía 3.



Fotografía 3 Tratamiento ante ataque por corrosión – recubrimiento anticorrosivo

Una vez realizados los tratamientos antes descritos, y la debida preparación de la superficie, se usará un mortero de reparación estructural según se indique en planos, siguiendo las recomendaciones de mezclado, aplicación de puentes de adherencia, colocación y curado del fabricante finalmente seleccionado.

19.5.5.4 ATAQUE BIOLÓGICO

Se deberá remover la vegetación y material resultante de ataques biológicos encontrados, en especial en la zona inferior del muro, a fin de evitar daños o transformaciones en el concreto que puedan perjudicar el desempeño de la estructura. La limpieza se realizará mediante chorro de agua a presión a fin de garantizar la correcta remoción de estos elementos. El procedimiento recomendado es de prioridad alta para las zonas con capa vegetal.

Se deberá remover y reemplazar el concreto meteorizado o aquel que pueda presentar procesos de deterioro, llegando en todos los casos hasta material sano. Una vez realizados los tratamientos antes descritos, y la debida preparación de la superficie, se usará un mortero de reparación estructural según se indique en planos, siguiendo las recomendaciones de mezclado, aplicación de puentes de adherencia, colocación y curado del fabricante finalmente seleccionado.

A solicitud de EPM se deberán aplicar productos fungicidas en las zonas donde así se requiera para controlar el crecimiento de vegetación que pueda comprometer la integridad del concreto.

19.5.5.5 REPARACIÓN DE FISURAS INACTIVAS MEDIANTE INYECCIÓN

La amplitud mínima de fisuras a inyectar es de 0,3 mm, acorde a lo indicado en ACI 224R-01 (American concrete Institute ACI Committee 224, 1993), como ancho mínimo de fisura admisible.

Se deberá efectuar la limpieza de las fisuras a tratar mediante agua a presión con el fin de retirar el polvo y mugre existente. Limpiar la superficie cercana a la fisura en un ancho de al menos 15 mm de cada lado de la fisura con el fin de asegurar que los materiales de sellado final se adhieran de forma adecuada al concreto. Para esta operación se podrán usar cepillos de alambre. Se

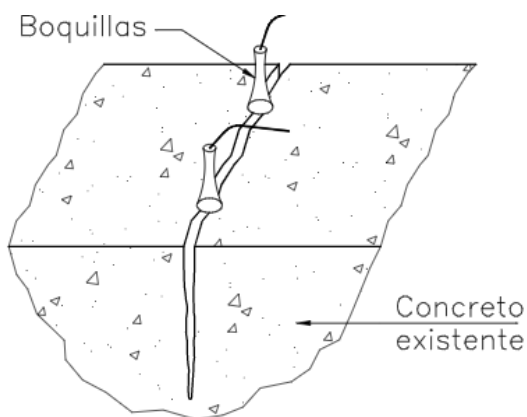
deberá evitar que pueda ingresar polvo en la fisura durante este proceso. Como alternativa podrán implementarse sistemas de agua a alta presión, aire comprimido sin aceite, o aspiradoras eléctricas. En caso de usarse agua para limpiar la grieta, se deberá soplar aire caliente o comprimido, sin aceite, para acelerar el secado o en su defecto, dar el tiempo suficiente para lograr un adecuado secado antes de inyectar las resinas epóxicas. Véase Fotografía 4.



Fotografía 4 Tratamiento para fisuras – Limpieza

En aquellos casos en los cuales las superficies de concreto adyacentes a la fisura se encuentren deterioradas, se deberá efectuar una ranura en “V” hasta encontrar concreto sano. Las ranuras en “V” podrán ser usadas también cuando las altas presiones de inyección requieren de un sellado más resistente.

Una vez efectuada la limpieza y preparación de la superficie se deberán instalar los puertos de entrada según el sistema de inyección seleccionado. El espaciamiento entre puertos corresponderá al recomendado por el fabricante en función del ancho de grieta, espesor del elemento de concreto y el sistema de inyección seleccionado. Véase Fotografía 5.

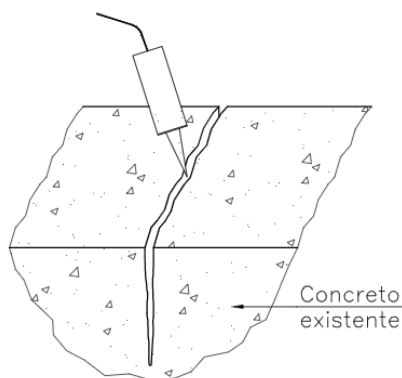


Fotografía 5 Tratamiento para fisuras – Puertos de entrada

Se deberán seleccionar e instalar los sellos externos en función de la consistencia, tolerancia a humedad, tiempo de trabajabilidad de la mezcla epóxica y rigidez; garantizando que dichos sellos sean capaces de contener la resina epóxica inyectada a presión. En caso de observar

agrietamientos en el sello externo se deberá efectuar la reparación o reemplazo de los sellos a solicitud de LA INTERVENTORÍA.

Se deberá efectuar la inyección de la resina epóxica siguiendo las recomendaciones y procedimientos establecidos por el fabricante, asegurándose antes de efectuar la inyección que el sello externo y el adhesivo del adaptador del puerto de entrada hayan curado adecuadamente. Se deberá efectuar la inyección hasta que ésta rebose. Véase Fotografía 6.



Fotografía 6 Tratamiento para fisuras – Inyección

Si un puerto adyacente empieza a rebosar, tapar el puerto que se está inyectando y continuar la inyección en el puerto más lejano del que está brotando resina. Cuando la inyección de un puerto se complete, se deberá tapar inmediatamente. Al finalizar el proceso de inyección, se deberán retirar los puertos y el sello externo por calentamiento, cincelado o esmerilado. La apariencia final de la superficie deberá ser aprobada por LA INTERVENTORÍA.

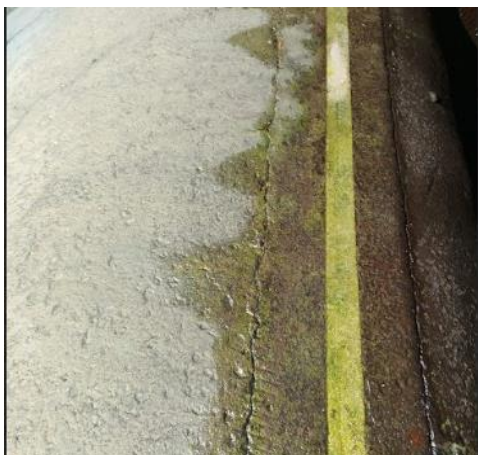
19.5.5.6 TRATAMIENTO DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EXISTENTES

En caso de encontrarse juntas de movimiento en losas y muros existentes, se deberán efectuar los procedimientos indicados a continuación:

- Efectuar lavado a presión en toda la longitud de la junta con hidrolavadora a 1500 psi de presión, asegurándose de retirar al 100% todo el material orgánico, suciedad, partículas sueltas o pasta de cemento débil, hasta llegar a concreto estructuralmente sano.
- Una vez se llegue a una superficie de concreto estructuralmente sana, se deberá efectuar corte con sierra que permita obtener un ancho de 28 mm y una profundidad de hasta 58 mm, en el eje de la junta para alojar el sello.
- Posteriormente se deberá instalar una cinta de relleno o soporte según se indique en planos.
- Se deberán recuperar pérdidas de concreto, desportillamientos o material erosionado a fin de restituir los bordes de concreto de la junta y evitar ingresos de material biológico o inadecuada adherencia del sellador. Las reparaciones se deberán efectuar con un mortero de reparación estructural según se indique en planos.
- Aplicar sellador elástico en la junta según recomendaciones del fabricante.

19.5.5.7 TRATAMIENTO DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EXISTENTES

Se deberán realizar tratamientos de juntas de construcción entre concretos de primera y segunda etapa para las incrustaciones de los equipos hidromecánicos en las cuales se haya presencia de aberturas o inadecuado contacto entre los dos concretos, desportillamientos o pérdidas de material. La Fotografía 7 ilustra el estado de este tipo de patología.



Fotografía 7 Juntas de construcción – patología típica (Descarga Guadalupe IV)

Se deberá efectuar un corte con sierra en la línea de contacto entre los dos concretos, a fin de retirar el material deteriorado y obtener una pared vertical en los bordes de la reparación y obtener el espesor suficiente que dé al parche de material de reparación la profundidad recomendada por el fabricante. Se deberá garantizar que la extracción de material llegue hasta concreto estructuralmente sano, dejando agregado expuesto y un perfil de rugosidad mínimo tipo CSP 6 según ICRI 03732.

Posterior a una limpieza de polvo mediante aire comprimido, y siguiendo las recomendaciones del fabricante, se usará un mortero de reparación estructural según se indique en planos, siguiendo las recomendaciones de mezclado, aplicación de puentes de adherencia, colocación y curado del fabricante finalmente seleccionado.

19.5.5.8 PRUEBAS Y ENSAYOS

Se deberán efectuar las pruebas establecidas por LA INTERVENTORÍA para asegurar la calidad de la inyección y de los morteros de reparación, mediante núcleos o pruebas no destructivas en los sitios donde así se requiera, efectuando las reparaciones respectivas posteriores.

19.5.5.8.1 MORTEROS DE REPARACIÓN

Para reparaciones estructurales, los morteros deben cumplir requisitos estrictos en términos de resistencia mecánica, adherencia y durabilidad, ya que su función es restaurar la capacidad portante de la estructura. A continuación, se detallan los ensayos más relevantes según normas aplicables.

Tabla 118 Ensayos para mortero de reparación

Tipo de ensayo	Nombre	Norma:
1. Ensayos Mecánicos Estos ensayos garantizan que el mortero de reparación pueda soportar cargas y esfuerzos estructurales.	a) Resistencia a la Compresión	UNE-EN 12190 / ASTM C109
	b) Resistencia a la Flexión	UNE-EN 13892-2 / ASTM C348
	c) Adherencia al Sustrato (Clave en reparaciones estructurales)	Norma: UNE-EN 1542 / ASTM C1583
	d) Módulo de Elasticidad (Compatibilidad con el hormigón existente)	UNE-EN 13412
2. Ensayos de Durabilidad Evalúan la resistencia del mortero a factores ambientales y condiciones severas.	Absorción Capilar y Permeabilidad al Agua (Control de ingreso de agua y corrosión)	UNE-EN 13057
3. Ensayos Complementarios (Opcionales según el proyecto) Si el mortero estará sometido a condiciones específicas, pueden requerirse:	Retracción por Secado	(UNE-EN 12617-4) → Para evaluar fisuración.
	Resistencia al Impacto	(UNE-EN 13813) → En estructuras sometidas a golpes o vibraciones.

Estos ensayos garantizan que el mortero de reparación estructural sea compatible con la estructura existente, tenga buena resistencia mecánica, alta durabilidad y proporcione protección a las armaduras.

19.5.5.8.2 INYECCIONES

Para evaluar la calidad y desempeño de inyecciones de resinas en fisuras, se deben realizar ensayos mecánicos, de adherencia, durabilidad y compatibilidad con el hormigón existente. La selección de ensayos depende del tipo de resina utilizada (epoxi, poliuretano, acrilato o metacrilato) y del propósito de la inyección (sellado, refuerzo estructural o impermeabilización).

A continuación, se detallan los ensayos más relevantes según normativas aplicables (UNE-EN 1504-5, ASTM, ACI 503).

Tabla 119 Ensayos para inyección de resina en fisura

Tipo de ensayo	Nombre	Norma:
1. Ensayos Mecánicos Garantizan que la resina inyectada restaure la capacidad estructural de la fisura.	a) Resistencia a la Compresión	UNE-EN 12190 / ASTM D695
	b) Resistencia a la Tracción	UNE-EN ISO 527-1 / ASTM D638
	c) Módulo de Elasticidad	ASTM D790 / UNE-EN ISO 178
2. Ensayos de Adherencia y Compatibilidad con el Sustrato	a) Resistencia a la Adherencia	UNE-EN 1542 / ASTM C1583

Tipo de ensayo	Nombre	Norma:
Evaluación de la capacidad de la resina para unir los labios de la fisura.	(Tracción Directa o Pull-Off)	
	Resistencia al Cizallamiento (Clave en estructuras sometidas a cargas laterales)	ASTM C882
	Penetración en Fisuras Finas (Evaluación de la fluidez de la resina)	UNE-EN 1771 / ASTM C881
3. Ensayos de Durabilidad	b) Resistencia Química (Sulfatos, Ácidos y Cloruros) (Clave en ambientes agresivos)	ASTM C267
Verifican el comportamiento de la resina frente a factores ambientales.	c) Permeabilidad al Agua y Absorción Capilar (Importante para resinas de sellado)	UNE-EN 13057
4. Ensayos Específicos según Aplicación	Compatibilidad con el hormigón húmedo → Para evaluar inyecciones en estructuras con humedad residual.	(ASTM C881)

Estos ensayos garantizan que la inyección de resina en fisuras sea estructuralmente efectiva, duradera y compatible con el hormigón existente.

19.6 MEDIDA Y PAGO

19.6.1 MEDIDA

Las cantidades estimadas se deberán validar por parte de EPM y pueden variar una vez se realicen las actividades de limpieza y preparación de la superficie.

El tratamiento para ataque por corrosión se refiere al retiro de material meteorizado, limpieza del acero de refuerzo, aplicación de recubrimientos anticorrosivos y colocación de morteros de reparación en la superficie. En el caso en el cual se deba efectuar reemplazo de barras de refuerzo debido a pérdida de sección, el costo del acero será incluido en el capítulo de acero de refuerzo.

19.6.2 PAGO

En los precios cotizados se deberán incluir el suministro de todos los materiales, mano de obra, instalaciones y equipos, preparación de superficies, producción de agregados, dosificación, mezclas, transporte, aplicación y consolidación, y en general todas las actividades necesarias para realizar la rehabilitación de las estructuras, conforme a lo indicado en planos o donde a juicio de EPM se requiera de efectuar tratamiento de patologías presentes en las estructuras existentes.

Los precios unitarios de la Lista de Cantidades y Precios, consistirá en la rehabilitación y reparación de estructuras de concreto, incluyendo las actividades relacionadas con el suministro

de todos los materiales, instalaciones, equipos, transporte, ensayos de integridad que garanticen la adecuada aplicación de los procedimientos a solicitud de EPM y colocación de materiales de reparación, así como la mano de obra, necesarios para completar esta parte de la obra y todos los trabajos relacionados con la misma, que no tendrán medida ni pago por separado.

19.7 ÍTEMS DE PAGO

El listado de ítems de pago se presenta en la Tabla 120 a continuación.

Tabla 120 Ítems de pago de rehabilitación

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
19	REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS	
19.1	CARGUE, RETIRO, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE MATERIAL SEDIMENTADO EN EMBALSES	M3
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLOGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.10	REHABILITACION DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML

La Tabla 121 presenta la distribución de los ítems de pago en los diferentes frentes del proyecto.

Tabla 121 Ítems de pago de rehabilitación por frente de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
19	REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE		
19.1	CARGUE, RETIRO, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE MATERIAL SEDIMENTADO EN EMBALSES	M3
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
19	REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS	
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLOGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.10	REHABILITACION DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII		
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLOGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.10	REHABILITACION DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
19.1	CARGUE, RETIRO, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE MATERIAL SEDIMENTADO EN EMBALSES	M3
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
19	REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS	
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLOGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.10	REHABILITACION DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT3.4 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE I		
19.1	CARGUE, RETIRO, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE MATERIAL SEDIMENTADO EN EMBALSES	M3
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLOGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.10	REHABILITACION DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT3.5 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE II		
19.1	CARGUE, RETIRO, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE MATERIAL SEDIMENTADO EN EMBALSES	M3
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
19	REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS	
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLOGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.10	REHABILITACION DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT3.6 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE III		
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLOGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT3.7 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV		
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLOGICO	M2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
19	REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS	
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLÓGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT9.1 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS TRONERAS		
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLÓGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLÓGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.10	REHABILITACION DE JUNTAS DE MOVIMIENTO EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT9.2 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GIII		
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLÓGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
19	REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS	
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLÓGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML
LT9.3 OBRAS DE DESCARGAS DE TURBINAS GIV		
19.2	SERVICIO DE LAVADO DE CUALQUIER TIPO DE SUPERFICIE CON HIDROLAVADORA. INCLUYE TRABAJOS A CUALQUIER ALTURA.	M2
19.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y APLICACION DE RESINA EPOXICA PARA INYECCION DE FISURAS TIPO SIKADUR INJECTION RESIN O EQUIVALENTE.	C3
19.4	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA EFLORESCENCIAS	M2
19.5	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE BIOLÓGICO	M2
19.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACION DE MORTERO MONOCOMPONENTE DE ALTA RESISTENCIA PARA REPARACIONES HORIZONTALES, VERTICALES O SOBRE CABEZA, DE ALTO ESPESOR	LT
19.7	SERVICIO DE REEMPLAZO DE CONCRETO METEORIZADO POR ATAQUE BIOLÓGICO	LT
19.8	SERVICIO DE TRATAMIENTO PARA ATAQUE POR CORROSION	M2
19.9	TRATAMIENTO DE CONCRETOS POR CRISTALIZACION CON IMPERMEABILIZANTE	M2
19.11	REHABILITACION DE JUNTAS DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA EXISTENTE	ML

20 ELEMENTOS METÁLICOS MISCELÁNEOS Y EMBEBIDOS

Este capítulo comprende todos los requisitos y condiciones necesarios para el suministro, fabricación, transporte e instalación de elementos misceláneos, tales como:

- Fabricación y montaje de estructuras con vigas y columnas metálicas según se indica en planos.
- Fabricación y suministro de estructuras metálicas asociadas a equipos mecánicos e hidromecánicos.
- Escaleras verticales con su línea de vida vertical y protecciones.
- Escaleras metálicas convencionales.
- Líneas de vida y anclajes para elementos de seguridad industrial.
- Rejillas para plataformas, canaletas, cunetas, desagües y huecos.
- Barandas.
- Plataformas o tapas metálicas misceláneas removibles.
- Falsas guías para almacenamiento de stoplogs y viga de alce.
- Elementos metálicos empotrados en concreto (incluye elementos asociados a equipos mecánicos e hidromecánicos).
- Elementos metálicos misceláneos no embebidos.
- Cerramientos en malla eslabonada.
- Tornillería.
- Soldaduras.

20.1 ALCANCE

EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los materiales o elementos, herramientas, planta, equipo y mano de obra, necesarios para la fabricación, pruebas de taller, pintura o galvanización, transporte y deberá hacer todo lo necesario para instalar en el sitio de la obra los elementos metálicos y misceláneos como se muestra en los planos.

Antes de comenzar la fabricación, se deberán tomar todas las medidas necesarias en el sitio y verificar su localización final en las obras para asegurar su correcta instalación. Si se presentan irregularidades en las medidas o en la obra, EL CONTRATISTA deberá presentar los ajustes del caso para la autorización de LA INTERVENTORÍA.

Para la fabricación y suministro de las estructuras metálicas que hacen parte de los diseños desarrollados por el Contratista de Equipos Hidromecánicos, EL CONTRATISTA deberá apropiarse dichos diseños, evaluarlos y someterlos a la aprobación de la interventoría y de EPM previo a la fabricación de estos. Para ello, EL CONTRATISTA deberá tener una estrecha relación con el Contratista de Equipos Hidromecánicos para garantizar la correcta instalación y operación de los equipos con los que interactúan dichas estructuras metálicas.

EL CONTRATISTA deberá contar con un inspector de soldadura, quién se encargará de inspeccionar mediante Ensayos No Destructivos (END) las soldaduras realizadas en campo. Así

mismo, el inspector deberá realizar pruebas de calidad a la aplicación de recubrimientos anticorrosivos y esquemas de pintura para validar la calidad de estos mediante medición de perfiles de anclaje, pruebas de adherencia, medición de espesores, entre otros.

20.2 NORMAS

Los materiales a emplear cumplirán con la última revisión de las normas indicadas en el numeral 1.3.1 CÓDIGOS Y NORMAS DE APLICACIÓN y de las indicadas en los planos. En aquellos casos en los cuales no se especifiquen, los materiales deberán cumplir con la norma pertinente y más reciente de la ASTM. Se podrán presentar alternativas de materiales siempre y cuando cumplan con los requisitos de diseño de cargas y ambientales.

La fabricación y el montaje de los diversos elementos metálicos deberán efectuarse de acuerdo con los requisitos de la última edición de American Institute of Steel Construction (AISC), Specification for Structural Steel Buildings, AISC 360, el Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

- ASTM A6 Specification for General Requirements for Delivery of Rolled Steel, Plates, Sheet Piling and Bars for Structural Use
- ASTM A36 Specification for Structural Steel
- ASTM A53 Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped. Zinc-Coated, Welded and Seamless.
- ASTM A312 Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes.
- ASTM A90 Weight of Coating on Zinc-Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles
- ASTM A123 Specification for Zinc (Hot Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Steel, Shapes, Plates, Bars and Strip
- ASTM A143 Practice for safeguarding Against Embrittlement of Hot Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement
- ASTM A153 Specification for Zinc Coating (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware
- ASTM A239 Test Method for Location the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Article by the Preece Test (Copper Sulfate Dip)
- ASTM A242 Standard specification for High-Strength Low-Alloy structural steel
- ASTM A283 Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates of Structural Quality
- ASTM A325 Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength
- ASTM A370 Standard Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
- ASTM A384 Recommended Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion During the Hot Dip Galvanizing of Steel Structures
- ASTM A385 Standard Practice for Providing High Quality Zinc Coating (Hot-Dip)
- ASTM A394 Standard Specification for Steel Transmission Tower Bolts, Zinc Coated and Bare
- ASTM A563 Standard Specification for Carbons and Alloy Steel Nuts
- ASTM B6 Standard Specification for Zinc (Slab Zinc)
- ASTM F436 Standard Specification for Hardened Steel Washers Inch and Metric Dimensions

- ASTM A572 Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Steels of Structural Quality
- ASTM F1554 Standard Specification for Anchor Bolts, Steel, 36, 55, and 105-ksi Yield Strength

20.3 MATERIALES

Los materiales para los elementos metálicos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Todos los elementos deberán estar exentos de defectos e imperfecciones, deberán ser de fabricación reciente, de primera calidad, no haber sido usados y su clasificación y grado deberán ser de acuerdo con lo indicado en planos.

Se deberán tener copias certificadas de los análisis y pruebas necesarias para demostrar que los materiales o elementos cumplen con las especificaciones.

El informe certificado de los ensayos de aceria realizados por el productor de los materiales o elementos, que demuestre cumplimiento de las normas, se considerará prueba suficiente de dicho cumplimiento. Los ensayos deberán ser hechos siguiendo las Normas ASTM correspondientes. EL CONTRATISTA deberá entregar todos los certificados de calidad de los materiales utilizados para la fabricación de los elementos metálicos.

No se aceptan elementos con soldadura excepto cuando sea especificada, o indicada en planos o aprobada por el diseñador.

A menos que se indique lo contrario todos los materiales y sus pruebas deberán cumplir con los requisitos aplicables de la última edición de la "American Society for Testing and Materials" como se indica a continuación:

20.3.1 ACERO ESTRUCTURAL CLASIFICACIÓN A36

El acero estructural deberá emplearse en la construcción de todos los perfiles, chapas, platinas embebidas y platinas para entramados metálicos y en general en todos aquellos elementos que así se señalen en los planos. Las propiedades mecánicas de este acero se indica a continuación:

- Resistencia última a la Tracción: 400-550 MPa.
- Límite elástico: 250 MPa.

20.3.2 ACERO ESTRUCTURAL CLASIFICACIÓN A572 GR 50

El acero estructural deberá emplearse en la construcción de todos los perfiles, chapas, platinas embebidas y platinas para entramados metálicos y en general en todos aquellos elementos que así se señalen en los planos.

- Resistencia última a la Tracción: 517 MPa.
- Límite elástico: 414 MPa.

20.3.3 PERFILES DE LÁMINA DELGADA CLASIFICACIÓN A1008 Y A1011 GR-50

El acero estructural deberá emplearse en la construcción de todos los perfiles para correas de techo.

20.3.4 BARRAS DE ACERO PARA ANCLAJES

Pernos de anclaje fabricados a base de barras de acero con bajo contenido de carbono, como barras ASTM F1554 Grado 36, 55 y 105, SAE 1020 o SAE 1045, según se indique en los planos.

Las características de la rosca se ajustarán a lo indicado en la Norma ANSI B1.1 para roscas de la serie UNC (gruesa), Clase 2A.

20.3.5 VARILLAS LISAS CLASIFICACIÓN A-37

Este tipo de acero se emplea para los tensores o contravientos en la cubierta o donde se indique y deberán tener un límite a la fluencia de 240 MPa, de acuerdo con la norma NTC-161.

20.3.6 TUBERÍA DE ACERO CLASIFICACIÓN A-500 GR -C

Especificaciones para la fabricación de tubería, empleada para la construcción de estructuras soldadas o pernadas para barandas, postes o estructuras en general, superficiales o embebidas según se indique en los planos.

20.3.7 PERNOS

- Pernos comunes roscados clasificación A-307, Grado A: Especificaciones de acero de bajo contenido de carbono para la fabricación de pernos comunes y tuercas normales roscadas, interior y exteriormente.
- Pernos de alta resistencia, clasificación A-325, Tipo 3: Especificaciones de acero de medio o bajo contenido de carbono para la fabricación de pernos de alta resistencia, tuercas y arandelas.

Todas las roscas de los pernos y las tuercas deberán cumplir con las especificaciones detalladas por "Coarse Threads Series" de la "USA Standard for Unified Screw Threads (ANSI B1.1)". Las tolerancias serán clase 2A para los pernos y clase 2B para las tuercas, según la misma especificación.

20.3.8 SOLDADURA

Los electrodos para la soldadura deberán ser del tipo E-70XX y cumplir con los requisitos de la última revisión de la American Welding Society, AWS. En caso de que EL CONTRATISTA considere utilizar para la fabricación y montaje de elementos metálicos procesos de aplicación de soldadura como GMAW o FCAW, deberá informar y someter a aprobación de la Interventoría los procedimientos y materiales de aporte de soldadura a utilizar. La implementación de los procesos de aplicación de soldadura previamente mencionados no representará sobrecostos para EPM.

20.3.9 PERNOS DE EXPANSIÓN

Deberán ser de acero, clasificación FS-325, grupo 2, tipo 4, Clase I de la Federal Specification, que corresponden a los tacos de expansión Hilti o equivalente tipo HKB, HDI o Anclaje de adhesivo epóxico.

La Tabla 122 indica las propiedades de los materiales para elementos y componentes de estructuras de acero.

Tabla 122 Materiales para elementos y componentes de estructuras de acero

Elemento	Material	Clasificación	Normas
Pernos	Pernos comunes roscados, con Tuercas y arandelas	A-307	ASTM
		B1.1	ANSI
	Pernos de alta resistencia, con Tuercas y arandelas	A-325 Tipo 3	ASTM
		B1.1	ANSI
Estructuras metálicas	Perfiles y láminas de acero	A36	ASTM
	Perfiles y láminas de acero	A572 Gr. 50	ASTM
	Perfiles de lámina delgada	A1008 / A1011M	ASTM
	Redondos	161	NTC
	Clevises	A108 GR80-50 / A781	ASTM
	Barras de acero para anclajes	F1554 Grado 36, 55, 105	ASTM

La Tabla 123 detalla las características y propiedades de los materiales a utilizar para elementos metálicos misceláneos.

Tabla 123 Materiales para elementos metálicos misceláneos

Elemento	Material	Clasificación	Normas
Barandas y pasamanos	Tubería de acero negro	A572 Gr-50	ASTM
Escaleras	Perfiles y platinas de acero estructural	A36	ASTM
	Tubería de acero negro	A-53, Grado A ó B	ASTM
Rejillas	Perfiles y platinas de acero estructural	A36	ASTM
Estructuras, entramados y plataformas	Perfiles y platinas de acero estructural	A36	ASTM
Pernos	Comunes roscados, con tuercas y arandelas	A-307	ASTM
		B1.1	ANSI
Pernos	De alta resistencia, con tuercas y arandelas	A-325	ASTM

Elemento	Material	Clasificación	Normas
		B1.1	ANSI
	De expansión, con tuercas y arandelas	A-510, A-108, A-316 A-563 Grado A	ASTM ASTM
	De anclaje en concreto	A-377	ASTM
Soportes	Perfiles y platinas de acero	A36	ASTM
Incrustaciones metálicas	Perfiles y platinas de acero	A36	ASTM
	Barras de acero	A-37	ASTM
Puertas metálicas	Perfiles y platinas de acero	A36 y A572 Grado 50	ASTM
Tuberías de acero Accesorios	Acero al carbono	A-53, Grado A ó B	ASTM
Malla eslabonada	Alambre galvanizado, calibre 9	A-34	ASTM
Alambre de púas	Alambre galvanizado, calibre 12	A-34	ASTM

Las pruebas de materiales se deben ejecutar conforme a lo previsto en la norma ASTM A-370 “Standard Test Methods and definitions for Mechanical Testing of Steel products” para productos de acero, en particular pruebas de tracción de especímenes a la fluencia y falla. Las láminas y perfiles estructurales normalizados deberán cumplir con lo previsto en la norma ASTM A-6 “Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and sheet Piling”.

20.4 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

20.4.1 GENERALIDADES

La fabricación, suministro y montaje de las estructuras y elementos metálicos se deberá hacer como se indica en los planos para construcción, por medio de soldaduras, pernos de unión, o por una combinación de ellos incluyendo todos los accesorios necesarios de acuerdo con las características de estos. Cualquier elemento no mencionado en las presentes especificaciones o no descrito en detalle en los planos, pero que se considere necesario con el fin de obtener unas estructuras y elementos metálicos completos y en óptimas condiciones de trabajo, deberá ser incluido dentro del suministro por EL CONTRATISTA sin que haya lugar a pagos adicionales.

Las prácticas de fabricación y montaje de las estructuras y elementos metálicos se deberán ajustar a lo estipulado en el capítulo sobre Estructuras Metálicas del Reglamento Colombiano de Diseño y Construcciones Sismo Resistente, NSR-10. Para la fabricación, montaje y soldadura de elementos que se consideren como principales, sólo se deberá utilizar personal experto y calificado, equipo y herramientas adecuados.

Las estructuras y elementos metálicos varios deberán ser fabricados y ensamblados en taller, en secciones tan grandes como sea posible, pero que permitan su manejo y transporte. Los

ensambles y las partes que los forman deberán probarse en el taller para comprobar el ajuste correcto y deberán marcarse claramente para su instalación. Cuando en los planos no aparezcan detalles de uniones, éstas deberán ser diseñadas y verificadas por parte de EL CONTRATISTA, de acuerdo con los requisitos especificados para Estructuras Metálicas en el Reglamento Colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-10.

Todas las estructuras y elementos metálicos deberán conectarse a la red de tierra. La conexión de los elementos deberá hacerse por medio de conectores y sobre el nivel del terreno.

Todas las estructuras y elementos metálicos varios deberán embalsarse y transportarse en forma tal que se evite daño a los mismos o a su terminación.

La fabricación de los elementos metálicos misceláneos que lo requieran deberá llevarse a cabo con base en los planos de diseño, siguiendo las indicaciones y procedimientos generales en cuanto a preparación de planos de fabricación de taller y montaje, aprobación de planos, pruebas en taller e inspección, ensamble, aceptación, transporte y descargue y montaje de los elementos.

Para los elementos metálicos adquiridos integralmente de fábrica, tales como perfiles, tuberías de acero, malla eslabonada etc., éstos deberán cumplir con lo indicado anteriormente en la sección de materiales del presente Capítulo.

Los elementos que puedan sufrir esfuerzos de compresión, una vez elaborados o al tiempo de ser montados, no deberán presentar pandeos laterales de más de $1/1000$ de la longitud axial entre puntos de soporte y los elementos con esfuerzos a tracción no los deberán tener de más de $1/50$.

El reemplazo de los materiales que se consideren defectuosos y el costo de corregir cualquier inconformidad, correrán por cuenta del CONTRATISTA.

20.4.2 PLANOS DE FABRICACIÓN DE TALLER Y MONTAJE

Con al menos treinta (30) días calendario de anticipación al inicio de la fabricación de los elementos metálicos, EL CONTRATISTA deberá suministrar para autorización de EPM, los planos de taller de los elementos que se propone fabricar, los cuales deberán elaborarse de acuerdo con las especificaciones técnicas y los plazos estipulados para ello.

EL CONTRATISTA deberá entregar a EPM el archivo digital en formato dwg. Todas las copias deberán ser legibles y los archivos magnéticos en la versión CAD que oportunamente indique EPM. EL CONTRATISTA será responsable por la entrega de los planos en los tiempos establecidos según programa aprobado.

Se deberá suministrar los planos de fabricación de taller y montaje de todos los elementos del suministro, incluyendo estructuras metálicas, las barandas, tapas, escaleras metálicas y en general los elementos metálicos misceláneos que hacen parte de esta especificación. En dichos planos se deberán indicar sin limitarse a ello, lo siguiente:

- Dimensiones de todas las piezas indicando, si es del caso, las sustituciones a efectuar.
- Detalles de los amarres entre diversas piezas, indicando cuando sea del caso, cuáles deben efectuarse durante el montaje.

- Detalles y dimensionamiento de todas las perforaciones, platinas, soldaduras, acabados, etc.
- Detalles de los empalmes soldados o pernados. Aquellos empalmes que no sean aprobados en los planos de taller serán motivo de rechazo de las piezas fabricadas.
- Especificación del esquema de protección anticorrosiva o esquema de pintura según aplique, el cual deberá incluir la especificación del procedimiento de preparación de superficie, especificación de los productos a aplicar y espesores de aplicación, color RAL de pintura, entre otros.
- Indicación clara de la localización y la secuencia del montaje y de la marca de identificación que debe llevar cada pieza que se envíe suelta a la obra.

Todos los requisitos especificados antes para los planos se deberán aplicar igualmente para la lista de materiales, especificaciones y cualquier otra información técnica que entregue EL CONTRATISTA.

20.4.3 MARCAS

Cada pieza del suministro que no forme parte de un conjunto permanente, armado en fábrica y cada uno de estos conjuntos, deberán marcarse muy claramente con pintura, letras de golpe o por medio de tarjetas firmemente amarradas con alambre, para indicar el plano y su posición relativa en la estructura o elemento. Dicha marca deberá ser la misma con la cual se designe la pieza o conjunto pertinente en los planos generales de la estructura. Cada caja, bulto o paquete que contenga piezas sueltas pequeñas, que no puedan marcarse individualmente, deberá llevar una tarjeta que indique claramente las marcas que correspondan a las piezas que contiene y la descripción de dichas piezas.

20.4.4 CONSTRUCCIONES PERNADAS

EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar todo lo relacionado con las estructuras y elementos metálicos, todos los materiales de anclaje permanente. Esto incluye los pernos de anclaje tales como pernos químicos o de expansión, tuercas, arandelas de placa, tornillos de nivelación, placas de asiento y todos los demás materiales requeridos para anclar las estructuras y elementos metálicos del suministro.

En general, todas las conexiones a ejecutar en campo deberán ser atornilladas o pernadas con arandelas planas, arandelas de presión y tuercas y todos los elementos sujetos a esfuerzos se deberán conectar al menos con dos tornillos. Se exceptúan las partes pequeñas o juegos de piezas que puedan ser soldadas en fábrica y embarcadas sin que sufran distorsiones durante el transporte. El número de conexiones y uniones deberá ser el mínimo posible. No se aceptarán uniones soldadas en elementos galvanizados posteriormente a dicho proceso.

Los tornillos y las tuercas de las uniones y conexiones de las estructuras y elementos metálicos deberán tener un diámetro mínimo de 12,7 mm para miembros redundantes y 15,9 mm para miembros con esfuerzos calculados; las cabezas de los tornillos y las tuercas deberán ser hexagonales y de dimensiones proporcionales para que puedan desarrollar debidamente la totalidad de la resistencia del tornillo.

Todos los tornillos, pernos, tuercas y arandelas deberán ser de fabricación normalizada, hechos por un fabricante de reconocida experiencia en su ejecución. El grado de los materiales deberá ser marcado visiblemente en las cabezas de los pernos y tornillos. Todos los tornillos, tuercas y

arandelas para unión de partes y elementos expuestos a vibraciones o a variación frecuente de la carga deberán proveerse con elementos de seguridad que los mantengan en su posición y eviten su aflojamiento. La parte roscada de los tornillos deberá estar excluida del plano de corte. Todas las tuercas deberán colocarse con arandelas de presión, excepto las contratueras. De cada uno de los elementos de fijación suministrados, se deberá incluir el 5% adicional que garantice suministro adecuado durante el montaje de las estructuras y elementos metálicos.

Para todo elemento, los orificios para los pernos y tornillos deberán tener un diámetro de 1,6 mm (1/16 de pulgada) mayor que el diámetro del tornillo respectivo y deberán localizarse en forma tan exacta que siempre garanticen un buen ajuste entre las partes correspondientes de las estructuras y elementos metálicos.

Los orificios deberán ser realizados con broca en espesores superiores a 19 mm (3/4 de pulgada) en aluminio y aceros de resistencia media y de 15,9 mm (5/8 de pulgada) en aceros de alta resistencia.

Los orificios para los tornillos podrán ser troquelados en espesores iguales al diámetro del orificio menos 1,6 mm (1/16 de pulgada) en aceros de resistencia media y en espesores iguales al diámetro del orificio menos 4,8 mm (3/16 de pulgada) en aceros de alta resistencia.

Deberá tenerse especial cuidado para obtener el espaciamiento exacto entre centros de orificios y entre los orificios y los bordes de los perfiles o platinas. Cualquier elemento que tenga orificios o cortes con más de 1,6 mm (1/16 de pulgada), fuera de posición exacta, será rechazado. No se aceptarán orificios rellenados con soldadura para corregir malas localizaciones de ellos.

Después de ejecutadas las perforaciones de los orificios, la superficie de los perfiles y platinas deberá quedar perfectamente plana y lisa, sin alabeos, bordes salientes ni rebaba, para obtener una buena área de contacto entre los respectivos elementos, después de apretar los tornillos y tuercas correspondientes.

20.4.5 CONSTRUCCIONES SOLDADAS

Los requerimientos indicados en este numeral son aplicables específicamente a la fabricación de las partes del suministro construidas mediante soldadura y deberán utilizarse en conjunto con los demás requisitos establecidos al respecto en estas especificaciones.

EL CONTRATISTA será responsable de las soldaduras ejecutadas por su organización y, por lo tanto, deberá conducir los ensayos requeridos para calificar los procedimientos de soldadura distintos a los indicados por el Contratista de Equipos Hidromecánicos diseñador de los equipos, así como para calificar la habilidad de los soldadores y operarios de soldadura para aplicar tales procedimientos. Estas calificaciones deberán realizarse de acuerdo con los requerimientos de la Cláusula 6 “*Qualification*” del código AWS “ANSI/AWS D1.1 – *Structural Welding Code – Steel*” para estructuras y de la Sección IX del ASME *Boiler and Pressure Vessel Code* (Código ASME), para recipientes a presión.

Ninguna soldadura de producción deberá ejecutarse antes de que el respectivo procedimiento de soldadura haya sido previamente calificado, adicionalmente ninguna soldadura podrá ejecutarse por un soldador que no esté previamente calificado para el procedimiento de soldadura específico que se aplicará. EL CONTRATISTA deberá entregar a EPM los registros de calificación de procedimientos de soldadura y de calificación de soldadores. EL

CONTRATISTA al ser responsable de las soldaduras ejecutadas por su organización, deberá realizar los ensayos no destructivos necesarios para garantizar la calidad de las soldaduras de campo, según lo indicado en estas especificaciones técnicas y lo indicado en los planos y manuales de montaje de los equipos hidromecánicos relativo a los elementos metálicos empotrados.

20.4.6 PROCESOS DE SOLDADURA

Todas las soldaduras deberán efectuarse, según aplique, por alguno de los procesos de arco eléctrico indicados en las cláusulas 5 y 6 del “*Structural Welding Code – Steel* AWS D1.1” o en la parte UW-27 *Welding Process*; de la Sección VIII, División 1 del Código ASME.

20.4.6.1 ESPECIFICACIONES DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (E.P.S)

Antes de iniciar los trabajos de soldadura, EL CONTRATISTA deberá suministrar a EPM las especificaciones de los procedimientos de soldadura (EPS o WPS por sus siglas en inglés) que proponga aplicar en la fabricación y en el montaje de los equipos diferentes a aquellas ya indicadas por el Contratista de Equipos Hidromecánicos. Cada procedimiento de soldadura que se vaya a utilizar deberá ser registrado por EL CONTRATISTA y presentado en un formato adecuado.

20.4.6.2 CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

Todos los procedimientos de soldadura deberán ser calificados de acuerdo con los requerimientos de la cláusula 6, del código AWS D1.1, para elementos estructurales y de la Sección IX del Código ASME para elementos de recipientes a presión.

Para la soldadura de partes, componentes y accesorios que no tengan como función soportar cargas mayores al 10% del esfuerzo admisible, los procedimientos no requieren calificación si están de acuerdo con una especificación de soldadura escrita y precalificada de acuerdo con la cláusula 5 del código AWS D1.1. La preparación y conservación de todos los cupones de prueba de soldaduras, así como la ejecución de todas las pruebas que se requieran, serán responsabilidad de EL CONTRATISTA.

EL CONTRATISTA deberá suministrar todos los registros sobre calificación de los procedimientos de soldadura (PQR) que adelante. Estos registros deberán presentarse en un formato similar al indicado en el código AWS D1.1 Anexo N.

20.4.6.3 CALIFICACIÓN DE SOLDADORES Y OPERARIOS DE SOLDADURA

Todos los soldadores y los operarios de soldadura deberán ser calificados de acuerdo con los requerimientos de la Cláusula 6 AWS D1.1, para elementos estructurales. A cada soldador y operario de soldadura deberá asignárseles una identificación o estampe, la cual se utilizará para reconocer el trabajo ejecutado por cada una de estas personas. EL CONTRATISTA deberá mantener un registro de los soldadores y de los equipos de soldadura calificados, en el cual deberá indicarse la fecha, los resultados de las pruebas y la identificación asignada. Estos registros, debidamente certificados, deberán estar disponibles para EPM o el Inspector que designe EPM.

Los cupones de prueba serán responsabilidad de EL CONTRATISTA, quien deberá conducir todas las pruebas requeridas para obtener la calificación. EL CONTRATISTA deberá presentar a EPM todos los registros de calificación de soldadores y operarios de soldadura (WPQR).

20.4.6.4 PREPARACIÓN PARA LA SOLDADURA

Las superficies de todas las áreas ubicadas dentro de una distancia de 75 mm desde el punto donde se iniciará la soldadura deberán permanecer a una temperatura no menor que la temperatura mínima de precalentamiento indicada en las respectivas especificaciones de procedimiento de soldadura y en ningún caso por debajo de 16 °C.

Los bordes que se van a soldar deberán limpiarse y pulirse hasta obtener apariencia uniforme y deberán estar libres de escamas y de escorias producidas durante la preparación de estos.

20.4.6.5 ACABADOS DE LAS SOLDADURAS

Las soldaduras podrán dejarse tal como queden después de su ejecución, a menos que en los planos se indique otro acabado diferente, y siempre y cuando no presenten pliegues, entallas, valles y crestas abruptas que no permitan la interpretación correcta de las radiografías o de cualquier otro examen no destructivo.

El proceso de soldadura no deberá disminuir el espesor de la junta por debajo del espesor mínimo requerido, ni deberá reducir en más de 1 mm ó 10% del espesor nominal, el que sea menor, el espesor en la superficie adyacente a la soldadura. Para asegurar que los biseles se llenen completamente, de tal manera que la superficie de la soldadura no esté por debajo de las superficies soldadas, se puede añadir metal soldado como refuerzo sobre cada cara de soldadura. El espesor del refuerzo en cada cara de la soldadura no deberá ser mayor que 2 mm.

20.4.6.6 REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS PARA LAS SOLDADURAS

20.4.6.6.1 SOLDADURA A TOPE

Las uniones a tope, salvo las uniones entre elementos metálicos empotrados asociados a equipos hidromecánicos que se especifiquen en los planos del fabricante con un diseño de junta soldada distinta, deberán ser soldadas desde ambas superficies (soldaduras dobles a tope) de tal manera que se produzca la misma calidad del material soldado desde ambas superficies; deberán tener penetración completa y fusión total. El reverso de la soldadura doble deberá prepararse por pulimento para asegurar que el metal, en la base del primer cordón depositado, esté sano y libre de defectos antes de aplicar la soldadura desde el lado del reverso.

20.4.6.6.2 SOLDADURA EN FILETE

Para las soldaduras en filete, el metal soldado deberá ser depositado de tal manera que se asegure una adecuada penetración en el metal base, en la raíz de la soldadura.

20.4.6.7 EXÁMENES DE SOLDADURAS

Antes de los ensayos y durante el período de aprobación de los planos, EL CONTRATISTA deberá suministrar a EPM los procedimientos para los ensayos no destructivos, de acuerdo con los requerimientos establecidos en los códigos AWS D1.1, AWS D1.5 o ASME en sus últimas

versiones, según aplique para elementos cargados estáticamente, elementos sometidos a cargas cíclicas, o elementos a presión. Esto aplicará para soldaduras de estructuras en acero de todas las partes de los equipos que de acuerdo con estas especificaciones o con el Plan de Inspección y Pruebas indicadas por el Contratista de Equipos Hidromecánicos o con cualquier norma aplicada en su construcción, requieran alguno de dichos exámenes.

Los registros de inspección u operación satisfactoria de los equipos deberán estar disponibles para revisión del Inspector, quien podrá ordenar el retiro de cualquier equipo que no cumpla las condiciones requeridas de operación.

Las soldaduras de los equipos hidromecánicos, de elementos estructurales primarios, partes sometidas a esfuerzos críticos, o elementos sometidos a presión, deberán inspeccionarse de acuerdo con los requerimientos establecidos en las normas AWS D1.1, AWS D1.5 o en el Código ASME, según aplique, de la siguiente manera:

- Las juntas a tope se deben inspeccionar al 100% por radiografía (RT) o ultrasonido (UT) con equipos que tengan registros del ensayo. Cuando se obtenga una respuesta mayor que el nivel de referencia previamente establecido indicando así una anomalía o defecto en la soldadura inspeccionada mediante ultrasonido, la evaluación del tipo y tamaño del defecto podrá requerir de un ensayo complementario como la radiografía.
- En caso de encontrar defectos en alguna soldadura inspeccionada por ultrasonido se deberá realizar un muestreo con radiografías del 20%, y de acuerdo con los resultados de las radiografías podría ampliarse el muestreo de inspección con radiografías, excepto para los cruces que serán inspeccionados al 100%, según indica la normativa ASME.
- En el caso de que se tenga limitación del ensayo por ultrasonido debido a bajo espesor se deberá realizar ensayo por radiografía.
- Las juntas en T y de esquina con penetración completa se deberán examinar al 100% con ultrasonido.
- Se deberá inspeccionar mediante radiografía o ultrasonido, el 100% de las soldaduras reparadas.
- EPM se reserva el derecho de exigir ensayos radiográficos adicionales, en zonas seleccionadas al azar, en partes sometidas a esfuerzos, como parte del examen de las soldaduras. En caso de encontrarse defectos inaceptables en las soldaduras, la inspección radiográfica podrá extenderse hasta cubrir el 100% de la junta o juntas defectuosas a criterio de EPM.

En caso de que la última versión de los códigos AWS D1.1, AWS D1.5 o ASME, indiquen criterios diferentes, primará el criterio más conservador.

Para soldaduras de partes donde los esfuerzos de trabajo sean bajos, tales como juntas de soldadura para montaje de elementos metálicos empotrados en concreto, estructuras de apoyo y almacenamiento de equipos que solo soporten cargas estáticas sin comprometer la operación principal, juntas de soldadura de penetración parcial, estructuras metálicas misceláneas como barandas, escaleras y pasamanos, elementos metálicos misceláneos como tapas, rejillas, así como las juntas soldadas que El Contratista de Equipos Hidromecánicos no considere como críticas, podrá no requerirse el examen por radiografía, excepto cuando se utilice la inspección como medio de aceptación de la soldadura, o cuando en opinión de EPM existan dudas sobre la calidad de la soldadura. Para estas soldaduras, se exigirá como mínimo:

Inspección Visual (VT) al 100% de todas las juntas de soldaduras.

Se realizará una inspección por Ultrasonido (UT) de todas las juntas de soldadura que el El Contratista de equipos Hidromecánicos indique que se deben inspeccionar mediante este método y al menos el 10% de las soldaduras de juntas a tope, incluyendo los cruces. En caso de encontrar defectos, la inspección podría ampliarse, incluso hasta cubrir el 100 % de estas soldaduras.

Tintas penetrantes (PT): Además de las juntas de soldadura que El Contratista de equipos Hidromecánicos indique que se deben inspeccionar mediante tintas penetrantes, se deberá inspeccionar con este método las preparaciones de biseles o bordes de lámina previo a la aplicación de soldadura, los saneados de raíz para cordones de soldadura de penetración completa, y los cordones de presentación. También, el 10% de todas las juntas de penetración parcial. En caso de que la muestra se encuentre defectuosa, se duplicará el porcentaje de inspección. Si la nueva muestra resulta defectuosa se deberá inspeccionar el 100% de los cordones de soldadura. Las soldaduras reparadas en esta categoría se deberán inspeccionar a 100%.

Partículas Magnéticas (MT) al 100% de las soldaduras reparadas en esta categoría, y un muestreo aleatorio del 10% de las nuevas soldaduras si EPM lo considera pertinente.

En todos estos casos, los costos de las pruebas y ensayos serán por cuenta de EL CONTRATISTA. EPM se reserva el derecho de exigir exámenes y ensayos complementarios en puntos seleccionados al azar.

Cuando se efectúen reparaciones de defectos de soldadura, el área completa de donde éstos se han removido deberá examinarse por medio de líquidos penetrantes para verificar la remoción completa del defecto. El área reparada deberá examinarse nuevamente por medio del mismo ensayo que detectó el defecto. Las reparaciones de soldaduras en filete se verificarán mediante líquidos penetrantes o ensayos complementarios. Cuando los procedimientos requieran tratamiento térmico posterior a los trabajos de soldadura, el tratamiento deberá efectuarse después de las reparaciones y antes de las correspondientes pruebas no destructivas. Realizado el tratamiento térmico se deberán realizar ensayos de dureza y tintas penetrantes a las juntas de soldadura.

El personal asignado para la ejecución de las pruebas no destructivas deberá estar calificado en el nivel que se requiera según su participación en el ensayo de acuerdo con el estándar SNT-T-1A "Prácticas recomendadas para calificación y certificación de personal para pruebas no destructivas" de la ASNT.

Los criterios de aceptación o rechazo de los defectos encontrados se aplicarán de acuerdo con lo indicado en el código AWS D1.1, código AWS D1.5 y código ASME, para estructuras de acero cargadas estática o cíclicamente, o para elementos a presión, según aplique.

Donde sea aplicable, El Contratista de Equipos Hidromecánicos deberá verificar que el fabricante cuenta con las certificaciones de calidad apropiadas para la manufactura de estructuras con miembros críticos a fractura (FCM).

20.4.6.8 REPARACIÓN DE DEFECTOS DE LAS SOLDADURAS

Los defectos no aceptables, detectados visualmente o por medio de las pruebas no destructivas especificadas, deberán removerse por medios mecánicos y las áreas correspondientes deberán repararse utilizando los procedimientos de soldadura calificados y deberán examinarse mediante los mismos métodos utilizados para las soldaduras originales.

EL CONTRATISTA deberá llevar un registro detallado de todos los defectos encontrados y sus reparaciones y mantenerlo disponible para revisión de EPM.

20.4.6.9 PRECALENTAMIENTO DE LAS SOLDADURAS

En las especificaciones de procedimientos de soldadura se deberá indicar las temperaturas mínimas de precalentamiento. Estas temperaturas deberán determinarse de acuerdo con lo establecido en el numeral 5.5 *Minimum Preheat and Interpass Temperature Requirements* de la Cláusula 5 del código AWS D1.1. o el Apéndice R de la sección VIII, División 1, del código ASME).

20.4.7 ESCALERAS INCLINADAS

Consta de una serie de escalones o peldaños unidos a soportes laterales, los cuales a su vez deben estar anclados a los muros y al piso. La escalera debe quedar instalada con una inclinación de 80° con respecto a un plano horizontal.

El material de la escalera, así como su sistema de fijación, peldaños, largueros laterales y demás componentes serán los definidos en planos de diseño, de acuerdo con la altura y el uso para la cual se requiere. EL CONTRATISTA generará los planos de taller y los someterá a aprobación de LA INTERVENTORÍA previo a su fabricación.

Se debe aplicar una base anticorrosiva y con acabado en esmalte de tipo industrial, con el fin de prevenir que los elementos de anclaje como pernos, tornillos, peldaños, soportes laterales y platinas de la escalera se debiliten a causa de la corrosión producida por la humedad del ambiente.

No se deben instalar escaleras en las proximidades de conductores eléctricos ni se deben instalar conductores eléctricos en las proximidades de escalas fijas ya montadas.

Se debe evitar accesos difíciles para el personal que deba manipular elementos de instrumentación y control, se debe dejar una señalización y demarcación de color amarillo con un aviso de prevención.

Las escaleras, largueros y peldaños nunca deberán ser usados como puntos de anclaje para detención de caídas, ni para izar cargas.

20.4.8 ESCALERAS VERTICALES

Escalera que consta de escalones fijados en largueros laterales unidos totalmente o por tramos mediante sistemas de fijación que van desde los largueros laterales a la estructura. Se identifican dos tipos de escaleras verticales:

20.4.8.1 ESCALERA VERTICAL SEPARADA DE LA ESTRUCTURA

El material de la escalera, así como su sistema de fijación, peldaños, largueros laterales y demás componentes de la escalera, serán los definidos en planos de diseño, de acuerdo con la altura y el uso para la cual se requiere. EL CONTRATISTA generará los planos de taller y los someterá a aprobación de LA INTERVENTORÍA previo a su fabricación.

Se debe instalar una línea de vida vertical con el fin de que un operario pueda utilizar las escaleras de forma segura. El diseño de la línea de vida debe cumplir con la normatividad vigente en Colombia (resolución 1409 de 2012 reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas) y sus puntos de anclaje deben ser definidos por el profesional competente para dicha actividad, correspondiente a un ingeniero con experiencia certificada mínimo de dos años para calcular resistencia de materiales, diseñar, analizar, evaluar, autorizar puntos de anclaje y elaborar especificaciones de trabajos, proyectos o productos acorde con lo establecido en esta resolución.

Se debe aplicar una base anticorrosiva y con acabado en esmalte de tipo industrial, con el fin de prevenir que los elementos de anclaje como pernos, tornillos, peldaños, soportes laterales y platinas de la escalera se debiliten a causa de la corrosión producida por la humedad del ambiente. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que los anclajes, (pernos y tornillos) deben quedar visibles para permitir su inspección.

No se deben instalar escalas en las proximidades de conductores eléctricos ni se deben instalar conductores eléctricos en las proximidades de escalas fijas ya montadas.

Se debe evitar accesos difíciles para el personal que deba manipular elementos de instrumentación y control. En casos donde el espacio sea muy estrecho para el acceso del personal, se debe instalar una protección en caucho con un aviso de advertencia para evitar golpes al momento del acceso.

Las escaleras, largueros y peldaños nunca deberán ser usados como puntos de anclaje para detención de caídas, ni para izar cargas.

Se debe tener en cuenta que la entrada a un espacio reducido debe permitir el acceso a una persona (no se debe tener un acceso del operario acostado o deslizándose por el piso).

20.4.8.2 ESCALERA VERTICAL INTEGRADA A LA ESTRUCTURA

Escala instalada sobre una superficie vertical y consta de una serie de peldaños empotrados directamente en la estructura.

Los peldaños pueden ser de acero o de alma de acero recubierta con polímero. Ambos deben cumplir las especificaciones de EPM: ET-AS-ME08-18 Peldaños para aliviaderos, cajas y cámaras de inspección.

Los peldaños de varilla de acero corrugado pueden ser instalados de dos formas: dejándose embebidos en el concreto o post instalados perforando la estructura de concreto. En este último caso se debe utilizar un producto para anclajes epóxicos de dos componentes que cumpla la norma (ASTM C-881-02 tipo IV, grado 3) sin sobrepasar el espesor del muro donde se vaya a instalar.

Cuando se vayan a usar peldaños con alma de acero con recubrimiento en polímero, éstos deben ser instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Los peldaños nunca deberán ser usados como puntos de anclaje para detención de caídas, ni para izar cargas.

20.4.9 ESCALERAS CONVENCIONALES METÁLICAS

EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar escaleras convencionales en los sitios indicados en planos o en donde así lo requiera LA INTERVENTORÍA. El material de la escalera, así como su sistema de fijación, peldaños, largueros laterales y demás componentes, serán los definidos en planos de diseño, de acuerdo con la altura y el uso para la cual se requiere. EL CONTRATISTA generará los planos de taller y los someterá a aprobación de LA INTERVENTORÍA previo a su fabricación.

20.4.10 PASAMANOS Y BARANDAS DE SEGURIDAD

EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar barandas y pasamanos en los sitios indicados en planos o los requeridos por LA INTERVENTORÍA, conforme a las especificaciones presentadas en planos o a las definiciones hechas en campo por LA INTERVENTORÍA. Debe garantizar una capacidad de carga y contar con un travesaño de agarre superior, una barrera colocada a nivel del suelo para evitar la caída de objetos y un travesaño o una barrera intermedios que prevenga el paso de personas entre el travesaño superior y la barrera inferior (tomado de la resolución 1409 de 2012 del Ministerio del trabajo).

En cualquier obra civil o estructura que tenga alturas a partir de 1.50 m, se considera que existe un riesgo de caída en altura, por lo que se debe mitigar este riesgo con diferentes procedimientos de seguridad, entre ellos el uso de pasamanos o barandas de seguridad.

20.4.11 PUNTOS DE ANCLAJE PARA TRABAJO EN ALTURAS

EL CONTRATISTA suministrará e instalará puntos de anclaje certificados en los sitios donde así lo indiquen los planos o donde la INTERVENTORÍA lo requiera.

Según la Resolución 4272 de 2021 del ministerio del trabajo, los elementos diseñados para la conexión de adaptadores de anclaje o directamente un equipo de protección contra caídas, deben ser capaces de soportar mínimo 5000 libras (22,2 kilo newtons - 2272 kg) por persona conectada o si están diseñados por una persona calificada como parte de un sistema completo de protección personal contra caídas plenamente identificado, deben ser capaces de soportar la fuerza máxima de la caída manteniendo como mínimo un factor de seguridad de dos (2) teniendo en cuenta todas las condiciones normales de uso del anclaje. Máximo se puede conectar dos trabajadores a un mismo mecanismo de anclaje fijo, caso en los cuales deberá poseer el doble de la capacidad exigida certificada.

Cuando un anclaje responde a un diseño de ingeniería, después de instalado, debe ser probado por una persona calificada, a través de una metodología probada por autoridades nacionales o internacionales reconocidas emitiendo un documento donde se certifique la realización de dicha prueba, deberá contar con los planos y memorias de cálculo firmados por una persona calificada que garanticen el cumplimiento de lo establecido la resolución 4272 de 2021 del ministerio del trabajo, además de las normas nacionales o internacionales aplicables.

Todos los puntos de anclaje nuevos que instale y todos los puntos de anclaje existentes que certifique EL CONTRATISTA, deberán entregarse con su respectiva placa de identificación la cual debe contener la información necesaria para llevar la trazabilidad del punto de anclaje. Los puntos de anclaje deberán ser diseñados bajo norma internacional EN 795 Clase A, cumpliendo con las exigencias de la resolución 4272 de 2021, y deberán soportar una fuerza de extracción de 12 kN durante al menos 3 minutos. Por cada punto de anclaje nuevo instalado y por cada punto de anclaje existente que certifique EL CONTRATISTA, se deberá entregar al menos la siguiente información:

- Ubicación de la instalación
- Datos de la empresa instaladora o certificadora.
- Nombre de la persona responsable de la instalación o certificación.
- Información del dispositivo de anclaje (marca, modelo, tipo)
- Información de la fijación o del anclaje estructural (marca, modelo, par de apriete, carga de trabajo)
- Plano de instalación con ubicación de los anclajes.

20.4.12 CERRAMIENTOS EN MALLA ESLABONADA

Se deberá construir cercas de malla eslabonada, de acuerdo con los alineamientos y detalles indicados en los planos.

Se deberá utilizar malla de alambre galvanizado ASTM A-34, calibre 9, con tejido eslabonado de 50 mm x 50 mm, soportada en postes de tubo de acero ASTM A-53 galvanizado, a menos que por requerimiento particular el plano muestre otra especificación.

En la parte superior de la cerca se deberán instalar 3 hilos de alambre de púas galvanizados tipo IOWA calibre 12, a menos que por requerimiento particular los planos muestren otro arreglo; todo de acuerdo con la norma ASTM A-34.

Los postes deberán ser de tubería de acero galvanizado, del diámetro indicado en los planos y deberán estar provistos de los codos, tapones y accesorios necesarios para su correcta instalación. En todas las esquinas y cada 24 m en los tramos rectos se deberá colocar arriostramientos o diagonales ("pies de amigo"). Estos elementos deberán ser de tubería de acero galvanizado del mismo diámetro de los postes y se deberán colocar con una inclinación de 30 grados con la vertical y a ambos lados del poste arriostrado. Los postes y las diagonales ("pies de amigo") deberá tener un empotramiento mínimo de 60 cm en el cimiento.

En la parte superior, intermedia e inferior de la cerca, se deberán colocar alambres galvanizados ASTM A-34, calibre 9, que actuarán como tensores. La malla se deberá fijar a los postes por medio de ligaduras de alambre galvanizado calibre 12, separadas entre sí a una distancia no mayor de 30 cm. El amarre de la malla al tensor se deberá hacer a distancias no mayores de 30 cm.

La instalación de la malla no se podrá hacer antes de transcurridas 90 horas de haber colocado el concreto de los cimientos

El suministro e instalación de puertas formadas por tubos de acero galvanizado y con malla eslabonada de las mismas características de la utilizada en los cerramientos, se hará de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos. En caso de daño en el galvanizado, se

aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de pintura de aluminio para corregir el daño.

Los cimientos de los postes se deberán construir de acuerdo con las dimensiones y detalles indicados en los planos. Los cimientos deberán apoyarse sobre terreno firme. Se deberá usar concreto, según lo indicado en los planos, cuya preparación y colocación deberá seguir los lineamientos de las presentes Especificaciones Técnicas. Las características de los concretos para cerramientos se presentan en el capítulo 15 CONCRETO CONVENCIONAL Y MORTEROS.

20.4.13 ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS EN CONCRETO PARA EQUIPOS HIDROMECAÑICOS

EL CONTRATISTA será responsable del montaje de los elementos metálicos embebidos en primera etapa, segunda etapa y tercera etapa (en caso de que aplique) de los elementos de guías y asientos de sellado de los equipos hidromecánicos, siguiendo los procedimientos y protocolos desarrollados por el Contratista de Equipos Hidromecánicos y bajo su supervisión. También será responsabilidad del EL CONTRATISTA el vaciado de los concretos de primera, segunda y tercera etapa (en caso de que aplique) según lo indicado en el numeral 15.8.4 CONCRETOS DE SEGUNDA ETAPA PARA EQUIPOS HIDROMECAÑICOS.

El Contratista de Equipos Hidromecánicos será el responsable del diseño de detalle y del suministro de los elementos metálicos embebidos asociados a los equipos hidromecánicos y mecánicos.

EL CONTRATISTA deberá apropiarse y presentar para aprobación de la interventoría EPM los protocolos y procedimiento de montaje de los elementos metálicos empotrados en concreto asociados a los equipos hidromecánicos y mecánicos, de acuerdo con los procedimientos de montaje desarrollados por el Contratista de Equipos Hidromecánicos. En los protocolos de montaje, EL CONTRATISTA deberá indicar el procedimiento para verificar el posicionamiento, alineación, nivelación, verticalidad y planitud de los elementos metálicos antes y después del vaciado del concreto de la etapa correspondiente. EL CONTRATISTA deberá validar los parámetros de posicionamiento, alineación, nivelación, verticalidad y planitud posterior al vaciado del concreto de la etapa correspondiente con el objetivo de verificar que se cumplan con las tolerancias de montaje indicada por el fabricante de Equipos Hidromecánicos.

Posterior al montaje de los elementos metálicos, EL CONTRATISTA deberá realizar Ensayos No Destructivos mediante líquidos penetrantes a todas las soldaduras realizadas en campo entre los elementos metálicos empotrados de segunda y tercera etapa (en donde aplique). EL CONTRATISTA deberá presentar para revisión y aprobación de la interventoría los informes de soldaduras a inspección de campo.

Para la instalación de los elementos embebidos en concreto, EL CONTRATISTA deberá contar con un Jefe de Frente Mecánico, quién será responsable de las labores de montaje de los elementos empotrados en concreto asociados a los equipos mecánicos e hidromecánicos. EL CONTRATISTA también deberá contar con un inspector de soldadura, quién se encargará de inspeccionar mediante Ensayos No Destructivos (END) las soldaduras de campo de los elementos metálicos empotrados asociados a los equipos hidromecánicos, según lo descrito en el numeral 20.4.5 CONSTRUCCIONES SOLDADAS.

20.4.14 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA PARA EQUIPOS MECÁNICOS E HIDROMECÁNICOS

EL CONTRATISTA será el responsable de la fabricación y montaje de las estructuras metálicas para el soporte y/o almacenamiento de los equipos mecánicos e hidromecánicos. El diseño de estas estructuras metálicas estará a cargo del fabricante de Equipos Hidromecánicos, por lo tanto, EL CONTRATISTA deberá apropiarse de dichos diseños, realizar los ajustes requeridos a la obra civil y presentar los planos de taller, los protocolos y procedimientos para su fabricación y montaje.

EL CONTRATISTA deberá realizar la fabricación y montaje de las siguientes estructuras metálicas, sin limitarse a ello:

- Estructura de almacenamiento o falsas guías para los *stoplogs* de:
 - Descarga de fondo de Tenche.
 - Vertedero y descarga de fondo de El Salto.
 - Captación de Guadalupe IV.
- Estructura de soporte del equipo limpiarregas de la captación de Tenche.
- Estructura de soporte de tolva de recolección de residuos bocatoma Tenche.
- Tapas de vanos de compuertas o cárcamos.

EL CONTRATISTA deberá seguir los procedimientos de soldadura establecidos por el Contratista de Equipos Hidromecánicos, para el proceso de fabricación de las estructuras metálicas, según lo descrito en el numeral 20.4.6 PROCESOS DE SOLDADURA. La fabricación de las estructuras metálicas para equipos mecánicos e hidromecánicos deberá garantizar que se cumplan con las tolerancias requeridas por el Contratista de Equipos Hidromecánicos.

EL CONTRATISTA deberá presentar las pruebas de suficiencia de las soldaduras realizadas durante el proceso de fabricación de las estructuras metálicas conforme el Plan de Inspección y Pruebas establecido por el Contratista de Equipos Hidromecánicos. Posterior al montaje de dichas estructuras, EL CONTRATISTA deberá realizar Ensayos No Destructivos mediante líquidos penetrantes u otro método establecido a todas las soldaduras realizadas en campo. EL CONTRATISTA deberá presentar para revisión y aprobación de la interventoría los informes de soldaduras a inspección de campo.

EL CONTRATISTA será responsable de la adecuada instalación, alineamiento e interacción de las estructuras metálicas con los equipos mecánicos. Previo a su fabricación EL CONTRATISTA deberá entregar para aprobación de LA INTERVENTORÍA y del diseñador de equipos, los planos de taller y los documentos descritos a continuación:

- Protocolos de montaje con los controles de posicionamiento, nivelación, alineación, verticalidad y planitud de elementos metálicos empotrados de los elementos metálicos empotrados, a partir de controles con equipos de topografía y demás elementos de medición que apliquen.
- Reportes de inspección de soldaduras de elementos metálicos que se realicen en campo.

20.4.15 PROCESOS ESPECIALES

20.4.15.1 PINTURA

Todas las superficies expuestas de los elementos metálicos suministrados e instalados bajo estas especificaciones que requieran pintura, deberán limpiarse y protegerse contra la corrosión mediante los sistemas de limpieza y pintura indicados más adelante. Las superficies embebidas o en contacto con concreto únicamente deberán limpiarse según el sistema indicado.

Se suministrará la totalidad de la mano de obra, andamios, equipos, herramientas, pinturas, disolventes y en general todos los elementos requeridos para efectuar la limpieza y aplicar los sistemas de pintura especificados.

Se deberá aplicar la pintura de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Se podrá utilizar pinturas equivalentes de la misma marca o de otras marcas. En caso de utilizar pinturas equivalentes distintas a las especificadas, EL CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de parte de la interventoría la ficha técnica del producto y la especificación del esquema de pintura que va a aplicar. En todo caso las pinturas deberán aplicarse siguiendo para ello las instrucciones del fabricante.

- Dos capas de anticorrosiva fenólica con cromato de zinc, referencia. 110.021 (comercial 505), con un espesor mínimo de película seca de 2,0 mils.
- Dos capas de pintura de acabado, a base de resina epóxica o Poliuretano, con un espesor mínimo de película seca de 1,5 mils. El esquema de colores será definido por EPM durante la ejecución del contrato.

El esquema de colores deberá coincidir con el aplicado a las obras existentes. La definición de los colores será la establecida en los planos, Sin embargo, previo a la procura de los materiales se deberá someter a aprobación de LA INTERVENTORÍA el esquema a aplicar. La Tabla 117 indica los colores a aplicar.

Tabla 124 Pinturas – Esquemas de colores

Tipo de base	Tipo de pintura	Color	RAL
Base	Epóxica	Gris ceniza	
Acabado	Poliuretano	Gris plata	7004
Acabado	Poliuretano	Rojo orgánico	3020
Acabado	Poliuretano	Amarillo cromo	1023
Acabado	Poliuretano	Verde menta	6029

20.4.15.2 SUPERFICIES METÁLICAS EMBEBIDAS EN CONCRETO

Las superficies metálicas embebidas en concreto o contra las cuales se colocará concreto, tales como pernos y platinas de anclaje, superficies interiores de marcos para tapas y ángulos de protección de bordes, tuberías embebidas, etc., deberán limpiarse manualmente según la última

revisión de la Especificación SSPC-SP 2 (No. 2 Hand Cleaning) de la "Steel Structures Painting Council" de los Estados Unidos. La limpieza deberá ejecutarse inmediatamente antes de su colocación en el concreto. No se les aplicará pintura de ninguna clase.

En el caso de los embebidos de equipos mecánicos se deberá seguir lo estipulado en 20.4.13 ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS EN CONCRETO PARA EQUIPOS HIDROMECAÑICOS.

20.4.15.3 PLATINAS Y PERNOS DE ANCLAJE

Las superficies expuestas de platinas y pernos de anclaje deberán protegerse provisionalmente después de instalados mediante grasa o mediante una capa de un imprimador anticorrosivo, sustancia que deberá removerse totalmente para efectuar posteriores operaciones de soldadura durante el montaje.

20.4.15.4 SUPERFICIES EXPUESTAS

Todas las superficies expuestas de elementos metálicos (excepto las superficies en contacto o embebidas en concreto de platinas, pernos de anclaje, etc. que hayan sido galvanizados) que no estén permanentemente sumergidas bajo agua y sujetas a salpiques, tales como barandas, escaleras, rejillas, marcos metálicos, puertas, tapas de lámina, bandejas para cables, soportes de tubería, tubos a la vista, estructuras metálicas, etc., deberán limpiarse y pintarse según los siguientes sistemas, a menos que en los planos se indique específicamente algo diferente:

20.4.15.5 LIMPIEZA

Deberá efectuarse con herramientas mecánicas según la última revisión de la Especificación SSPC-SP 3 (No. 3 Power Tool Cleaning). Deberá obtenerse por lo menos un grado de limpieza igual al ST-3 de la escala sueca para clasificación visual de limpieza de óxido. En ningún caso el grado de limpieza deberá ser menor al mínimo recomendado por el fabricante de la pintura anticorrosiva, para obtener la máxima eficiencia de la pintura.

20.4.15.6 GALVANIZACIÓN

Los elementos metálicos que así se indique en los planos, deberán galvanizarse por inmersión en caliente. La galvanización se deberá hacer de acuerdo con el procedimiento y control establecidos en la última revisión de las Normas A-123, A-153 y A-385 de galvanización en caliente.

El galvanizado se deberá hacer con un mínimo peso de galvanización de dos onzas por pie cuadrado de superficie protegida, para perfiles, platinas y pernos.

Las estructuras y elementos metálicos a ser galvanizados deberán armarse en fábrica en la extensión requerida para verificar las dimensiones y alineamientos; cualquier error que se descubra deberá ser corregido por el fabricante. Después de la aprobación, las diferentes partes deberán ser desmontadas para su galvanización y acabado final para el empaque y el transporte, marcándose claramente con señales coincidentes, para asegurar un ensamble correcto en la obra. Cuando se considere necesario, se deberán realizar ensambles comprobatorios posteriores a la galvanización. Se deberá tener en cuenta que, durante el ensamble de las estructuras y elementos metálicos en el campo, no se aceptará limar o ensanchar las

perforaciones de partes correspondientes para hacerlas coincidir y facilitar la instalación de los tornillos. Cuando se requiera, se deberán ensamblar elementos metálicos no galvanizados para comprobar su adecuada fabricación y ensamble. El galvanizado de los elementos deberá ser ejecutado directamente o en talleres especializados, con personal experto y de acuerdo con la última revisión de las normas indicadas de galvanización de la ASTM.

20.5 CONDICIONES DE RECIBO DE ACTIVIDAD

20.5.1 INSPECCIÓN

Los trabajos de soldadura requeridos se harán de acuerdo con las especificaciones correspondientes contenidas en la última revisión de las Normas de la American Welding Society y con lo indicado en los planos de fabricación de taller y montaje.

No se aceptará ningún elemento para el despacho al sitio de la obra hasta que las pruebas de inspección radiográfica en el taller hayan sido aprobadas. Las soldaduras defectuosas no serán reparadas hasta cuando se hayan revisado las correspondientes radiografías. Después de la reparación, la soldadura deberá ser radiografiada para su aprobación. Si la reparación de la soldadura implica la reposición de partes integrales del elemento estructural, ésta será hecha de acuerdo con el resultado de las pruebas e inspección. El procedimiento radiográfico, las técnicas y las normas de aceptación, deberán estar de acuerdo con los requisitos de la sección denominada "Inspection" del "Structural Welding Code – Steel AWS" última revisión.

El control de calidad, la supervisión técnica y los ensayos requeridos para las soldaduras del sistema de resistencia sísmica, estará como mínimo de acuerdo con los numerales F.2.14 y F.3.10 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

En caso de que cualquier parte del suministro resulte defectuosa, en sus materiales o en su fabricación o montaje, o que por cualquier otra razón no esté de acuerdo con lo especificado, se deberá proceder a su corrección o reemplazo, por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA y a entera satisfacción, sin perjuicio de los plazos contractuales estipulados.

La inspección, la aceptación o el rechazo del material o del equipo por parte de EPM no exonera a EL CONTRATISTA de su responsabilidad por el uso de aquellos elementos que no cumplan con los requisitos de estos documentos, como tampoco de ninguna responsabilidad en cuanto a defectos y fallas que se descubran posteriormente, ni impondrán a EPM responsabilidad alguna en este sentido.

20.5.2 TOLERANCIAS

Los elementos metálicos deberán ser fabricados e instalados de acuerdo con lo indicado en los planos con las siguientes tolerancias:

- Las indicadas en la última edición del American Institute of Steel Construction (AISC), Specification for Structural Steel Buildings, AISC 360, el Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- Para elementos metálicos embebidos, la desviación desde el plano vertical u horizontal, o la dimensión cara a cara, no deberá ser mayor de 3 mm en cualquier longitud de 3 m.

- Pernos de anclaje y anclajes individuales deberán ser colocados dentro de una tolerancia de 3 mm de su posición indicada en los planos.
- Las tolerancias de montaje para los elementos metálicos empotrados asociados a equipos hidromecánicos serán las indicadas en los planos y procedimientos de montaje del fabricante de equipos hidromecánicos.

20.6 TRABAJOS QUE TENDRÁN MEDIDA NI PAGO POR SEPARADO

No se hará medida ni pago por separado por los siguientes trabajos necesarios para completar esta parte de la obra, cuyos costos deberán incluirse en los precios unitarios de los respectivos ítems de este capítulo:

- El transporte y montaje de los elementos metálicos y misceláneos.
- La galvanización de los elementos indicados en los planos o señalados por LA INTERVENTORÍA.
- La elaboración y presentación, por parte del Contratista, de los planos de fabricación de taller y montaje e instalación relacionados con los diferentes elementos.
- Las facilidades que debe proveer el Contratista para la adecuada inspección de los diferentes elementos por parte de LA INTERVENTORÍA.
- El reemplazo o corrección de materiales o elementos rechazados por LA INTERVENTORÍA o dañados durante la instalación.
- Los elementos metálicos provisionales y los soportes necesarios para asegurar y agarrar los elementos metálicos misceláneos en su sitio durante la colocación de concreto.
- El suministro de los equipos, materiales, los procedimientos, ensayos y mano de obra requeridos para inspeccionar las soldaduras, de acuerdo con lo solicitado por LA INTERVENTORÍA.
- El suministro de los materiales y equipo y la ejecución de los trabajos de limpieza y pintura de los elementos metálicos misceláneos, incluida la protección de equipos e instalaciones durante la pintura.
- La soldadura empleada en la fabricación y la instalación de los distintos elementos y estructuras metálicas.
- La tornillería empleada en la fabricación y la instalación de los distintos elementos y estructuras metálicas.
- Las inspecciones radiográficas realizadas en el taller y en la obra.
- La recolección y remoción de sobrantes de materiales y elementos utilizados provisionalmente en la construcción o resultantes de la limpieza general de la obra.
- La instalación de la tolva suministrada por el fabricante de equipos sobre su estructura de soporte.
- El suministro e instalación de todos los demás elementos que sean requeridos para la correcta ejecución de esta parte de la obra y que no tengan pago por separado.

20.7 MEDIDA Y PAGO

20.7.1 MEDIDA

El acero estructural para los elementos metálicos misceláneos será medido en Kg. Con base en los planos entregados, EL CONTRATISTA deberá entregar para aprobación de EPM los respectivos planos de taller.

La medida para el pago de incrustaciones metálicas, platinas, perfiles, rejillas, escaleras metálicas, escaleras de gato con sus protecciones, anclajes para equipos, tapas metálicas misceláneas, barandas, pasamanos, tubería de acero para aireación en la descarga de fondo de Guadalupe III, y las demás estructuras y elementos metálicos, con excepción de los específicamente indicados más adelante, será el peso en kg, aproximado al centésimo de kg, de todos los elementos metálicos instalados como se indica en los planos o como lo exija y acepte LA INTERVENTORÍA. No habrá medida ni pago por separado para las soldaduras ni para la tornillería de cualquier tipo.

La medida para el pago de la estructura de soporte de tolva en la captación Tenche, deberá incluir la instalación de la tolva suministrada por el contratista de equipos mecánicos.

El peso se computará de acuerdo con los pesos unitarios teóricos suministrados por el fabricante y las dimensiones indicadas en los planos. Para efectos de medida y pago deberá incluirse el peso de todos los accesorios necesarios tales como platinas, perfiles, tuercas, pernos, arandelas y calzas de relleno. No se harán deducciones por concepto de agujeros para pernos. No se medirán pernos ni elementos de fijación temporales usados durante la instalación de los elementos metálicos misceláneos. Tampoco se medirán las estructuras provisionales usadas para las instalaciones y montajes.

La medida para el pago de la malla eslabonada utilizada en los cerramientos será la longitud en metros, aproximada al décimo de metro, de malla instalada. En la medida no se incluirán los traslapes. La medida deberá incluir el costo de las puertas de malla, tubos galvanizados para postes y diagonales y el alambre de púas, suministradas e instaladas de acuerdo con los planos, estas especificaciones y las indicaciones por LA INTERVENTORÍA.

20.8 ÍTEMS DE PAGO

El ítem de pago y su unidad de medida se indica en la Tabla 125. Los ítems 20.1 y 20.2 se refiere a las estructuras metálicas. Los ítems de pago asociados a 20.4 en su mayoría se refieren a escaleras metálicas convencionales y los ítems de pago asociados al 20.8 se refieren a pasamanos.

Tabla 125 Ítems de pago para elementos metálicos misceláneos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
20	Suministro e instalación de elementos metálicos y embebidos	
20.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A572	KG
20.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A36	KG
20.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ESCALERA VERTICAL CON LINEA DE VIDA VERTICAL Y PROTECCIONES	KG
20.4	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA PASARELAS, PASAMANOS Y ESCALERAS	KG
20.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LINEA DE VIDA Y ANCLAJES PARA ELEMENTOS E SEGURIDAD INDUSTRIAL	KG
20.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE REJILLA METALICA	KG
20.7	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA PASARELAS, PASAMANOS Y ESCALERAS	KG
20.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATAFORMA O TAPA METALICA MISCELANEA REMOVIBLE	KG
20.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS METALICOS MISCELANEOS	KG
20.10	CONSTRUCCION DE CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA GALVANIZADA MAYOR A 2.5M DE ALTURA	ML

La Tabla 126 presenta la distribución de ítems de pago en los diferentes frentes del proyecto.

Tabla 126 Ítems de pago para elementos metálicos misceláneos por frente de obra

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
20	Suministro e instalación de elementos metálicos y embebidos	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE		
20.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A572	KG
20.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A36	KG
20.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ESCALERA VERTICAL CON LINEA DE VIDA VERTICAL Y PROTECCIONES	KG
20.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LINEA DE VIDA Y ANCLAJES PARA ELEMENTOS E SEGURIDAD INDUSTRIAL	KG
20.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE REJILLA METALICA	KG
20.7	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA PASARELAS, PASAMANOS Y ESCALERAS	KG
20.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATAFORMA O TAPA METALICA MISCELANEA REMOVIBLE	KG
20.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS METALICOS MISCELANEOS	KG
LT2.3 VERTEDERO Y DESCARGA DE FONDO BOCATOMA GIII		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
20	Suministro e instalación de elementos metálicos y embebidos	
20.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A572	KG
20.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A572	KG
20.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A36	KG
20.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ESCALERA VERTICAL CON LINEA DE VIDA VERTICAL Y PROTECCIONES	KG
20.4	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA PASARELAS, PASAMANOS Y ESCALERAS	KG
20.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LINEA DE VIDA Y ANCLAJES PARA ELEMENTOS E SEGURIDAD INDUSTRIAL	KG
20.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE REJILLA METALICA	KG
20.7	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA PASARELAS, PASAMANOS Y ESCALERAS	KG
20.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATAFORMA O TAPA METALICA MISCELANEA REMOVIBLE	KG
20.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS METALICOS MISCELANEOS	KG
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
20.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A572	KG
20.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A36	KG
20.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A572	KG
20.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A36	KG
20.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ESCALERA VERTICAL CON LINEA DE VIDA VERTICAL Y PROTECCIONES	KG
20.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LINEA DE VIDA Y ANCLAJES PARA ELEMENTOS E SEGURIDAD INDUSTRIAL	KG
20.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE REJILLA METALICA	KG
20.7	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA PASARELAS, PASAMANOS Y ESCALERAS	KG
20.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATAFORMA O TAPA METALICA MISCELANEA REMOVIBLE	KG
20.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS METALICOS MISCELANEOS	KG
20.10	CONSTRUCCION DE CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA GALVANIZADA MAYOR A 2.5M DE ALTURA	ML
LT3.4 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE I		
20.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LINEA DE VIDA Y ANCLAJES PARA ELEMENTOS E SEGURIDAD INDUSTRIAL	KG

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
20	Suministro e instalación de elementos metálicos y embebidos	
20.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATAFORMA O TAPA METALICA MISCELANEA REMOVIBLE	KG
20.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS METALICOS MISCELANEOS	KG
LT3.7 OBRAS BOCATOMA GUADALUPE IV		
20.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A572	KG
20.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y MONTAJE DE PERFILERIA METALICA ASTM A36	KG
20.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ESCALERA VERTICAL CON LINEA DE VIDA VERTICAL Y PROTECCIONES	KG
20.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LINEA DE VIDA Y ANCLAJES PARA ELEMENTOS E SEGURIDAD INDUSTRIAL	KG
20.7	SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE ESTRUCTURAS METALICAS PARA PASARELAS, PASAMANOS Y ESCALERAS	KG
20.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ELEMENTOS METALICOS MISCELANEOS	KG

21 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA LAS OBRAS ELÉCTRICAS

Este capítulo comprende el suministro de todos los materiales, equipos, mano de obra y demás elementos requeridos para la ejecución de los diseños eléctricos los cuales incluyen las siguientes actividades:

- Sistema de iluminación interior normal y de emergencia.
- Sistema de iluminación exterior.
- Sistema de tomacorrientes.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- Sistema de canalizaciones exteriores.

21.1 ALCANCE

El CONTRATISTA debe suministrar todos los materiales, elementos, herramientas, equipo y mano de obra necesarios para la construcción de los sistemas de iluminación interior normal y de emergencia, iluminación exterior, tomacorrientes, canalizaciones exteriores, sistema de protección contra descargas atmosféricas y sistema de puesta a tierra en los sitios de intervención según lo indicado en los planos de diseño.

21.2 NORMAS PARA EL SUMINISTRO ELÉCTRICO

Todos los trabajos de diseño de ingeniería eléctrica se elaboran con la última revisión de las Normas y códigos publicados por las siguientes instituciones y que sean aplicables a las instalaciones específicas contempladas en los diseños.

21.2.1 NORMAS APLICABLES GENERALES

- RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano.
- RAX/RSx Normas de redes aéreas y subterráneas de EPM.

21.2.2 NORMAS PARA TABLEROS EN BAJA TENSIÓN

- ANSI / IEEE C37.20.1 IEEE Standard for Metal-Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear.
- IEC 60038 IEC Standard Voltages.
- IEC 60529 Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code).
- IEC 60947-1 Low Voltage Switchgear and Controlgear - Part 1: General Rules.
- IEC 60947-2 Low Voltage Switchgear and Controlgear - Part 2: Circuit Breakers.
- IEC 60947-3 Low Voltage Switchgear and Controlgear - Part 3: Switches, Disconnectors, Switch-Disconnectors and Fuse-Combination Units.

- IEC 60947-4-1 Low Voltage Switchgear and Controlgear - Part 4-1: Contactors and Motor-Starters - Electromechanical Contactors and Motor Starters.
- IEC 60947-4-2 Low Voltage Switchgear and Controlgear - Part 4-2: Contactors and Motor-Starters - Semiconductor Motor Controllers, Starters and Soft-Starters.
- IEC 61439-1 Low Voltage Switchgear and Controlgear Assemblies - Part 1: General Rules
- IEC 60909 Short-circuit currents in three-phase a.c. systems.
- IEEE std 1584 - 2018 IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations
- NFPA 70E Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo

21.2.3 NORMAS PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES

- RETILAP Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.
- ANSI C37.20 Switchgear assemblies including metal-enclosed bus.
- NEC/ NFPA 70 Código Eléctrico Nacional.
- ASTM A 123 Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.
- IEC 60332-3 Test on electric and optical fibre cables under fire conditions.
- NTC 2230 Luminarias parte 1. Requisitos generales y ensayos
- NTC 3547 Electrotecnia. Controles para sistemas de iluminación exterior
- ANSI C136.10 Roadway And Area Lighting Equipment - Locking-Type Photocontrol Devices And Mating Receptacles - Physical And Electrical Interchangeability And Testing
- ANSI C136.41 Roadway Lighting Standards. Dimming Control Between an External Locking Type Photocontrol and Ballast or Driver.

21.2.4 NORMAS PARA CABLES DE BAJA TENSIÓN

- NTC 1099-1 Cables de potencia de 2000 voltios o menos, para distribución de energía eléctrica.
- RA8-003 Cables y alambres de cobre con voltaje de servicio hasta 2000 voltios.
- NTC 3203 Norma de referencia para alambres, cables y cordones flexibles eléctricos.
- NTC 307 Conductores de cobre duro, semiduro o blando, cableado concéntrico.
- NTC 1781 Alambre de cobre blando o recocido estañado para usos eléctricos.
- NTC 1818 Alambrón de cobre laminado en caliente para usos eléctricos.
- ASTM B784 Standard Specification for Modified Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors for Use in Insulated Electrical Cables.
- ASTM B3 Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire.
- ASTM B5 Standard Specification for High Conductivity Tough-Pitch Copper Refinery Shapes.
- ASTM B8 Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft.
- ASTM B187-C11000 Standard Specification for Copper, Bus Bar, Rod, and Shapes and General Purpose Rod, Bar, and Shapes.

21.2.5 NORMAS PARA PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO

- IEEE 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding
- IEEE 81 Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Ground System
- IEEE 142 Grounding of Industrial and Commercial Power System
- NFPA 780 Standard for the Installation of Lightning Protection Systems
- IEC 62305-1 Protection against lightning
- IEEE Std 998 Guide for direct lightning stroke shielding of substations
- ASTM B 173 Standard Specification for Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Concentric- Stranded Members, for Electrical Conductors
- ASTM B 187 Standard specification for copper bus bar, rod and shapes
- ASTM B 99-86 Standard specification for copper-silicon alloy wire for general purpose
- NTC 4552 Norma Técnica Colombiana para la protección contra rayos
- IEC 62561 Lightning protection system components (LPSC)
- NTC 2076 Recubrimiento de zinc por inmersión en caliente para elementos en hierro y acero
- NTC 3320 Recubrimientos de zinc (Galvanizado por inmersión en caliente) en productos de hierro y acero
- UNE 21186 Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado.
- NF C 17-102 Protection of structures and open area against lightning using early streamer emission air terminals
- UNE-EN 61232-96 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.
- ASTM A 153 Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
- UNE-EN 50182:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
- IEC 61284 Overhead lines - Requirements and test for fittings

21.3 GENERALIDADES DE LAS OBRAS ELÉCTRICAS

21.3.1 ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR

El suministro e instalación de los elementos que conforman el diseño de iluminación interior y exterior para las casetas de Tenche y la Torre de Captación de Troneras debe realizarse de acuerdo con los planos de iluminación:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-005-01 - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-010-01 - Detalles - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-015-01 - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Existente - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-020-01 - Detalles Tomacorrientes Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Existente - Tenche.

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-025-01 - Ubicación de Iluminación Exterior - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-030-01 - Iluminación Normal y de Emergencia - Tomacorrientes - Plantas - Torre de Captación - Central Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-035-01 - Iluminación Normal y de Emergencia - Tomacorrientes - Secciones - Torre de Captación - Central Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-040-01 - Detalles de Instalación - Iluminación y Tomacorrientes - Torre de Captación - Central Troneras.

Los resultados de los niveles fotométricos para cada recinto se indican en el documento MEEGT-EJ-0602-SAE-G00-ELE-IND-001 - Informe de Diseño - LT6.2 Equipos Eléctricos MT y BT - Cadena GUATRON - Fase II.

En caso de que EL CONTRATISTA suministre luminarias con características diferentes a las consideradas en el diseño deberá presentar a EPM los estudios fotométricos y eléctricos del sistema de iluminación propuesto. Los niveles de iluminación por cada zona deben de estar de acuerdo con el método de iluminación promedio descrito en el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público “RETILAP”.

21.3.2 TOMACORRIENTES

EL CONTRATISTA debe realizar el suministro e instalación de las salidas para tomacorrientes incluyendo todos los elementos requeridos para su implementación, según la disposición indicada en los siguientes planos:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-005-01 - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-010-01 - Detalles - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-015-01 - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Existente - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-020-01 - Detalles Tomacorrientes Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Existente - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-030-01 - Iluminación Normal y de Emergencia - Tomacorrientes - Plantas - Torre de Captación - Central Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-035-01 - Iluminación Normal y de Emergencia - Tomacorrientes - Secciones - Torre de Captación - Central Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-040-01 - Detalles de Instalación - Iluminación y Tomacorrientes - Torre de Captación - Central Troneras.

21.3.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO

EL CONTRATISTA debe realizar el suministro y transporte de todas las herramientas, equipos y materiales (como cables, conectores, soldaduras, moldes, soportes y accesorios) necesarios, así como tendido y empalme de conductores, excavación de zanjas, cajas de inspección, relleno y compactación requeridos para la instalación de varillas y cables enterrados, la mano de obra y demás trabajos requeridos para la construcción de los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento en la nueva caseta de Tenche y la Torre de Captación de Troneras. La

disposición de los elementos que conforman los sistemas de puesta a tierra y apantallamiento deben estar acorde a lo indicado en los siguientes planos:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-070-01 - Sistema de Apantallamiento - Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-075-01 - Sistema de Apantallamiento - Secciones - Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-080-01 - Sistema de Apantallamiento - Torre de Captación - Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-085-01 - Sistema de Apantallamiento - Secciones - Torre de Captación - Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-045-01 - Sistema de Puesta a Tierra - Transformador y Casetas - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-050-01 - Detalles Típicos - Sistema de Puesta a Tierra - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-060-01 - Sistema de Puesta a Tierra - Transformador en Poste y Exteriores - Torre de Captación - Detalles de Instalación - Bocatoma Troneras.

Todos los elementos metálicos (escaleras, pasamanos, barandas, vigas, columnas, ductos, tuberías, conduits, mallas de cerramiento, y en general cualquier elemento metálico que no esté energizado) deberán ser conectados a tierra y contemplados dentro del alcance del contrato. Adicionalmente, se deberán conectar las nuevas mallas de puesta a tierra a las mallas de tierra existentes en dos puntos diferentes para la Bocatoma Tenche y Captación Troneras, mediante el uso de soldadura exotérmica o conector certificado, con el propósito de equipotencializar estas mallas.

21.3.4 BANCOS DE DUCTOS Y CANALIZACIONES

El CONTRATISTA debe realizar todas las actividades requeridas para la ejecución de las obras asociadas a los bancos de ductos y canalizaciones en los sitios de Tenche, Torre de Captación de Troneras y Cámara de Válvulas de Guadalupe III considerando lo indicado en los siguientes planos:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-095-01 - Ubicación de Equipos y Canalizaciones Exteriores - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-100-01 - Ubicación de Equipos y Canalizaciones Exteriores - Captación Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-105-01 - Detalles de Instalación - Bancos de Ductos y Cajas - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-120-01 - Detalles de Instalación - Bancos de Ductos y Cajas - Torre de Captación - Troneras.
- MEEGT-EJ-0607-CPO-G02-ELE-PLA-025-01 - Plano de Conducciones - Cámara de Válvulas - Exterior - Central Guadalupe III.

21.4 PARTICULARIDADES DE LAS OBRAS ELÉCTRICAS

Considerando los lineamientos descritos en los documentos MEEGT-EJ-0607-CSB-G02-ELE-INF-006 - Especificaciones Técnicas - LT6.7 Cableado y Soportería y MEEGT-EJ-0602-SAE-G00-ELE-INF-002 - Especificaciones Técnicas - LT6.2 Equipos BT y MT, EL CONTRATISTA deberá disponer todos los equipos, materiales, mano de obra y demás medios necesarios para el diseño, fabricación, suministro, pruebas, embalaje, transporte desde el sitio de fabricación hasta el sitio de la obra, almacenaje, instalación, pruebas y puesta en servicio de todos los equipos, componentes, dispositivos y accesorios requeridos en la construcción de los sistemas de iluminación, tomacorrientes, sistema de puesta a tierra y apantallamiento de las casetas de Tenche y la Torre de Captación de Troneras, que hacen parte del Proyecto de Modernización Guadalupe Troneras.

Cualquier elemento, equipo, dispositivo, componente o accesorio que no se mencione específicamente en estos documentos, pero que pueda ser necesario para garantizar una operación segura, confiable y efectiva de cualquiera de los equipos o sistemas previstos, deberá considerarse como incluido dentro del alcance del Contrato y deberá ser suministrado por EL CONTRATISTA sin extracostos para EPM. Una vez instalados y recibidos todos los equipos componentes y accesorios, deben entrar en operación en forma confiable y efectiva, sin que sea necesario disponer o instalar equipos o sistemas complementarios, excepto los que, según se establece expresamente en estas especificaciones, serán suministrados por otros.

EL CONTRATISTA deberá realizar la instalación de los sistemas de iluminación, tomacorrientes, puesta a tierra y apantallamiento de las casetas de Tenche y la Torre de Captación de Troneras del Proyecto Modernización Guadalupe Troneras, siguiendo los requerimientos que apliquen indicados en este documento.

Para efectos del dictamen de conformidad de la instalación, EL CONTRATISTA deberá entregar la “Declaración de Cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas”, exigido por RETIE.

21.4.1.1 BORNERAS DE TERMINALES

Las borneras terminales para los circuitos de fuerza de los sistemas de control deberán ser para trabajo pesado y que permitan la conexión de los terminales correspondientes y con aislamiento de 600 V para baja tensión.

Los bornes terminales deberán ser de poliamida, del tipo moldeado para ensamblar por grupos sobre riel DIN y tendrán un conector en cada borne del tipo resorte o clamp. Adicionalmente, deberán cumplir con la norma IEC 60947-7.

Todos los bornes terminales deberán ser identificados con marquillas indelebles.

21.4.1.2 ACCESORIOS

Por cada tablero debe haber una placa de identificación en acrílico con letras apropiadamente dimensionadas; el fondo de la placa será de color blanco y las letras serán de color negro. Esta marcación debe contener los parámetros eléctricos mínimos que se muestran a continuación:

- Fabricante.
- Referencia.
- Número de contrato.
- Normas de fabricación.
- Tensión nominal.
- Corriente nominal.
- Frecuencia nominal.
- Número de hilos.
- Corriente de cortocircuito.
- Grado de protección IP.
- Color.
- Fecha de fabricación.

Adicionalmente cada tablero debe contar con los siguientes accesorios que aplique de acuerdo con los planos:

- Resistencia de calefacción controlada con higrostató.
- Medios de protección (interruptores y/o fusibles) para los circuitos de control y fuerza del tablero.
- Borneras o tablillas terminales adecuadas para su uso (fuerza, control o indicación) con la reserva indicada. Todos los cables de fuerza, control y señalización deben ser llevados a bornes, incluyendo los cables de todos los interruptores.
- El diagrama unifilar del tablero.
- DPS según lo indicado en los planos.
- Símbolo de riesgo eléctrico según RETIE.
- Rótulo con información del análisis de arco eléctrico donde se indique la energía incidente por arco eléctrico, distancias de seguridad y EPP de acuerdo con la norma NFPA-70E.
- Elementos para la instalación del tablero a la pared
- Todos los demás accesorios que no hayan sido mencionados y que sean necesarios para la correcta instalación y funcionamiento de los tableros deben considerarse dentro del suministro, serán exigibles, sin que esto represente costos adicionales para EPM.

21.4.1.3 INTERRUPTORES DE CAJA MOLDEADA

Los interruptores serán automáticos y deberán suministrarse con elementos de disparo magnético de tipo instantáneo para protección contra cortocircuito, además deberá contar con todos los elementos de disparo térmico.

Los interruptores serán aprobados y certificados para 600 Voltios, con una capacidad de interrupción de cortocircuito simétrico mayor o igual al indicado para el barraje del tablero, no menor a 10 kA. Los interruptores de tres polos tendrán una palanca de accionamiento para disparos tripolares. Los terminales serán removibles y adecuados para conductores de cobre. La manija de operación indicará claramente, con marca indeleble, si el interruptor se encuentra en posición de abierto, cerrado o disparo.

Los interruptores deberán poderse operar desde el frente de los tableros. El mecanismo de operación de los interruptores deberá proporcionar un cierre y una apertura rápida, de tal forma que se obtenga una acción rápida con un mínimo establecimiento de arco eléctrico. El

mecanismo de disparo deberá ser de tipo libre, independiente del control manual, de tal forma que el interruptor pueda abrir por disparo bajo condiciones de cortocircuito o sobrecarga, aunque la palanca de operación se encuentre retenida en la posición "conectado".

Los interruptores deberán tener una indicación clara de sus posiciones "conectado" y "desconectado".

21.4.1.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIÓN

Se deberán instalar dispositivos de detección contra sobretensiones transitorias (DPS) en el barraje del tablero de iluminación y tomacorrientes. Las unidades de protección de sobretensión deben tener, como mínimo, las siguientes características técnicas:

Tensión Nominal:	208/120 V.
Tipo de protección:	Línea – Línea, Línea – Neutro, Neutro – Tierra
MCOV (L-N):	150 V
MCOV (L-L):	270 V
Corriente nominal de descarga para onda de 8x20 us:	20 kA

Los equipos deberán suministrarse con protecciones de sobrecorriente para operación segura en caso de falla interna o fenómenos anormales y con indicación de operación normal y de falla mediante LED's y con contactos libres de potencial para alarma remota.

21.4.2 CARACTERÍSTICAS DE TOMACORRIENTES, LUMINARIAS Y ACCESORIOS

Se deberá suministrar, instalar, probar y poner en servicio el sistema de tomacorrientes, iluminación normal y de emergencia de las casetas de Tenche y la Torre de Captación de Troneras según los siguientes planos:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-005-01 - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-010-01 - Detalles - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-015-01 - Tomacorrientes - Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Existente - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-020-01 - Detalles Tomacorrientes Iluminación Normal y de Emergencia - Caseta Existente - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-025-01 - Ubicación de Iluminación Exterior - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-030-01 - Iluminación Normal y de Emergencia - Tomacorrientes - Plantas - Torre de Captación - Central Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-035-01 - Iluminación Normal y de Emergencia - Tomacorrientes - Secciones - Torre de Captación - Central Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-040-01 - Detalles de Instalación - Iluminación y Tomacorrientes - Torre de Captación - Central Troneras.

Se deberá incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- Suministro de todos los equipos, tableros, materiales y accesorios que sean necesarios, para que todas las instalaciones eléctricas queden completas y en adecuado funcionamiento, teniendo en cuenta las presentes especificaciones.
- Suministro y construcción de la infraestructura para las instalaciones eléctricas que comprenden: los ductos para el cableado eléctrico de baja tensión incluyendo accesorios de instalación, tomacorrientes, iluminación normal y de emergencia, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

Todos los equipos y materiales deberán ser adecuados para las condiciones del sitio de instalación.

Para cada equipo o material suministrado por EL CONTRATISTA, se deberá entregar copia del "Certificado de Conformidad del Producto", exigido por RETIE.

21.4.2.1 LUMINARIAS NORMALES Y DE EMERGENCIA PARA ILUMINACIÓN INTERIOR

La iluminación normal y de emergencia para las casetas de Tenche y la Torre de Captación de Troneras será por medio de luminarias autónomas, con batería seca, sellada, recarga automática y libre de mantenimiento.

Las luminarias deberán cumplir con la norma internacional aplicable, principalmente la NTC 2050 sección 410 "Luminarias, Portalámparas y Lámparas" y sección 700 "Sistema de emergencia, numerales D y E".

Las luminarias autónomas deberán ser del tipo cerrado IP66 o NEMA 4X, con cubierta en fundición de aluminio o termoplástica de alto impacto para instalación sobre pared, con eficiencia del 85%; deberá incluir cargador con capacidad para suplir las cargas de las lámparas y con una autonomía no menor de 60 minutos.

El funcionamiento de las luminarias se deberá garantizar por cinco años contados a partir de la fecha de instalación y por lo tanto deberá preverse la manera de marcar fácilmente el mes y el año de su instalación.

El control electrónico de estado sólido deberá mantener automáticamente la carga de las baterías a un nivel máximo y realizar la transferencia automática cuando falta la corriente alterna. La batería deberá desconectarse a bajo voltaje para prevenir su descarga excesiva.

21.4.2.2 LUMINARIAS PARA ILUMINACIÓN EXTERIOR

Todas las luminarias metálicas deberán recibir tratamiento anticorrosivo antes del acabado final. Además, se proveerán con los elementos de sujeción y los necesarios para realizar su conexión a tierra.

La carcasa metálica de toda luminaria deberá incluir terminal para su conexión a tierra, adecuado para conectar cable o alambre no menor a calibre 12 AWG.

Todos los herrajes y elementos necesarios para fijación y los accesorios y para el soporte de la luminaria, deberán ser protegidos contra la corrosión, este procedimiento de galvanizado deberá

ser en caliente. Los dispositivos de cierre de carcasas deberán facilitar las labores de mantenimiento.

Para la fabricación de las luminarias se tendrán en cuenta los requisitos en la sección 410 de la NTC 2050. Todas las luminarias deberán demostrar mediante certificado de conformidad de producto, expedido por un organismo acreditado que:

- Los componentes no metálicos de luminarias deben cumplir con la resistencia al quemado mediante el ensayo del hilo incandescente a 650° C tal como lo establece la norma IEC 695-2-1, la Sección 13 de la norma NTC 2230 u otra norma equivalente.
- Las luminarias deben garantizar el grado de hermeticidad IP65 o su equivalente NEMA y la protección contra el impacto sean los requeridos para las exigencias de desempeño y factores de mantenimiento esperados, para cada instalación en particular.
- Todas las luminarias deberán acompañarse de los siguientes documentos fotométricos: Curva polar de intensidad luminosa, la matriz de intensidades referida a un tipo de coordenadas de acuerdo con el organismo internacional seleccionado, y diagrama polar para el plano de la curva de intensidad luminosa máxima. Tales documentos deberán ser certificados. El ángulo de inclinación del conjunto óptico de la luminaria para la elaboración de la matriz de intensidades debe ser 0°. Estos documentos deben ser los mismos que se usen para la certificación de producto.
- En el caso de las luminarias de uso exterior se debe indicar el valor de Flujo Hemisférico Superior (FHS), que se define como el porcentaje (%) de flujo luminoso emitido por el equipo de iluminación por encima del plano horizontal, e indica el nivel de contaminación lumínica que produce el equipo con un ángulo de inclinación de 0°.

EL CONTRATISTA deberá entregar las curvas de coeficiente de utilización. Las luminarias y proyectores de iluminación exterior deben tener un conjunto óptico con una eficiencia de por lo menos el 60% del flujo luminoso emitido por la fuente luminosa.

Los refractores deben presentar una superficie lisa externa, en ningún caso deben ser prismáticos exteriores. El refractor debe presentar las mejores características ópticas y ser adecuado para intemperie, resistente a cambios bruscos de temperatura, a altas temperaturas durante períodos prolongados (cristalización, rompimiento y amarillamiento).

Los refractores podrán ser en vidrio templado de seguridad o en policarbonato de alto impacto y con protección UV, tipo prismático y en vidrio liso templado de seguridad.

Las luminarias deberán ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa metálica exterior de fácil visualización. La marcación debe ser en impreso indeleble o marcación láser e incluir la siguiente información, de acuerdo con lo señalado en la norma NTC 2230 o normas internacionales o de reconocimiento internacional equivalentes:

- Marca
- Mes y año de fabricación.
- Potencia.
- Conjunto óptico. IP = 65
- Modelo y referencia
- Conjunto eléctrico. IP = 54
- Tensiones de conexión.

- Refractor o cubierta. IK = 08
- Tipo de bombilla.
- Otras partes. IK = 08

21.4.2.2.1 FOTOCELDAS (FOTO CONTROL), PARA ILUMINACIÓN EXTERIOR

Cada luminaria exterior deberá ser suministrada con fotocelda. Las fotoceldas deberán ser tipo intemperie con base incluida, grado protección IP65, calibradas en fábrica para que operen al disminuir el nivel luminoso de 30 ± 5 luxes e interrumpir cuando aumente el nivel de 120 ± 5 luxes.

Los fotocontroles deben cumplir los ensayos establecidos en ANSI C136.10. Deberán estar previstas para un tiempo de retardo de 5 a 15 segundos. Las fotoceldas deberán tener dispositivos que las protejan de cualquier sobretensión inducida que pudiera producirse en los circuitos eléctricos.

Las cúpulas de las fotoceldas deberán tener claramente indicado el sentido de orientación y poderse instalar en cualquier posición, sin afectar fundamentalmente la vida útil de las mismas.

Deberán incorporar un interruptor de tres terminales, con contactos normalmente abierto y normalmente cerrado, con terminal común, con capacidad de 10 A, 1800 VA, tensión de aislamiento 600 V ca y nominal de 220 V ca y no tener posibilidades de cebado de arco o chisporroteo en todo el intervalo operativo de tensión.

Los terminados del sensor deberán ser adecuados para recibir hasta cable calibre 10 AWG. Deberá garantizarse por dos años contados a partir de la fecha de instalación y por lo tanto deberá preverse la manera de marcar fácilmente el mes y el año de su instalación y reemplazo.

EL CONTRATISTA deberá suministrar la información técnica completa de las fotoceldas ofrecidas.

21.4.2.2.2 BRAZOS

EL CONTRATISTA deberá suministrar e instalar los brazos para instalación de las luminarias con el ángulo indicado en el plano MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-025-01 - Ubicación de Iluminación Exterior - Tenche, para cada luminaria. Los brazos deberán cumplir con la norma EPM RA5-102.

21.4.2.3 POSTE EN POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO PARA ALUMBRADO

Se deben usar postes de 12 metros monolíticos según el diseño realizado y en concordancia con lo estipulado en la norma ET-TD-ME04-02 de EPM. Los postes deben ser especificados y probados para una carga de rotura mínima de 750. Los postes de concreto tendrán un diámetro mínimo en la base de 33,5 cm y 15,5 cm.

Los postes en poliéster reforzado con fibra de vidrio de sección circular deben presentar una conicidad entre 2 y 1,5 cm/m.

El poste, bajo la acción de una carga aplicada a 20 cm de la cima, con intensidad igual a su carga de trabajo, no debe producir una flecha superior al 3% de la longitud libre.

El poste debe ser empotrado a una profundidad igual a 60 cm más el 10% de la longitud del poste. EL CONTRATISTA debe marcar con pintura permanente la sección transversal donde se localiza esta distancia. EL CONTRATISTA debe marcar con pintura permanente la sección transversal donde se encuentre el centro de gravedad del poste, esto con el fin de permitir su manipulación e izaje con el menor riesgo del operario.

Los postes no deben presentar fisuras u otras anomalías que con el tiempo puedan comprometer sus condiciones mecánicas. Los postes deben tener un rotulado en placa metálica, localizada a dos metros sobre la línea de empotramiento, con la siguiente información:

- Nombre o razón social del fabricante.
- Logo del Grupo EPM.
- Número de contrato u orden de compra y consecutivo del poste según fabricante.
- Longitud total del poste en metros.
- Carga mínima de rotura en kgf.
- Carga de trabajo en kgf y en daN.
- Fecha de fabricación (dd-mm-aaaa).
- Peso del poste en kg.
- Leyenda "DISTANCIA A LÍNEA DE EMPOTRAMIENTO 2 m".

21.4.2.4 AVISO PARA SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE EMERGENCIA

Las señalizaciones de emergencia deberán ser equipadas con todos los elementos de sujeción necesarios para montaje en techo o pared y deberán llevar grabado o impreso de manera clara y permanente como mínimo la siguiente información: marca o logotipo del fabricante, identificación de los terminales, tensión, corriente, potencia, factor de potencia nominal.

Todos los avisos de señalización serán tipo LED, tendrán una alimentación de 120 V, 60Hz y contarán con una batería recargable integrada y un botón de prueba, adicionalmente contarán con cerramiento y protección mínima tipo IP20. Deberá incluir cargador con capacidad para suplir las cargas de las lámparas y con una autonomía no menor de 60 minutos.

21.4.2.5 TOMACORRIENTES MONOFÁSICOS

Los tomacorrientes serán dobles monofásicos, con polo a tierra, para incrustar, configuración NEMA 5-15R, con capacidad para 20 A, 125 V ca.

Cada tomacorriente deberá tener grabada o impresa, en forma visible, la capacidad en amperios, la tensión nominal en voltios y la marca de aprobación de una entidad internacionalmente reconocida y el fabricante.

21.4.2.6 TOMACORRIENTES POLIFÁSICOS

Los tomacorrientes trifásicos de 220 V ca a 32 A deberán ser de tres polos, cuatro hilos con conexión a tierra, para los tomacorrientes bifásicos 220 V ca a 32 deberán ser de dos polos, tres hilos con conexión a tierra, grado de protección IP44, para sobreponer.

21.4.2.7 CAJAS MULTISERVICIO

La caja multiservicio debe contar con mínimo tres ventanas prefabricadas para incrustar los receptáculos de la tomacorriente monofásica, bifásica y trifásica de 16 y 32 A, respectivamente. Su carcasa debe estar construida en ABS de alta calidad con grado de protección IP65.

21.4.3 CABLES DE FUERZA AISLADOS A 600 V

Los conductores de fuerza utilizados en el sistema de iluminación y tomas serán aislados a 600 V, para instalación en tubería conduit de acero galvanizado. Los conductores tendrán aislamiento THHN/THWN 90°C.

El trenzado de los cables será clase B para conductores con calibres AWG No. 2 y menores, y clase C para calibre AWG 1/0 y mayores. De esta manera se reducen los costos de fabricación sin dificultar los procesos de instalación.

El aislamiento debe ser aplicado directamente sobre la superficie del conductor trenzado, formando una capa homogénea libre de porosidades.

El aislamiento podrá retirarse dejando limpio el conductor, con el fin de poder realizar empalmes y terminaciones con facilidad.

Los conductores aislados deben cumplir con el código de colores para conductores establecido en el Título 5 del Libro 3 de RETIE 2024. Se tomará como válido para el cumplimiento de este requisito el color del aislamiento o una marcación clara e indeleble en las partes visibles del conductor.

Todos los conductores deben venir marcados, como mínimo, cada metro, con el nombre del fabricante, país de origen, tipo de cable, calibre, nivel de aislamiento y temperatura.

Todos los cables deben cumplir con las normas aplicables para el tipo de cable, calibre, nivel de aislamiento y temperatura.

21.4.4 TUBERÍAS Y ACCESORIOS CONDUIT

Para la instalación de los cables de fuerza desde los tableros hasta cada uno de los equipos o artefactos, se deberá instalar un sistema de tubería tipo conduit, adecuado para conductores eléctricos, con todos los accesorios necesarios para proteger adecuadamente los cables y permitir su instalación técnicamente.

Las tuberías serán a la vista en conduit metálico galvanizado en caliente de $\frac{3}{4}$ ", 1" y 2" tipo IMC y deberán instalarse con las cajas y accesorios adecuados.

EL CONTRATISTA deberá suministrar, debidamente terminados y tal como se indica en estas especificaciones, los elementos metálicos galvanizados y los accesorios necesarios para la instalación del sistema de tuberías metálicas.

Las tuberías de acero galvanizado serán utilizadas para la instalación de los conductores, entre los tableros y los equipos. Las tuberías a instalarse expuestas llevarán todos los accesorios para sujeción y soporte.

La fabricación de las tuberías metálicas deberá ser realizada con acero y en longitudes normalizadas. La tubería deberá ser apta para ser roscada o doblada por métodos comunes adecuados. Los tubos deberán estar exentos de defectos superficiales interiores que puedan causar daños al aislamiento o a la chaqueta de los cables. Su soldadura deberá ser continua y aplicada longitudinalmente. Los tubos deberán ser rectos a simple vista, de sección circular y espesor uniforme. Sus extremos deberán ser cortados a noventa grados con relación al eje longitudinal del tubo; deberán llevar rosca externa y no presentar filos o rebabas interiores, que puedan afectar el aislamiento de los conductores eléctricos al momento de su tendido.

Las derivaciones de tubería conduit a la vista, se instalarán en cajas o conduletas para instalación sobre muro, con cuerpo en fundición de aluminio libre de cobre del uso exterior.

Todos los componentes deberán, como mínimo, ser galvanizados por el proceso de inmersión en caliente, de acuerdo con la última edición de la Norma ASTM A 123 grado c "Standard Specification for Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed, and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strip".

Las perforaciones, soldaduras, cortes y curvaturas de las partes deben ser totalmente terminadas y las rebabas deberán ser removidas antes de la aplicación del proceso de galvanizado.

El revestimiento de zinc deberá ser liso, limpio, de un espesor uniforme y libre de defectos. Los componentes galvanizados no deberán presentar escamas, aglutinamiento del galvanizado, rugosidades en la superficie, en los bordes o en las perforaciones.

21.4.4.1 CANALIZACIONES METÁLICAS A LA VISTA EN LT3.3 Y LT5.5

Los tramos de tubería metálica IMC a la vista en la zona del puente de la Torre de Captación de Bocatoma Troneras (LT3.3) y la conexión de la Cámara de Válvulas de GIII con el Desarenador (LT5.5), requieren la implementación de esquemas de sujeción conformados principalmente por perfiles y abrazaderas según las configuraciones presentadas en los siguientes planos:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-120-01 - Detalles de Instalación - Bancos de Ductos y Cajas - Torre de Captación - Troneras.
- MEEGT-EJ-0607-CPO-G02-ELE-PLA-025-01 - Plano de Conducciones - Cámara de Válvulas - Exterior - Central Guadalupe III.

El CONTRATISTA debe instalar todo el sistema de conducciones especificado en los diseños, sus accesorios y dispositivos de unión y soporte. Todos los cortes de las tuberías metálicas que se tengan que realizar en sitio, se deberán recubrir con una capa de galvanizado en frío. EL CONTRATISTA deberá someter a aprobación previa de EPM, el procedimiento y materiales utilizados.

Antes de iniciar el tendido de cada conduit, EL CONTRATISTA deberá verificar que no haya interferencias con otras instalaciones. No se deberán hacer perforaciones, cortes o dobladuras en estructuras y elementos de la obra para acomodar la tubería conduit, a menos que haya sido aprobado previamente por EPM.

Los conduits se deberán tender exactamente paralelos o en ángulos rectos con los paramentos o muros. Se deberán evitar las curvas y desvíos donde sea posible, pero donde fueren necesarios se deberán hacer con un doblador de tubos, o por medio de codos de fábrica. No se permitirá el

uso de T o morsas para doblar el conduit. Los cambios de dirección de tramo de conduit se deberán hacer mediante curvas simétricas, conduletas o cajas apropiadas. Las curvas de los conduits deberán tener un radio apropiado para los cables que contenga. Las curvas deberán ser de radio uniforme, libres de pliegues o deformación de la sección circular.

En un tramo de tubería entre dos equipos o cajas, no se permitirán más de cuatro curvas de 90°.

EL CONTRATISTA será responsable de suministrar los terminales y accesorios para puesta a tierra de las tuberías y partes metálicas de su suministro. El calibre para la conexión será No. 2 AWG (33,62 mm²).

Para la construcción de la base pedestal en concreto presentada en el Detalle 1 del plano MEEGT-EJ-0607-CPO-G02-ELE-PLA-025-01, la cual soporta la tubería metálica a la vista desde la Cámara de Válvulas hasta el Desarenador de Guadalupe III (LT5.5), se deben considerar los parámetros establecidos en el numeral 14. Acero de refuerzo y 15.8.8. Concreto para cunetas y obras misceláneas, cuyos ítems de pagó son el 14.1 Suministro y colocación de Acero de refuerzo A706 con $f_y=420$ MPa y 15.8.8 Concreto para cunetas y obras misceláneas, respectivamente.

21.4.4.2 CONDULETAS

Se deberán suministrar e instalar conduletas para las tuberías metálicas. Las conduletas deberán ser de fabricante reconocido aprobado por EPM.

Todas las cajas para salidas de iluminación y tomacorrientes deben ser metálicas tipo conduleta en aluminio inyectado, debidamente aterrizadas; con tapa metálica hermética. Deberán estar sobrepuestas. Las salidas que no sean utilizadas deberán permanecer selladas.

La construcción de las conduletas deberá ser tal que no existan filos que puedan deteriorar el aislamiento de los conductores eléctricos. Sus roscas deberán ser aptas para facilitar el montaje y la instalación de la tubería en la obra, y su suministro deberá incluir su empaque y sus tornillos.

21.4.5 CAJAS PARA SALIDAS DE ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES

Todas las cajas para salidas de iluminación y tomacorrientes deben ser metálicas tipo conduleta en fundición, debidamente aterrizadas; con tapa metálica hermética. Deberán estar sobrepuestas. Las salidas que no sean utilizadas deberán permanecer selladas.

21.4.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra para las casetas de Tenche y la Torre de Captación de Troneras, se instalará de acuerdo con lo indicado en los siguientes planos:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-045-01 - Sistema de Puesta a Tierra - Transformador y Casetas - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-050-01 - Detalles Típicos - Sistema de Puesta a Tierra - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-060-01 - Sistema de Puesta a Tierra - Transformador en Poste y Exteriores - Torre de Captación - Detalles de Instalación - Bocatoma Troneras.

Será por cuenta de EL CONTRATISTA la instalación, suministro y transporte de todas las herramientas, equipos y materiales (como cables, conectores, grapas de fijación, soldaduras, moldes, platinas de puesta a tierra, accesorios, mano de obra, pruebas, etc.) necesarios para realizar los empalmes y el tendido de los conductores y demás trabajos requeridos para la construcción del sistema de puesta a tierra.

Todos los elementos metálicos (escaleras, pasamanos, barandas, vigas, columnas, ductos, tuberías, conduits, mallas de cerramiento, y en general cualquier elemento metálico que no esté energizado) deberán ser conectados a tierra.

Todas las derivaciones desde el sistema de puesta a tierra a tableros, estructuras metálicas y platinas de conexión a tierra deberán ser continuas y se instalarán sin empalmes entre los puntos finales de conexión.

Será por cuenta de EL CONTRATISTA el suministro y transporte de todas las herramientas, equipos y materiales (como cables, conectores, soldaduras, moldes, soportes y accesorios) necesarios, así como tendido y empalme de conductores, obras civiles complementarias para la excavación de zanjas, relleno y compactación requeridos para la instalación de varillas y cables enterrados, la mano de obra y demás trabajos requeridos para la construcción del sistema de puesta a tierra.

Las excavaciones para la colocación de las varillas de puesta a tierra, serán verticales y las varillas, se limpiarán antes de la instalación, removiendo la pintura, la grasa y cualquier otro material extraño. Los huecos armados de tales excavaciones, de diámetro aproximado de 2", se limpiarán y se rellenarán con el material que mejora la resistencia a tierra, después se colocarán las varillas; en tal forma que se obtenga un buen contacto entre la varilla y su contorno en toda la longitud. EL CONTRATISTA durante la instalación de la red, cuidará que las excavaciones no sean un riesgo para la seguridad del personal y de que no se depositen escombros en ellas y realizará los trabajos de acuerdo con las normas y reglamentos, incluyendo el correspondiente manejo de desechos.

En caso de que se encuentren daños o defectos de instalación, EL CONTRATISTA sustituirá los trabajos defectuosos, hasta que se reciban a satisfacción y realizará las pruebas necesarias, de acuerdo con las Normas y las recomendaciones del fabricante, para verificar la calidad del trabajo desarrollado y cumplir con las especificaciones.

21.4.6.1 MOLDES PARA SOLDADURA EXOTÉRMICA

Los moldes que servirán de crisoles serán portátiles y estarán contruidos en grafito, proveerán la forma de controlar el flujo del fundente, permitirán establecer la longitud de aplicación mínima de conductor que dé suficiente solidez a la unión, así como la determinación de la configuración física final de la soldadura.

Cada molde o crisol será de diseño específico para cada tipo de conexión propuesto sin necesidad de aplicar casquillos de suplemento a los conductores. Sus partes deberán ajustarse perfectamente al ensamblar el conjunto, con o sin soporte de manejo, y deberá permitir la separación de sus partes, haciendo uso del soporte, para limpieza o para la colocación o retiro de las partes o del conjunto ya soldado.

Los crisoles deberán tener una vida útil garantizada de por lo menos 50 soldaduras sin que se presenten fugas o escapes de fundición o condiciones de operación inseguras. Las perforaciones para entrada de cables serán reforzadas con platinas metálicas.

Cada molde dispondrá del siguiente conjunto de herramientas:

- Una manija de soporte articulado para cierre, ajuste, operación y apertura del molde, con pines y pernos para soportarlos y dispondrá de mecanismo para autobloqueo en la posición cerrada. Todos los soportes en lo posible serán intercambiables entre moldes de igual propósito.
- Cepillo o grata suave para limpieza del crisol luego de cada fundición.

21.4.6.2 CABLE DE COBRE DESNUDO

El conductor de cobre desnudo será blando, cilíndrico, compactado, concéntrico, trenzado, formado con cable cilíndrico sin revestimiento. Será construido con un núcleo central rodeado por una o más capas de hilos compactados, cableados helicoidalmente y estará de acuerdo con lo especificado en la Norma “ASTM B-173 Standard members for electrical conductors”.

21.4.6.3 PLATINAS DE PUESTA A TIERRA

Las platinas de cobre deberán ser sólidas, construidas en cobre electrolítico y estarán de acuerdo con la norma “ASTM B-187 Standard specification for copper bus bar, rod and shapes”; deberán ser adecuados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos producidos por las corrientes de fallas. El área de conducción efectiva debe guardar una estrecha relación con los cables de tierra a los cuales se conecta. En su forma física deben evitarse las esquinas y su perímetro debe ser redondeado. Las platinas serán estañadas y tendrán las siguientes dimensiones: 300 mm de largo x 3” de ancho x 1/4” de espesor.

21.4.6.4 CONECTORES

Los conectores deberán ser fabricados con materiales que cumplan con lo indicado en la Norma ASTM B99-86 “Standard specification for copper-silicon alloy wire for general purpose”; deberán ser estañados para prevenir la corrosión y serán adecuados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos producidos por las corrientes de fallas.

Los conectores tendrán superficies figuradas en forma cóncava, para garantizar mayor superficie de contacto y evitar deformaciones en el conductor bajo la presión del cierre del conector.

Para el cierre de los conectores se usarán pernos de cabeza hexagonal, con tuerca, arandelas planas y arandelas de seguridad. La tornillería usada en el conector deberá ser compatible con el material del conector, tener alta resistencia mecánica y ser resistente a la corrosión.

21.4.7 SISTEMA DE APANTALLAMIENTO

En la nueva caseta de Tenche y para la Torre de Captación de Troneras se realiza el diseño de apantallamiento, para lo cual se deberán instalar conductores en cobre y aluminio interconectados con puntas captadoras en los sitios mostrados en los siguientes planos.

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-070-01 - Sistema de Apantallamiento - Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-075-01 - Sistema de Apantallamiento - Secciones - Caseta Nueva - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-080-01 - Sistema de Apantallamiento - Torre de Captación - Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-085-01 - Sistema de Apantallamiento - Secciones - Torre de Captación - Troneras.

Se deberán utilizar anclajes apropiados para las puntas captadoras, las bajantes en la zona de Tenche se realizarán en cable de cobre desnudo calibre 2/0 AWG y serán protegidas por medio de un tubo de PVC Sch 80 desde el piso hasta una altura mínima de 2 m. Todas las bajantes se conectarán directamente a las varillas copperweld que hacen parte del sistema de puesta a tierra. Adicional se deben incorporar avisos de advertencia al lado de las bajantes para alertar a la persona del riesgo que hay si toca la instalación.

Para la Torre de Captación de Troneras las puntas captadoras se interconectan mediante conductor de aluminio calibre 1/0 AWG. Las bajantes deben ir conectadas al sistema de puesta a tierra de la Torre y sumergidas en el agua según los planos de diseño.

Será por cuenta de EL CONTRATISTA el suministro y transporte de todas las herramientas, equipos y materiales (como cables, conectores, soldaduras, moldes, soportes y accesorios) necesarios, así como tendido y empalme de conductores, obras civiles complementarias para la excavación de zanjas, relleno y compactación requeridos para la instalación de varillas y cables enterrados, la mano de obra y demás trabajos requeridos para la construcción del sistema de apantallamiento.

EL CONTRATISTA deberá tener especial cuidado de mantener las estructuras existentes en el estado en que las encuentre al inicio de los trabajos y reparar cualquier daño que durante los trabajos ocurrieran.

21.4.7.1 PUNTA CAPTADORA

El espesor y geometría debe ser suficiente para soportar el impacto directo de una descarga atmosférica de acuerdo con la Tabla 5 de la NTC 4552-3. En ella se establece que la punta captadora debe ser como mínimo de 16 mm de diámetro y 1 metro de longitud.

Los terminales de captación deben estar de acuerdo con las normas IEC 62305 e IEC 62561 y que cumplan con lo estipulado en el Título 13 del Libro 3 del RETIE. Por último, deberán contar con todos los elementos de sujeción necesarios para su correcta instalación y todos los elementos de conexión a los conductores.

21.4.7.2 BAJANTES

Para Tenche las bajantes se construirán en conductor de cobre desnudo calibre 2/0 AWG sobre el poste y recubiertas por tubería PVC SCH 80 con una altura de 2 m sobre el nivel del suelo, estas serán conectadas al sistema de puesta a tierra mediante conector y varilla de puesta a tierra. En la Torre de Captación de Troneras las bajantes en cable de aluminio desnudo calibre 1/0 AWG se llevarán sobre la estructura de la fachada hasta su conexión con el sistema de

puesta a tierra o sumergidas en el agua. Se debe realizar el cambio de material (aluminio a cobre) con un conector bimetálico antes de realizar la conexión al anillo de tierra.

21.4.7.3 TUBERÍA CONDUIT PVC

La tubería conduit PVC debe ser de 3/4" Schedule 80, suministrada en tramos de 3,5 metros de longitud, de sección circular y de espesor uniforme, libre de abolladuras. La tubería deberá estar libre de imperfecciones, asperezas o rugosidades internas que puedan deteriorar el aislamiento de los cables eléctricos.

La superficie interior deberá estar libre de defectos y residuos. Las características de los tubos y de las uniones, deberán estar de acuerdo con lo establecido por las normas indicadas, a menos que se especifique otra cosa. Los accesorios para la tubería tales como codos, boquillas, uniones, tuercas, contratueras, arandelas y soportes deberán ser del mismo material y características de la tubería.

21.4.7.4 SOPORTERÍA ESTRUCTURAL

Para soportar tuberías, mástiles y otros accesorios, se deben utilizar perfiles o abrazaderas en acero galvanizado en caliente, del tipo estructural sencilla, de calibres indicados y longitudes de acuerdo a lo requerido en el montaje. El galvanizado en caliente debe cumplir con las normas NTC 2076 y NTC 3320.

21.4.7.5 GRAPAS, TUERCAS Y PERNOS

Deben ser contruidos con materiales de la mejor calidad, descartando materiales alterables por la humedad, radiación solar y demás condiciones ambientales. El material debe estar libre de grietas, cavidades, sopladuras, defectos superficiales o internos y de toda otra falla que pudiera afectar su correcto funcionamiento. Los elementos de acero deben ser totalmente galvanizados por inmersión en caliente u deben cumplir con lo especificado en la NTC 2076.

Su diseño no debe originar sobre el conductor esfuerzos concentrados que produzcan su deterioro.

21.4.8 BANCO DE DUCTOS Y CAJAS

El contratista deberá suministrar los materiales y construir los bancos de ductos y cajas del sistema de iluminación exterior y fuerza, indicados en los planos de canalizaciones exteriores indicados a continuación:

- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-025-01 - Ubicación de Iluminación Exterior - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-095-01 - Ubicación de Equipos y Canalizaciones Exteriores - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-100-01 - Ubicación de Equipos y Canalizaciones Exteriores - Captación Troneras.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-105-01 - Detalles de Instalación - Bancos de Ductos y Cajas - Tenche.
- MEEGT-EJ-0602-CPO-G01-ELE-PLA-120-01 - Detalles de Instalación - Bancos de Ductos y Cajas - Torre de Captación - Troneras.

La tubería subterránea estará embebida en el terreno del sector, o con la debida protección necesaria si es bajo calzada, en toda su longitud hasta el afloramiento en las cajas para acometidas RS3-005. La tubería será PVC del tipo pesado DB (diseñado para ser instalado directamente bajo tierra).

La disposición y métodos constructivos deberán seguir lo indicado en el Grupo 1 de las normas técnicas para redes subterráneas de EPM.

Los tramos de tubería subterránea, que se construyan en dirección horizontal, no tendrán desniveles intencionales para drenaje de agua, ya que se deben construir de tal manera que no permitan el ingreso de agua por las uniones.

Sin embargo, es posible que se pueda acumular agua por ciclos de condensación y por lo tanto se debe contar con que la tubería subterránea pueda tener agua en su interior. A la llegada a la caja de unión, las entradas deben ser perpendiculares y cada tubo terminará con una campana.

Los tramos de tubería entre las cajas serán en lo posible rectos, si hay curvas se harán de manera que la sección del tubo no se reduzca ni se presenten agrietamientos. La unión entre los tubos se hará con soldadura líquida para PVC, previamente debe haberse hecho limpieza con removedor para librarla de humedad y suciedad.

Las zanjas para la construcción de la tubería subterránea y las excavaciones para las cajas deben realizarse a mano, y/o con máquina apropiada para este tipo de trabajo.

La profundidad de la excavación será la necesaria para dar a esta un recubrimiento de mínimo 0,5 metros de espesor o de acuerdo con las normas de construcción de redes subterráneas de distribución, el ancho de la excavación será el necesario para que la tubería se pueda unir y nivelar cómodamente e instalar los soportes de separación y de separación de tubos, a criterio de la Interventoría o de EPM.

El material de la excavación debe reservarse para el tapado cuidando de retirar los materiales extraños, desechos vegetales y piedras de gran tamaño y dejando solamente el material necesario para ser empleado en el relleno, el sobrante debe ser retirado.

Las capas de tubería se deben apoyar y fijar de acuerdo con las normas de EPM, de tal forma que mantengan las separaciones especificadas y soporten el vaciado del relleno. El relleno debe ser instalado paulatinamente para obtener una compactación uniforme y completa.

La correcta nivelación y alineación de la tubería, se hará de acuerdo con las normas de construcción de redes subterráneas de distribución de EPM.

Después de finalizada la instalación de la tubería subterránea, los tubos deben limpiarse muy cuidadosamente, antes de realizar las labores de cableado para eliminar cualquier tipo de impureza o residuo de materiales extraños.

Las cajas para acometidas RS3-005 pueden ser construidas con concreto vaciado o en bloques de concreto. En el piso de las cajas se ubicará un drenaje (caja o tubería) el cual es opcional a juicio de EPM, dependiendo del nivel freático de la zona donde se está construyendo. Tanto para la caja vaciada en concreto como para la conformada por bloques, la tapa de la caja debe ser

cuadrada con dimensión de acuerdo con la norma de EPM RS4-001. Las cajas se entregarán completamente limpias de sobrantes, desperdicios, entre otros.

El contratista deberá con la debida anticipación, presentar a la Interventoría información detallada sobre los materiales y equipos que se propone utilizar, incluyendo su marca, descripción, tipo, modelo y número de catálogo, para que la Interventoría imparta su aprobación y corrobore que los materiales corresponden a los señalados en la oferta.

Ningún material deberá ser instalado sin previa aprobación de la Interventoría. El contratista deberá someter a la aprobación de la Interventoría la ductería PVC. Todos los equipos deberán ser instalados en total acuerdo con las instrucciones del fabricante. El contratista deberá obtener esas instrucciones y tales documentos serán considerados como parte de estas especificaciones.

21.4.9 CANALIZACIONES DE INSTRUMENTACIÓN

A continuación, se describen las especificaciones de las cajas requeridas para la canalización en el sistema de instrumentación, las cuales deberán ser suministradas e instaladas en las ubicaciones señaladas en los siguientes planos:

- MEEGT-EJ-0606-SCO-G01-CYP-PLA-001-01 - Plano planta general descarga de fondo y Limpiarrejas - Tenche.
- MEEGT-EJ-0606-SCO-G01-CYP-PLA-005-01 - Plano planta y sección caseta nueva Limpiarrejas - Tenche.
- MEEGT-EJ-0606-SCO-G01-CYP-PLA-010-01 - Plano planta y sección caseta existente descarga de Fondo - Tenche.
- MEEGT-EJ-0606-SCO-G01-CYP-PLA-015-01 - Plano planta y secciones de instrumentación descarga de Fondo - Tenche.
- MEEGT-EJ-0606-SCO-G01-CYP-PLA-020-01 - Plano detalles descarga de fondo y Limpiarrejas - Tenche.

La caja suministrada e instalada deberá estar acorde a las normas técnicas para redes subterráneas de tráfico vehicular, RS3-004, la caja en su configuración constructiva puede ser en concreto vaciado o en bloques de concreto. En el piso de las cajas se ubicará un drenaje (caja o tubería) el cual es opcional a juicio de EPM, dependiendo del nivel freático de la zona donde se está construyendo. Tanto para la caja vaciada en concreto como para la conformada por bloques, la tapa de la caja debe ser cuadrada con dimensión de acuerdo con la norma de EPM RS4-002. Las cajas se entregarán completamente limpias de sobrantes, desperdicios, entre otros. La instalación de la tubería de conexión a la caja deberá seguir los parámetros descritos en la sección 21.4.8 BANCO DE DUCTOS Y CAJAS.

21.5 MEDIDA Y PAGO

El precio unitario indicado debe cubrir todos los costos asociados a la elaboración, transporte, suministro de materiales, mano de obra y equipo necesarios para la fabricación e instalación de los elementos que hacen parte del sistema de iluminación, tomacorrientes, apantallamiento y puesta a tierra, incluyendo los accesorios requeridos para su correcto funcionamiento de acuerdo con lo indicado en los planos, estas especificaciones y por LA INTERVENTORÍA.

La Tabla 127 presenta los ítems de pago para las actividades incluidas en el alcance de suministro de las obras eléctricas.

Tabla 127 ítems de pago para obras eléctricas

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLEADO DE FUERZA DE BAJA TENSION, MONOPOLAR, CU, CALIBRE No. 1/0 AWG, LSZH, 90 °C, TC.	ML
21.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 12AWG MONOPOLAR THWN-2 600VCA 90°C	ML
21.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 5X8AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 4X10AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 3X10AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 5X12AWG ENCAUCHETADO THHN/THWN 600V 90°C	ML
21.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 4X12AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 3X12AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 2". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 1". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 3/4". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PERFIL RANURADO O LISO 2"X4" O 4"X4"	ML
21.13	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PERFIL DOBLE ACERO GALVANIZADO 2.5MM 1M	UN
21.14	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE BOQUILLA TERMINAL PARA TUBERÍA DE 2" EN ALUMINIO CON TERMINAL POLO A TIERRA	UN
21.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE BOQUILLA TERMINAL PARA TUBERÍA DE 1" EN ALUMINIO CON TERMINAL POLO A TIERRA	UN
21.16	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE BOQUILLA TERMINAL PARA TUBERÍA DE 3/4" EN ALUMINIO CON TERMINAL POLO A TIERRA	UN
21.17	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN C ALUMINIO 2"	UN
21.18	SERVICIO DE SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN LL ALUMINIO 2" GRIS	UN
21.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN L ALUMINIO 1" GRIS	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN LL ALUMINIO 3/4" GRIS	UN
21.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE UNION 2" IMC	UN
21.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE UNION 1" IMC	UN
21.23	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA TIPO LED 100W 120VCA-127VCA 60HZ 4000K FLUJO LUMINOSO 16100LM IP66 BASE FOTOCELDA EN BRAZO DE ACERO	UN
21.24	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE POSTE DE FIBRA DE VIDRIO DE 12 M, 1050 KGF. INCLUYE EXCAVACION, ANCLAJE, MATERIAL DE LLENO Y MARCACION.	UN
21.25	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 2X4, INCLUYE TAPA	UN
21.26	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 4X4, INCLUYE TAPA	UN
21.27	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE INTERRUPTOR SENCILLO SOLIDO ANTI EXPLOSION 120VCA 20A CLASE 1 DIVISION 1. INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION	UN
21.28	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR DOBLE 15A CON CAJA TIPO RAWELL PARA TUBERÍA EXPUESTA DE 2X4	UN
21.29	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED HERMETICA 37/40W 120VCA 4000K 4500LM	UN
21.30	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED DE EMERGENCIA 2X1.2W 125VCA 6500K 200LM	UN
21.31	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED DE EMERGENCIA PARA AVISO DE SALIDA	UN
21.32	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA TIPO HIGH BAY LED DE 150W 120/277VCA 60HZ 6000°K 13200LM IP65 EN MATERIAL DE ALUMINIO FUNDIDO	UN
21.33	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA MULTISERVICIO METALICA	UN
21.34	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE INTERRUPTOR AUTOMATICO EN CAJA MOLDEADA AC, 3P PARA 15A, 20A, 25A, 30A, 40A O 50A PODER DE CORTE DE HASTA 10KA A 250V AC	UN
21.35	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PUNTA CAPTADORA EN ALUMINIO 5/8" X 2M	UN
21.36	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE CONECTOR PERNADO DE RANURAS PARALELAS BIMETALICO 2AWG A 8AWG	UN
21.37	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE COBRE DESNUDO MONOPOLAR 2/0AWG	ML
21.38	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE ALUMINIO DESNUDO 1/0AWG.	ML

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.39	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTE ANILLO POLIAMIDA CLIC RD 8-10MM	ML
21.40	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 3/4"	ML
21.41	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 1"	ML
21.42	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 2"	ML
21.43	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 3"	ML
21.44	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 4"	ML
21.45	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC DB DE 3", SEGUN NORMAS RS0-002 Y RS1-003	ML
21.46	CONSTRUCCION DE CANALIZACION DE DUCTOS 3X3" EN ZONA VERDE TERRENO SEMI DURO, REDES SUBTERRANEAS PARA BAJA TENSION	ML
21.47	CONSTRUCCION DE CANALIZACION DE ENERGIA DE MEDIA TENSION, SEGUN NORMA EPM RS1-005. INCLUYE TUBERIA ELECTRICA CONDUIT PVC TIPO DB 6", 2 TUBOS EN BRECHA CON SUS RESPECTIVAS TERMINAL TIPO CAMPANA EN LAS ENTRADAS A CAJA; EXCAVACION Y LLENOS DE LA ZANJA; TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE MATERIAL SOBRANTE.	ML
21.48	SERVICIO DE CONSTRUCCION DE CAJA RS3-005	UN
21.49	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE COBRE DESNUDO MONOPOLAR 2/0AWG	ML
21.50	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE CAJA DE INSPECCION DE 0.30X0.30M. INCLUYE TAPA	UN
21.51	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PLATINA DE COBRE 99% PARA BARRA DE TIERRA DE 3/8"	UN
21.52	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VARILLA COPPERWELD DE 5/8" X 2.4 M, INCLUYE LA VARILLA CON CERTIFICACIÓN DE PRODUCTO SEGÚN RETIE	UN
21.53	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 1/0 A 4/0 AWG CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN T. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN
21.54	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 2/0AWG-1/0AWG A VARILLA CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN L. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN
21.55	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 1/0 A 4/0 AWG CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN X. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN
21.56	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 1/0 A 4/0 AWG CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN T A VARILLA. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.57	TENDIDO Y REGULACION DE CABLE DE GUARDA (INCLUYE CABLE DE ACERO, HASTA CALIBRE 5/16, HERRAJERIA, GRAPAS DE SUSPENSION Y RETENCION, EMPALMES Y CONECTORES PARA BAJANTES)	ML
21.58	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC SCH 40 DE 1"	ML
21.59	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR BIMETALICO PARA FIJACION DE CABLE DESNUDO 4/0AWG DE COBRE - ACERO INOXIDABLE	UN
21.60	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE CABLE ACSR 7X8AWG	ML
21.61	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR PERNADO DE RANURAS PARALELAS ALUMINIO 1/0AWG A SPT	UN
21.62	SERVICIO DE CONSTRUCCION DE CAJA RS3-004	UN

La Tabla 128 presenta la distribución de los ítems de pago en los diferentes frentes del contrato.

Tabla 128 ítems de pago para las obras eléctricas en los diferentes frentes del contrato

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
LT2.2 DESCARGA DE FONDO BOCATOMA TENCHE		
21.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 5X8AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 4X10AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 3X10AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 1". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 3/4". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ADAPTADOR TERMINAL IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 1"	UN
21.16	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ADAPTADOR TERMINAL IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4"	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN L ALUMINIO 1" GRIS	UN
21.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN LL ALUMINIO 3/4" GRIS	UN
21.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE UNION 1" IMC	UN
21.25	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 2X4, INCLUYE TAPA	UN
21.26	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 4X4, INCLUYE TAPA	UN
21.27	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE INTERRUPTOR SENCILLO SOLIDO ANTI EXPLOSION 120VCA 20A CLASE 1 DIVISION 1. INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION	UN
21.29	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED HERMETICA 37/40W 120VCA 4000K 4500LM	UN
21.30	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED DE EMERGENCIA 2X1.2W 125VCA 6500K 200LM	UN
21.49	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE COBRE DESNUDO MONOPOLAR 2/0AWG	ML
21.51	SUMINISTRO, TRASNPORTE E INSTALACION DE PLATINA DE COBRE 99% PARA BARRA DE TIERRA DE 3/8"	UN
LT3.2 OBRAS BOCATOMA TENCHE		
21.6	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 5X12AWG ENCAUCHETADO THHN/THWN 600V 90°C	ML
21.7	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 4X12AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.8	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 3X12AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 3/4". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PERFIL RANURADO O LISO 2"X4" O 4"X4"	ML
21.13	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PERFIL DOBLE ACERO GALVANIZADO 2.5MM 1M	UN
21.16	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ADAPTADOR TERMINAL IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4"	UN
21.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN LL ALUMINIO 3/4" GRIS	UN
21.23	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA TIPO LED 100W 120VCA-127VCA 60HZ 4000K FLUJO LUMINOSO 16100LM IP66 BASE FOTOCELDA EN BRAZO DE ACERO	UN
21.24	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE POSTE DE FIBRA DE VIDRIO DE 12 M, 1050 KGF. INCLUYE EXCAVACION, ANCLAJE, MATERIAL DE LLENO Y MARCACION.	UN
21.25	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 2X4, INCLUYE TAPA	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.26	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 4X4, INCLUYE TAPA	UN
21.27	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE INTERRUPTOR SENCILLO SOLIDO ANTI EXPLOSION 120VCA 20A CLASE 1 DIVISION 1. INCLUYE ACCESORIOS DE INSTALACION	UN
21.29	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED HERMETICA 37/40W 120VCA 4000K 4500LM	UN
21.30	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED DE EMERGENCIA 2X1.2W 125VCA 6500K 200LM	UN
21.33	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA MULTISERVICIO METALICA	UN
21.35	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PUNTA CAPTADORA EN ALUMINIO 5/8" X 2M	UN
21.36	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR PERNADO DE RANURAS PARALELAS BIMETALICO 2AWG A 8AWG	UN
21.37	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE COBRE DESNUDO MONOPOLAR 2/0AWG	ML
21.40	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 3/4"	ML
21.41	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 1"	ML
21.42	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 2"	ML
21.43	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 3"	ML
21.44	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC TIPO DB DE 4"	ML
21.45	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC DB DE 3", SEGUN NORMAS RS0-002 Y RS1-003	ML
21.46	CONSTRUCCION DE CANALIZACION DE DUCTOS 3X3" EN ZONA VERDE TERRENO SEMI DURO, REDES SUBTERRANEAS PARA BAJA TENSION	ML
21.47	CONSTRUCCION DE CANALIZACION DE ENERGIA DE MEDIA TENSION, SEGUN NORMA EPM RS1-005. INCLUYE TUBERIA ELECTRICA CONDUIT PVC TIPO DB 6", 2 TUBOS EN BRECHA CON SUS RESPECTIVAS TERMINAL TIPO CAMPANA EN LAS ENTRADAS A CAJA; EXCAVACION Y LLENOS DE LA ZANJA; TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE MATERIAL SOBRANTE.	M2
21.48	CONSTRUCCION DE CAJA RS3-005	UN
21.49	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE COBRE DESNUDO MONOPOLAR 2/0AWG	ML
21.50	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE CAJA DE INSPECCION DE 0.30X0.30M. INCLUYE TAPA	UN
21.51	SUMINISTRO, TRASNPORTE E INSTALACION DE PLATINA DE COBRE 99% PARA BARRA DE TIERRA DE 3/8"	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.52	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VARILLA COPPERWELD DE 5/8" X 2.4 M, INCLUYE LA VARILLA CON CERTIFICACIÓN DE PRODUCTO SEGÚN RETIE	UN
21.53	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 1/0 A 4/0 AWG CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN T. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN
21.54	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 2/0AWG-1/0AWG A VARILLA CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN L. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN
21.55	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 1/0 A 4/0 AWG CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN X. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN
LT3.3 OBRAS BOCATOMA TRONERAS		
21.3	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 5X8AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.4	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 4X10AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.5	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 3X10AWG ENCAUCHETADO TIPO TC THHN/THWN-2 600V 90°C	ML
21.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 2". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.10	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 1". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.11	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 3/4". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.12	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PERFIL RANURADO O LISO 2"X4" O 4"X4"	ML
21.14	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ADAPTADOR TERMINAL IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 2"	UN
21.15	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ADAPTADOR TERMINAL IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 1"	UN
21.16	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ADAPTADOR TERMINAL IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 3/4"	UN
21.18	SERVICIO DE SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN LL ALUMINIO 2" GRIS	UN
21.19	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN L ALUMINIO 1" GRIS	UN
21.20	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN LL ALUMINIO 3/4" GRIS	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE UNION 2" IMC	UN
21.22	SUMINISTRO E INSTALACION DE UNION 1" IMC	UN
21.25	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 2X4, INCLUYE TAPA	UN
21.26	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CAJA DE ALUMINIO INYECTADO 4X4, INCLUYE TAPA	UN
21.28	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR DOBLE 15A CON CAJA TIPO RAWELL PARA TUBERÍA EXPUESTA DE 2X4	UN
21.29	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED HERMETICA 37/40W 120VCA 4000K 4500LM	UN
21.30	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED DE EMERGENCIA 2X1.2W 125VCA 6500K 200LM	UN
21.31	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA LED DE EMERGENCIA PARA AVISO DE SALIDA	UN
21.32	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE LUMINARIA TIPO HIGH BAY LED DE 150W 120/277VCA 60HZ 6000°K 13200LM IP65 EN MATERIAL DE ALUMINIO FUNDIDO	UN
21.35	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PUNTA CAPTADORA EN ALUMINIO 5/8" X 2M	UN
21.36	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR PERNADO DE RANURAS PARALELAS BIMETALICO 2AWG A 8AWG	UN
21.38	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE ALUMINIO DESNUDO 1/0AWG	ML
21.39	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTE ANILLO POLIAMIDA CLIC RD 8-10MM	UN
21.45	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC DB DE 3", SEGUN NORMAS RS0-002 Y RS1-003	ML
21.46	CONSTRUCCION DE CANALIZACION DE DUCTOS 3X3" EN ZONA VERDE TERRENO SEMI DURO, REDES SUBTERRANEAS PARA BAJA TENSION	ML
21.48	CONSTRUCCION DE CAJA RS3-005	UN
21.49	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE COBRE DESNUDO MONOPOLAR 2/0AWG	ML
21.50	SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCION DE CAJA DE INSPECCION DE 0.30X0.30M. INCLUYE TAPA	UN
21.51	SUMINISTRO, TRASNPORTE E INSTALACION DE PLATINA DE COBRE 99% PARA BARRA DE TIERRA DE 3/8"	UN
21.52	SUMINSTRO E INSTALACIÓN DE VARILLA COPPERWELD DE 5/8" X 2.4 M, INCLUYE LA VARILLA CON CERTIFICACIÓN DE PRODUCTO SEGÚN RETIE	UN
21.56	ELABORACION DE UNION PARA CABLE 1/0 A 4/0 AWG CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CONEXION EN T A VARILLA. INCLUYE MOLDES Y SOLDADURA	UN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ELEMENTOS PARA OBRAS ELÉCTRICAS	
21.58	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT PVC SCH 40 DE 1"	ML
21.59	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR BIMETALICO PARA FIJACION DE CABLE DESNUDO 4/0AWG DE COBRE - ACERO INOXIDABLE	UN
21.60	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE ACSR 7X8AWG	ML
21.61	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONECTOR PERNADO DE RANURAS PARALELAS ALUMINIO 1/0AWG A SPT	UN
LT5.5 EQUIPOS MECÁNICOS		
21.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLEADO DE FUERZA DE BAJA TENSION, MONOPOLAR, CU, CALIBRE No. 1/0 AWG, LSZH, 90 °C, TC.	ML
21.2	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CABLE DE COBRE 12AWG MONOPOLAR THWN-2 600VCA 90°C	ML
21.9	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE TUBERIA CONDUIT METALICA TIPO IMC DE 2". INCLUYE ACCESORIOS DE FIJACION	ML
21.13	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE PERFIL DOBLE ACERO GALVANIZADO 2.5MM 1M	UN
21.14	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE ADAPTADOR TERMINAL IMC INSTALACIONES ELECTRICAS 2"	UN
21.17	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN C ALUMINIO 2"	UN
21.18	SERVICIO DE SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE CONDULETA ROSCADA EN LL ALUMINIO 2" GRIS	UN
21.21	SUMINISTRO E INSTALACION DE UNION 2" IMC	UN

22 GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DEL CONTRATO

22.1 MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

El objetivo de esta especificación es proporcionar información al CONTRATISTA en lo relacionado con la descripción, alcance, ejecución, productos entregables, unidad de medida y pago de la actividad asociada a los monitoreos de calidad de aire.

22.1.1 ALCANCE

Ejecutar un (1) monitoreo de calidad del aire en cuatro puntos del proyecto localizados en las coordenadas que se relaciona en la siguiente tabla. Lo anterior, atendiendo los lineamientos de la resolución 2254 de 2017 y el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire que se adopta mediante la Resolución 650 de 2010 o aquella que lo modifique o sustituya.

Tabla 129 Puntos de monitoreo de calidad de aire

PUNTO	ESTACIÓN MONITOREO	COORDENADA ORIGEN NACIONAL	
		NORTE	ESTE
1	Estación calidad de aire 1	2308533	4752892
2	Estación calidad de aire 2	2308595	4753389
3	Estación calidad de aire 3	2308190	4752733
4	Estación calidad de aire 4	2312232	4747123

22.1.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA

Decreto único reglamentario 1076 del 2025 para el Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolución 2254 de 2017 del del MINISTRO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO por la cual se adopta la norma de calidad de aire y se dictan otras disposiciones.

Resolución 650 de 2010 del MINISTRO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

22.1.3 DESARROLLO

22.1.3.1 Descripción del ítem

Las actividades asociadas al monitoreo de calidad del aire incluyen la planificación, toma de muestras y análisis de laboratorio de los parámetros de interés (PM10, PM2,5, CO, NO2 y SO2) Se precisa que el monitoreo de calidad del aire debe cumplir con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire que se adopta mediante la Resolución 650 de 2010 o aquella que lo modifique o sustituya. Las mediciones por muestras deben realizarse por 24 horas en día meteorológico continuos (si es época húmeda o de lluvias) hasta completar como mínimo 36 muestras en 36 días en cada estación por campaña. Es importante tener en cuenta que la

definición de esta medida estará asociada a la frecuencia de muestreo y a la época climática del año, lo cual deberá ajustarse en el desarrollo del proyecto.

22.1.4 ENTREGABLES

El contratista debe entregar un (1) informe impreso a color y en medio magnético por cada monitoreo realizado, el cual debe tener la siguiente estructura Información general:

- ✓ Fecha y hora de inicio y finalización de la medición
- ✓ responsable del informe (razón social, cédula o NIT, entre otros), mencionar como se encuentra en el proceso de acreditación ante el IDEAM.
- ✓ Objetivos y alcances
- ✓ Propósito de la medición
- ✓ Análisis de la normatividad vigente o información previa
- ✓ Ubicación de los equipos de medición en plano georreferenciado.
- ✓ Tipo de instrumentación utilizada.
- ✓ Equipo de medición utilizadas, incluyendo números de serie.
- ✓ Identificación y georreferenciación de las fuentes de emisión atmosférica (gases y material particulado) existentes: fijas (dispersa, de área y puntual), móviles y naturales.
- ✓ Identificación y georreferenciación de potenciales receptores de interés, ubicados en asentamientos humanos (viviendas, infraestructura social, económica, cultural y/o recreativa) y ecosistemas estratégicos que puedan ser afectados (zonas de actividades pecuarias, áreas con especial presencia de fauna silvestre como AICAS).

Información específica por cada variable:

- ✓ Procedimiento de medición utilizada.
- ✓ Datos de calibración del equipo utilizado, ajuste del instrumento de medida y fecha de vencimiento del certificado de calibración del equipo.
- ✓ Registros de campo y de laboratorio donde se incluyan los requisitos de calidad exigidos por el IDEAM
- ✓ Condiciones atmosféricas (dirección y velocidad del viento, lluvia, temperatura, presión atmosférica, humedad).
- ✓ Resultados numéricos y análisis de resultados comparando con la norma legal vigente y la línea base existente.
- ✓ Información georreferenciada para cada uno de los puntos de monitoreo y parámetros medidos.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.
- ✓ Bibliografía
- ✓ Anexos: certificados de calibración de los equipos, soportes de los resultados de campo y laboratorio acreditados por el IDEAM, cadena de custodia, certificados de disposición de los residuos, evidencias de las actividades realizadas, registros de capacitaciones, registro fotográfico, entre otros.
- ✓ información adicional según lo indique la INTERVENTORIA O SUPERVISIÓN DE EPM o se acuerde entre las partes

22.1.5 UNIDAD DE MEDIDA

Se realizará el pago por informe de monitoreo entregado y recibido a satisfacción por parte de LA INTERVENTORÍA y/o SUPERVISIÓN DE EPM.

22.1.5.1 TIEMPO DE EJECUCIÓN

De acuerdo con el plan de monitoreo y seguimiento de calidad del aire, se debe realizar un monitoreo de calidad de aire cada cinco (5) meses durante la fase constructiva condados desde el inicio de las actividades constructivas y un último monitoreo finalizadas las actividades constructivas. Para la elaboración del documento informe de monitoreos de calidad de aire EL CONTRATISTA contará con dos (2) semanas, una vez el documento sea revisado por parte de la SUPERVISIÓN DE EPM y/o INTERVENTORÍA, EL CONTRATISTA contará con una semana para la corrección de las observaciones realizadas.

22.1.6 PERSONAL REQUERIDO

El CONTRATISTA de obra deberá contar con los servicios de una empresa certificada y/o acreditada por el IDEAM que demuestre experiencia en la toma y análisis de muestras en el marco de los monitoreos de calidad de aire.

22.1.7 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.1.8 FORMA DE PAGO

La medida de pago será la unidad (un) por documento de informe del monitoreo realizado, este debe incluir todos los costos directos e indirectos como también lo relativo a personal, equipos, software, planos, esquemas, transporte, permisos, trámites y demás actividades necesarias en que incurra el contratista para la realización de esta actividad. Para proceder con el pago, deben aprobarse los productos por parte de LA INTERVENTORÍA y/o SUPERVISIÓN DE EPM.

22.2 MONITOREO DE EMISIONES DE RUIDO

El objetivo de esta especificación es proporcionar información al CONTRATISTA en lo relacionado con la descripción, alcance, ejecución, productos entregables, unidad de medida y pago de la actividad asociada a los monitoreos de nivel de ruido ambiental.

22.2.1 ALCANCE

Ejecutar los monitores para medir los niveles de emisión de ruido y ruido ambiental en los puntos definidos para el proyecto localizados en las coordenadas que se relacionan en la siguiente tabla. Lo anterior, atendiendo los lineamientos de la resolución 0627 del 2006 o aquella que lo modifique o sustituya.

Tabla 130 Puntos de monitoreo de emisiones de ruido y ruido ambiental

PUNTO	ESTACIÓN MONITOREO	COORDENADA ORIGEN NACIONAL	
		NORTE	ESTE
1	Punto 1. monitoreos de nivel de ruido ambiental	2308539	4752884
2	Punto 2. monitoreos de nivel de ruido ambiental	2308480	4753294
3	Punto 3. monitoreos de nivel de ruido ambiental	2308148	4752737
4	Punto 4. monitoreos de nivel de ruido ambiental	2312252	4747112

22.2.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- Resolución 0627 del 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por la Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Constitución política de Colombia, Artículo 79.
- Decreto único reglamentario 1076 del 2025 para el Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Se debe acoger la normatividad vigente, en caso de que la autoridad ambiental competente expida o actualice la normatividad asociada, se deben acoger sin que esto genere un sobre costo en la actividad a contratar.

22.2.3 DESARROLLO

22.2.3.1 DESCRIPCIÓN DE ÍTEM

Las actividades asociadas al monitoreo de nivel de ruido ambiental y/o emisiones de ruido incluyen la planificación, toma de muestras y análisis de información, esta actividad es utilizada para la verificación de los niveles de ruido ambiental y/o emisión de ruido por parte de las fuentes (fijas o móviles generadores), que se establece en la resolución 0627 de 2006 o aquella que lo modifique o sustituya. Esta actividad incluye el personal, materiales equipos, uso de software, el transporte, entre otros necesarios para la toma de la medición, análisis de información y la elaboración del informe.

22.2.4 ENTREGABLES

Se deberá entregar un (1) informe con los resultados de los monitoreos de todos los puntos analizados, el cual debe tener la siguiente estructura como mínimo:

Información general:

- Hora de inicio y final de la medición.
- Día y lugar de las mediciones (plano georreferenciado)
- Personal que participó durante el monitoreo.
- Intervalos de tiempo para las mediciones.
- Propósito de la medición
- Resultados de la medición y niveles corregidos de presión sonora.
- Descripción de las condiciones meteorológicas como velocidad y dirección del viento, la nubosidad, temperatura, presión atmosférica, humedad y la presencia de precipitación.
- Descripción del lugar de medición, incluyendo el tipo y condición del suelo,

Información específica:

- Equipo de medición utilizado
- Puntos de monitoreo georreferenciados.
- Datos de calibración del equipo utilizado
- Registros de campo
- Resultados y análisis de resultados y comparación con la norma legal vigente. Norma utilizada (legislación ambiental vigente)
- Presentar planos donde se muestren las curvas de igual presión sonora (isófonas) en la zona de influencia
- Responsable del informe (información mínima de quien lo hace)
- Conclusiones y recomendaciones. Además, información complementaria del plan de muestreo cuando aplique.
- Anexos como certificados de calibración de los equipos vigentes, soportes de los resultados de campo, registro fotográfico, entre otros.

Además de lo anterior el respectivo componente geomático, para lo cual se deben tener en cuenta las consideraciones consignadas en la “GUÍA PARA EL DILIGENCIAMIENTO Y PRESENTACIÓN DEL MODELO DE DATOS GEOGRÁFICOS” de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para lo concerniente al componente geográfico de la caracterización (resolución 2182 de 2016) y “ESTÁNDARES PARA EL MANEJO DE LA GEOINFORMACIÓN ASOCIADA A LOS ESTUDIOS AMBIENTALES (DAA O EIA) DE PROYECTOS LICENCIADOS” de la Gerencia Ambiental y Social Proyectos e ingeniería de EPM, 2017.

22.2.5 UNIDAD DE MEDIDA

Se realizará el pago por informe de monitoreo entregado y recibido a satisfacción por parte de LA INTERVENTORÍA y/o SUPERVISIÓN DE EPM.

22.2.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN

De acuerdo con el plan de monitoreo y seguimiento al ruido, se debe realizar un monitoreo de ruido y/o ruido ambiental cada cinco (5) meses durante la fase constructiva condados desde el inicio de las actividades y un último monitoreo finalizadas las actividades constructivas. Para la elaboración del documento informe de monitoreos EL CONTRATISTA contará con dos (2) semanas, una vez el documento sea revisado por parte de la SUPERVISIÓN DE EPM y/o INTERVENTORÍA, EL CONTRATISTA contará con una semana para la corrección de las observaciones realizadas.

22.2.7 PERSONAL REQUERIDO

El CONTRATISTA de obra deberá contar con los servicios de una empresa certificada y/o acreditada por el IDEAM que demuestre experiencia en la toma y análisis de muestras en el marco de los monitoreos de emisiones de ruido y ruido ambiental.

22.2.8 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

Los instrumentos deben cumplir las especificaciones de sonómetros, Tipo 1 o mínimo Tipo 2 y los sonómetros integradores promedidores deben ser clase P, de acuerdo con lo establecido en el artículo 18 de la Resolución 0627 del 2006.

22.2.9 FORMA DE PAGO

La medida de pago será la unidad (un) por documento de informe del monitoreo realizado, este debe incluir todos los costos directos e indirectos como también lo relativo a personal, equipos, software, planos, esquemas, transporte, permisos, trámites y demás actividades necesarias en que incurra el contratista para la realización de esta actividad. Para proceder con el pago, deben aprobarse los productos por parte de LA INTERVENTORÍA y/o SUPERVISIÓN DE EPM.

22.3 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS ESPECIALES

El objetivo de esta especificación técnica es la de indicar al CONTRATISTA las consideraciones que debe tener en cuenta para la presentación de la oferta para el manejo integral de residuos especiales.

22.3.1 ALCANCE

Realizar la gestión integral en relación con el manejo de los residuos especiales que se generen en el marco de la ejecución del proyecto, dando cumplimiento a la normativa ambiental legal vigente. Este ítem para obras de infraestructura en EPM corresponde al manejo integral de los Residuos Construcción y Demolición -RCD- No pétreos, e incluye el transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final.

22.3.2 NORMATIVA ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- Norma Técnica Colombiana GTC 024
- Decreto 4741 de 2005
- Decreto 1076 de 2015

Se debe acoger la normativa vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.3.3 DESARROLLO

22.3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM

Manejo integral de residuos especiales, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente, enfatizando en la disminución de su generación, separándolos en la fuente, aprovechándolos y entregándolos periódicamente a la empresa de aprovechamiento o disposición final autorizada. Este ítem para obras de infraestructura en EPM corresponde al manejo integral de los Residuos Construcción y Demolición -RCD- No pétreos. e incluye el transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final.

22.3.4 ENTREGABLES

Se deberá entregar lo siguiente:

- a) Copia de las autorizaciones, permisos y/o licencias otorgadas por las autoridades competentes, de las empresas encargadas de la gestión de los residuos especiales.
- b) Soporte de entrega de residuos especiales para el transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final, que indiquen: nombre de empresa, fecha de entrega, sitio de entrega, tipo de residuos y cantidad.
- c) Certificados de aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final que indiquen: nombre de la empresa que lo gestionó, nombre de la empresa que los entrego, fechas de recepción y gestión de residuos, tipo de residuo, cantidad, tipo de aprovechamiento realizado y/o alternativa de disposición final y lugar donde se gestionó el residuo.
- d) Formato “Seguimiento Mensual de Residuos” diligenciado por El Contratista, el cual será entregado en los informes mensuales a la SUPERVISIÓN o INTERVENTORÍA.

22.3.5 UNIDAD DE MEDIDA

Este ítem considera exclusivamente el pago por metro cúbico (M3) del manejo integral de residuos especiales a través de gestores autorizados.

22.3.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de aplicación del ítem será por la duración de las obras civiles toda vez que se generen residuos de construcción y demolición – RCD no pétreos.

22.3.7 PERSONAL REQUERIDO

EL CONTRATISTA de obra deberá contar con el personal necesario para el cumplimiento de la medida en materia de manejo de residuos espaciales y el costo de este personal debe estar incluido en la oferta.

22.3.8 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

El CONTRATISTA deberá contar con los servicios para el manejo integral de residuos especiales cumpliendo la normativa vigente.

22.3.9 FORMA DE PAGO

La forma de pago se realizará por la entrega de certificado expedido por el gestor de residuos especiales a asociado a la gestión integral de los residuos especiales el cual corresponde al transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final.

22.3.10 ANEXOS

Los formatos y plantillas requeridos para la ejecución del ítem serán entregados por EPM al momento de iniciar el contrato.

22.4 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS

El objetivo de esta especificación técnica es la de indicar al CONTRATISTA las consideraciones que debe tener en cuenta para la presentación de la oferta para el manejo integral de residuos peligrosos.

22.4.1 ALCANCE

Realizar la gestión integral en relación con el manejo de los residuos peligrosos que se generen en el marco de la ejecución del proyecto, dando cumplimiento a la normativa ambiental legal vigente e incluye el transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final.

22.4.2 NORMATIVA ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- Decreto 1076 de 2015
- Decreto 4741 de 2005
- Ley 1252 de 2008
- Resolución 062 de 2007
- Ley 1252 de 2008
- Resolución 372 de 2009
- Resolución 1297 de 2010
- Resolución 1511 de 2010
- Resolución 1512 de 2010
- Ley 1672 de 2013
- Norma Técnica Colombiana GTC 024

Se debe acoger la normativa vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.4.3 DESARROLLO

22.4.3.1 Descripción del Ítem

Manejo integral de residuos peligrosos, dando cumplimiento a la normativa ambiental vigente, enfatizando en la disminución de su generación, separándolos en la fuente, aprovechándolos y entregándolos periódicamente a la empresa de tratamiento o disposición final autorizada.

22.4.4 ENTREGABLES

Se deberá entregar lo siguiente:

- a) Copia de las autorizaciones, permisos y/o licencias otorgadas por la Autoridad Ambiental, de las empresas encargadas de la gestión de los residuos peligrosos.
- b) Soporte de entrega de residuos peligrosos para el transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final, que indiquen: nombre de empresa, fecha de entrega, sitio de entrega, tipo de residuos y cantidad.
- c) Certificados de aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final que indiquen: nombre de la empresa que lo gestionó, nombre de la empresa que los entrego, fechas de recepción y gestión de residuos, tipo de residuo, cantidad, tipo de tratamiento realizado y/o alternativa de disposición final y lugar donde se gestionó el residuo.
- d) Formato "Seguimiento Mensual de Residuos" diligenciado, el cual será entregado por la SUPERVISIÓN o INTERVENTORÍA.

22.4.5 UNIDAD DE MEDIDA

Este ítem considera exclusivamente el pago por kilogramo (kg) del manejo integral de residuos peligrosos a través de gestores autorizados.

22.11.5.1 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de aplicación del ítem será por la duración de las obras civiles toda vez que se generen residuos peligrosos.

22.11.6 PERSONAL REQUERIDO

EL CONTRATISTA de obra deberá contar con el personal necesario para el cumplimiento de la medida en materia de manejo de residuos peligrosos y el costo de este personal debe estar incluido en la oferta.

22.4.6 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

El CONTRATISTA deberá contar con los servicios para el manejo integral de residuos especiales cumpliendo la normativa vigente.

22.4.7 FORMA DE PAGO

La forma de pago se realizará por entrega de certificado de transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final del gestor autorizado.

22.4.8 ANEXOS

Los formatos y plantillas requeridos para la ejecución del ítem serán entregados por EPM al momento de iniciar el contrato.

22.5 MANEJO DE NIDO, COLMENA O ENJAMBRE DE ABEJAS O AVISPAS

Se presentarán los requisitos técnicos para la contratación del servicio manejo de nido, colmena o enjambre de abejas o avispas en el área de intervención de los proyectos ejecutados por EPM detallando la información relacionada con la descripción, alcance, ejecución, productos entregables, unidad de medida y condiciones de pago para las diversas actividades incluidas en la actividad.

22.5.1 ALCANCE

Este ítem comprende la disponibilidad de recurso humano, equipos, materiales e insumos requeridos para el manejo de nido, colmena o enjambre de abejas o avispas para la Obra civil Guadalupe-Troneras. El procedimiento aquí descrito aplica para las obras o actividades del proyecto que requieran el manejo de especies de abejas o avispas que impidan el normal desarrollo de las diferentes obras o actividades asociadas al proyecto, minimizando con ello el riesgo para las personas que desarrollan la actividad, así como para las especies objeto de manejo.

Las actividades establecidas en la presente especificación deben desarrollarse en el área de intervención del proyecto afectada por las diferentes obras asociadas, permanentes o temporales, zonas donde se retirará la cobertura vegetal y zonas donde se localizarán los frentes de trabajo, campamento e instalaciones temporales, así como zonas de cambios de equipos, es decir en infraestructura existente. Estas actividades deberán llevarse a cabo cuando se evidencie la presencia de nidos, colmenas o enjambre de abejas o avispas que afecten el normal desarrollo de las obras del proyecto o cuando la presencia de estos animales represente un riesgo para el personal vinculado al mismo, ya sea porque se encuentren en infraestructura a intervenir o cerca a áreas de trabajo y se determine que la mejor opción es el rescate y reubicación de los animales.

22.5.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue, modifique, sustituya o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades. A continuación, se cita la normatividad aplicable:

- Ordenanza 046 del 21 de diciembre de 2018 – Asamblea Departamental de Antioquia “Por medio de la cual se declara a las abejas insectos de interés ecológico, social y económico en el departamento de Antioquia”
- Ley 2193 del 06 de enero de 2022 – Congreso de la República de Colombia “Por medio de la cual se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia y se dictan otras disposiciones”

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.5.3 DESCRIPCIÓN

Ejecución de las actividades de rescate, traslado y reubicación de abejas y avispas y elaboración del informe que soporte la actividad.

La actividad deberá desarrollarse por personal vinculado al proyecto que cuente con la capacitación y experiencia en la manipulación de estas especies o a través de la contratación de una empresa certificada en el manejo de himenópteros.

A continuación, se detallan las diferentes actividades que deben considerarse para dar cumplimiento a lo requerido en la presente especificación.

- **Identificación**

El profesional ambiental del CONTRATISTA en acompañamiento del profesional especializado en manejo de abejas y avispas debe realizar una inspección segura del panal o sitio donde se encuentran las abejas o avispas, esto permitirá identificar el tipo o especie y así definir las acciones a implementar; se debe realizar el debido registro fotográfico y de vídeo. Así mismo, es necesario identificar y acordar con algún apicultor de la zona para el traslado y recepción de las abejas africanizadas *Apis mellifera*; en el caso de encontrar abejas nativas o avispas, se debe determinar un punto adecuado para su traslado.

Aunado a lo anterior, se debe identificar el riesgo y caracterizar las condiciones en que se encuentra el nido o enjambre, para lo cual se debe tener presente lo siguiente:

- Verificación de personas vulnerables y/o alérgicas a las picaduras de himenópteros.
- Verificación e identificación del tipo de insectos reportados.
- Describir la nidificación y el lugar en que se encuentra: árboles, bosques, estructuras de concreto, debajo de puentes, construcciones, postes de energía, si se encuentra expuesto sobre ramas o superficies de estructura, antejardines, cielo raso, troncos de árbol, recipientes abandonados, cuevas, entre otros.
- Se deben identificar las características que tiene el punto o nido en el cual se instalaron las abejas (Ej.: Tamaño, es una roca o hueco de árbol).
- Revisar el sitio donde se encuentra el enjambre, verificando los posibles riesgos alternos en el área: cables de alta o baja tensión, corto circuitos, estructuras inestables, entre otros, que puedan poner en peligro la seguridad del personal.
- Medir a qué altura se encuentra el enjambre o nido y si es necesario la utilización de equipo en alturas.
- Evaluar vías de acceso para la intervención.

Con el fin de evitar picaduras durante la fase de identificación, es importante no perturbar a las abejas o avispas mediante el uso de humo o fuego, ni lanzar algún tipo de objeto a los animales o a las colmenas, evitar producir ruidos fuertes. Por lo anterior es importante mencionar que en ningún caso se debe manipular las colmenas o nidos sin tener una preparación previa de identificación de tipo de especie, así como también si no se cuenta con la experiencia y el equipo adecuado para realizar esta actividad.

- **Preparación**

Se debe contar con un protocolo de roles y responsabilidades para el reporte de la novedad y el seguimiento de todas las actividades de manejo. Luego de identificar el sitio y la especie objeto de rescate y reubicación, se deberá garantizar que se cuenta con los equipos de protección personal, herramientas, equipos y accesorios necesarios para la ejecución de la actividad. El personal que implemente las actividades de manejo de abejas o avispas debe contar con todos los equipos y elementos necesarios para desarrollar la actividad y se deberá verificar que estos se encuentren en buen estado.

- **Ejecución del rescate**

Teniendo en cuenta que las abejas y avispas pueden variar su ubicación tanto en infraestructura de los proyectos como en diferentes superficies u objetos, es relevante mencionar que las metodologías a emplear difieren según las condiciones del lugar, las cuales deberán ser evaluadas antes de la programación del rescate y se deberá seleccionar aquella más acorde a la ubicación y tipo de especie a manejar.

A continuación, se describen algunas estrategias de trabajo para el manejo de abejas y avispas, no obstante, EL CONTRATISTA podrá implementar estrategias diferentes siempre y cuando estén sean validadas y se garantice el bienestar de los animales y del personal que lleva a cabo la actividad:

- **Sobre una superficie:** regar agua en forma de aspersión con el fin de humedecer las alas de abejas y avispas, esto para evitar que vuelen, luego con un escobillón hacer un barrido con docilidad para recogerlas en una caja de cartón o porta núcleos.
- **En una esquina de una pared:** extraer los individuos con aspiradora, la cual debe estar conectada al porta núcleo por medio de una manguera.
- **Sujetos a pared o al techo (colgando):** por medio de la ayuda de una caja o recipiente, disponerla bajo el nido, llevarla hasta la pared y luego correr dicha caja con el fin de que el nido se desprenda y quede en el recipiente, luego tapar para la posterior reubicación.
- **En superficies redondas (tallos de árboles):** Usar una red para atrapar insectos (malla de tela), tratando de cubrir la nidificación o enjambre, frotar dicha malla por la superficie hasta que se desprenda, luego introducir en una caja y tapar para posterior reubicación.
- **En piedras, tallos o raíces de árboles:** cubrir la superficie con una malla de orificio pequeño, y así evitar que las abejas se escapen, luego hacer un orificio pequeño en la mitad (no mayor al diámetro del embudo), sujetar el embudo al orificio de la malla, luego por el orificio más pequeño del embudo insertar la manguera la cual está conectada al portanúcleo donde se depositarán las abejas para la posterior reubicación.
- **En una rama de una planta:** colocar una caja y cortar la rama, al quedar dentro de la caja, se tapa para la posterior reubicación.

- **En postes de energía:** El personal que realice esta actividad deberá contar con certificado de trabajo en altura vigente. Se deben tapar todos los agujeros a excepción de dos, para realizar el siguiente procedimiento:
 - ✓ Un agujero en la parte inferior para colocar el ahumador con el fin de facilitar la salida de las abejas y avispas.
 - ✓ Un agujero en la parte superior (a la altura del pecho), donde se sujeta el embudo (la parte más ancha), bien sellado, luego por el orificio más pequeño del embudo se inserta la manguera la cual está conectada al portanúcleo, donde se depositarán las abejas para la posterior reubicación.

Si bien, en el presente documento se menciona algunas de las metodologías más utilizadas, vale la pena resaltar que todos los métodos a implementar deben ser amigables con las especies, lo anterior, con el fin de evitar la afectación y perturbación de los animales.

- **Transporte y reubicación**

Después del rescate de las abejas o avispas, se deben trasladar a un lugar seguro: árbol, granja apícola, lugar sin población e industria, evitando que puedan retornar al sitio de obra. Este procedimiento se debe realizar en el menor tiempo posible y se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Previo al inicio de la operación, identificar el sitio en el cual serán reubicados los nidos, de manera que el traslado pueda hacerse rápidamente evitando el estrés en los animales.
- Junto con las abejas rescatadas se debe entregar la miel producto del rescate, debido a que este es el alimento que requieren las abejas mientras construyen de nuevo sus panales.
- Para el caso de avispas, se debe tratar de conservar su panal, si existe, y llevarse en el menor tiempo posible hacia el sitio de liberación, el cual debe contar con una cobertura vegetal y que sea lo suficientemente alejado de viviendas e infraestructura con permanencia de personas.
- Se debe realizar registro fotográfico de la actividad de reubicación y de la disposición final de las colmenas.
- Se debe tener especial cuidado de no volcar o agitar el panal o el contenedor.

22.5.4 ENTREGABLES

Se deberá elaborar un informe detallado de las actividades realizadas, con las respectivas evidencias y el respectivo registro fotográfico, ficha de seguimiento en campo con datos relevantes, coordenadas de rescate y reubicación y datos importantes de esta disposición final de la colmena o nido. Lo anterior, en cumplimiento de las obligaciones establecidas en las MMA de Fauna Silvestre y los permisos y/o licencia ambiental según sea el caso o normativa que aplique. También se deberá entregar el certificado de disposición de los nidos de abejas en el apiario certificado al cual sean trasladados.

22.5.5 UNIDAD DE MEDIDA

En este caso la unidad de medida será por **UNIDAD**.

22.5.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN

Esta actividad se realiza a necesidad por lo cual el tiempo de ejecución, estará definida por la necesidad de los proyectos que se encuentren en ejecución y de acuerdo con la magnitud del rescate que sea necesario realizar.

22.5.7 PERSONAL REQUERIDO

La ejecución de las actividades asociadas a este ítem deberá ser realizada por una empresa o por una persona certificada con experiencia en manejo de abejas y/o avispas, quien debe contar con el personal necesario para dar cumplimiento a las actividades establecidas en la presente especificación.

22.5.8 FORMA DE PAGO

Este ítem se pagará por UNIDAD ejecutada en el caso que se requiera el rescate y reubicación de abejas y/o avispas, sea ahuyentamiento o rescate y/o traslado, previo visto bueno del SUPERVISOR/INTERVENTORÍA según el seguimiento efectuado en el proyecto y las evidencias entregadas por EL CONTRATISTA: informe o reporte con el debido registro fotográfico y facturas o pagos realizados a la empresa o personal que llevó a cabo la actividad. Las actividades que no se ejecuten no serán objeto de pago.

22.5.9 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes, así como el personal necesario con su respectiva dedicación.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM hará pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.5.10 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Si durante el proceso de revisión y evaluación de los informes o estudios técnicos y ambientales, la autoridad competente remite observaciones, requerimientos, solicitud de información adicional, cuyo origen de los requerimientos es debido a falencias en la información elaborada por el consultor, éste deberá realizar dichas modificaciones y entregar los documentos de respuesta pertinentes, sin que se generen pagos adicionales, así mismo, debe atender las visitas técnicas solicitadas por las autoridades competentes.

Si por causas no imputables a los productos entregados a la autoridad competente, se deben realizar estudios adicionales, EPM determinará la pertinencia de realizarlos a través de este contrato bajo una modificación o bajo otra estrategia.

Esta actividad se desarrollará solo en el caso que se deba realizar el manejo de abejas o avispas para el adecuado desarrollo de las actividades del proyecto y solo se pagará con la evidencia de la realización de esta (georreferenciación, registro fotográfico y fílmico, informe de actividades, factura o cuenta de cobro, si aplica), previo visto bueno de EL SUPERVISOR/INTERVENTORÍA. En caso de que la actividad no se requiera este ítem no será objeto de pago

22.6 AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA

Se presentarán los requisitos técnicos para la contratación de la actividad de ahuyentamiento, captura, traslado y reubicación de fauna silvestre vertebrada en el área de influencia del proyecto Modernización Guadalupe-Troneras, detallando la información relacionada con la descripción, alcance, ejecución, productos entregables, unidad de medida y condiciones de pago para las diversas actividades incluidas en la medida de manejo.

22.6.1 ALCANCE

El ítem de ahuyentamiento, captura, traslado y reubicación de fauna terrestre y acuática comprende la estructuración del plan de ahuyentamiento con base en las MMA, lo establecido en el acto administrativo que corresponda (permiso de aprovechamiento forestal y/o Licencia ambiental); además de la implementación de medidas de ahuyentamiento, captura, rescate, traslado y reubicación de fauna (terrestre y acuática) en entornos rurales. El ítem incluye los costos asociados a 1) la generación del documento del plan de ahuyentamiento donde se especifiquen las medidas de manejo para el ahuyentamiento, captura, traslado y reubicación incluyendo allí lo referente a las metodologías para el desarrollo de la actividad tanto en ecosistemas terrestres como acuáticos, este último específicamente para las obras y actividades que tengas posible afectación de los mismos (ej. Establecimiento de ataguías) 2) el informe final donde se deberá especificar: i) resultados de la actualización de la implementación de las medidas de manejo y las metodologías utilizadas en cada una de las actividades y evidencia de la realización de estas y 3) los costos asociados a todos los equipos especializados que garanticen la seguridad y salud en el trabajo, así como la ejecución a completitud de las medidas de manejo de la presente especificación. Lo anterior, en cumplimiento de las obligaciones establecidas en las MMA del Complejo Hidroeléctrico, en los permisos ambientales, en la modificación de las MMA y en la normatividad vigente aplicable.

Las actividades establecidas en la presente especificación deben desarrollarse en el área de intervención del proyecto afectada por las diferentes obras asociadas, permanentes o temporales, zonas donde se retirará la cobertura vegetal y zonas donde se localizarán los frentes de trabajo, campamento e instalaciones temporales, así como en los cuerpos de agua donde se prevean actividades asociadas al proyecto. Estas actividades deberán llevarse a cabo antes y durante las actividades con potencial de afectar a la fauna (p.e: aprovechamiento forestal, remoción de suelo y excavaciones, construcción de ataguías, entre otras).

22.6.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue, modifique, sustituya o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades. A continuación, se cita la normatividad aplicable:

- **Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974.** Presidencia de la República de Colombia. “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”
- **Decreto 1449 de junio 27 de 1977.** Ministerio de Agricultura. Disposiciones sobre protección y conservación de aguas, bosque, fauna terrestre y acuática
- **Ley 17 del 22 de enero de 1981.** Congreso de Colombia. Por la cual se aprueba la “Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres”, suscrita en Washington D.C. el 3 de marzo de 1973
- **Ley 165 del 9 de noviembre de 1994.** Congreso de Colombia. Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
- **Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010.** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVT. “Por el cual se reglamenta el título VII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”
- **Resolución 2064 del 21 de octubre de 2010.** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. “Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática y se dictan otras disposiciones”
- **Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. “Por el cual se expide el Decreto único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”
- **Resolución 0126 de 6 de febrero de 2024.** MADS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2024. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el comité coordinador de categorización de las especies silvestres amenazadas en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”

22.6.3 DESCRIPCIÓN

Ejecución de las medidas de manejo de ahuyentamiento, captura, rescate y reubicación de fauna silvestre en campo y la elaboración del respectivo informe de cumplimiento de las actividades desarrolladas.

A continuación, se detallan las diferentes actividades que deben considerarse para dar cumplimiento a lo requerido en la presente especificación.

22.6.4 PLAN DE AHUYENTAMIENTO

EL CONTRATISTA deberá remitir a EPM un plan de ahuyentamiento ajustado a las condiciones particulares del proyecto (actividades en ecosistemas terrestres y acuáticos), este plan deberá ser estructurado por profesionales en biología con experiencia en manejo de fauna silvestre; este documento deberá ser aprobado por EPM previo al inicio de las actividades, si no hay aprobación de dicho documento, EL CONTRATISTA no podrá iniciar las demás actividades. Las actividades propuestas deben estar en línea las MMA, y las obligaciones establecidas en los respectivos actos administrativos del proyecto según corresponda (Modificación de MMA o Permiso de aprovechamiento forestal).

El plan de ahuyentamiento deberá incluir como mínimo, la siguiente información:

- i. Estrategias de ahuyentamiento, rescate, reubicación, así como la identificación de actividad reproductiva (nidos, madrigueras) en el área de intervención tanto para grupos de ecosistemas terrestres (aves, mamíferos y herpetos) como ecosistemas acuáticos (ictiofauna).
- ii. Identificación de sitios para la reubicación de la posible fauna que sea rescatada
- iii. Protocolo de atención a fauna lesionada, donde se indique la estrategia para realizar la respectiva atención en caso de requerirse.
- iv. Plan de sensibilización y/o capacitación al personal vinculado al proyecto en lo referente al manejo de fauna silvestre.

22.6.5 INFORMACIÓN AL PERSONAL DE LA OBRA (CAPACITACIÓN / SENSIBILIZACIÓN)

Antes del inicio de las actividades de remoción de vegetación o cualquier otra actividad con riesgo potencial de afectación a la fauna silvestre terrestre o acuática, el profesional que lidera la implementación de medidas de manejo de fauna deberá dictar charla(s) al personal vinculado al proyecto haciendo énfasis en los siguientes temas:

- ✓ Especies de fauna terrestre vertebrada potencialmente presente en el área de influencia del proyecto y su importancia ecológica.
- ✓ Normativa ambiental que regula y penaliza la tenencia ilegal de fauna silvestre.
- ✓ Prohibición de la captura de fauna silvestre y la importancia de no instalar cebaderos que atraen dicha fauna.
- ✓ Recomendaciones sobre el protocolo de manejo de fauna en el área de intervención (sitios de obra del proyecto) con el fin de evitar accidentes (atropellamiento de fauna, mordeduras de animales, entre otros).
- ✓ Sanciones e implicaciones por el incumplimiento del programa para el manejo de fauna.
- ✓ Medidas de manejo de fauna silvestre a implementar en el área de intervención.

22.6.6 AHUYENTAMIENTO, CAPTURA, TRASLADO Y REUBICACIÓN DE FAUNA

El ahuyentamiento es un procedimiento que tiene por objetivo alejar la fauna de un lugar en determinado momento. Es recomendable utilizar variedad de técnicas de ahuyentamiento, dado que entre mayor cantidad de técnicas se manejen, más difícil será para la fauna acostumbrarse a ellas. Se deberán combinar las técnicas de ahuyentamiento, usarlas al mismo tiempo o alternadamente, ya que esto aumenta la efectividad (Sánchez 2011).

A continuación, se presentan los criterios para el ahuyentamiento, salvamento, reubicación y liberación de la fauna.

22.6.7 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS ECOLÓGICAS PARA LA POSIBLE REUBICACIÓN DE FAUNA

La reubicación de la fauna rescatada en el proyecto se debe realizar solo en caso de ser estrictamente necesario; para lo cual, es fundamental el reconocimiento previo de las coberturas vegetales en áreas aledañas con características bióticas y ecológicas de acuerdo con los requerimientos de las especies potencialmente susceptibles de reubicar.

Durante los días previos a la fase de campo del ahuyentamiento de fauna¹ se deberá visitar el área del proyecto, con el fin de definir estas áreas ecológicas para la reubicación, teniendo en cuenta que estas se deben escoger incluyendo criterios respecto a la oferta natural de recursos, como la disponibilidad de sitios para alimentación, reproducción, sombra y percha que ofrezca la composición florística de la zona. Idealmente estos sitios deben tener un entorno similar al del punto de captura o rescate para garantizar las mismas condiciones de hábitat o similares. En lo posible, los sitios deben estar localizados en la misma cuenca o cobertura vegetal.

Se deben identificar previamente los puntos de liberación y las rutas de llegada. Que no sean sitios muy cercanos para que los especímenes no puedan regresar fácilmente al área de afectación durante la construcción; la ubicación de este sitio debe ser incluida en el Plan de ahuyentamiento para aprobación por parte de EPM antes de iniciar las actividades.

La ubicación del sitio de reubicación deberá ser georreferenciada y se deberán incluir fotografías que ilustren las condiciones ecológicas del área.

22.6.8 BÚSQUEDA DE ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

Previo a las actividades de aprovechamiento forestal o cualquier actividad que pueda conllevar afectación a la fauna silvestre, se debe realizar la búsqueda de nidos y madrigueras con polluelos o crías en desarrollo, en las áreas de cobertura vegetal objeto de intervención por el proyecto o infraestructura existente que requiera ser intervenida por el proyecto.

Se deberá efectuar la búsqueda visual de nidos, madrigueras e individuos de fauna silvestre en general para identificar cuáles requieren protección hasta culminar la actividad reproductiva; así mismo, determinar posibles rescates, desmonte de nidos y madrigueras inactivas o en inicio de actividad reproductiva con el fin de definir la estrategia más adecuada en la aplicación de las diferentes técnicas de ahuyentamiento y control de fauna silvestre vertebrada. La inspección se debe hacer en el estrato alto, medio y bajo de árboles y arbustos; así como también en las áreas bajas cubiertas con vegetación herbácea en busca de indicios de fauna silvestre; la inspección debe incluir también infraestructura existente que deba ser intervenida por el proyecto.

De igual forma, se deben inspeccionar y monitorear los nidos y madrigueras encontradas con el fin de detectar cuáles se encuentran activos, en qué etapa de anidación están (o si no están activos) con el fin de proceder con la protección en caso de encontrar actividad reproductiva, o en el caso contrario proceder con el desmonte para evitar una futura ocupación o activación. Si se detecta la presencia de nidos o madrigueras con actividad reproductiva, se deberá hacer el respectivo aseguramiento del área y seguimiento periódico registrando el proceso desde el hallazgo hasta el abandono por parte de las crías. Se deberá emplear señalización que demarque el sitio donde se registra la actividad reproductiva, los cuales no podrán ser invasivos, evitando interferir en el cuidado parental.

También, si es necesario, se deberá informar oportunamente al personal de obra y del proyecto (INTERVENTORÍA/SUPERVISIÓN), la presencia (ubicación) de fauna en actividad reproductiva, con el objetivo de prevenir incidentes con las especies en procesos de reproducción. El monitoreo de los nidos o madrigueras se realizará hasta que las crías finalicen su desarrollo y sean autónomos, cumpliendo el tiempo necesario para el abandono del sitio de anidamiento. Para este

¹ El número de días dependerá de la magnitud de la intervención a realizar y serán aprobado por EPM junto con el plan de ahuyentamiento.

caso debe delimitarse y señalizarse bien el nido o área evitando cualquier tipo de intervención hasta la finalización del desarrollo. En caso de ser necesario, se deberá desplegar el protocolo de atención veterinaria a neonatos o huevos que lo requieran, solo cuando se evidencie abandono parental o un alto riesgo sobre la sobrevivencia o desarrollo de los individuos.

Se debe llevar un formato de actividad reproductiva, en el que se incluirá información importante desde el punto de vista ecológico. Esta información será consignada en el formato de registro el cual se diligenciará una vez localizados los nidos. Los puntos donde se registren nidos deberán ser georreferenciados para su posterior seguimiento.

22.6.9 AHUYENTAMIENTO

Durante los días previos a la fase de campo del ahuyentamiento de fauna² se visitará el área del proyecto, con el fin de definir las rutas para encaminar el desplazamiento de la fauna hacia las áreas establecidas, teniendo en cuenta que esta deberá ser impactada mínimamente y que su desplazamiento en lo posible debe llevarse a cabo sin intervención humana. Las fases para el ahuyentamiento deberán ser las siguientes:

- ✓ **La primera fase:** se deberá realizar antes del inicio de las actividades de afectación de las coberturas vegetales hasta el comienzo de éstas o previo al inicio de actividades con potencial de afectar fauna silvestre, con el fin de ahuyentar la mayor cantidad de especies de fauna terrestre y evitar con esto que durante estas actividades las especies de fauna vertebrada resulten heridas o mueran. El número de días previos dependerá de la magnitud de la intervención.
- ✓ **La segunda fase:** se realizará paralela a la afectación de la vegetación u obra con potencial de afectar fauna silvestre y tiene como fin ahuyentar aquellos individuos que no se hayan desplazado con las actividades anteriores o que se hayan relocalizado en sitios que también deban ser intervenidos.

Para el ahuyentamiento se deberán emplear metodologías reconocidas y validadas como las visuales, auditivas y mecánicas; entre las primeras se encuentra la instalación de siluetas de aves rapaces o elementos iridiscentes, mientras que las segundas consisten en la reproducción de sonidos estridentes por medio de bocinas o sirenas o la reproducción de cantos de aves depredadoras y/o rapaces. En cuanto a las metodologías mecánicas estas consisten en el movimiento de las ramas, árboles o infraestructura donde se ubican los animales, generando incomodidad. No obstante, EL CONTRATISTA podrá emplear otras metodologías siempre y cuando estas hayan sido presentadas en el Plan de ahuyentamiento y hayan sido aprobadas por EPM.

También, se deberá evaluar la condición de la zona a afectar y proceder a la destrucción o modificación de los microhábitats y refugios preferidos por las diferentes especies y de la vegetación que hace parte de su alimentación, como parte del proceso de remoción de biomasa, esta actividad es asimilable al ahuyentamiento por simulación de situaciones de alteración. Es indispensable el mantenimiento de zonas alteradas, para que la fauna no retorne.

² El número de días dependerá de la magnitud de la intervención a realizar y serán aprobado por EPM junto con el plan de ahuyentamiento.

Para el caso de ahuyentamiento en ecosistemas acuáticos, EL CONTRATISTA deberá establecer medidas de manejo que eviten el atrapamiento y muerte de peces durante las actividades a ser ejecutadas en cuerpos de agua.

Los ahuyentamientos deben realizarse teniendo en cuenta los picos de actividad de los grupos de fauna que se describen a continuación:

- **Anfibios y reptiles:** Los anfibios y reptiles exhiben actividad principalmente nocturna; no obstante, algunas especies de anfibios son diurnas, mientras que los reptiles se pueden registrar en el día termorregulando o en procesos de digestión. Por esta razón se debe realizar una actividad de ahuyentamiento en las horas de la mañana, entre las 6:30am y las 10:30am y otra en la tarde, entre las 6:00 pm y las 10:00 pm.
- **Mamíferos:** Los mamíferos tienen por lo general un solo pico de actividad, siendo estos predominantemente nocturnos. De esta manera, se realizará una actividad de ahuyentamiento tanto en las horas del día como en la noche, sin embargo, se tendrá una mayor dedicación durante la última. Consecuentemente, se debe realizar una actividad de ahuyentamiento en las horas de la mañana, entre las 7:00 y las 9:00 y otra en la tarde, entre las 6:00 pm y las 12:00 pm.
- **Aves:** Las aves tienen dos picos de actividad, uno en las horas de la mañana y otro en las horas de la tarde. En las horas de la mañana, el pico de actividad de las aves ha sido registrado desde la salida del sol hasta cuatro (4) horas después, es decir, desde las 5:30 am hasta las 9:30 am. En la tarde, el pico de actividad de las aves ha sido registrado como tres (3) horas antes del ocaso, es decir desde las 3:00 pm hasta las 6:00 pm.

Si bien algunos grupos de fauna presentan actividad nocturna, la ejecución de las actividades descritas en estas especificaciones en este horario se realizará previo acuerdo con EPM, teniendo en cuenta las condiciones de seguridad en el área de intervención del proyecto.

22.6.10 RESCATE DE FAUNA SILVESTRE

En el manejo de la fauna silvestre, el rescate hace referencia a la atención de los requerimientos de los animales silvestres que, debido a actividades de origen antropogénico, han visto comprometidas sus opciones de libertad y supervivencia en su hábitat natural (Drews 2003).

Las actividades de salvamento son posibles con la utilización de diferentes equipos para el manejo, captura y restricción manual de las especies silvestres que aparezcan durante las labores de salvamento, cabe mencionar que todo el tiempo se deberá contar con acompañamiento del profesional de fauna en los diferentes frentes de trabajo durante las actividades de tala para la construcción del proyecto, evitando con ello la posible afectación de individuos de fauna.

A continuación, se describen algunas consideraciones para tener en cuenta durante la actividad de rescate. Es importante tener en cuenta que se deberá evitar la manipulación directa de los individuos de fauna, por lo tanto, estas actividades solo serán ejecutadas cuando sea estrictamente necesario.

- Se procederá rescatar aquellas especies cuyos rangos de acción o movilidad son restringidos (pequeños mamíferos, anfibios y reptiles) o que poseen hábitos fosoriales y aquellos de desplazamiento lento.

- Para el rescate de mamíferos, anfibios y reptiles, se deben realizar recorridos intensivos en la totalidad de las áreas a intervenir por las obras de construcción del proyecto. Los recorridos deben realizarse en las diferentes horas del ciclo diario según lo enunciado para cada grupo de fauna, abarcando los dos periodos de actividad, siempre y cuando las condiciones de seguridad y logística lo permitan.
- De acuerdo con las características de fauna y flora del sitio, se deben aplicar métodos apropiados para rescatar (solo cuando sea estrictamente necesario) y transportar especies de fauna de baja movilidad que lo requieran, durante las actividades de ahuyentamiento y aprovechamiento forestal. Los individuos rescatados deben ser transportados en bolsas de tela, cajas o guacales, según el tamaño y clase de fauna; éstos deben ser protegidos de la radiación solar, mediante sacos de tela, vegetación o agua según los requerimientos de la especie, evitando así, deshidratación, deterioro y buscando disminuir el estrés de los animales.
- En caso de requerirse la captura de grandes mamíferos, se deberá llevar a cabo mediante persecución del ejemplar, atrapándolo con lonas o trampas Tomahawk de tamaño grande, empleando como cebo sardinas o frutas. La captura de pequeños mamíferos no voladores se debe llevar a cabo por medio de trampas tipo Sherman y Tomahawk de tamaño pequeño. Estas trampas se ubicarán en el suelo, en sitios estratégicos y microhábitats, empleando un cebo adecuado para la especie a capturar.
- En el caso de requerirse el rescate de aves grandes y terrestres, se utilizarán para su captura, redes de niebla, ubicadas muy cerca de refugios y así evitar que otras aves que utilizan el área como corredor de paso o algunos murciélagos queden atrapados en las redes. Las aves pequeñas rezagadas se podrán capturar mediante persecución del ejemplar, cogiéndolo directamente con las manos, redes de niebla, mallas o bolsas de tela.
- En el caso de anfibios y algunos reptiles, estos se deben capturar directamente con la mano, ponerlos en bolsas plásticas o de tela, con hojas húmedas para evitar la deshidratación y altos niveles de estrés. La captura de las lagartijas de gran tamaño o especies arborícolas más difíciles de recolectar se puede hacer con un nudo corredizo en la punta de una vara.
- En el caso de encontrar renacuajos, usar redes de mano como las empleadas para el manejo de peces en acuarios.
- Las serpientes se deben manipular con ganchos herpetológicos y depositarlas en bolsas de tela o baldes plásticos, empleando las técnicas adecuadas; esta actividad debe ser realizada por personal idóneo y con experiencia. Garantizar la firmeza del nudo, para evitar que especies peligrosas como las serpientes venenosas escapen de las bolsas.
- En el caso de captura de tortugas, esto debe realizarse de forma manual, con atarraya o una malla de inmersión, la búsqueda se debe enfocar en las horas de mayor actividad de la especie y en los microhábitats preferidos por estas, por ejemplo, en orillas de los arroyos o quebradas, sobre los playones arenosos o en troncos o rocas.
- Cada individuo rescatado debe ser registrado con su especie, sexo (cuando sea posible), condición física, lugar de rescate y sitio de reubicación; además del registro fotográfico previo y posterior a la liberación cuando aplique. Toda la información deberá ser georreferenciada.

22.6.11 REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE

Cada uno de los individuos rescatados mediante las diferentes metodologías empleadas, deben ser valorados *in situ* inicialmente por un biólogo o médico veterinario con experiencia certificada

en captura y manipulación de la fauna silvestre, quien determinará su estado y las condiciones para ser reubicado de inmediato o si requiere atención médica antes de ser liberado. La liberación inmediata es recomendada para evitar el amansamiento, enfermedad o estrés.

Para la reubicación, los individuos rescatados deben ser transportados de forma segura como se mencionó anteriormente, y con base en los protocolos establecidos en la Resolución 2064 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

La liberación de los ejemplares rescatados debe hacerse en la zona previamente seleccionada, garantizando la sobrevivencia del espécimen en este nuevo hábitat el cual debe cumplir con las características similares al sitio de rescate. Los puntos de rescate y reubicación de los ejemplares deberán ser georreferenciados.

22.6.12 PROTOCOLO MÉDICO VETERINARIO

Si durante la actividad de ahuyentamiento, captura, traslado y reubicación de fauna se presenta algún individuo de fauna lesionado por las actividades del proyecto, se deberá activar el protocolo de atención médico-veterinaria siguiendo las especificaciones técnicas definidas para esta actividad.

Se deberá llevar un registro escrito y fotográfico de todas las actividades realizadas debido a que esta permitirá obtener, revisar y almacenar información importante del proceso y los resultados del ahuyentamiento.

22.6.13 ENTREGABLES

Este ítem incluye la entrega de dos productos claramente definidos, los cuales se detallan a continuación:

- 1. Plan de ahuyentamiento:** Este documento debe estar ajustado a las condiciones particulares del proyecto (debe contemplar actividades en ecosistemas terrestres y acuáticos), en el cual se deberá incluir, como mínimo, la siguiente información:
 - i. Estrategias de ahuyentamiento, rescate, reubicación, así como la identificación de actividad reproductiva (nidos, madrigueras).
 - ii. Identificación de sitios para la reubicación de fauna que sea rescatada.
 - iii. Protocolo de atención a fauna lesionada, donde se indique la estrategia para hacer la respectiva atención en caso de requerirse.
 - iv. Plan de sensibilización y/o capacitación al personal vinculado al proyecto en lo referente al manejo de fauna silvestre.

Este documento deberá ser aprobado por EPM previo al inicio de las actividades, si no hay aprobación de dicho documento, el contratista NO PODRÁ iniciar las demás actividades.

- 2. Informe final de cumplimiento de medidas de manejo de ahuyentamiento, captura, traslado y reubicación:** Este informe deberá contener como mínimo lo siguiente:
 - i. Fechas de ejecución de las actividades planteadas.
 - ii. Resultados de implementación de las medidas de manejo y las metodologías utilizadas en cada una de las actividades y evidencia de la realización de estas.

- iii. Anexos que den cuenta de la implementación (cartera de campo, planillas, bases de datos y registro fotográfico, fílmico, entre otras).

22.6.14 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida para las actividades aquí descritas será por **MES**.

Si la actividad demora menos de lo presupuestado, esta se pagará proporcional al tiempo efectivamente ejecutado.

22.6.15 TIEMPO DE EJECUCIÓN

Las actividades de ahuyentamiento, captura, traslado y reubicación de fauna deberán extenderse mínimo antes y durante la intervención a la vegetación o de los individuos arbóreos autorizados por autoridad ambiental competente, así como antes y durante las intervenciones en ecosistemas acuáticos. Estos tiempos variarán según el proyecto y la magnitud de la intervención; adicionalmente, quedará a consideración del profesional biótico de EPM extender el tiempo teniendo en cuenta otras actividades que puedan conllevar una posible afectación a la fauna silvestre. En este sentido, el tiempo de ejecución será acordado previo al inicio de la actividad entre EL CONTRATISTA y EPM de acuerdo con la necesidad específica.

El plan de ahuyentamiento deberá entregarse mínimo diez (10) antes del inicio de las actividades; este será revisado por EPM quien remitirá observaciones cuando aplique. EL CONTRATISTA no podrá iniciar actividades sin el visto bueno del plan de ahuyentamiento por parte de EPM.

El informe de la implementación de las medidas de manejo deberá ser remitido a EPM quince (15) días después de finalizadas las actividades en campo; EPM remitirá observaciones en caso de requerirse y el contratista contará con ocho (8) días para la corrección de estas.

22.6.16 PERSONAL REQUERIDO

A continuación, se detalla el perfil requerido para la implementación de las actividades contempladas en la presente especificación y en el ítem correspondiente.

Tabla 131 Personal requerido para ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna

Perfil profesional	Experiencia
Biólogo	Mínimo tres (3) años de experiencia general en captura, manipulación e implementación de medidas de manejo de fauna silvestre (terrestre y/o acuática) contados a partir de la expedición de la tarjeta profesional y mínimo un (1) año de experiencia en caracterización y manejo de especies acuáticas (ictiofauna e hidrobiológicos).

Fuente: EPM, 2024

Las actividades deben ser realizadas por el biólogo que se pagará por la administración del contrato y adicional deberá incluirse en este ítem dos (2) profesionales en biología al momento de llevarse a cabo actividades que requieran la implementación de la medida de manejo de fauna silvestre los cuales deben contar con el tiempo de experiencia que se presenta en la Tabla 131

Personal requerido para ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna; en el momento en que se lleven a cabo actividades en los ecosistemas acuáticos el contratista deberá contar con un biólogo con mínimo un (1) año de experiencia en caracterización y manejo de especies acuáticas (ictiofauna e hidrobiológicos) para que implemente las medidas de manejo durante dichas actividades.

22.6.17 FORMA DE PAGO

Se realizará un pago del 100% una vez culminen todas las actividades (ahuyentamiento, captura, traslado y reubicación) y se reciban a satisfacción todos los productos entregables (plan de ahuyentamiento, informe de actividades), lo anterior respetando la unidad de medida del ítem, la cual será **MES**.

Para el pago de la actividad se deben tener en cuenta los aspectos financieros descritos en las condiciones particulares.

22.6.18 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que se presenten en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM hará pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.6.19 OTROS

Si durante el proceso de revisión y evaluación de los informes o estudios técnicos y ambientales, la autoridad competente remite observaciones, requerimientos, solicitud de información adicional, cuyo origen de los requerimientos es debido a falencias en la información elaborada por el consultor, éste deberá realizar dichas modificaciones y entregar los documentos de respuesta pertinentes, sin que se generen pagos adicionales, así mismo, debe atender las visitas técnicas solicitadas por las autoridades competentes.

Si por causas no imputables a los productos entregados a la autoridad competente, se deben realizar estudios adicionales, EPM determinará la pertinencia de realizarlos a través de este contrato bajo una modificación o bajo otra estrategia.

22.7 ATENCIÓN DE FAUNA LESIONADA

Establecer una especificación base que detalle la información relacionada con la descripción, alcance, ejecución, productos entregables, unidad de medida y condiciones de pago para las diversas actividades incluidas en el contrato de atención de fauna lesionada.

22.7.1 ALCANCE

Área de influencia directa del proyecto afectada por las diferentes obras asociadas, permanentes o temporales. Zonas donde se retirará la cobertura vegetal y zonas donde se localizarán los frentes de trabajo, campamento e instalaciones temporales, así como en infraestructura existente donde se lleven acabo actividades por parte del proyecto Modernización Guadalupe-Troneras.

Las actividades descritas en la presente especificación deberán realizarse cuando debido a las actividades el proyecto se genere la afectación de cualquier individuo de fauna silvestre y se determine que se debe realizar una atención médico veterinaria para garantizar el bienestar del individuo.

22.7.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue, modifique, sustituya o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades. A continuación, se cita la normatividad aplicable:

- **Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974.** Presidencia de la República de Colombia. “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”
- **Decreto 1449 de junio 27 de 1977.** Ministerio de Agricultura. Disposiciones sobre protección y conservación de aguas, bosque, fauna terrestre y acuática
- **Ley 17 del 22 de enero de 1981.** Congreso de Colombia. Por la cual se aprueba la “Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres”, suscrita en Washington D.C. el 3 de marzo de 1973
- **Ley 165 del 9 de noviembre de 1994.** Congreso de Colombia. Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
- **Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010.** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVT. “Por el cual se reglamenta el título VII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”
- **Resolución N°2064 del 21 de octubre de 2010.** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS. “Por la cual se reglamentan las medidas posteriores a la aprehensión preventiva, restitución o decomiso de especímenes de especies silvestres de Fauna y Flora Terrestre y Acuática y se dictan otras disposiciones”
- **Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS. “Por el cual se expide el Decreto único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”
- **Resolución 0126 de 6 de febrero de 2024.** MADS. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2024. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera, se actualiza el comité coordinador de categorización de las especies silvestres amenazadas en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”.

22.7.3 DESARROLLO

22.7.3.1 DESCRIPCIÓN

El servicio de atención de fauna lesionada incluye las actividades correspondientes para realizar el manejo veterinario de los individuos de fauna de los grupos de aves, reptiles, anfibios o mamíferos que requieran atención médica debido al desarrollo de las actividades del proyecto Modernización Guadalupe – Troneras, al igual que el manejo de neonatos y huevos que requieran atención. Se incluyen todas las actividades para el transporte, recepción, la atención primaria, atención clínica, hospitalización, tratamiento y liberación del individuo.

Teniendo en cuenta el proyecto el contratista podrá contemplar la disponibilidad constante de un profesional médico veterinario durante las intervenciones o de un centro de atención veterinaria con experiencia en atención de fauna silvestre, según sea el caso y la disponibilidad de este último teniendo en cuenta la ubicación del proyecto.

Con base en lo expuesto anteriormente, durante la ejecución de la intervención de los potenciales hábitats para la fauna, se debe contar con disponibilidad de un centro o un médico veterinarios con experiencia en manejo de fauna silvestre para la implementación de acciones de atención, valoración y tratamiento en un centro de atención veterinaria de fauna silvestre de ser necesarias, esto para su disposición final de acuerdo con la Resolución 2064 del 2010 del hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). En caso de que se requiera atención médico-veterinaria, debe quedar registro de la atención recibida por cada individuo.

Una vez el profesional médico veterinario o el centro de atención veterinaria dé el alta al individuo lesionado, la liberación de este deberá hacerse en la zona previamente seleccionada para evitar el traslado de individuos con configuraciones genéticas particulares a otros ambientes. Para el traslado de los individuos a estas zonas de liberación, se debe contar con el salvoconducto de movilización de especies de fauna silvestre cuando aplique.

Se debe llevar un registro escrito y fotográfico de todas las actividades realizadas debido a que esta permitirá obtener, revisar y almacenar información importante del proceso y los resultados de la actividad.

22.7.4 ENTREGABLES

El ítem incluye el informe de las actividades realizadas (medidas de atención y tratamiento) e historia clínica, con evidencia de la realización de estas. Lo anterior, en cumplimiento de las obligaciones establecidas en las MMA del Complejo Hidroeléctrico, los permisos ambientales, la modificación de las MMA y la normativa vigente aplicable.

22.7.5 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida es UNIDAD. Corresponde a la atención por individuo de fauna (ave, mamífero o herpetos) de manera diaria.

22.7.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN

Dado que es un servicio que se activa a demanda y que se ejecuta solo en caso de presentarse fauna que requiera atención médico veterinaria, no tiene un tiempo de ejecución establecido; por lo tanto, el tiempo de ejecución dependerá de la magnitud de la atención y será determinado una vez se haga necesario realizar la actividad.

22.7.7 PERSONAL REQUERIDO

Esta actividad debe ser realizada por el contratista a través de un centro de atención veterinaria con experiencia en manejo de fauna silvestre o de un Médico Veterinario con experiencia certificada de dos (2) años en la atención médica y manejo de fauna silvestre a partir de la expedición de la tarjeta profesional. Es importante aclarar que el profesional se activa en el momento que se requiera activar el ítem y debe ir incluido en el valor de este.

Tabla 132 Perfil requerido en atención de fauna

Perfil profesional	Experiencia
Médico veterinario	Experiencia certificada de dos (2) años en la atención médica y manejo de fauna silvestre a partir de la expedición de la tarjeta profesional.

22.7.8 FORMA DE PAGO

Este ítem se pagará por individuo efectivamente atendido (en caso de requerirse), en el caso que se requiera la atención de algún individuo lesionado, previo visto bueno de EL SUPERVISOR/INTERVENTORÍA según el seguimiento efectuado en obra y las evidencias entregadas por EL CONTRATISTA: Reporte de atención e historia clínica de cada individuo, registros fotográfico e informe. Las actividades que no se ejecuten o que no tengan los respectivos soportes no serán objeto de pago. El pago se hará por individuo atendido (unidad) de manera diaria y el pago se extenderá hasta cuando se dé el alta del mismo por parte del médico veterinario o el centro de atención veterinario, según el caso viable de acuerdo con las condiciones y ubicación del proyecto Modernización Guadalupe-Troneras.

22.7.9 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.7.10 OTROS

Si durante el proceso de revisión y evaluación de los informes o estudios técnicos y ambientales, la autoridad competente remite observaciones, requerimientos, solicitud de información adicional, cuyo origen de los requerimientos es debido a falencias en la información elaborada por el consultor, éste deberá realizar dichas modificaciones y entregar los documentos de respuesta pertinentes, sin que se generen pagos adicionales, así mismo, debe atender las visitas técnicas solicitadas por las autoridades competentes.

Si por causas no imputables a los productos entregados a la autoridad competente, se deben realizar estudios adicionales, EPM determinará la pertinencia de realizarlos a través de este contrato bajo una modificación o bajo otra estrategia.

Esta actividad se desarrollará solo en el caso de presentarse algún individuo de fauna lesionada, el profesional biólogo que realiza las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación será quien reporte el evento de lesión para que se inicie el protocolo de atención de fauna por parte del veterinario o del centro de atención veterinaria.

22.8 CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES DE FLORA EN VEDA

Este numeral se refiere al plan de restauración, recuperación y/o rehabilitación ecológica que incluye caracterización de línea base para las áreas de rehabilitación. Estas especificaciones aplican para la Caracterización y/o establecimiento de la línea base para ejecutar la rehabilitación ecológica en un área determinada, teniendo en cuenta las diferentes actividades que esto implica, de acuerdo con la zona de trabajo definida para proyecto; incluye, materiales, personal, equipos, transporte, entre otros, necesarios para la realización de las actividades en cumplimiento de lo solicitado por la Autoridad Ambiental y a satisfacción de las partes. Además, involucra la elaboración del informe de caracterización y la formulación del plan para la implementación de la rehabilitación ecológica.

22.8.1 ALCANCE

Desarrollar la caracterización biótica (flora, incluye epífitas vasculares y no vasculares en veda) como línea base para actividades de rehabilitación ecológica y formular el Plan de Rehabilitación ecológica.

22.8.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- Ley 99 de 1993.
- Decreto Ley 2811 de 1974 (Código de Recursos Naturales).
- Decreto 2041 de 2014 (compilado por el decreto 1076 de 2015).
- Decreto 1076 de 2015.
- Resolución 1503 de 2010.
- Resolución 2182 de 2016.
- Decreto 3016 de 2013 (compilado por el decreto 1076 de 2015).
- Decreto 2811 de 1974.
- Resolución 316 de 1974 del INDERENA.
- Decreto 877 de 1976. (compilado por el Decreto 1076 de 2015).

- Resolución 213 de 1977 del INDERENA.
- Resolución 801 de 1977 del INDERENA.
- Decreto 1791 de 1996. (compilado por el Decreto 1076 de 2015).
- Resolución 438 de 2001
- Resolución 096 de 2006.
- Ley 1333 de 2009.
- Resolución 1740 de 2016.
- Resolución 1912 de 2017.
- Manual de compensaciones (MADS, 2018)
- Plan Nacional de Restauración
- Decreto Reglamentario 1608 de 1978
- Ley 17 de 1981
- Ley 165 de 1994.
- Resolución 2182 de 2016
- Decreto 1272 de 2016
- Decreto 2106 de 2019
- Circular 8201-2-2378 del 2 de diciembre de 2019
- Circular 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019
- Circular interna 00016 ANLA 2019
- Comunicaciones de la ANLA 2020
- Resolución 0213 de 1977

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.8.3 DESARROLLO

22.8.3.1 Descripción de ítem

Para la caracterización del área, se procederá con las actividades correspondientes a las siguientes fases:

- **Fase previa:** Se basa en una revisión de fuentes secundarias e incluye la revisión del estado actual del sitio seleccionado para la implementación de la rehabilitación ecológica. En esta fase se debe determinar el estado real de la cobertura vegetal (aerofotografías, imágenes de satélite, utilización de bibliografía, trabajos monográficos, artículos, revistas, mapas) y definir y establecer los límites de las unidades de cobertura de la tierra, las características y usos del suelo, el régimen hídrico, los biomas, etc.
- **Fase de muestreo:** En campo, se debe llevar a cabo directamente la verificación de datos obtenidos en la fase anterior y efectuar la toma de muestras botánicas y muestras de suelo, a partir de metodologías para el estudio de estos elementos, que sean reconocidas científicamente.
- **Fase de análisis:** Se determinan las características de composición, diversidad y estructura de cada unidad de cobertura de la tierra y demás análisis solicitados.
- El alcance de los estudios técnicos y ambientales para la “Caracterización florística”, por medio de muestreo estadístico, incluye lo siguiente:
- **Inventario forestal** (fustales y regeneración) que cumpla con la intensidad de muestreo asegurando un error de muestreo no mayor al 5%, considerando la normatividad vigente,

y las metodologías avaladas por la autoridad ambiental competente. Este inventario podrá realizarse por un método que sea estadísticamente representativo en función del área para cada unidad de análisis (cobertura vegetal, ecosistema, etc.). Es importante que se especifique el tipo de muestreo realizado, incluyendo el número y tamaño de unidades de muestreo, así como los cálculos realizados para la determinación del tamaño de la muestra.

- Identificación, descripción y espacialización de las formaciones vegetales según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IGAC 2010), ecosistemas terrestres y zonas de vida presentes en el área, considerando la normatividad vigente, los términos de referencia designados y lo requerido por la autoridad ambiental competente.
- Determinación de las características de composición, diversidad y estructura de los diferentes tipos de cobertura vegetal delimitadas para el área objeto de estudio.
- Identificación de presencia de especies vedadas, endémicas, o en alguna categoría de amenaza que tengan valor comercial, científico o cultural teniendo en cuenta las categorías definidas por la UICN, CITES y la Resolución 1912 de 2017 del MADS o aquella norma que la modifique, adicione o sustituya.
- Determinación de la dinámica sucesional y la regeneración natural por medio de un método que sea estadísticamente representativo en función del área para cada unidad de análisis (cobertura vegetal, ecosistema, etc.).
- Determinación de la estructura espacial. Cálculo del cociente de mezcla y/o índices de diversidad para los diferentes tipos de cobertura vegetal delimitados (curva de acumulación de especies, Shannon, Simpson, cociente de mezcla, Similitud de Jaccard, además de los que crea conveniente agregar por parte La Universidad, siempre y cuando tenga una justificación).
- Cálculo del índice de Valor de Importancia (IVI), densidad y distribución por clase diamétrica y altimétrica de las diferentes especies encontradas.
- Cálculo de áreas basales y volumen promedio por hectárea por cobertura y determinación del estado fitosanitario.
- Superficie (expresada en hectáreas) de las unidades de cobertura vegetal y uso actual del suelo identificadas y su porcentaje de participación con respecto al área total del proyecto.

Las especies nuevas identificadas en la clasificación taxonómica deben ser reportadas a las entidades competentes como el Instituto de Ciencias Naturales de La Universidad Nacional de Colombia, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, el SINCHI y el IIAP.

Con respecto al muestreo de flora de otros hábitos se debe considerar lo siguiente en la fase de muestreo:

Flora epífita y de otros hábitos vascular y no vascular

La determinación de intensidad de muestreo se deberá realizar con base en el protocolo para el Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (RRED-analysis); propuesto por Gradstein et al. u otro sustentado mediante literatura científica vigente y aprobada por la Autoridad ambiental y se deberá adaptar a partir de las características propias del proyecto, así como a las unidades de cobertura de la tierra descritas en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.

Dicha adaptación metodológica, se plantea a partir del porcentaje potencial de área que tiene presencia de vegetación arbórea en cada cobertura de la tierra a caracterizar (con base a lo especificado en la metodología coberturas de la tierra Corine Land Cover adaptada para Colombia) y que por ende este porcentaje será el área en la que potencialmente se hallarán forófitos o árboles hospederos de flora epífita. Bromelias, orquídeas, briófitos (musgos, hepáticas y anthocerotales) y líquenes en otros sustratos diferentes al epífito (rupícola, saprófita, epifílico y/o terrestre).

En el informe final de caracterización para el componente de la flora epífita vascular y no vascular y flora no vascular de otros hábitos, se debe considerar como mínimo:

- Incluir en los resultados de la caracterización una tabla con las coordenadas de ubicación de las unidades de muestreo (árboles hospederos y parcelas o cuadrantes para evaluación de sustratos terrestres) evaluadas en la caracterización de campo de la flora vascular y no vascular, epífita y de otros hábitos, en el sistema de referencia Magna Sirgas de acuerdo con los lineamientos geomáticos especificados. Adicionalmente, incluir una figura con la ubicación de las unidades de muestreo.
- La presentación de los resultados debe realizarse por cada grupo de plantas epífitas caracterizado (plantas vasculares, líquenes y briófitos); igualmente para plantas no vasculares y líquenes de hábitos diferente al epífito (saprófitas, terrícolas, rupícolas). Toda la información debe ser presentada por cobertura de la tierra evaluada (Bosque denso, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja).
- Composición florística (riqueza, abundancia y frecuencia) de plantas epífitas vasculares y no vasculares (briófitos y líquenes) (en general).
- Riqueza por grupo
- Abundancia absoluta y relativa de epífitas por grupo
- Frecuencia absoluta y relativa de epífitas por grupo
- Distribución vertical o por estratos separada por grupo
- Relaciones epífitas vasculares-hospederos
- Representatividad del muestreo de epífitas por grupo y por cobertura de la tierra
- Análisis de diversidad alfa por grupo y diversidad beta (si aplica).
- Curvas de acumulación de especies por cobertura de la tierra.

22.8.4 ENTREGABLES

A continuación, se presentan los lineamientos mínimos del informe de caracterización, sin embargo, en aquel caso en que la autoridad ambiental requiera un componente adicional este debe ser incluido en el mismo:

Documento metodológico para la caracterización biótica (flora incluyendo especies no vasculares y vasculares en veda de hábitos epífita, saprofita, terrícola, litofita) teniendo en cuenta lo establecido en el permiso de estudio correspondiente al proyecto.

22.8.4.1 FASE PREVIA

- Plan de trabajo y cronograma, donde se incluyan labores de campo y tiempos de procesamiento y análisis de información (versión magnética). Dicho cronograma servirá como herramienta de seguimiento y generación de las respectivas alertas.
- Metodologías para trabajos de campo y la caracterización florística de los diferentes grupos de plantas y análisis de información, la cual debe estar acorde con lo autorizado

en el permiso de colecta relacionado en la Licencia ambiental. Diseño de muestreo basado en las condiciones particulares del proyecto (versión magnética).

22.8.4.2 FASE DE MUESTREO

Una vez finalizada la fase de muestreo se entregaría un registro del muestreo realizado en el que se debe incluir la siguiente información:

- Ubicación de los muestreos (Ubicación de parcelas y punto de observación, entre otros).
- Información taxonómica e identificación de las morfoespecies con nombre común (hasta nivel de especie en la medida de lo posible).
- Medidas morfométricas y dasométricas.
- Listado de individuos colectados con identificación científica.
- Registro fotográfico detallado de las actividades de caracterización.

22.8.4.3 RESULTADOS

Informe de caracterización que contenga:

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

1.2. Localización

1.3. Objetivos

1.4. Antecedentes

1.5. Alcance

1.6 Aspectos metodológicos

1.6.1 Fase previa

1.6.2 Fase de muestreo

1.6.3 Fase de análisis

2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA OBJETO DE ESTUDIO

3. CARACTERIZACIÓN DE FLORA ARBÓREA

3.1 Ecosistemas terrestres y zonas de vida o formaciones vegetales presentes en el área de influencia.

3.2 Composición y estructura de los diferentes tipos de cobertura vegetal delimitadas para el área objeto de estudio.

3.3 Ecosistemas sensibles o áreas naturales protegidas

3.4 Presencia de especies vedadas, endémicas, amenazadas.

3.5. Composición florística por tipo de cobertura.

3.6. Estructura espacial, cociente de mezcla e índice de diversidad de los diferentes tipos de cobertura vegetal delimitados.

3.7. Índice de Valor de Importancia (IVI), densidad y distribución por clase diamétrica y altimétrica de las diferentes especies encontradas.

3.8. Cálculos de áreas basales y volumen promedio por hectárea por cobertura.

3.9. Dinámica sucesional y la regeneración natural.

3.10. Capacidad de amortiguación o asimilación de las coberturas/ecosistemas.

3.11. Tendencias de poblamiento o dispersión de las especies de importancia biológica.

3.12. Perfil de vegetación de coberturas con representatividad alta de fustales. (SI APLICA)

4. CARACTERIZACIÓN DE FLORA EPÍFITA VASCULAR, FLORA NO VASCULAR Y LÍQUENES, DE HABITO EPIFITA Y OTROS HÁBITOS

Los resultados de la caracterización deben ser presentados por cada grupo de plantas (vascular, no vascular y flora liquénica), por hábito y por cobertura de la tierra evaluada. Además de la flora vascular en veda se debe incluir dentro de la caracterización aquellos grupos de epífitas acompañantes no vedadas como bejucos, aráceas, pasifloráceas, piperáceas, etc. A continuación, se listan los principales análisis a considerar en la caracterización:

- Riqueza, abundancia absoluta, relativa, frecuencia absoluta, y relativa de plantas (en general).
- Riqueza de epífitas vasculares por cobertura de la tierra.
- Abundancia absoluta y relativa de epífitas vasculares por cobertura de la tierra.
- Frecuencia absoluta y relativa de epífitas vasculares por cobertura de la tierra.
- Distribución vertical o por estratos.
- Relaciones epífitas vasculares-hospederos.
- Representatividad del muestreo de epífitas vasculares
- Análisis de diversidad alfa y beta para cada cobertura de la tierra.
- Curvas de acumulación de especies por cobertura de la tierra.

Para las especies no vasculares y líquenes se debe considerar los siguientes resultados:

- Riqueza, cobertura (cm²), frecuencia absoluta, y relativa (en general).
- Riqueza por cobertura de la tierra.
- Cobertura (cm²) por cobertura de la tierra.
- Frecuencia absoluta y relativa por cobertura de la tierra.
- Distribución vertical o por estratos.
- Relaciones de briofitos y líquenes epífitos vs. hospederos.
- Representatividad del muestreo

- Análisis de diversidad alfa (riqueza, dominancia y equidad) y beta (ej. Similitud) para cada cobertura de la tierra.
- Curvas de acumulación de especies por cobertura de la tierra.

5. CONCLUSIONES

7. ANEXOS: Formatos de campo, memorias de cálculo y bases de datos correspondientes, registro fotográfico, actas de reuniones, cronogramas de trabajo, actas o permisos de entrada a predios y de acompañamiento a reuniones con la autoridad ambiental, certificado de determinación de muestras en un herbario que posea Registro nacional de Colecciones Biológicas (RNC) ante el Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Adicionalmente, deberá contener:

- Memorias (Bases de datos y memorias de cálculo)
- Formatos de registro en campo (digitales o escaneados)
- Registro fotográfico de actividades detalladas
- Registros grabaciones y videos (en caso de generarse)

8. COMPONENTE GEOMÁTICO: Cumpliendo con lo estipulado en la Resolución 2182 de 2016 del MADS, o aquel acto administrativo que lo modifique, sustituya o derogue. Este contiene: Geodatabase de cartografía básica, geodatabase temática (el cual contiene aquellos elementos geográficos que responda al alcance de las presentes especificaciones técnicas y las actividades realizadas), metadatos, diccionario de datos, documento explicativo de modificaciones al modelo estipulado por la mencionada resolución, mapas a las escalas requeridas en los términos de referencia en formato PDF y MXD, carpeta con los insumos utilizados.

Adicionalmente, como resultados adicionales de la actividad de Caracterización del área de rehabilitación, se deberá entregar:

- Listado de especies forestales para la rehabilitación de tipo heliófita durable, esciófita parcial y esciófita total.
- Obtención del material vegetal (propagación o adquisición)
- Diseño florístico para la siembra (Información geomática, plano y figura)
- protocolo de preparación del sitio y de siembra
- Plan de trabajo detallado para la implementación de las actividades de rehabilitación ecológica dentro del predio caracterizado.
- Indicadores de seguimiento de las medidas a implementar

Formulación del Plan de rehabilitación ecológica

Se deberá realizar una propuesta de rehabilitación ecológica que contenga mínimo los siguientes aspectos:

- Identificación, selección, justificación y localización
- Identificación del área potencial para rehabilitación ecológica
- Selección y justificación del área para la rehabilitación ecológica
- Localización

- Caracterización florística
- Indicadores de efectividad de la rehabilitación ecológica Indicador dasométrico del área restaurada
- Indicador colonización de epífitas no vasculares
- Diseños florísticos, estado de disturbio, potenciales forófitos.
- Soportes cartográficos

22.8.5 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida de pago será UN.

22.8.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución para realizar la actividad en campo será acordada entre el contratista y EPM teniendo en cuenta las particularidades del proyecto, la(s) Resolución(es) a la(s) que se va a dar cumplimiento entre otras variables que condicionarán el trabajo a ser realizado por el contratista. En el plan de trabajo y según las resoluciones se establecerá la entrega del informe detallado de las actividades desarrolladas en el marco de la implementación de la medida de manejo.

22.8.7 PERSONAL REQUERIDO

Tabla 133 Personal requerido

CARGO	PERFIL	EXPERIENCIA
Profesional de campo	Profesional en áreas afines al componente flora, Ingeniero forestal, biólogo.	Experiencia profesional general mínima de cuatro (4) años; experiencia específica mínima de dos (2) años en implementación planes de compensación por pérdida de biodiversidad, restauración y/o rehabilitación ecológica. Experiencia en identificación y recolección de muestras botánicas, caracterización florística y análisis de composición y estructura de cobertura vegetal para estudios ambientales. Experiencia en elaboración de informes de seguimiento ambiental.
	Profesional en áreas afines al componente flora, Ingeniero forestal, biólogo.	Profesional con experiencia general mínima de cuatro (4) años y experiencia específica mínima de dos (2) años en estudios de caracterización de flora epífita identificación y recolección de muestras botánicas, caracterización florística y análisis de composición y estructura de cobertura vegetal para estudios ambientales. Experiencia en elaboración de informes de seguimiento ambiental.
Auxiliar de campo	Personal con formación en tecnología ambiental, tecnólogo forestal, tecnología en recursos naturales o afines	Con experiencia mínima de un (1) año en actividades de restauración, rehabilitación y enriquecimiento forestal, propagación, manejo y siembra de especies nativas en entornos rurales.

CARGO	PERFIL	EXPERIENCIA
Especialista en Sistemas de información geográfica	Profesional ambiental, forestal o afín con postgrado en Sistemas de Información Geográfica o Medio Ambiente y Geoinformática o similares relacionados con SIG.	Con experiencia mínima de dos (2) años en elaboración de cartografía especializada en compensaciones forestales y estructuración de Geodatabases de acuerdo con los lineamientos de la ANLA el Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible, autoridades ambientales regionales según la normatividad vigente.

22.8.8 FORMA DE PAGO

Se realizará el pago teniendo en cuenta las actividades ejecutadas y recibidas a satisfacción por parte de EPM de acuerdo con las órdenes impartidas al CONTRATISTA y al plan de trabajo establecido antes de iniciar las labores. Para este caso, se realizará el pago por informe entregado y aprobado por EPM, con sus respectivas evidencias consignadas en las plantillas de campo, registro fotográfico, resumen de actividades, así como demás soportes de acuerdo con las órdenes de actividades impartidas al CONTRATISTA. EPM será quien determine cuando el documento cumpla con las especificaciones técnicas y lo solicitado en el presente contrato, y sea catalogado como documento final.

22.8.9 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.8.10 OTROS

Si durante el proceso de revisión y evaluación de los informes o estudios técnicos y ambientales, la autoridad competente remite observaciones, requerimientos, solicitud de información adicional, cuyo origen de los requerimientos es debido a falencias en la información elaborada por el consultor, éste deberá realizar dichas modificaciones y entregar los documentos de respuesta pertinentes, sin que se generen pagos adicionales, así mismo, debe atender las visitas técnicas solicitadas por las autoridades competentes.

Si por causas no imputables a los productos entregados a la autoridad competente, se deben realizar estudios adicionales, EPM determinará la pertinencia de realizarlos a través de este contrato bajo una modificación o bajo otra estrategia.

22.8.11 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Componente geomático

El contratista deberá cumplir los criterios y directrices para la presentación de la información geográfica que se estipula en los Estándares de Geoinformación de EPM vigentes, según el tipo de proyecto o estudio que aplique; así como lo requerido en la Resolución Metropolitana 2851 del 2019 y las modificaciones o derogaciones que la Autoridad Ambiental haga de estas. A continuación, se listan los estándares disponibles:

- Estándares para el Manejo de la Geoinformación asociada a los Estudios Ambientales (DAA O EIA) en Proyectos Licenciados.
- Estándares para el manejo de la Geoinformación asociada a los Informes de Cumplimiento Ambiental en proyectos licenciados.
- Estándares para el manejo y presentación de la Geoinformación asociada a los Proyectos No licenciados.

NOTA: Se aclara que los estándares comprenden varios anexos, los cuales también son de estricto cumplimiento. Dentro de éstos, se destaca el Anexo de “Estándares de Geoinformación para Proyectos No Licenciados v4”, donde se establecen los parámetros y condiciones de entrega para esta temática en particular. De acuerdo con lo anterior, el CONTRATISTA debe tener en cuenta todos los lineamientos, determinaciones, criterios y normas establecidas por las autoridades ambientales competentes, así como reglamentaciones que apliquen y que resulten de la regulación ambiental y evolución de la función de seguimiento y control a las intervenciones de los recursos naturales. Para el caso de los proyectos con necesidad de intervención por parte del presente contrato, se deberá ceñir de manera estricta a los requerimientos emanados de cada una de las licencias y/o permisos ambientales concedidos por la autoridad ambiental competente.

EPM dará claridad que términos de referencia emplear de acuerdo con las características del proyecto, obra o actividad, la normatividad vigente aplicable y pronunciamientos de la autoridad ambiental competente.

22.9 REUNIONES DE SOCIALIZACIÓN CON COMUNIDADES, AUTORIDADES LOCALES, ASOCIACIONES, GREMIOS Y OTRAS ORGANIZACIONES

El objetivo de esta especificación técnica es la de indicar al CONTRATISTA las consideraciones que debe tener en cuenta para la presentación de la oferta de la realización de reuniones de socialización con comunidades, autoridades locales, asociaciones, gremios y otras organizaciones.

22.9.1 ALCANCE

La actividad por contratar es la realización de reuniones de socialización con comunidades, autoridades locales, asociaciones, gremios y otras organizaciones.

No incluye reuniones con autoridades departamentales, autoridades ambientales o visitas puerta a puerta.

El personal requerido para llevar a cabo las actividades hace parte de los profesionales mínimos que atienden el contrato de obra civil y que se pagan a través de la administración.

22.9.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- Constitución Política de 1991
- Ley de Medio Ambiente - Ley 99 de 1993
- Ley 850 de 2003, por medio de la cual se reglamentan las Veedurías
- Ciudadanas
- Ley 134 de 1994, por la cual se dictan normas sobre Mecanismos de Participación Ciudadana
- Ley de promoción y protección del derecho a la participación democrática - Ley estatutaria 1757 de 2015.
- Ley 142 de 1994, ley de Servicios Públicos Domiciliarios
- Política de sostenibilidad de EPM
- Política de Derechos Humanos de EPM
- El manual de imagen corporativa de EPM.
- Instructivos, plantillas y formatos recomendados para informes, reportes, recopilación de información en campo, relacionamiento con la comunidad, entre otros.
- Guía para el Tratamiento Adecuado de las fotografías como datos personales de la Superintendencia de Industria y Comercio y en el Decreto 1377 de 2013 en concordancia con lo dispuesto en la Ley Estatutaria 1581 de 2012.
- Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.9.3 DESCRIPCIÓN DE ÍTEM

Realización de reuniones de socialización con comunidades, autoridades locales, asociaciones, gremios y otras organizaciones.

22.9.4 ENTREGABLES

Se debe entregar la siguiente información:

- Evidencias de la convocatoria como oficios radicados, volantes, afiches, entre otros, los cuales deben ser entregados mínimo con 8 días de anticipación a los grupos de interés convocados
- Acta firmada mínimo por tres personas asistentes a la reunión. El acta debe ser diligenciada, leída e impresa en la misma reunión, para entrega inmediata a los asistentes.
- Listado de asistencia.
- Memorias de la reunión (PDF con la presentación).
- Registro fotográfico o fílmico.

22.9.5 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida de pago será la Unidad (Un).

22.9.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El valor de la actividad es independiente de la duración de esta.

22.9.7 PERSONAL REQUERIDO

El personal requerido para llevar a cabo las actividades hace parte de los profesionales mínimos que atienden el contrato de obra civil y que se pagan a través de la administración.

22.9.8 FORMA DE PAGO

Este ítem se reconocerá una vez sean entregadas las evidencias de la actividad por parte del contratista y se haya verificado y aprobado su completitud por la INTERVENTORÍA o la SUPERVISIÓN según aplique.

22.9.9 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

Los refrigerios que se brinden en las reuniones serán contratados con las comunidades para favorecer la economía local en el área de influencia del proyecto.

El CONTRATISTA deberá incluir este transporte de las comunidades u otros grupos de interés en caso de requerirse su desplazamiento hacia la cabecera u otro sitio dentro del área de influencia del proyecto para garantizar su participación en las reuniones.

22.9.10 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Una vez revisados y aprobados los entregables por parte de la INTERVENTORÍA o la SUPERVISIÓN, EL CONTRATISTA deberá hacer entrega de las evidencias a los grupos de interés.

22.9.11 ANEXOS

Los formatos y plantillas requeridos para la ejecución del ítem serán entregados por EPM al momento de iniciar el contrato.

22.10 SERVICIO DE IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL A LAS COMUNIDADES

El objetivo de esta especificación técnica es la de proporcionar información al CONTRATISTA relacionada con la descripción, alcance, productos entregables, unidad de medida y forma de pago que debe tener en cuenta para la presentación de la oferta del servicio de implementación del programa de educación y capacitación a las comunidades.

22.10.1 ALCANCE

La actividad por contratar es la realización de talleres en el marco del Programa de educación ambiental a los actores del área de influencia. Este ítem es opcional y se ejecutará previa solicitud de EPM o la INTERVENTORÍA.

El personal requerido para llevar a cabo las actividades hace parte de los profesionales mínimos que atienden el contrato de obra civil y que se pagan a través de la administración.

22.10.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- Constitución Política de 1991
- Ley de Medio Ambiente - Ley 99 de 1993
- Ley 850 de 2003, por medio de la cual se reglamentan las Veedurías
- Ciudadanas
- Ley 134 de 1994, por la cual se dictan normas sobre Mecanismos de Participación Ciudadana
- Ley de promoción y protección del derecho a la participación democrática - Ley estatutaria 1757 de 2015.
- Ley 142 de 1994, ley de Servicios Públicos Domiciliarios
- Política de sostenibilidad de EPM
- Política de Derechos Humanos de EPM
- El manual de imagen corporativa de EPM.
- Instructivos, plantillas y formatos recomendados para informes, reportes, recopilación de información en campo, relacionamiento con la comunidad, entre otros.
- Guía para el Tratamiento Adecuado de las fotografías como datos personales de la Superintendencia de Industria y Comercio y en el Decreto 1377 de 2013 en concordancia con lo dispuesto en la Ley Estatutaria 1581 de 2012.
- Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.10.3 DESCRIPCIÓN DE ÍTEM

Realización de talleres de educación y capacitación ambiental dirigido a las comunidades.

Las temáticas deben estar acordes con lo establecido en las medidas de manejo ambiental y deben estar relacionadas con el objeto del proyecto. Están dirigidos a comunidades o grupos de interés definidas en las fichas del MMA del proyecto.

Corresponde a las actividades de formación, con una mirada de territorio, considerando una visión integral y holística de los mismos, los temas serán enfocados en una gestión social y ambiental, que promuevan el cuidado y uso racional de los recursos naturales, el fortalecimiento de la participación comunitaria y la corresponsabilidad, dirigidos a los grupos de interés del área de influencia del proyecto.

Los temas de los talleres deberán definirse en acuerdo con los grupos de interés que se encuentran en el área de influencia del proyecto, de acuerdo con las necesidades y problemáticas evidenciadas en el territorio.

En la ejecución de los talleres se tendrán presente:

- Para esta actividad se aplicarán instrumentos de recolección de información como entrevistas a actores comunitarios e institucionales representativos del territorio.

El CONTRATISTA enviará a la INTERVENTORÍA y a EPM para revisión y posterior aprobación el diseño del contenido temático y metodológico de los talleres; el cual debe contener: tema, objetivo, metodología, recursos, público objetivo, indicadores, metas, sistematización de evaluación, duración y minuta (paso a paso) de cada taller, por lo menos diez (10) días antes de su realización. Deberá contemplar los materiales necesarios para cada taller.

- Los temas definidos para los talleres deben responder a las problemáticas y potencialidades del contexto, identificadas en la anterior actividad.
- Si para la ejecución de la actividad es necesario que los participantes se desplacen a un lugar diferente a su unidad territorial, el CONTRATISTA suministrará el transporte a los participantes para asistir al taller, lo cual está incluido dentro del ítem. Esto se coordinará con la INTERVENTORÍA o con la SUPERVISIÓN de EPM.

22.10.4 ENTREGABLES

Hacen parte de esta actividad:

- La realización de la actividad, evidenciada con registro fotográfico / fílmico, acta firmada por el líder de la unidad territorial o grupo de interés participante, listado de asistencia y memorias del taller (PDF con la presentación).
- Los equipos, insumos y elementos necesarios para el desarrollo del taller, según se requiera: salones u otros espacios aptos, sillas, sonido, equipos de proyección de imágenes y video, pantalla, carteles, papelógrafo, marcadores, material didáctico, refrigerio adecuado para los asistentes y material POP (Promocional) el cual debe ser acordado con EPM.

22.10.5 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida de pago será la Unidad (Un).

22.10.6 TIEMPO DE EJECUCIÓN

Cada taller tendrá una duración estimada de 2 a 3 horas.

22.10.7 PERSONAL REQUERIDO

El personal requerido para llevar a cabo las actividades hace parte de los profesionales mínimos que atienden el contrato de obra civil y que se pagan a través de la administración.

22.10.8 FORMA DE PAGO

Este ítem se reconocerá una vez sean entregadas las evidencias de la actividad por parte del contratista y se haya verificado y aprobado su completitud por la INTERVENTORÍA o la SUPERVISIÓN según aplique.

22.10.9 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro del análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

Los refrigerios que se brinden en los talleres serán contratados con las comunidades para favorecer la economía local en el área de influencia del proyecto.

El CONTRATISTA deberá incluir el transporte de las comunidades u otros grupos de interés en caso de requerirse su desplazamiento hacia la cabecera u otro sitio dentro del área de influencia del proyecto para garantizar su participación en los talleres.

Como parte de la ejecución de los talleres el CONTRATISTA deberá hacer entrega de un souvenir o POP (material promocional) a cada participante de cada taller. El costo de este material se encuentra incluido dentro del ítem.

22.10.10 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Una vez revisados y aprobados los entregables por parte de la INTERVENTORÍA o la SUPERVISIÓN, EL CONTRATISTA deberá hacer entrega de las evidencias a los grupos de interés.

El CONTRATISTA deberá presentar un informe de los talleres realizados donde se realice un resumen de la ejecución de las actividades desarrolladas con sus respectivos soportes, los resultados del proceso, incluyendo las memorias y análisis de evaluación del proceso, junto con las lecciones aprendidas.

Este informe debe contener como mínimo:

- Consolidado de los resultados planeados en comparación con los esperados
- Análisis de la evaluación de resultados
- Lecciones aprendidas

22.10.11 ANEXOS

Los formatos y plantillas requeridos para la ejecución del ítem serán entregados por EPM al momento de iniciar el contrato.

22.11 RESCATE, TRASLADO, MANTENIMIENTO Y MONITOREO DE ESPECIES DE FLORA SILVESTRE EN VEDA O IMPORTANTES (PLANTULA/EPIFITA)

Se proporcionará información al contratista en lo relacionado con la descripción, alcance, ejecución, productos entregables, unidad de medida y pago de las diferentes actividades que demandan las actividades del contrato. El contratista deberá revisar y ceñirse solo a aquellas actividades que se describen en el Pliego de Condiciones y especificaciones técnicas para el desarrollo de las actividades o en su caso solicitar aclaración de aquellas que no se encuentren descritas.

22.11.1 ALCANCE

Este documento contiene las especificaciones para llevar a cabo el rescate, traslado y reubicación de especies de flora vascular en veda (plántula/epífita) como cumplimiento a los lineamientos dispuestos en las circulares 8201-2-2378 del 2 de diciembre de 2019 y 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019 del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible-MADS-, a partir del Decreto 2106 de 2019 del Departamento administrativo de Función Pública, artículo 125 en el marco de las solicitudes de aprovechamiento forestal ante las autoridades ambientales competentes o en las MMA del proyecto.

22.11.2 DEFINICIONES

Con el fin de facilitar el entendimiento de este documento de especificaciones técnicas, se relaciona la definición de algunos conceptos clave:

Epífita: Se refiere a las plantas que viven sobre otras plantas sin que esto implique una relación parasitaria, las epifitas pueden ser vasculares y no vasculares.

Flora en veda: Se refiere al grupo de plantas vasculares y no vasculares a las que se les ha impuesto alguna restricción parcial o total en su uso o aprovechamiento.

Mantenimiento: Son las actividades de cuidado de las plantas terrestres y epifitas reubicadas en el marco de la implementación de las medidas de manejo impuestas por la autoridad ambiental.

Monitoreo: Se refiere al conjunto de actividades orientadas al registro de información fenológica, y de estado fitosanitario que permiten determinar el cumplimiento de las metas establecidas, evaluación de indicadores, en las medidas de manejo de la flora vedada.

Rescate: Se refiere al procedimiento de extraer las plantas objeto de conservación del sitio de anclaje objeto de intervención. Esta actividad debe procurar mantener a la planta rescatada en las mejores condiciones posibles para garantizar su supervivencia posterior a la actividad.

Reubicación: La reubicación es la acción de resembrar las plantas epífitas y terrestres rescatadas en sitios u hospederos con condiciones similares a las condiciones de origen.

22.11.3 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

- Decreto 2106 de 2019
- Circular 8201-2-2378 del 2 de diciembre de 2019
- Circular 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019
- Decreto Ley 2811 de 1974
- Resolución 0316 de 1974
- Resolución 1132 de 1975
- Resolución 0801 de 1977
- Resolución 0213 de 1977
- Resolución 0463 de 1982
- Ley 61 de 1985
- Ley 99 de 1993
- Resoluciones 1602 de 1995 y 020 de 1996
- Resolución 096 de 2006
- Resolución 1503 de 2010
- Decreto 1076 de 2015
- Resolución 2182 de 2016
- Resolución 040-res2312-6645 2023, CORANTIOQUIA
- Acuerdo 207 del 2008 CORNARE
- Acuerdo 262 de 2011 CORNARE
- Acuerdo 404 de 2020 CORNARE
- Circular interna 00016 ANLA 2019
- Comunicaciones de la ANLA 2020

Aquella otra normatividad que la sustituya o derogue. Además de la normatividad específica para cada proyecto.

22.11.4 DESCRIPCIÓN DE ÍTEM

A continuación, se describen las actividades por desarrollar en el marco de la ejecución del presente ítem.

Rescate de especies vasculares (Bromelias, orquídeas) en sus diferentes hábitos

El rescate de individuos de orquídeas y bromelias se debe realizar al interior de los polígonos de intervención y/o sobre los individuos fustales solicitados para aprovechamiento forestal (esto dependerá del tipo de proyecto, del tipo de flora en veda a rescatar, si hay orquídeas y bromelias

terrestres, y de la resolución que otorgue el respectivo permiso de aprovechamiento, MMA, e imponga y apruebe las medidas de manejo). De acuerdo con el contexto, se evaluará la posibilidad de establecer sitios de acopio donde serán instalados los individuos rescatados mientras se realiza su reubicación final, la cual será realizada en áreas denominadas epífitarios (“jardines de epífitas”) cercanos a los sitios de intervención o en áreas que cumplan con las características ecológicas de las especies en veda rescatadas. Los sitios de reubicación definitivos, donde serán trasladados y reubicados los individuos rescatados serán determinados por EPM, para lo cual se entregará la información de la ubicación al CONTRATISTA, previo al inicio de actividades.

El porcentaje de individuos a rescatar dependerá de las especies encontradas en la caracterización, las particularidades ecológicas, el número de individuos proyectados a intervenir y criterios como rareza, endemismo, importancia y abundancia, el estado fitosanitario, entre otros. Si, además, se encuentran durante el rescate nuevas especies de estas dos familias (epífitas, terrestres o rupícolas) que no fuesen reportadas en la caracterización inicial, se debe realizar el rescate del 100% de los individuos, ya que se infiere que son especies raras.

Dicha información esta especificada en las medidas de manejo aprobadas y/o impuestas por la autoridad ambiental competente, en el marco del respectivo permiso de aprovechamiento forestal o en la Licencia ambiental, según sea el caso. Esta información será entregada por EPM, previo al inicio de la actividad para que el CONTRATISTA realice la respectiva revisión de la información, y evalúe en conjunto con los profesionales de EPM la pertinencia de realizar ajustes con la debida justificación. La revisión de la información permitirá estructurar el alcance de las actividades en el plan de trabajo del CONTRATISTA.

Antes de iniciar las labores de rescate y reubicación el CONTRATISTA deberá remitir a EPM un protocolo de actividades, en el cual se deben precisar las pautas y lineamientos a desarrollar para la implementación de las medidas de manejo para el rescate y reubicación de las especies en veda del proyecto, garantizando el éxito de estas medidas y la supervivencia de las plantas rescatadas y reubicadas en los porcentajes establecidos por la autoridad ambiental. Las actividades que se van a desarrollar requieren planeación previa, trabajo de campo y trabajo en alturas. Estas estarán siempre enfocadas a la protección de la diversidad, la conservación y el cumplimiento de la normatividad, con el propósito de mitigar el impacto ambiental sobre los ecosistemas presentes en el proyecto y garantizar la supervivencia de las especies a reubicar. Dicho protocolo deberá ser aprobado por EPM antes de iniciar las actividades.

- **Criterios de selección de individuos a rescatar**

Algunos de los criterios de selección de individuos a rescatar, que deberán ser considerados son:

- ✓ Estado fitosanitario: Se debe realizar una inspección de los individuos presentes en las áreas de intervención, dando preferencia a ejemplares que no se encuentren afectados por enfermedades o plagas que puedan interferir en el desarrollo e impidan su adaptación en los nuevos hospederos.
- ✓ Fenología y estado reproductivo: se debe tener en cuenta a la hora de realizar el rescate, características fenológicas y reproductivas de las plantas tales como: presencia de flores, frutos, estado del follaje, priorizando en el rescate de las bromelias, los individuos adultos en estado estéril y que no presenten estado avanzado en la floración. En bromelias no se recomienda el rescate de individuos en fructificación debido a la estrategia de reproducción monocárpica (plantas que florecen y fructifican solo una sola vez) de esta

familia de plantas. Sin embargo, se puede priorizar el rescate de algunos individuos que se encuentren en estado de floración, con el fin de incentivar su dispersión en el sitio de reubicación y garantizar con esto el acervo genético.

En el rescate de las orquídeas se recomienda el rescate de individuos adultos, estériles o en estado de floración (flor en botón a flor abierta), fructificación (fruto verde) y con evidente recambio de estructuras vegetativas, así mismo se recomienda se rescaten algunos individuos en estado de floración con el fin de contribuir a la dispersión de semillas y garantizar del acervo genético.

- ✓ Senescencia: antes de realizar el rescate se evalúa la etapa de desarrollo de la planta (estado juvenil, adulto y senescente), debido a que las que se encuentran en la etapa de senescencia tienen baja posibilidad de adaptación a los nuevos hospederos.
- ✓ Representatividad: se realizará el rescate de las especies identificadas en la caracterización, teniendo en cuenta las medidas aprobadas y/o impuestas en las resoluciones otorgadas por las autoridades ambientales. Se dará preferencia a las especies poco frecuentes o de distribución exclusiva, puesto que por un bajo número de individuos se consideran más vulnerables y por lo tanto sufrirán un mayor impacto en sus poblaciones.

- **Procedimiento para el rescate**

Los aspectos más importantes para tener en cuenta en el momento de realizar el rescate de los individuos son:

- ✓ Recorridos previos: Se recomienda realizar esta actividad previa a las actividades de aprovechamiento forestal con el fin de identificar los posibles individuos objeto de rescate y reubicación.
- ✓ Extracción del material: se debe procurar que se extraigan las plantas con el sistema radicular lo más completo posible. En los casos en los que no se pueda extraer la raíz, la planta debe ser desprendida con una parte del sustrato en el que se encuentre (corteza, materia orgánica, etc.). El desprendimiento de las raíces preferiblemente debe ser manual tratando de causar el menor daño a las estructuras vegetativas de la planta. Para la extracción de especies epífitas se pueden usar herramientas como espátulas o navajas siempre tratando de no lesionar la planta.

Los individuos ubicados en alturas mayores al alcance de las manos deberán desprenderse con ayuda de un tubo de extensión, en cuyo cabezal hay que colocar una hoja de forma adecuada, que ayude a remover la planta epífita. Otra estrategia corresponde al apeo del árbol con direccionamiento de caída para la posterior remoción de las epífitas con el árbol en el suelo. En este caso se debe tener en cuenta que las plantas rescatadas, sean aquellas con mejores condiciones.

- ✓ Diligenciamiento de formulario de campo: Una vez sean seleccionados los individuos objeto de rescate, durante la extracción se deberá tomar la respectiva toma de datos de cada uno en un formulario de campo, el cual deberá ser aprobado previamente por EPM, y contener información como: Identificación taxonómica tanto del individuo rescatado como de su hospedero, fecha de rescate, datos de incidencia de luz, ubicación en el hospedero, el municipio, vereda, el profesional que dirige la actividad y el sitio de rescate, entre otra información relevante. Además, para cada individuo rescatado se deben tomar

como mínimo los siguientes datos para construir las Bases de Datos y tablas de vedas para la GDB:

- Código del forófito de origen
 - Cobertura vegetal: este dato puede ser muy importante a la hora de escoger el sitio para reubicar.
 - Código de Individuo: Es un código único que identifica a cada individuo rescatado con lo cual permite hacer un seguimiento a cada planta en los posteriores monitoreos. Puede estar compuesto por el sitio de la obra, el código del árbol de origen y un número único consecutivo.
 - Altura de la epífita sobre el árbol (hospedero inicial) en metros y estrato en el cual se encuentra.
 - Coordenadas del árbol de origen y/o sitio de rescate de las orquídeas y bromelias terrestres.
 - Estado de madurez: Identifica si el individuo es Juvenil (J) o Adulto (A)
 - Estado reproductivo: incluye la descripción de la fase si está en estado Vegetativo (V), Floración (FI) o Fructificación (Fr).
 - Estado fitosanitario: Son los datos de salud en los que se encuentra la planta y su respectivo porcentaje por individuo. Las variables pueden ser: Óptimo (Op), Clorosis o Marchitamiento (Cl), Depredación por insectos o Herbivoría (Ins), Deficiencia nutricional (Dn) y Enfermedades por bacterias/hongos (Enf), entre otras.
 - Condiciones lumínicas de origen: Se pueden establecer las variables Alto, Medio y Bajo.
 - Tamaño de la planta rescatada: El dato se toma en centímetros, para orquídeas se toma la longitud para las orquídeas desde la base (raíz) hasta el ápice de las hojas y para bromelias se mide el diámetro de la roseta.
 - Todo el proceso de rescate y reubicación debe estar acompañado de un registro fotográfico detallado, que incluya la fecha en la que se realizan las actividades de rescate.
- ✓ Almacenamiento y traslado: Una vez rescatadas las plantas, serán hidratadas y trasladadas preferiblemente en canastas o contenedores intentando no causar daños en las hojas y raíces, a un área temporal de almacenamiento o preferiblemente directo al sitio final de reubicación (esto será concertado con EPM y dependerá de las características del proyecto en particular).
 - ✓ Las plantas rescatadas deberán ser rotuladas y etiquetadas en el momento del rescate, para su posterior identificación al momento de la reubicación y para su respectivo seguimiento en los mantenimiento y monitoreos.
 - ✓ Disposición en sitios de acopio temporal: la ubicación temporal de los individuos rescatados deberá hacerse en una zona con suficiente espacio, el cual permita mantener las plantas en buen estado con una distribución que permita a cada individuo tener el espacio suficiente y una posición debida, tratando de evitar la superposición de los individuos y permitiendo una correcta hidratación, lo cual evitará daños por pudrición y acumulación de agua.
 - ✓ Hidratación, y manejo fitosanitario en sitios de acopio: La hidratación y manejo en el sitio de acopio es fundamental para el establecimiento y desarrollo exitoso del material a reubicar, por lo tanto, se recomienda la presencia de personal encargado del mantenimiento de los individuos (riego, fertilización, control fitosanitario, poda) durante la etapa de acopio.

Si durante el rescate se encuentra una especie diferente o “nueva”, que no había sido incluida en la caracterización previa, se debe realizar rescate del 100% de los individuos que cumplan los criterios de selección y reportar en los informes de seguimiento que deben presentarse a EPM y a la Autoridad ambiental. Adicionalmente se debe realizar la respectiva determinación taxonómica a nivel de especie y aportar el correspondiente certificado de identificación de herbario.

Los individuos rescatados deben ser identificados taxonómicamente hasta el nivel mayor posible, de no ser así, estas deberán tener un seguimiento y ser llevadas a herbario para su identificación.

- **Rescate de individuos terrestres**

Para las plantas de hábito terrestre se deberá realizar el bloqueo de las raíces, procurando un pan de tierra o de materia orgánica (en el caso de orquídeas humícola) suficiente para proteger y mantener las condiciones físicas de la rizosfera. El rescate de la planta se realizará, con ayuda de palines. Una vez extraído el pan de tierra, el mismo deberá ser cubierto con fique o lona para garantizar la no compactación.

Una vez extraídas las plantas deberán ser trasladadas al sitio de acopio temporal el cual deberá tener condiciones que garanticen la sobrevivencia de los individuos durante su estadía, antes de la reubicación.

Para los individuos de hábito terrestre se deben realizar las mismas actividades mencionadas en el numeral anterior.

- **Reubicación**

Se deberá presentar una descripción detallada del sitio objeto de reubicación, incluyendo información del área total en hectáreas, coberturas vegetales presentes, condiciones climáticas y ecosistémicas, zona de vida, identificación de posibles forófitos (determinación taxonómica), todo esto soportado con la debida información cartográfica.

La reubicación es la acción de sembrar las plantas epífitas y terrestres rescatadas en sitios u hospederos con condiciones similares a las condiciones de origen. Esta actividad debe realizarse en el menor tiempo posible (5 días, máximo 8) ya que las plantas rescatadas podrían sufrir daños o problemas de estrés por almacenamiento.

De un adecuado proceso de reubicación, depende el éxito y sobrevivencia de los individuos, por lo tanto, se deben tener en cuenta algunos parámetros importantes para esta actividad. Inicialmente es importante identificar la ecología de las especies objeto de reubicación, evaluando parámetros como condiciones lumínicas en las que serán establecidas de manera definitiva estas especies, este es uno de los factores determinantes en el momento de hacer una reubicación y garantizar un crecimiento adecuado los individuos.

A continuación, se listan los parámetros a considerar en el momento de la reubicación de los individuos:

- ✓ **Codificación y rotulado:** Las plantas rescatadas se deben rotular y para este fin se pueden usar labels en acrílico, láminas de polipropileno o etiquetas para orquídeas. Se debe asignar un código de identificación único y asociar la siguiente información: Fecha de

reubicación, identificación taxonómica y el número del inventario de hospedero de origen, entre otros datos relevantes que se consideren deben tenerse en cuenta.

- ✓ Georreferenciación y codificación de forófitos de reubicación: dentro del área de reubicación indicada por EPM, el contratista deberá inventariar los forófitos o árboles de destino, los cuales deben ser debidamente georreferenciados y marcados (con pintura, placas, o con algún material que perdure en el tiempo). Los árboles hospederos deberán ser identificados al nivel taxonómico posible (se debe presentar certificado de herbario de esta determinación, en caso de que el profesional encargado no logre realizarla). Adicionalmente se debe evaluar su estado fitosanitario, capacidad de carga para el establecimiento de plantas epífitas. La marcación y georreferenciación permitirá verificar y localizar cada hospedero para el desarrollo de las actividades de monitoreo y mantenimiento.
- ✓ Reubicación de las plantas de hábito terrestre: Para poder realizar control y verificación del estado de las orquídeas y bromelias terrestres, así como actividades de mantenimiento y monitoreo se debe georreferenciar y marcar adecuadamente cada individuo, así como el polígono de reubicación final.
- ✓ Amarre en el árbol hospedero de destino: para el amarre del individuo epífito al nuevo hospedero, se debe tener en cuenta que la raíz de la planta quede bien adherida a la corteza del árbol, pero teniendo cuidado de no ocasionar daños a las estructuras vegetativas como las raíces, tallos, pseudobulbos, etc. También se debe considerar el crecimiento de la planta en el hospedero por lo tanto el amarre debe ser ajustado cada cierto tiempo para evitar daños de las plantas epífitas y del hospedero.
- ✓ El amarre es considerado uno de los principales condicionantes para el correcto establecimiento de las orquídeas y bromelias sobre los hospederos finales. El material utilizado para los amarres puede ser seleccionado considerando la frecuencia con la que se harán los mantenimientos, previniendo así la pérdida del individuo por caída y en acuerdo con EPM.
- ✓ Fertilización: Se recomienda tratar las epífitas con algún agente enraizador o agente estimulante, para promover el crecimiento de raíces, así como estructuras reproductivas. Después de realizar la reubicación, la planta debe ser hidratada y preferiblemente fertilizada con soluciones orgánicas nitrogenadas diluidas, con el fin de favorecer el desarrollo de raíces y brotes.

No se deberá sobrecargar los individuos hospederos. Para esto se realizará una evaluación previa del árbol de destino. Adicionalmente, el forófito debe estar en buenas condiciones fitosanitarias, presentar ramificaciones a una altura accesible al personal que realiza el mantenimiento, corteza rugosa y que no se desprenda en placas. Se sugiere que la reubicación de la planta epífitas se realice sobre ramas simpodiales y laterales del árbol, que proporcionen espacios en los cuales se pueden reubicar los individuos y de esta manera asegurar que se tiene la base para la futura adherencia de la planta a la corteza del árbol.

La epífitas deberán ser ubicadas preferiblemente en ramas que pertenezcan al mismo estrato del que fue colectada inicialmente y con las mismas condiciones de luz y humedad.

- **Criterios de selección de los forofitos y sitios de reubicación**

A continuación, se exponen algunos de los parámetros a considerar para la selección de los hospederos o forofitos finales (destino):

- Especies con DAP > 10 cm, preferiblemente

- Especies con presencia de condiciones de corteza similar al de los hospederos de origen (de preferencia de superficie rugosa a nivel del tronco y ramas).
- Especies con presencia de epífitas vasculares.
- Nivel de incidencia de luz: se debe tener en cuenta las condiciones de luminosidad del sitio en el hospedero de origen, con el fin de identificar si se encontraba en un nivel con alta o baja incidencia de luz y reubicarla de la misma manera.
- Humedad del sustrato y el ambiente: se debe tener en cuenta que las condiciones microclimáticas del sitio de establecimiento del epífitario de destino, sean similares a las condiciones iniciales.
- Descartar zonas donde predominen plantaciones forestales
- Se deberán considerar sitios de fácil acceso que permitan realizar de manera cómoda las actividades de rescate y las posteriores de mantenimiento y monitoreo.

En la Base de datos de reubicación se debe tener en cuenta la misma información del literal: Diligenciamiento de formulario de campo, en el momento del rescate y de la reubicación, adicionando alguna información adicional como la mencionada a continuación:

- ✓ Coordenadas del árbol de destino y/o sitio de reubicación de las orquídeas y bromelias terrestres.
- ✓ Ubicación en el hospedero, de la planta reubicada: Incluye los datos de la altura y el estrato donde se reubico la epífita.
- ✓ Observaciones: Se toman datos como el tipo de hábito si era terrestre o rupícola; y demás datos necesarios durante la actividad.
- ✓ Registro fotográfico: se debe tener registro del individuo el día del rescate para evaluar su estado inicial.

El área de influencia en la cual se debe llevar a cabo las actividades de rescate, así como posibles sitios reubicación se realizarán según lo indicado en las resoluciones que otorguen los aprovechamientos forestales y MMA.

Es importante mencionar que, en caso de encontrarse especies no registradas en el muestreo inicial, se realizará el rescate del 100% de los individuos que cumplan con los criterios de rescate, y se deberá adelantar la correspondiente identificación taxonómica, así como realizar el reporte en los respectivos informes de seguimiento. Adicionalmente, se debe aportar el correspondiente certificado de identificación de herbario como soporte.

El CONTRATISTA deberá atender los ajustes necesarios que den respuesta a los requerimientos que se den en el transcurso del contrato, así como los documentos necesarios que se requieran para la aprobación de las medidas de manejo de las especies en veda y los cambios normativos de las diferentes autoridades competentes para tal fin.

Rescate, traslado y reubicación de helechos arborescentes, especies arbóreas con grado de amenaza y especies arbóreas en veda nacional o regional

Procedimiento para el Rescate

El rescate de individuos arbóreos con grado de amenaza o en veda nacional o regional (refiriéndose tanto a especies de helechos arbóreos y especies forestales en veda) se debe realizar al interior de los polígonos de intervención forestal solicitados y autorizados (esto dependerá del tipo de proyecto y de la resolución que otorgue el respectivo permiso de aprovechamiento e imponga y apruebe las respectivas medidas de manejo). De acuerdo con el contexto de cada proyecto, se evaluará la posibilidad de establecer áreas de reubicación

definitiva cercanos a los sitios de intervención o en áreas que cumplan con las características ecológicas de las especies en veda rescatadas. Los sitios de reubicación definitivos, donde serán trasladados y reubicados los individuos arbóreos y/o helechos arborescentes rescatados serán determinados por EPM, para lo cual se entregará la información de la ubicación al CONTRATISTA, previo al inicio de actividades.

Antes de iniciar las labores de rescate y reubicación el CONTRATISTA deberá remitir a EPM un protocolo de actividades, en el cual se deben precisar las pautas y lineamientos a desarrollar para la implementación de las medidas de manejo para el rescate y reubicación de las especies en veda o amenaza presente en el proyecto, garantizando el éxito de estas medidas y la supervivencia de las plantas rescatadas y reubicadas en los porcentajes establecidos por la autoridad ambiental. Las actividades que se van a desarrollar requieren planeación previa, trabajo de campo. Estas estarán siempre enfocadas a la protección de la diversidad, la conservación y el cumplimiento de la normatividad, con el propósito de mitigar el impacto ambiental sobre los ecosistemas presentes en el proyecto y garantizar la supervivencia de las especies a reubicar. Dicho protocolo deberá ser aprobado por EPM antes de iniciar las actividades.

Diligenciamiento de formulario de campo: Una vez sean seleccionados los individuos objeto de rescate, durante la extracción se deberá tomar la respectiva toma de datos de cada uno en un formulario de campo, el cual deberá ser aprobado previamente por EPM, y contener información como: Identificación taxonómica del individuo rescatado, fecha de rescate, municipio, vereda, el profesional que dirige la actividad y el sitio de rescate, entre otra información relevante. Además, para cada individuo rescatado se deben tomar como mínimo los siguientes datos para construir las Bases de Datos y tablas de vedas para la GDB:

- Cobertura vegetal: este dato puede ser muy importante a la hora de escoger el sitio para reubicar.
- Código de Individuo: Es un código único que identifica a cada individuo rescatado con lo cual permite hacer un seguimiento a cada planta en los posteriores monitoreos.
- Datos dasométricos: Altura total, DAP, diámetro de copa
- Coordenadas: del sitio de origen, corresponde al punto GPS de cada árbol objeto de la actividad de rescate y sitio final de reubicación.
- Estado fitosanitario: Son los datos de salud en los que se encuentra la planta y su respectivo porcentaje por individuo. Las variables pueden ser: Óptimo (Op), Clorosis o Marchitamiento (Cl), Depredación por insectos o Herbivoría (Ins), Deficiencia nutricional (Dn, entre otras.
- Condiciones lumínicas de origen: Se pueden establecer las variables Alto, Medio y Bajo.
- Municipio, vereda, localidad
- Nombre científico de la especie a rescatar.
- Todo el proceso de rescate y reubicación debe estar acompañado de un registro fotográfico detallado, que incluya la fecha en la que se realizan las actividades de rescate.

• **Criterios de selección de individuos arbóreos en veda a rescatar**

Siguiendo los parámetros señalados en la circular 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019 del MADS, se propone rescatar y trasladar todos los individuos con alturas totales entre 0,2 y 1 m de

altura (categoría de desarrollo brinzal-latizal), los cuales deben cumplir con las siguientes condiciones:

- ✓ Estado fitosanitario: Se debe realizar una inspección de los individuos arbóreos y helechos arborescentes, presentes en las áreas de intervención con potencial para rescate buscando no seleccionar individuos con condiciones de pudrición, herbivoría, presencia de plagas ni enfermedades que comprometan la sobrevivencia de la planta como virus, hongos, bacterias, etc.
- ✓ Tamaño y especies de los individuos: Se realizará el rescate de los individuos con alturas comprendidas entre 0.2 y 1 m de altura, de las especies de árboles y helechos arborescentes exigidos y autorizados por la Autoridad Ambiental competente, en las obligaciones del respectivo permiso de aprovechamiento forestal y MMA del proyecto. Además, en caso de que se encuentre durante el rescate nuevas especies arbóreas en categoría de veda nacional o regional que no fueron identificados en el muestreo inicial, se debe realizar el rescate del 100% de esos individuos, ya que se infiere que son especies de gran valor ecológico. El tamaño de los individuos a rescatar puede variar según las condiciones de cada uno y será acordado con EPM, y justificado técnicamente en caso de tomarse una decisión diferente a la dispuesta en las circulares.
- ✓ Se debe disponer de viveros o acopios temporales mientras se realiza la actividad de rescate en el sitio de intervención, en caso de que el traslado al sitio final no se realice el mismo día. Es importante que el traslado y siembra de las plantas, se realice lo más rápido posible para evitar estrés hídrico en el individuo. Durante la estadía de los individuos en el sitio de acopio temporal, EL CONTRATISTA, deberá encargarse de realizar los mantenimientos necesarios para garantizar la sobrevivencia de los individuos, al igual que se indicó con las especies de Bromelias y Orquídeas.

• Actividades de rescate

Los aspectos más importantes para tener en cuenta en el momento de realizar el rescate de los individuos son:

- ✓ Extracción de la planta mediante la conformación de un bloque de tierra suficiente, que contenga las raíces del individuo en su totalidad debido a que es la parte más sensible de la planta (bloqueo). El tamaño del bloque a desprender será calculado según el diámetro del tallo (por cada centímetro de diámetro se debe añadir 10 cm de radio al bloque de tierra), de la misma manera que la profundidad sin lastimar las raíces.
- ✓ Almacenamiento del individuo en bolsas de jardinería. Con el fin de aumentar la tasa de éxito de rescates / supervivencia, se recomienda que las bolsas al momento del rescate se encuentren llenas en al menos un 30 % con sustratos previamente micorrizados.
- ✓ Para el caso de los helechos arbóreos, las hojas deberán ser levantadas y sujetadas en la parte media con cuerda, teniendo mucho cuidado de no maltratarlas. En caso de ser necesario se realiza poda de hojas de máximo el 30% del follaje para disminuir la evapotranspiración y por ende problemas de deshidratación de la planta.
- ✓ Antes de realizar el movimiento de los árboles se realizarán podas fitosanitarias, principalmente tocones de podas antiguas mal realizadas o de ramas quebradas antes y después del procedimiento, se aplicará fosfato de potasio u otro producto para inhibir la presencia de hongos en la herida de las podas.
- ✓ Registrar la cantidad de brinzales rescatados
- ✓ Registrar las coordenadas de cada punto de rescate y de reubicación final de las plantas intervenidas.

- ✓ Registrar datos como altura inicial, estado fitosanitario y caracteres morfológicos que ayuden con la identificación taxonómica a especie más adelante.
- ✓ Registrar las fechas importantes como fecha de rescate y reubicación definitiva.
- ✓ Los brinzales rescatados y finalmente reubicados serán marcados con un código único de inventario, para su posterior identificación y seguimiento.
- ✓ Para el replante (o resiembra) se tendrá un hoyado previo en las zonas receptoras y se asegurará que la planta conserve el pan de suelo con una altura apropiada, de manera que el nivel de la base del tallo quede ubicado a ras.

Todos los individuos rescatados y reubicados deberán tener su respectiva identificación taxonómica, de no ser posible realizarse dicha identificación en campo, se deberá tomar la respectiva muestra para su posterior identificación en un herbario certificado. Y se deberá presentar el respectivo soporte de esta.

En el caso en el que las plantas sean almacenadas en viveros transitorios o acopios temporales, por las condiciones del terreno y/o particularidades del proyecto, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones (recordar que esta medida es transitoria, el traslado de los individuos se debe hacer en el menor tiempo posible):

- ✓ Control fitosanitario
- ✓ Revisar las plántulas e inspeccionar sus condiciones día de por medio.
- ✓ Realizar deshierbe manualmente.
- ✓ Regar una vez al día de acuerdo con las condiciones climáticas, preferiblemente en la mañana.
- ✓ Proporcionar sombra suficiente de acuerdo con la necesidad de cada especie
- ✓ Realizar podas preventivas en caso de que aplique.

• Actividades de reubicación

La reubicación de las especies arbóreas y helechos arborescentes en veda debe realizarse en el menor tiempo posible, ya que esto evita que el individuo rescatado sufra daños o problemas de estrés por almacenamiento. Se deberá presentar una descripción detallada del sitio objeto de reubicación, incluyendo información del área total en hectáreas, coberturas vegetales presentes, condiciones climáticas y ecosistémicas, zona de vida, identificación de vegetación existente (determinación taxonómica), todo esto soportado con la debida información cartográfica.

A continuación, se listan los parámetros para tener en cuenta en el momento de la reubicación de los individuos:

- ✓ Limpieza inicial: Es necesario que antes de realizar las actividades de trasplante, se realice en el terreno una rocería o limpieza de las malezas, dejando solo aquellos árboles que sean producto de la regeneración natural, así como los parches con vegetación existentes, donde se observen procesos sucesionales activos.
- ✓ Plateo: consiste en eliminar la cobertura vegetal de los sitios donde se realizará la siembra, disminuyendo la competencia de la maleza sobre las plantas por nutrientes y espacio; y de este modo optimizar la eficiencia de los fertilizantes. El plato deberá quedar completamente libre de vegetación, esta debe ser extraída de raíz, por lo cual dicha actividad será ejecutada utilizando herramienta adecuada como azadón o pica. El diámetro del plateo será de aproximadamente 1 metro. Sin embargo, este puede variar, de acuerdo con la posible competencia en los espacios seleccionados.

- ✓ Hoyado: El tamaño de los hoyos para árboles será de aproximadamente 0,5 m de diámetro por 0,45 m de profundidad, en algunos casos podrán diferir estas dimensiones de acuerdo con el tamaño del pilón, procurando siempre con este proceso de hoyado garantizarle al material vegetal suficiente contenido de materia orgánica. Los hoyos se llenarán con tierra preparada, compuesta por una mezcla de tierra negra, arena de pega, materia orgánica, de cisco de arroz y compostada, en una proporción 4:1:2:1. Estas proporciones podrán variar de acuerdo con los requerimientos que se identifiquen en las plántulas.
- ✓ Siembra: Para la siembra se preparará el terreno previo al traslado para tener disponible el sitio al momento del trasplante. Una vez realizada la siembra, el replanteo debe realizarse durante cada mantenimiento, con la finalidad de lograr una adaptabilidad del individuo al medio.
- ✓ De acuerdo con las condiciones del sitio de siembra se deberá considerar adicionar hidrolitador hidratado (de acuerdo con las especificaciones del producto), antes de la siembra y todos los individuos deben ser regados antes de ser llevados al sitio de plantación donde se retirarán las bolsas de jardinería, telas de fique o lonas. El individuo se ubicará en el centro del hoyo, teniendo cuidado que el de la tierra este acorde según la especie. Adicionalmente se deben llenar los espacios con tierra fértil y fertilizantes orgánicos (ej. Gallinaza, turba, etc.) y presionar el suelo alrededor del árbol o helecho para eliminar las bolsas de aire y generar para éste una posición vertical. La compactación del suelo alrededor de las raíces de la planta debe realizarse adecuadamente para evitar encharcamientos en épocas de lluvia. Todas las labores quedarán registradas en formatos de campo y registro fotográfico.
- ✓ Riego: Se debe regar con abundante agua especialmente en los meses de época seca, con el fin de evitar el estrés hídrico de los individuos.

22.11.5 ENTREGABLES

Plan de trabajo: Antes de iniciar las labores de rescate y reubicación el CONTRATISTA deberá remitir a EPM un protocolo de actividades, en el cual se deben precisar las pautas y lineamientos a desarrollar para la implementación de las medidas de manejo para el rescate y reubicación de las especies en veda del proyecto (epífitas/arbóreas), garantizando el éxito de estas medidas y la supervivencia de las plantas rescatadas y reubicadas en los porcentajes establecidos por la autoridad ambiental. Las actividades que se van a desarrollar requieren planeación previa, trabajo de campo y trabajo en alturas. Estas estarán siempre enfocadas a la protección de la diversidad, la conservación y el cumplimiento de la normatividad, con el propósito de mitigar el impacto ambiental sobre los ecosistemas presentes en el proyecto y garantizar la supervivencia de las especies a reubicar. Dicho protocolo deberá ser aprobado por EPM antes de iniciar las actividades.

Se debe remitir el cronograma de trabajo de las actividades a realizar, las hojas de vida de los profesionales que van a realizar las actividades de rescate y reubicación e informes pertinentes, con el fin de verificar que se cumpla con el perfil requerido.

Informe de actividades: Durante la realización de las actividades de rescate y reubicación, el CONTRATISTA deberá hacer entrega de las actividades semanales realizadas a manera de bitácora, junto con los soportes que den cuenta de dicha actividad, tal como formatos de campo, registro fotográfico con fechas, o aquellos que se acuerden con EPM en la reunión de inicio de actividades.

Informe para entrega a las autoridades ambientales: Deberá allegar un documento metodológico (bajo la NTC 1486) de las actividades de rescate y reubicación de las especies, teniendo en cuenta lo establecido en las circulares 8201-2-2378 del 2 de diciembre de 2019 y 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019 del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible-MADS-, a partir del Decreto 2106 de 2019 del Departamento administrativo de Función Pública (artículo 125), para los proyectos del grupo EPM, en el contexto rural y según lo establecido en las resoluciones respectivas del proyecto (Modificación de MMA, Resoluciones de aprovechamiento, las que apliquen).

Luego de realizado el rescate y reubicación, como anexo al informe, el CONTRATISTA deberá hacer la entrega de soportes que den cuenta de la actividad, tales como formatos de campo, registro fotográfico, o aquellos que acuerde con EPM en la reunión de inicio de actividades.

22.11.6 UNIDAD DE MEDIDA

En este caso la unidad de medida será por mes.

22.11.7 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución para realizar la actividad en campo será acordada entre el contratista y EPM teniendo en cuenta las particularidades de cada proyecto, la(s) Resolución(es) a la(s) que se va a dar cumplimiento y talas previstas según cronograma de proyecto, entre otras variables que condicionarán el trabajo a ser realizado por el contratista. En el plan de trabajo y según las resoluciones se establecerá la entrega del informe detallado de las actividades desarrolladas en el marco de la implementación de la medida de manejo

22.11.8 PERSONAL REQUERIDO

La ejecución de las actividades asociadas a este ítem incluye el personal técnico, operativo y administrativo necesario para realizar la actividad a cabal satisfacción. Para el personal técnico contar como mínimo con el siguiente:

Tabla 134 Perfiles profesionales requeridos para la actividad de rescate y traslado

Cargo	Perfil	Experiencia
Biólogo, Ecólogo o afines	Biólogo, ecólogo o afines con experiencia específica demostrable en el manejo de flora vedada.	Biólogo, ecólogo a afines, con tres (3) años de experiencia general y dos (2) años de experiencia específica en ejecución de medidas de manejo para especies en veda, tales como rescate y reubicación, mantenimiento y monitoreo, en proyectos de infraestructura y elaboración de informes de seguimiento ambiental. La experiencia será tenida en cuenta a partir de la expedición de la tarjeta profesional.
Profesional SIG	Profesional con título de pregrado en Ingeniería o en cualquier área afín. Con Especialización en Sistemas de información Geográfica, medio Ambiente y Geoinformática, geomática.	Experiencia mínima demostrable a partir de la obtención del título del postgrado de tres (3) años en levantamiento o fotointerpretación de coberturas y estructuración de la información en el Modelo de datos ANLA de las Res. 2182/2016

Cargo	Perfil	Experiencia
Técnico(s) tecnólogo(s)	o Técnico o tecnólogo ambiental, forestal, agroforestal, biológico.	Con experiencia mínima demostrable de un (1) años de experiencia en mantenimiento de plantas en viveros forestales, ejecución de medidas de manejo para especies de flora, especies epífitas, entre otros. Con cursos de alturas vigente.

22.11.9 FORMA DE PAGO

Se realizará el pago teniendo en cuenta las actividades ejecutadas y recibidas a satisfacción por parte de EPM de acuerdo con las órdenes impartidas al CONTRATISTA y al plan de trabajo establecido antes de iniciar las labores. Para este caso, se realizará el pago por informe entregado y aprobado por EPM, con sus respectivas evidencias consignadas en las plantillas de campo, registro fotográfico, resumen de actividades, así como demás soportes de acuerdo con las órdenes de actividades impartidas al CONTRATISTA. EPM será quien determine cuando el documento cumpla con las especificaciones técnicas y lo solicitado en el presente contrato, y sea catalogado como documento final.

Para proceder con el pago, deben aprobarse por parte de EPM las hojas de vida de los profesionales y los soportes que den cuenta de las actividades en campo para el rescate, traslado y reubicación de especies en veda (ej. Informe de rescate y reubicación, Bases de datos, listado de individuos rescatados, trasladados y reubicados, evidencias fotográficas, etc.) y por ende cumplimiento a la(s) resolución(es) expedidas por la autoridad ambiental.

NOTA: La información de campo referente a las actividades de rescate, traslado y reubicación, conseguida por el CONTRATISTA, será un insumo base para la elaboración del correspondiente informe de cumplimiento de la actividad que se trata en el Anexo “Plantilla para la elaboración de informes”.

22.11.10 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.11.11 OTROS

Si durante el proceso de revisión y evaluación de los informes o estudios técnicos y ambientales, la autoridad competente remite observaciones, requerimientos, solicitud de información adicional, cuyo origen de los requerimientos es debido a falencias en la información elaborada por el consultor, éste deberá realizar dichas modificaciones y entregar los documentos de

respuesta pertinentes, sin que se generen pagos adicionales, así mismo, debe atender las visitas técnicas solicitadas por las autoridades competentes.

Si por causas no imputables a los productos entregados a la autoridad competente, se deben realizar estudios adicionales, EPM determinará la pertinencia de realizarlos a través de este contrato bajo una modificación o bajo otra estrategia.

22.11.12 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Componente geomático

El contratista deberá cumplir los criterios y directrices para la presentación de la información geográfica que se estipula en los Estándares de Geoinformación de EPM vigentes, según el tipo de proyecto o estudio que aplique; así como lo requerido en la Resolución Metropolitana 2851 del 2019 y las modificaciones o derogaciones que la Autoridad Ambiental haga de estas. A continuación, se listan los estándares disponibles:

- Estándares para el Manejo de la Geoinformación asociada a los Estudios Ambientales (DAA O EIA) en Proyectos Licenciados.
- Estándares Geoinformación Informes Cumplimiento Ambiental_v7

NOTA: Se aclara que los estándares comprenden varios anexos, los cuales también son de estricto cumplimiento. Dentro de éstos, se destaca el Anexo de “Estándares de Geoinformación para Proyectos No Licenciados v4”, donde se establecen los parámetros y condiciones de entrega para esta temática en particular. De acuerdo con lo anterior, el CONTRATISTA debe tener en cuenta todos los lineamientos, determinaciones, criterios y normas establecidas por las autoridades ambientales competentes, así como reglamentaciones que apliquen y que resulten de la regulación ambiental y evolución de la función de seguimiento y control a las intervenciones de los recursos naturales. Para el caso de los proyectos con necesidad de intervención por parte del presente contrato, se deberá ceñir de manera estricta a los requerimientos emanados de cada una de las licencias y/o permisos ambientales concedidos por la autoridad ambiental competente.

EPM dará claridad que términos de referencia emplear de acuerdo con las características del proyecto, obra o actividad, la normatividad vigente aplicable y pronunciamientos de la autoridad ambiental competente.

22.11.13 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

En la siguiente tabla se listan los documentos de referencia empleados en la definición de cada uno de los requisitos técnicos. Se deberán también tener en cuenta las resoluciones de cada proyecto en particular y las correspondientes a cada Autoridad ambiental según aplique.

Tabla 135 Documentos de referencia

DOCUMENTO	NOMBRE
1	Circulares 8201-2-2378 del 2 de diciembre de 2019
2	Circulares 8201-2-808 del 9 de diciembre de 2019

22.11.14 ANEXOS

A continuación, se incluyen los anexos requeridos para la especificación técnica ambiental y social:

- Estándares Geoinformacion Estudios Ambientales_v7
- ParametrosInfoGeografica_Veda_Compensaciones_v2.0

22.12 IMPLEMENTACION DE PLAN DE MANEJO DEL PROGRAMA DE ARQUEOLOGIA PREVENTIVA PARA LA FASE DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANEJO ARQUEOLOGICO

El objetivo de esta especificación técnica es la de indicar al CONTRATISTA las condiciones que debe tener en cuenta para la presentación de la oferta para la implementación del Plan de Manejo Arqueológico el cual podrá implica actividades de verificación y monitoreo.

22.12.1 ALCANCE

Implementar las medidas de manejo arqueológico del programa de arqueología preventiva del proyecto “Estudio para la modificación de medidas de manejo del complejo hidroeléctrico Guadalupe para el proyecto modernización complejo hidroeléctrico Guadalupe fase II” con registro aprobado en la resolución 1333 de 2024.

22.12.1.1 ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN Y MONITOREO

La actividad por contratar consiste en el acompañamiento permanente de las obras que impliquen descapotes y remoción de suelo, ya sean manuales o mecanizadas, en los estratos en los que se prevea la presencia de bienes o contextos arqueológicos con base en los resultados de la fase de diagnóstico y prospección e intervenciones previas (excavaciones y rescates).

Las medidas de manejo arqueológicas corresponden con el acompañamiento de las excavaciones manuales y mecánicas en los nueve (9) polígonos específicos registrados en el programa de arqueología preventiva del proyecto “Estudio para la modificación de medidas de manejo del complejo hidroeléctrico Guadalupe para el proyecto modernización complejo hidroeléctrico Guadalupe fase II”, el cual cuenta con registro de programa de arqueología bajo la resolución emitida por el ICANH #1333 de 2024.

El potencial arqueológico identificado en los polígonos específicos es bajo debido al alto grado intervención que presentan las áreas del proyecto y a las geoformas de las pocas áreas que no están intervenidas.

22.12.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- Ley 1675 de 2013
- Ley 1185 de 2008.
- Ley 397 de 1997 - Ley General de Cultura.

- Decreto Ley 2106 de 2019 que modifica el numeral 1.4., adiciona el numeral 1.6 al numeral 1 y modifica el inciso séptimo del numeral 2 del artículo 11 de la Ley 397 de 1997.
- Decreto 1080 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura, modificado actualmente en su parte VI “Patrimonio Arqueológico” por el Decreto 138 de 2019 y el Decreto Ley 2106 de 2019 que modifica el numeral 1.4., adiciona el numeral 1.6 al numeral 1 y modifica el inciso séptimo del numeral 2 del artículo 11 de la Ley 397 de 1997.
- Resolución 1337 del 04 de octubre de 2021 *"Por la cual se adoptan los términos de referencia para los Programas de Arqueología Preventiva en el marco de lo establecido en el Decreto 1080 de 2015, modificado por el Decreto 138 de 2019 y el modelo de datos para arqueología correspondiente"* (ICANH).
- Resolución 471 de 14 de mayo de 2020.
- Resolución No. 139 de 2017 modificada por la Resolución No. 188 de 2019.
- Parágrafo del artículo 2.6.5.2 del Decreto 1080 de 2015 modificado por el Decreto 138 de 2019.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5661 de 2010 y las ISO 19110 y 19105.

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.12.3 DESARROLLO

22.12.3.1 Descripción de ítem

La implementación del Plan de Manejo arqueológico corresponde con las actividades que serán ejecutadas en los nueve (9) polígonos específicos que se verán afectadas por las obras constructivas y los cuales están registrados en el programa de arqueología preventiva “Estudio para la modificación de medidas de manejo del complejo hidroeléctrico Guadalupe para el proyecto modernización complejo hidroeléctrico Guadalupe fase II”. Resolución # 1333 de 2024 Estas actividades deberán ser ejecutado conforme fue aprobado por el ICANH e implicara actividades de verificación y monitoreo.

Tabla 136 Polígonos específicos

POLÍGONOS ESPECÍFICOS	ID	Área (Hectáreas)
Zona industrial Tenche	R1333A240001	0,343
Zodme Tenche	R1333A240002	1,79
Zonas industriales y de intercambio de materiales - ZI-1	R1333A240003	0,158
Zodme brisas medio	R1333A240004	1,43
Zonas industriales - 3	R1333A240005	0,048
Zonas industriales y de intercambio de materiales - ZI-2	R1333A240006	0,145
Vía industrial sobre la margen izquierda del reservorio de Guadalupe III-1	R1333A240007	0,222
Zodme brisas norte	R1333A240008	0,539
Vía industrial sobre la margen izquierda del reservorio de Guadalupe III-2	R1333A240009	1,272
TOTAL ÁREA		5,948

22.12.3.1.1 ACTIVIDADES DE VERIFICACIÓN Y MONITOREO

Se deberá presentar un documento que contenga la siguiente información:

- 1) Descripción del avance del proyecto, obra o actividad.
- 2) Avance y resultados de las actividades de verificación y monitoreo.
- 3) Avance y resultados de las actividades de laboratorio y análisis (en caso de recuperar materiales culturales durante las actividades de verificación o monitoreo).
- 4) Inventario de los bienes arqueológicos recuperados (en caso de recuperar materiales culturales durante las actividades de verificación o monitoreo).
- 5) Descripción de las actividades de arqueología pública realizadas.
- 6) Soportes de las gestiones realizadas con relación al registro y tenencia de los materiales arqueológicos (en caso de recuperar materiales culturales durante las actividades de verificación o monitoreo).
- 7) Se debe entregar el modelo de datos para arqueología con la información actualizada incluyendo: capa de polígono general, capa de polígonos específicos (incluidos cambios que hayan sido aprobados por el ICANH), capa de zonificación arqueológica, capa de actividades arqueológicas, un conjunto de capas de documentación (si aplica), capa de anomalías con sensores remotos (si aplica), la tabla "unidad mínima de excavación vertical" (si aplica), ortoplanos de las excavaciones (si aplica), ortoplanos de los individuos (si aplica), fotografía de los materiales arqueológicos (si aplica) y su respectivo metadato.

22.12.4 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida de pago será la Unidad (Un) que equivalen a un mes de trabajo. La cual corresponde con el informe de avance mensual de las actividades de implementación de las medidas de manejo arqueológico y con el informe final del programa de Arqueología, el cual tiene un plazo de un mes (30 días calendario) para ser entregado a partir de la finalización de las tareas de verificación y monitoreo.

22.12.5 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución es de seis meses calendario. El cual corresponde con las actividades de excavación en los polígonos específicos registrados y contempla un mes para la elaboración del informe final del programa de arqueología preventiva.

El CONTRATISTA deberá incluir en la oferta el plan de trabajo del contrato y el plazo establecido para la ejecución de las actividades.

22.12.6 PERSONAL REQUERIDO

El CONTRATISTA deberá contar con los servicios de un profesional idóneo que se encuentre inscrito en el Registro Nacional de Arqueólogos (RNA), quien realizará y será responsable de las actividades arqueológicas e intervenciones sobre el patrimonio arqueológico de la nación, en los términos del parágrafo del artículo 2.6.5.2 del Decreto 1080 de 2015 modificado por el Decreto 138 de 2019.

Tabla 137 Perfil requerido en el manejo del programa de arqueología

Perfil profesional/tecnólogo/técnico/auxiliar	Experiencia
Cargo: Antropólogo / Arqueólogo	Antropólogo / Arqueólogo con Registro Nacional de Arqueólogos (RNA) y mínimo cuatro (4) años de experiencia en el desempeño de funciones relacionadas con el cargo: elaboración y ejecución de proyectos de implementación de Planes de Manejo Arqueológico y Rescate Arqueológico, y haber obtenido a nombre propio, mínimo cuatro (4) licencias arqueológicas en los últimos cinco años y haber adelantado ante el ICANH tres (3) Programas de Arqueología Preventiva bajo los lineamientos del Decreto 138 de 2019.
Cargo: Asistente Antropólogo / Arqueólogo	Asistente Antropólogo / Arqueólogo con mínimo doce (12) meses de experiencia después del grado en el desempeño de actividades relacionadas con arqueología y/o arqueología preventiva. Deberá tener conocimiento en las normas que rigen la protección del patrimonio cultural de la Nación y los lineamientos establecidos por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia –ICANH– para la implementación de programas o acciones vinculadas a la arqueología preventiva, así como, conocimiento de las técnicas y metodologías de trabajo asociadas a la recuperación y análisis de evidencias arqueológicas.

22.12.7 FORMA DE PAGO

La forma de pago se realizará por producto entregado y recibido a satisfacción.

22.12.8 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.12.9 OTROS

Si durante el proceso de revisión y evaluación de la información presentada, el ICANH remite observaciones, requerimientos, solicitud de información adicional, cuyo origen es la información elaborada por el consultor, éste deberá realizar dichas modificaciones y entregar los documentos de respuesta pertinentes, sin que se generen pagos adicionales, así mismo, debe atender las visitas técnicas solicitadas por las autoridades competentes.

Si por causas no imputables a los productos entregados a la autoridad competente, se deben realizar estudios adicionales, EPM determinará la pertinencia de realizarlos a través de este contrato bajo una modificación o bajo otra estrategia.

En caso de que la implementación de las medidas de manejo arqueológico requiera más de seis meses, el CONTRATISTA deberá un informe de avance semestral para ser radicado ante el ICANH, sin generar pago adicional.

22.12.10 CONSIDERACIONES ADICIONALES

Atendiendo lo previsto en el artículo 17 de la Ley 1437 de 2011, subrogado por el artículo 1 de la Ley 1755 de 2015, cuando el ICANH constate que la información presentada está incompleta, deba ser ajustada o que el solicitante deba realizar la gestión de un trámite a su cargo necesario para continuar con el trámite, se requerirá al solicitante dentro de los diez 10 días siguientes a la fecha de radicación, para que subsane la misma en el término máximo de 30 días calendario. A partir del día siguiente en que el solicitante aporte la información y/o documentos se reactivará el término para resolver la solicitud de registro. Se entenderá que se ha desistido de la solicitud o de la actuación cuando no se satisfaga el requerimiento realizado por esta autoridad, salvo que antes de vencer el plazo concedido solicite prórroga hasta por un término igual. El desistimiento de la solicitud implica que se deberá realizar una nueva solicitud de registro de la manera previamente indicada

22.13 ESTRUCTURACIÓN DEL COMPONENTE GEOMÁTICO PARA EL INFORME DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL (ICA) PARA PROYECTOS LICENCIADOS

Se indicará al CONTRATISTA las consideraciones y requisitos técnicos, operativos y administrativos y de cumplimiento ambiental que debe cumplir en el desarrollo del componente geomático del informe de cumplimiento ambiental (ICA).

22.13.1 ALCANCE

Desarrollar el componente geomático del Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA) requerido para la ejecución del instrumento de manejo y control ambiental exigidos por la autoridad ambiental en el desarrollo del proyecto.

22.13.2 NORMATIVIDAD ASOCIADA CON EL OBJETO CONTRACTUAL

- NTC 5043 Conceptos Básicos de Calidad de los Datos Geográficos.
- NTC 5660-Evaluación de Calidad, Procesos y Medidas.
- NTC 5661-Metodología para Catalogación de Objetos Geográficos.
- NTC 5662 Especificaciones Técnicas de Productos Geográficos.
- NTC 5205 Precisión de Datos Espaciales
- Resolución N° 0188 de 2013.
- Resolución N° 2182 de 2016
- Resolución N° 0077 del 16 de enero de 2019
- Resolución 0549 de 2020
- Resolución N° 471 de 2020

Se debe acoger la normatividad vigente, además, aquella que derogue modifique o adicione alguna de las anteriores; así como la demás que aplique a este tipo de actividades.

22.13.3 DESARROLLO

22.13.3.1 Descripción de ítem

Acciones técnicas, operativas y administrativas necesarias para el desarrollo del desarrollo del componente geomático del informe de cumplimiento ambiental (ICA).

22.13.3.2 Entregables

Los productos cartográficos que se entreguen por parte del CONTRATISTA como componente geomático de los ICA'S deben realizarse de acuerdo con los Estándares para el Manejo y Presentación de la Geoinformación asociada a los Informes de Cumplimiento Ambiental en Proyectos Licenciados versión 7.0 o superior y cumplir mínimamente con los siguientes productos que se describen a continuación:

1. Base de datos geográfica en una carpeta nombrada como **"GDB"** en mayúscula sostenida que contenga dos geodatabases, una con los elementos geográficos de la cartografía base (según el modelo de datos del IGAC vigente) y la otra con los elementos geográficos y tabulares de la cartografía temática, según modelo de datos geográficos de la Resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique, sustituya o derogue.
2. Una carpeta nombrada como **"METADATOS"** en mayúscula sostenida, que comprenda la información de los metadatos del estudio en la plantilla de Metadato Institucional de la ANLA, dispuesta en la página web de la entidad o aquella que la sustituye o derogue, la cual se encuentra elaborada según lo establecido en la Norma Técnica Colombiana 4611 y según la guía vigente para el diligenciamiento de metadatos ANLA : https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/informacion_geografica/30-10-2020-anla-20201027-Guia-de-diligenciamiento-Metadatos2.pdf
3. Una carpeta denominada como **"RASTER"** en mayúscula sostenida con la información de los datos raster, éstos deben ser nombrados de acuerdo con lo indicado en el Diccionario de campos de la ANLA (https://www.anla.gov.co/01_anla/documentos/informacion_geografica/diccionario_datos_geograficos_anla.xlsx).
4. Una carpeta nombrada como **"REGISTROS_MULTIMEDIA"** en mayúscula sostenida, que contenga los registros multimedia que se referencian en la tabla <RegistrosMultimediaTB> de la GDB temática. (Se deben tener en cuenta las relaciones de cardinalidad y la asociación de los registros fotográficos a los feautres del modelo de datos definido para la presentación del ICA).
5. Una carpeta nombrada como **"INSUMOS"** en mayúscula sostenida, con los insumos utilizados en la elaboración de la cartografía básica y temática en el caso que aplique (imágenes de sensores remotos, planchas IGAC, planos EOT, entre otros). Si no aplica no incluirla.
6. Una carpeta nombrada como **"DOCUMENTACION"** en mayúscula sostenida, con la siguiente documentación:
 - Documento ("LEAME.doc"): documento de control de cambios donde se describen las modificaciones a la estructura del modelo de datos: adiciones de campos a objetos geográficos, creación de nuevos objetos, adición de valores a las listas de dominios

- existentes, creación de nuevos dominios y justificación a excepciones a las reglas topológicas. El formato para utilizar se entregará como anexo.
- Modelo de datos ANLA en Excel ajustado para el proyecto y totalmente coincidente con la GDB física temática presentada.: También se deberá allegar en el Modelo de Almacenamiento Geográfico de cada Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA), además de los datos del periodo a reportar, la siguiente información actualizada del proyecto, de conformidad a lo establecido en el artículo 5 de la Res. 549 de 2020:
 - ✓ Zonificación de Manejo Ambiental.
 - ✓ Áreas o trazados licenciados o autorizados.
 - ✓ Uso y demanda de recursos naturales licenciados o autorizados (captaciones, vertimientos, ocupaciones, aprovechamiento forestal, emisiones atmosféricas, aprovechamiento de materiales de construcción), dando claridad sobre las licenciadas y los utilizados por el proyecto.
 - ✓ Obras de infraestructura del proyecto e infraestructura asociada, identificando claramente su estado (existente, proyectado) y características.
 - ✓ Localización de puntos de monitoreo ambiental (atmósfera, suelo, agua, flora y fauna según aplique).
 - ✓ Compensaciones ambientales e inversión forzosa de no menos del 1% (en los casos que aplique).

Para diferenciar la información geográfica del ICA para el período de la información de la Res. 549/2020, se recomienda separar por carpetas, incluyendo una donde sólo contenga lo establecido en el artículo 5 de la Res. 549 de 2020.

Una carpeta denominada como **“MAPAS”** en mayúscula sostenida con la información de los mapas que se generen en formato PDF y el nativo en el que se generaron (MXD, APRX, entre otros). Si no aplica no incluirla.

22.13.4 UNIDAD DE MEDIDA

La unidad de medida de pago será Unidad (Un). Se entiende por Unidad el componente geomático del ICA tal como se describe en el numera 22.13.3.2 Entregables de este documento.

22.13.5 TIEMPO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución está asociado a la programación acordada entré contratista y supervisión EPM, la entrega del informe final no debe exceder de un (1) mes calendario posterior a la finalización de actividades.

El CONTRATISTA deberá incluir en la oferta el plan de trabajo del contrato y el plazo establecido para la ejecución de las actividades.

Para este ítem se estima la elaboración de un informe cada seis meses, sin embargo, EL CONTRATISTA deberá elaborarlos en la periodicidad solicitada por la autoridad ambiental en la modificación de las Medidas de Manejo Ambiental, por lo cual se pagará la cantidad realmente ejecutada.

22.13.6 PERSONAL REQUERIDO

Para la ejecución de la actividad, el CONTRATISTA deberá contar con el personal idóneo con los respectivos certificados de experiencia. Como mínimo deberá considerar el siguiente perfil:

Tabla 138 Personal requerido componente geomático

Perfil profesional	Experiencia
Profesional con título de pregrado en Ingeniería o en cualquier área afín. Con Especialización en sistemas de información geográfica, medio ambiente y geo informática, geomática y/o afines.	Profesional con experiencia mínima específica demostrable a partir de la obtención del título del postgrado de tres (3) años en estructuración de la información geográfica en el Modelo de datos ANLA de las Res. 2182/2016.

22.13.7 FORMA DE PAGO

La forma de pago se realizará por unidad ejecutada y el respectivo anexo geomático de acuerdo con los Estándares de Geoinformación para los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA entregado y recibido a satisfacción.

22.13.8 MATERIALES, EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSUMOS

Dentro el análisis de precios unitarios del ítem se debe incluir todos los insumos, actividades de campo, herramientas necesarias para la elaboración de los documentos y gestión de los respectivos soportes.

Los materiales, equipos, herramientas e insumos utilizados serán aportados por el CONTRATISTA en su totalidad, los cuales deben estar considerados e incluidos en los valores unitarios que presente en el formulario de la propuesta, ya que en ningún otro caso o condición EPM harán pagos extras o adicionales por este concepto.

En caso de daño, pérdida o deterioro de alguna herramienta, equipo que interfiera o impida el normal desarrollo de los trabajos, el CONTRATISTA deberá reponerla y tener presente este evento al momento de cotizar, puesto que EPM no hará pagos adicionales por este concepto.

22.13.9 OTROS

Si durante el proceso de revisión y evaluación de los informes o estudios técnicos y ambientales, la autoridad competente remite observaciones, requerimientos, solicitud de información adicional, cuyo origen de los requerimientos es debido a falencias en la información elaborada por el consultor, éste deberá realizar dichas modificaciones y entregar los documentos de respuesta pertinentes, sin que se generen pagos adicionales, así mismo, debe atender las visitas técnicas solicitadas por las autoridades competentes.

Si por causas no imputables a los productos entregados a la autoridad competente, se deben realizar estudios adicionales, EPM determinará la pertinencia de realizarlos a través de este contrato bajo una modificación o bajo otra estrategia.

22.13.10 CONSIDERACIONES ADICIONALES

El valor del ítem tiene en cuenta el equipo de cómputo, no se incluye el valor de licencia para el uso de software, ya que los productos pueden elaborarse en software de libre.

22.14 ÍTEMS DE PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en este Capítulo deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados en la propuesta de EL CONTRATISTA para los siguientes ítems:

Tabla 139 ítems Gestión ambiental y social

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
22	GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL	
22.1	MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE	UN
22.2	MONITOREO DE EMISIONES DE RUIDO	UN
22.3	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS ESPECIALES	M3
22.4	MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	KG
22.5	MANEJO DE NIDO, COLMENA O ENJAMBRE DE ABEJAS O AVISPAS	UN
22.6	AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACION DE FAUNA	ME
22.7	ATENCION DE FAUNA LESIONADA	UN
22.8	CARACTERIZACION DE ESPECIES SILVESTRES DE FLORA EN VEDA	UN
22.9	RESCATE, TRASLADO, MANTENIMIENTO Y MONITOREO DE ESPECIES DE FLORA SILVESTRE EN VEDA O IMPORTANTES (PLANTULA/EPIFITA)	ME
22.10	REUNIONES DE SOCIALIZACION CON COMUNIDADES, ASOCIACIONES, GREMIOS Y OTRAS ORGANIZACIONES	UN
22.11	SERVICIO DE IMPLEMENTACION DE PROGRAMA DE EDUCACION Y CAPACITACION AMBIENTAL A LAS COMUNIDADES	UN
22.12	IMPLEMENTACION DE PLAN DE MANEJO DEL PROGRAMA DE ARQUEOLOGIA PREVENTIVA PARA LA FASE DE IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANEJO ARQUEOLOGICO	UN
22.13	ESTRUCTURACION DEL COMPONENTE GEOMATICO PARA EL INFORME DE CUMPLIMIENTO AMBIENTAL (ICA) PARA PROYECTOS LICENCIADOS	UN

23 ANEXOS

Anexo 1 – Listado de planos.

Anexo 2 – Planos Versión PDF.

Anexo 3 – Cronograma (documento guía).

Anexo 4 - Procedimientos constructivos (documentos guías).

Anexo 5 – Manual de gestión de seguridad y Salud en el trabajo para contratista y subcontratista.

Anexo 6 – Especificaciones para la Gestión Ambiental y Social en Contratos de Obra Pública con sus anexos.

Anexo 7 – Anexos Gestión de riesgo.