

Desarrollo e implementación de una metodología de planeación óptima de la distribución en las empresas del grupo EPM, empleando Reference Network Models (RNM) y Algoritmos Evolutivos (AE).

Jornadas técnicas - Innovar+ 2021

Vicepresidencia T&D
Dirección Planeación T&D

Líder del proyecto: Carlos Andrés García Montoya

Presentado en Agosto de 2021



Contexto general: ¿por qué el proyecto?



Metodología de Planeación Óptima



Resultados casos de estudio EPM



Impactos logrados y potenciales

Equipo del proyecto



Líder:

- Carlos Andrés García Montoya

Equipo del proyecto:

- Eduard Esteban Higueta
- Juan Pablo Rueda
- Jaime Alonso Osorio
- Yesid Antonio Arcos
- Luis Carlos Cubides

Desarrollo del modelo de la red:

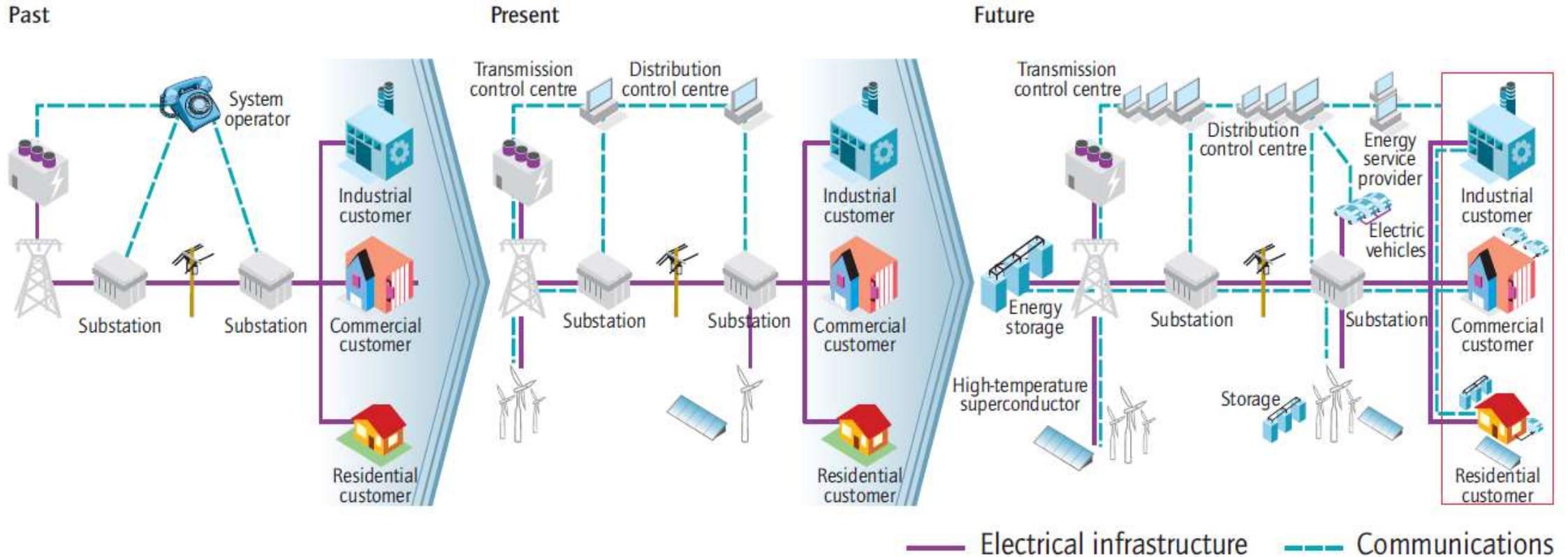
- Esteban López de Mesa
- Erica Ivone Oliveros
- Luis Farid Sánchez
- Ricardo Quintero

Compañeros de Planeación T&D y TI en EDEQ, CHEC, CENS y ESSA.



¿Por qué este proyecto?

Evolución del sistema de distribución

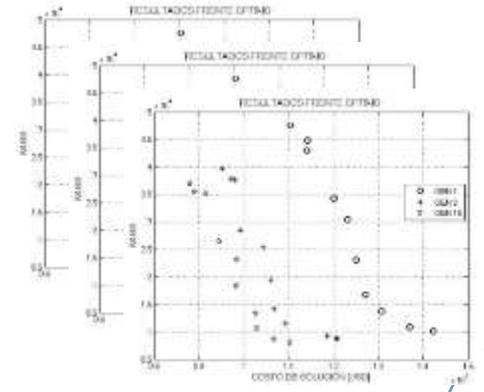


Fuente: I. International Energy Agency, “Smart Grids Roadmap,”

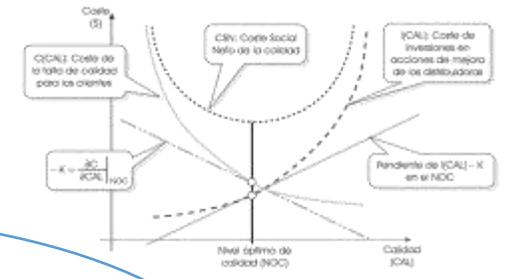


¿Qué esperamos con la metodología desarrollada?

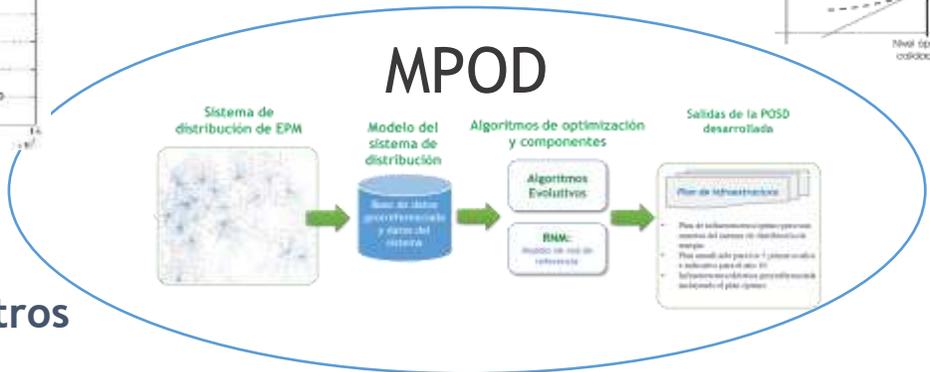
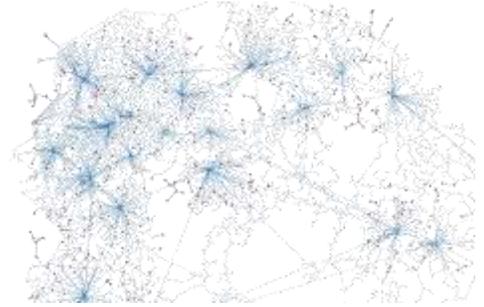
Frentes de Pareto para diferentes escenarios



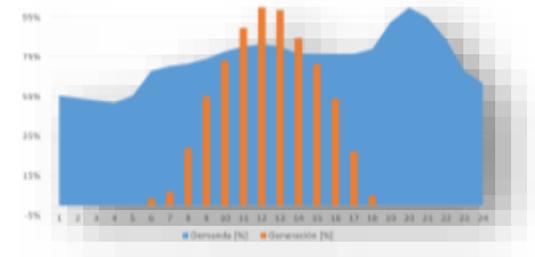
Costo de la calidad del servicio esperada o exigida



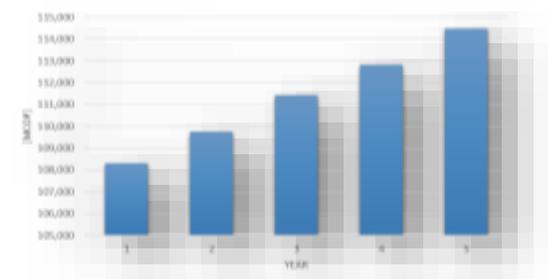
Estudios de impacto de penetración de GD, entre otros



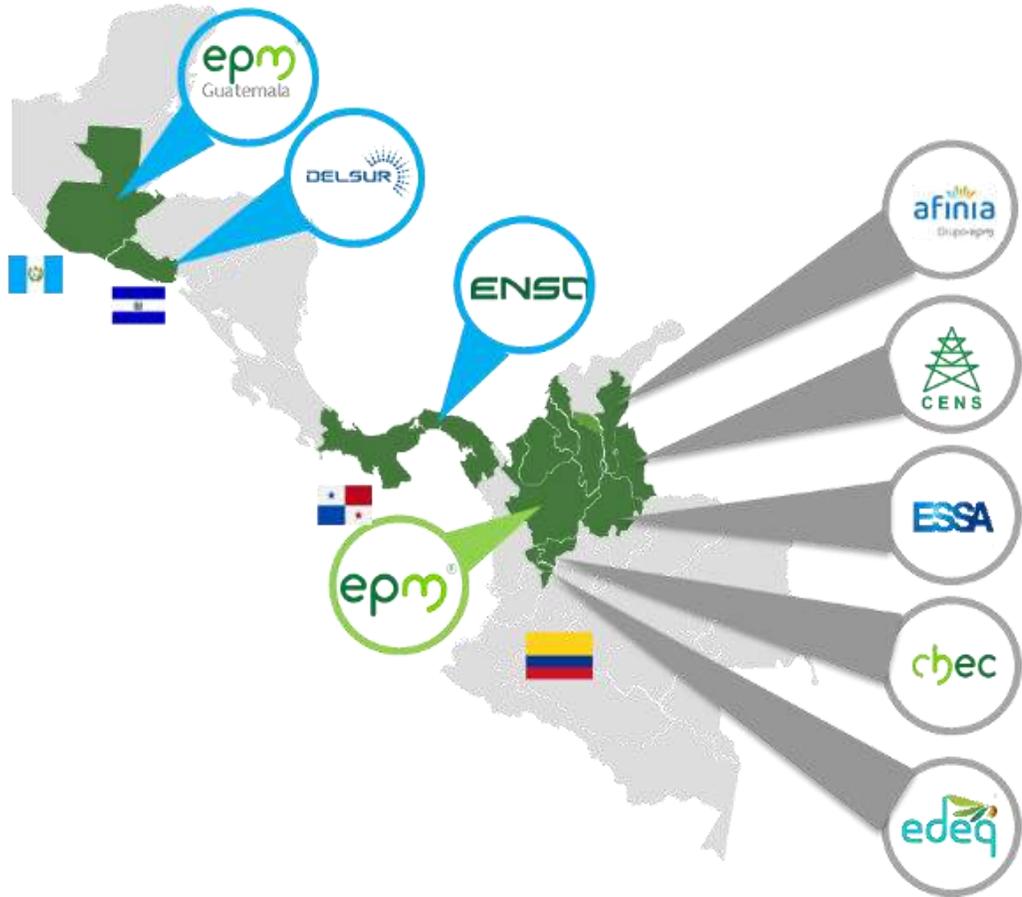
Respuesta del sistema frente a variaciones de demanda



Cálculos del ingreso esperado



Área de influencia empresarial y potencial del proyecto



Empresas participantes actualmente:
EPM, EDEQ, CHEC, CENS y ESSA.

Dimensiones del sistema a planear bajo
el alcance actual:

- Longitud 201.800 km de red.
- 330 Subestaciones.
- 220.700 transformadores de distribución.
- 4.051.000 clientes.

Empresas a incluir en fases de
implementación posteriores:
AFINIA, ENSA, DELSUR y EPM Guatemala.

Agenda general



Contexto general: ¿por qué el proyecto?



Metodología de Planeación Óptima



Resultados casos de estudio EPM



Impactos logrados y potenciales

Metodología de Planeación Óptima



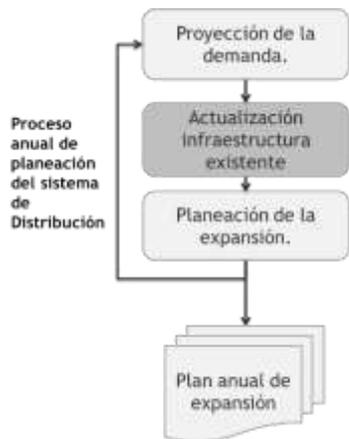
Objetivo fundamental del Proyecto:

Desarrollo e implementación de una *metodología de de planeación óptima de infraestructura*, evaluando: desempeño del modelo, información suficiente y adecuada, que se adapte a las necesidades del proceso y que permita responder a las necesidades y demandas del nuevo entorno de la distribución. Además, aportando a la digitalización del proceso de planeación de infraestructura.



Evolución de la metodología de planeación:

La planeación del sistema antes del proyecto



Características principales:

Proyecciones de demanda

- Manualidad en carga y procesamiento.
- Necesidad de recursos importantes.
- Solo utiliza un único modelo para proyección.

Actualización de infraestructura

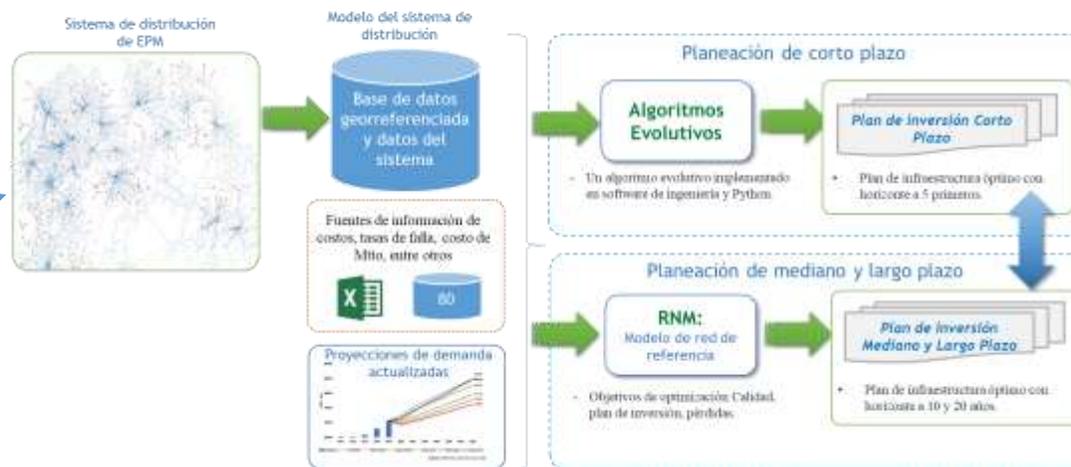
- Manualidad en el proceso.
- No garantiza conectividad.
- Inconsistencias deben ajustarse manualmente.
- Demandas cargadas de forma manual.

Planeación de la expansión

- Análisis de transferencias en forma manual.
- Reconfiguración manual.
- Búsqueda de solución realizada por criterio de experto.
- Tiempos de desarrollo altos.
- No es posible cubrir todo el sistema en tiempos razonables.
- Alto costo para cumplir con tiempos para la revisión regulatoria.

¿Qué desarrollamos?

Esquema general de la metodología de planeación desarrollada



¿Qué propusimos?

Sistema de distribución de EPM



Sistema de Información de EPM: se utilizará una muestra dentro del proyecto aprobado por COLCIENCIAS.

Modelo del sistema de distribución



Construcción de base de datos para el modelamiento del sistema de distribución y las simulaciones necesarias en la metodología de planeación

Algoritmos de optimización y componentes



Desarrollo de dos pilotos de implementación de la metodología de planeación óptima:

- Un algoritmo evolutivo implementado en software de ingeniería y Python.
- Un piloto de implementación empleando un Modelo de Red de Referencia para planeación del largo plazo.

Objetivos de optimización del piloto:

- Costo del plan.
- Objetivos de calidad.
- Pérdidas técnicas.

Salidas esperadas del piloto la metodología de planeación desarrollada

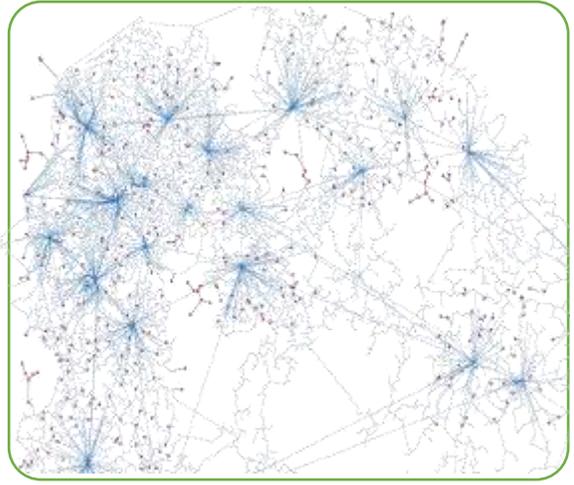


- Plan de infraestructura óptimo para una muestra del sistema de distribución de energía.
- Plan anualizado para los 5 primeros años e indicativo para el año 10.
- Infraestructura eléctrica georeferenciada incluyendo el plan óptimo.



Esquema general componentes del proyecto calificado por MINCIENCIAS: como “Desarrollo Tecnológico”

Sistema de distribución de EPM



Sistema de Información de EPM: se utilizará una muestra dentro del proyecto aprobado por COLCIENCIAS.

Modelo del sistema de distribución



Construcción de base de datos para el modelamiento del sistema de distribución y las simulaciones necesarias en la metodología de planeación

Algoritmos de optimización y componentes

Algoritmos Evolutivos

RNM:
Modelo de red de referencia

Desarrollo de dos pilotos de implementación de la metodología de planeación óptima:

- Un algoritmo evolutivo implementado en software de ingeniería y Python.
- Un piloto de implementación empleando un Modelo de Red de Referencia para planeación del largo plazo.
- Objetivos de optimización del piloto:
 - Costo del plan.
 - Objetivos de calidad.
 - Pérdidas técnicas.

Salidas esperadas del piloto la metodología de planeación desarrollada

Plan de Expansión

- Plan de infraestructura óptimo para una muestra del sistema de distribución de energía.
- Plan anualizado para los 5 primeros años e indicativo para el año 10.
- Infraestructura eléctrica georreferenciada incluyendo el plan óptimo.

Los costos de implementación del proyecto han sido reconocidos por medio de beneficios tributarios por Inversión en CTel

*Calificado, registrado y avalado por MINCIENCIAS: Convocatoria 839 de 2019



Contexto general: ¿por qué el proyecto?



Metodología de Planeación Óptima

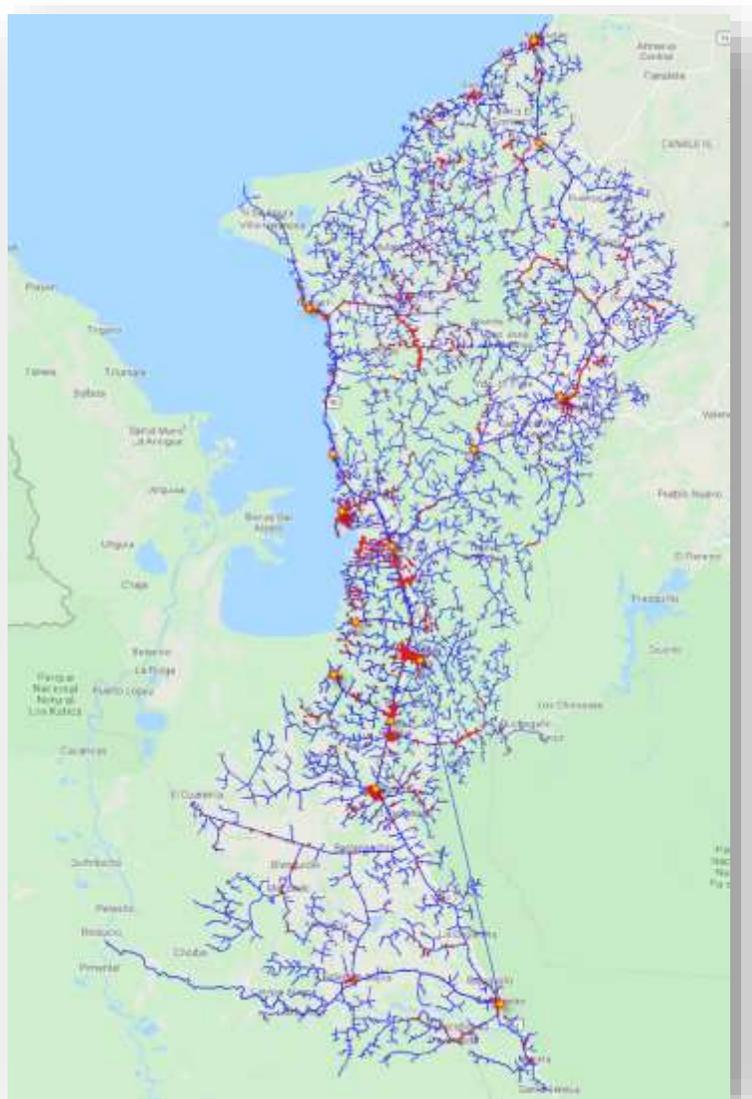


Resultados casos de estudio EPM



Impactos logrados y potenciales

Resultados LP: Caso de estudio Región Urabá



Resultados simulación con enfoque en Crecimiento de la demanda

Resultados simulación con enfoque en calidad del servicio

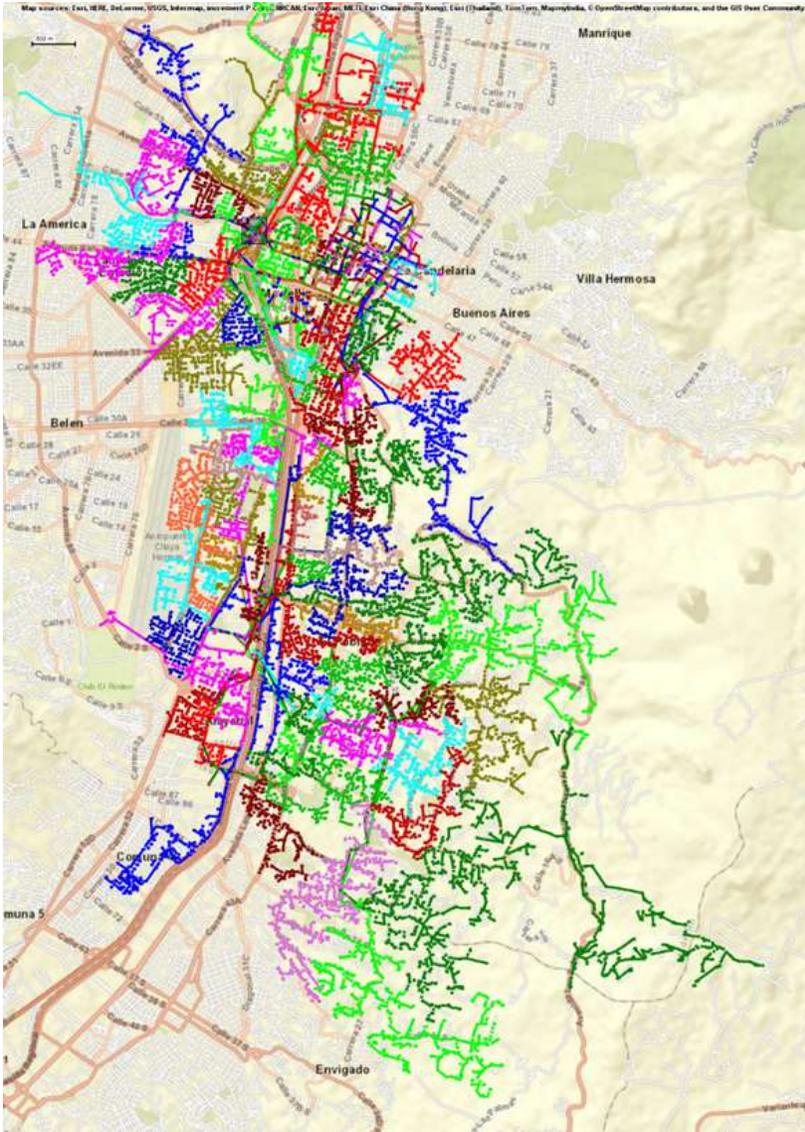
Objetivo de calidad Fijo

	Crecimiento a 10 años		
	Sin proyectos identificados		
	1.5%	2.0%	2.5%
Meta SAIDI	16	16	16
Meta SAIFI	13	13	13
Valor SAIDI	15.98	15.9	15.9
Valor SAIFI	12.5	11.5	9.1
Redes Existentes HV	461	461	461
Redes Existentes MV	6517	6517	6517
Refuerzos MV	49.22	49.22	49.22
Redes Nuevas MV	74.64	86.6	103.6
Interruptores/Reconectores Int/Recon Adicionales	487	487	487
	39	40	42
Costo Activos Existentes	740,793	740,793	740,793
Costo Inversiones nuevas	19,040	52,685	55,997
Crecimiento infraestructura	2.57%	7.11%	7.56%
Tiempo de ejecución [min]	1780	1832	1770
Tiempo de ejecución [H]	29.7	30.5	29.5



*Valores y precios según resolución CREG 015 de 2018.

Resultados Algoritmo Evolutivo MO (CP): Caso de estudio Sur VA

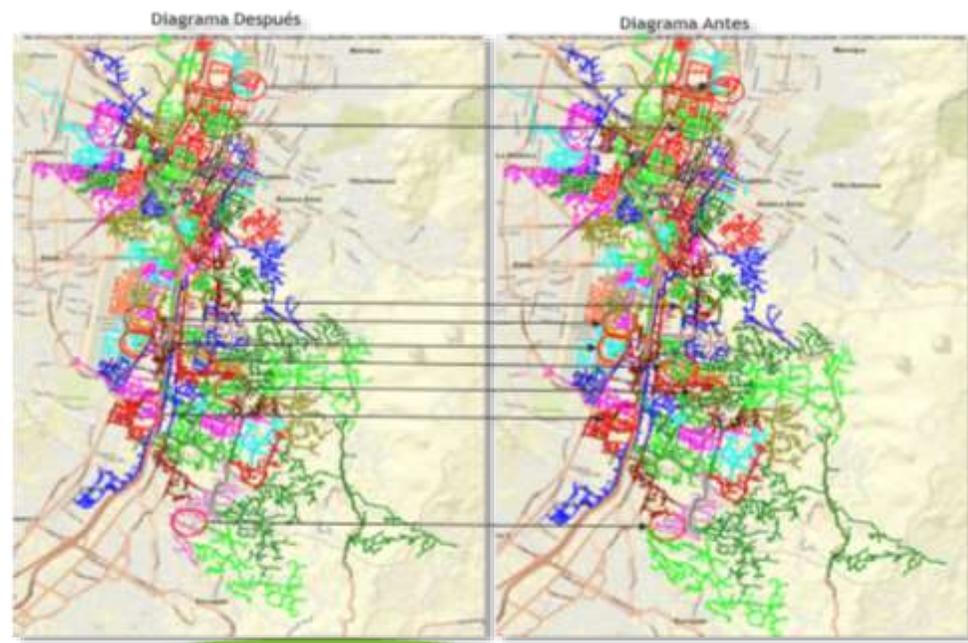
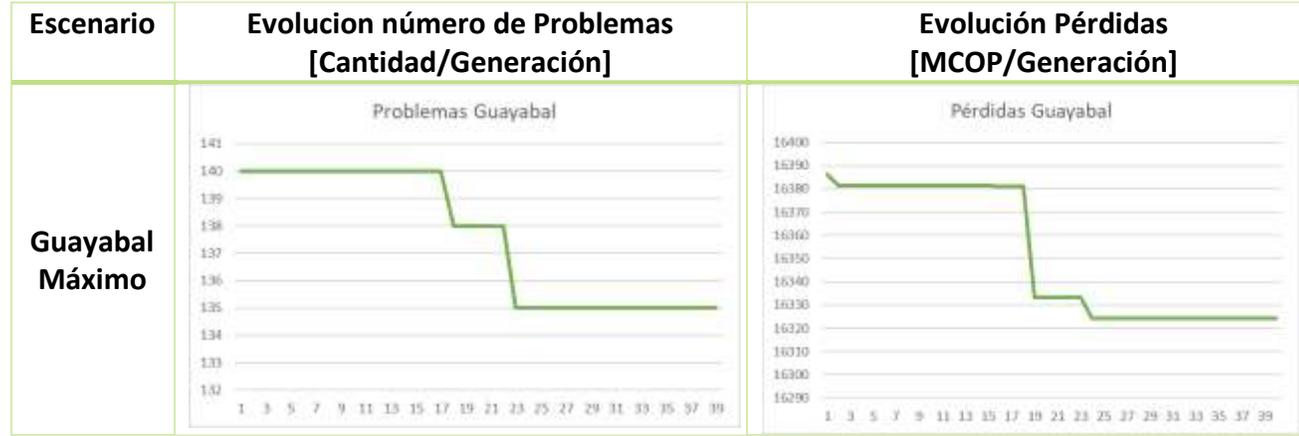


- Comprende el estudio de SE San Diego, Poblado, Central y Guayabal.
- Dimensiones:
 - 34177 Barras
 - 111 Circuitos
 - 9348 TD
- La calidad de la información es alta, solo se presenta carencia de coordenadas geográficas en 8 nodos.
- *Disminución en tiempo de conversión de la información de 3-4 meses a 5 días. (87%)*
- Capacidad de Transformadores de Potencia:
577,5 MVA
- Capacidad de Transformadores distribución:
1206 MVA
- Longitud de la red:
745 km

Resultados Algoritmo Evolutivo MO (CP): Caso de estudio Sur VA



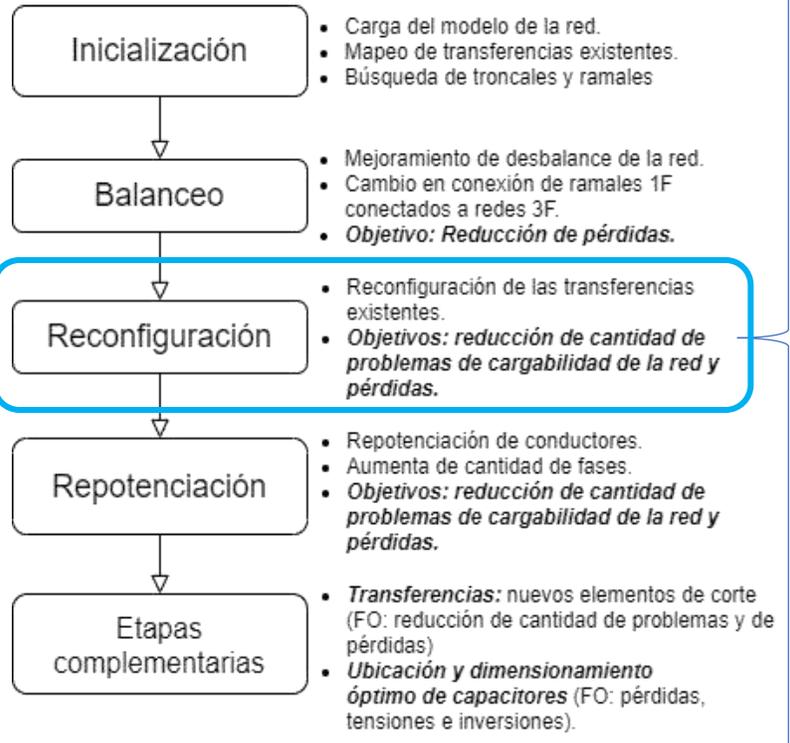
Ilustración evolución del AE para Reconfiguración



Detalle de información entregada por el algoritmo:

- Inventario de Maniobras necesarias
- Geolocalización de equipos a intervenir.

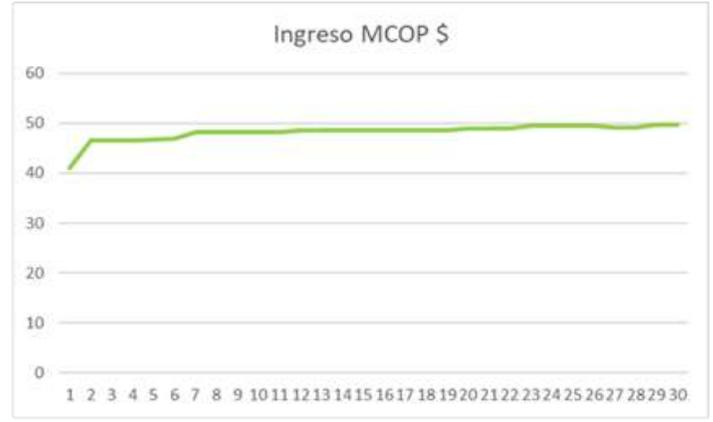
Algoritmo Evolutivo MO



Resultados Algoritmo Evolutivo MO (CP): Caso de estudio Sur VA



Ilustración evolución del AE para Repotenciación



Funciones objetivo:
Inversiones, Ingresos, Problemas (cargabilidad), Pérdidas.



Contexto general: ¿por qué el proyecto?



Metodología de Planeación Óptima



Resultados casos de estudio EPM



Impactos logrados y potenciales



Técnicos, financieros, económicos y de procesos

- Digitalizar el proceso de planeación de infraestructura, optimizando el uso de recursos de las empresas.
- Preparar al proceso de planeación de infraestructura para los cambios que se afrontan en el sector energético.
- Planear el sistema de distribución de manera eficiente.
- Optimización de la infraestructura existente, la optimización de las inversiones futuras sin trasladar el costo de inversiones ineficientes al prosumidor/cliente.
- Aporte a la eficiencia energética desde el enfoque de optimización de las pérdidas técnicas.
- Se optimizan las inversiones para el mejoramiento de la calidad del servicio.



¡Gracias!

Carlos Andrés García Montoya
carlos.garcia.montoya@epm.com.co