



Uso de Digital Twins, o plantas virtualizadas, para optimizar el uso de recursos y tecnologías para el **diseño y operación de PTAP y PTAR**

## Agenda

1. Quienes son ISAENG
2. Problemas respecto al diseño y uso de recursos
3. Tecnología del Digital Twin
4. Aplicación en la PTAP Manantiales
5. Preguntas

# Isaeng

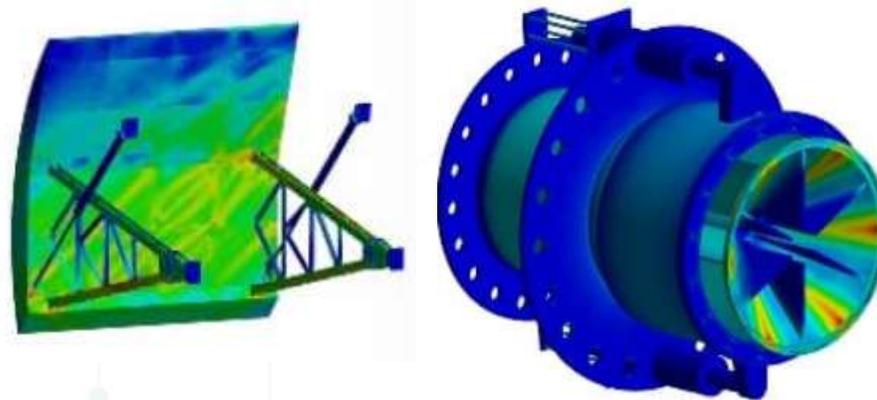
## ¿Quiénes son Isaeng?

Empresa de ingeniería experta en análisis y diagnóstico a partir del análisis de modelos computacionales

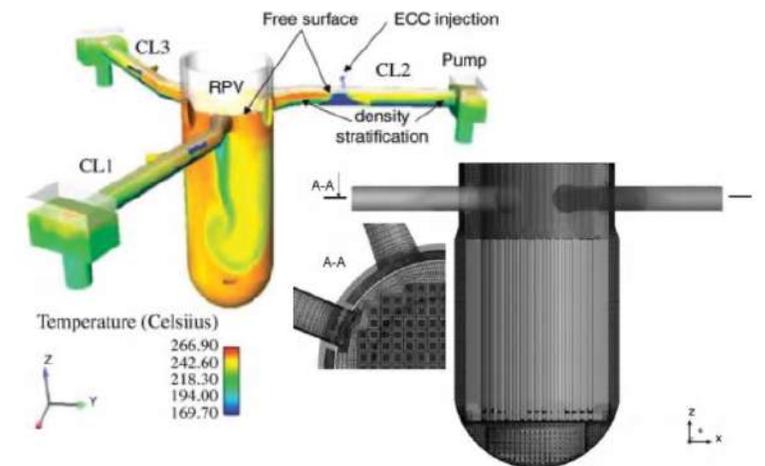
### Minería



### Industria pesada y Manufactura



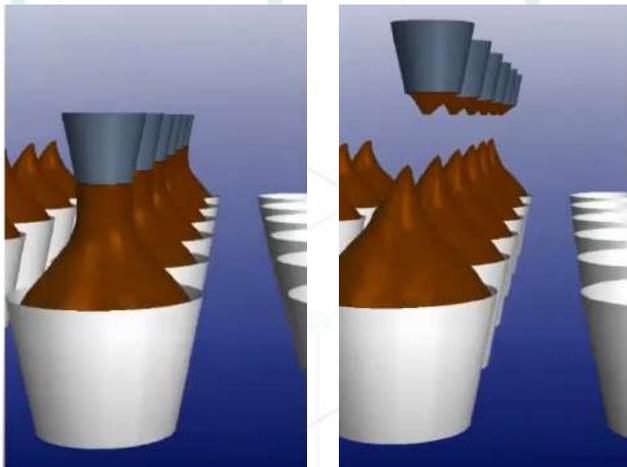
### Energía



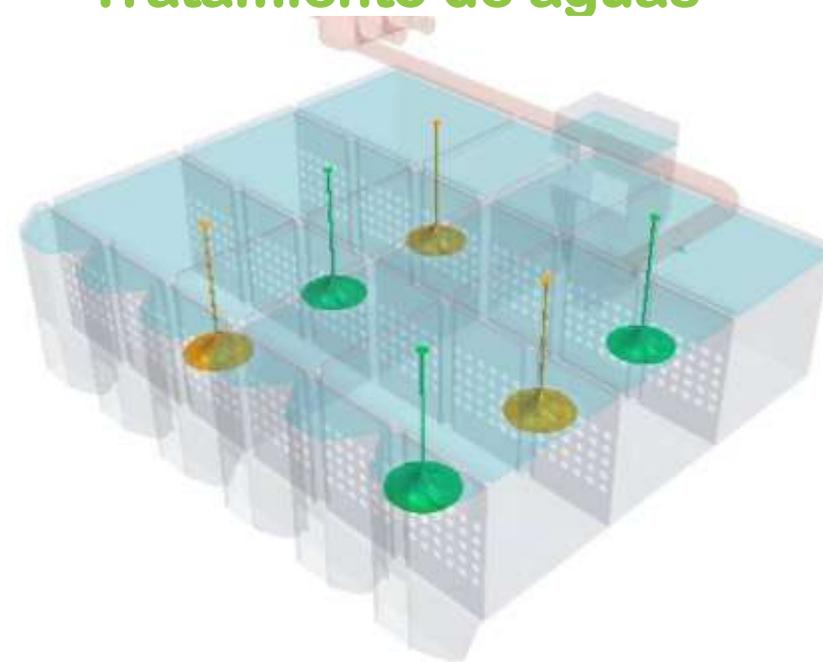
## ¿Quiénes son Isaeng?

Empresa de ingeniería experta en análisis y diagnóstico a partir del análisis de modelos computacionales

### Alimentos



### Servicios Públicos Tratamiento de aguas



## ¿Qué análisis se realizan?

Diagnostico

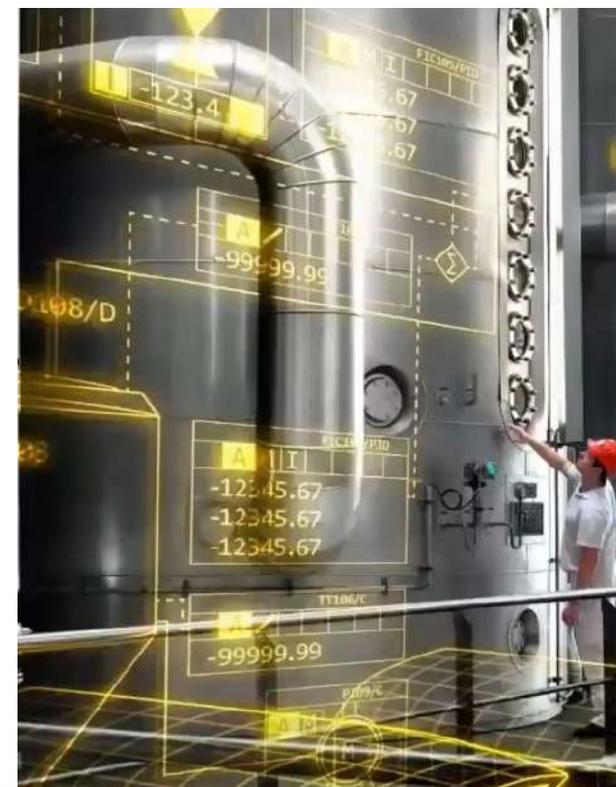
Optimización

Uso de herramientas computacionales de alta tecnología:

1. Elementos finitos FEA
2. Ingeniería de fluidos CFD

## En Resumen:

Uso de Digital Twins para el estudio de problemas de ingeniería



## Tendencias en la industria de tratamiento de aguas

## Contexto de Colombia



Posee el **5%** de la oferta hídrica mundial!!

Adecuada gestión del recurso hídrico:

- PTAP
- PTAR

## Contexto de Colombia

¿Como se percibe el manejo del recurso hídrico en la sociedad?

Empresas

Así ven a las empresas



Así ven al estado



Así ven al público



**Empresas que administran el recurso hídrico:**

**Grupo.epm**

Estado



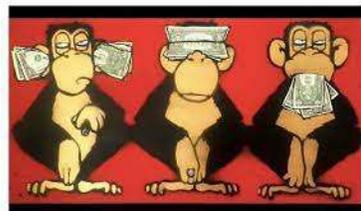
PTAP

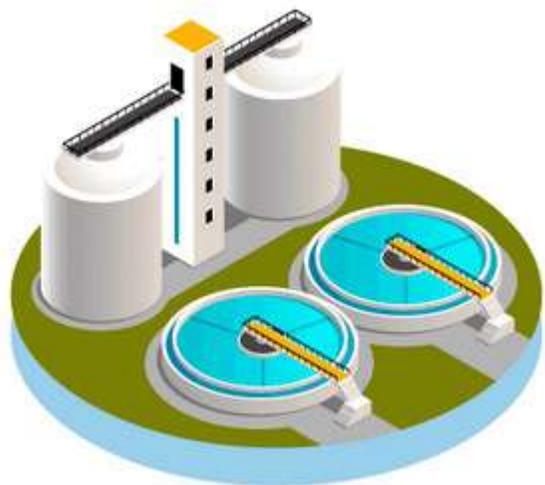


PTAR

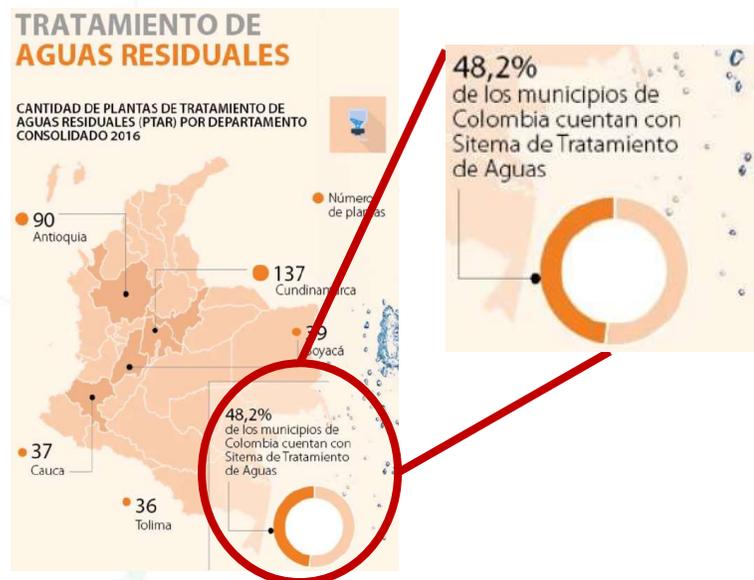


Público



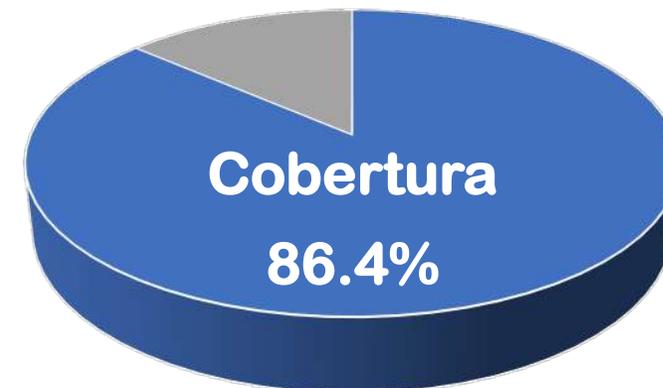


## Contexto de Colombia



Fuente: Diario la republica. Autor: Andres Venegas, 2018

## Agua Potable



Fuente: Dane, 2018

No se ha atendido la demanda en su totalidad, existe una gran oportunidad de crecimiento para lograrlo!

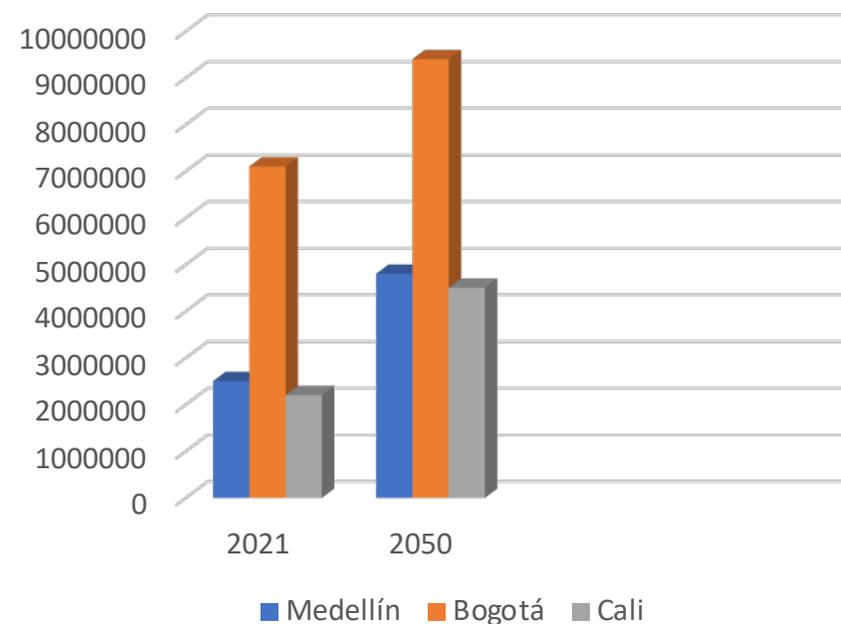
## Contexto de Colombia

A la cobertura parcial se le suma el aumento en la demanda durante los próximos años!!

Crecimiento del 6.35% de la población en los próximos 30 años



Medellín duplicará su población en los próximos 30 años



Fuente: CEPAL, 2016

## Contexto de Colombia

### En conclusión:

El mercado alrededor de la industria del tratamiento de agua es bueno en los próximos años:

- Falta cubrir la totalidad del mercado respecto a PTAP
- Existe un mercado insatisfecho respecto a las PTAR
- El crecimiento poblacional, especialmente en las zonas urbanas

## Tecnologías en Colombia



### Físicas:

Sedimentación

Filtración

### Químicas:

Coagulantes

PH

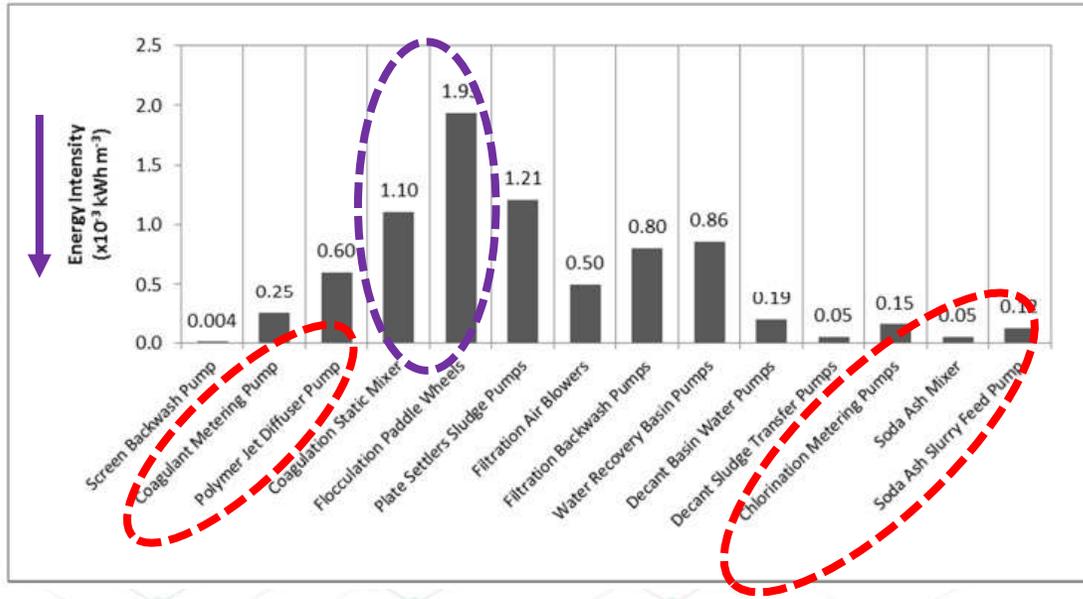
Cloro

### Biológicas:

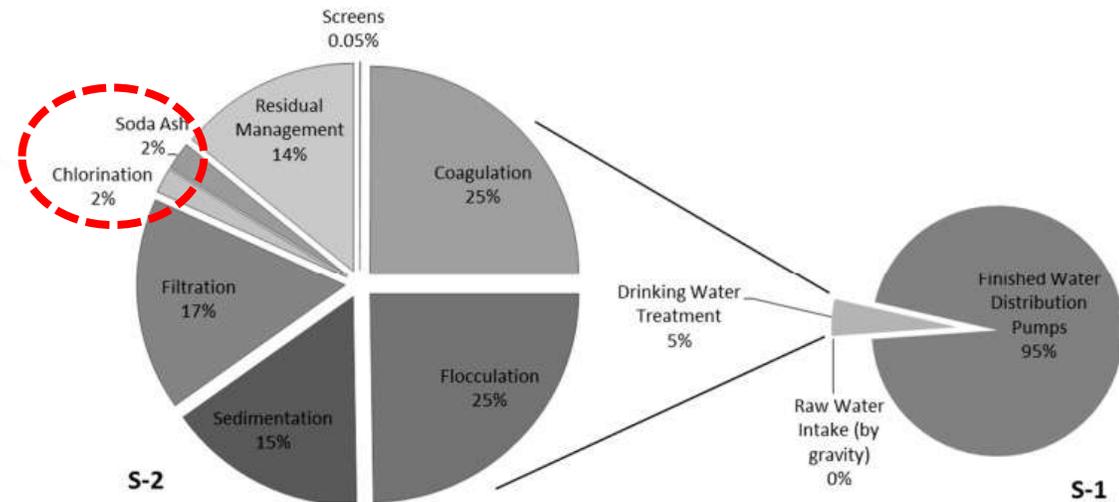
Fuentes puras

Embalses protegidos

## El futuro



## Consumo energético por proceso:



Fuente: Bukhary et al. *Design aspects, energy consumption evaluation, and offset of drinking water treatment operation*, 2020

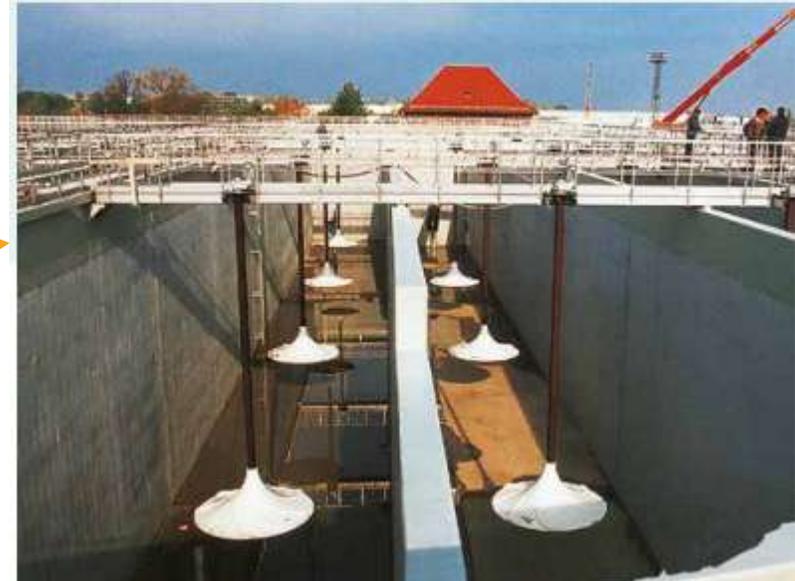
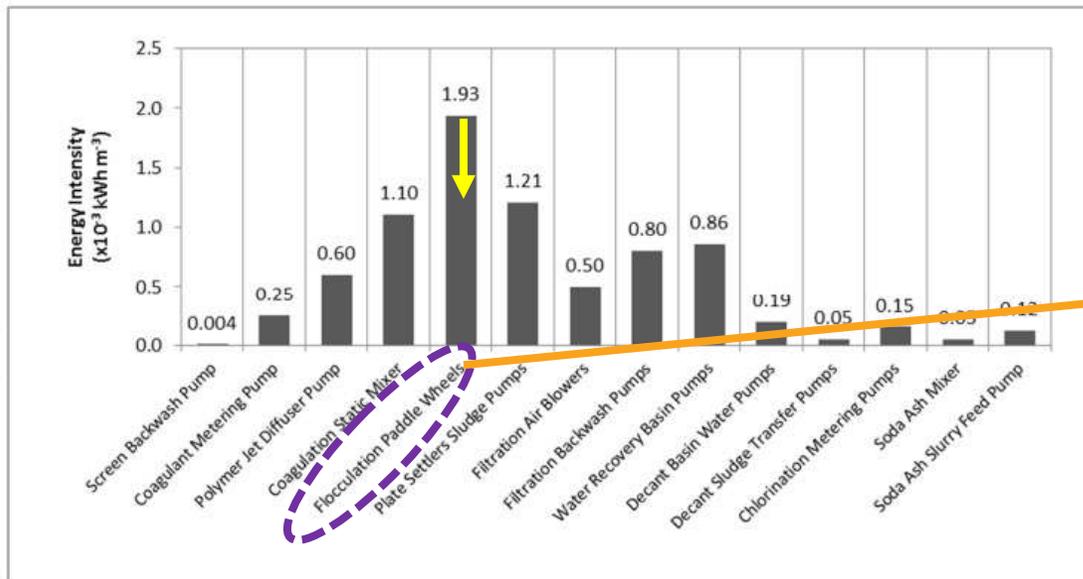
## Mejorar eficiencia:

- Reducir el uso de químicos
- Reducir el consumo energético

**¿Cómo suplir la demanda, y ser eficientes al tiempo?**

## ¿Desarrollo de nuevas tecnologías?

Tecnología nueva



## Desarrollo de nuevas tecnologías y procesos disruptivos a partir de ayuda computacional

3. implementación:



2. Desarrollo del digital twin:





## Digital Twin

## ¿Qué es un Digital Twin?

Herramienta de alta tecnología para mejorar la toma de decisiones

¿Como funciona?

Haciendo uso de la infraestructura digital para hacer una representación virtual un **producto o un proceso** con el propósito de simular su funcionamiento **optimo** e implementarlo **en el mundo real**



# ¿Qué es un Digital Twin?

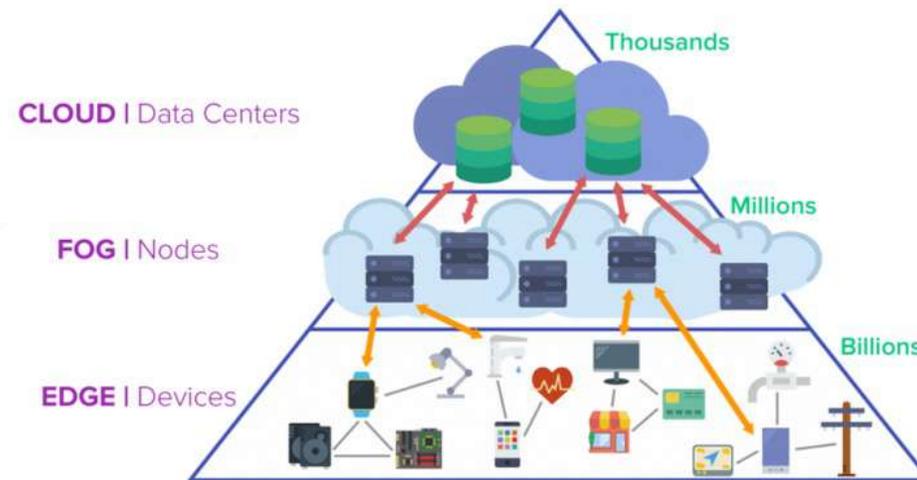
¿En que consiste?



Medición de información en tiempo real

Adquisición de datos por medio de sensores, mediciones en campo

Digitalización de la data y almacenamiento para uso posterior



Fuente: <https://erpinnews.com/fog-computing-vs-edge-computing>

## ¿Qué es un Digital Twin?

Adquisición de datos en tiempo real



Tratamiento de datos

Verificación de la información

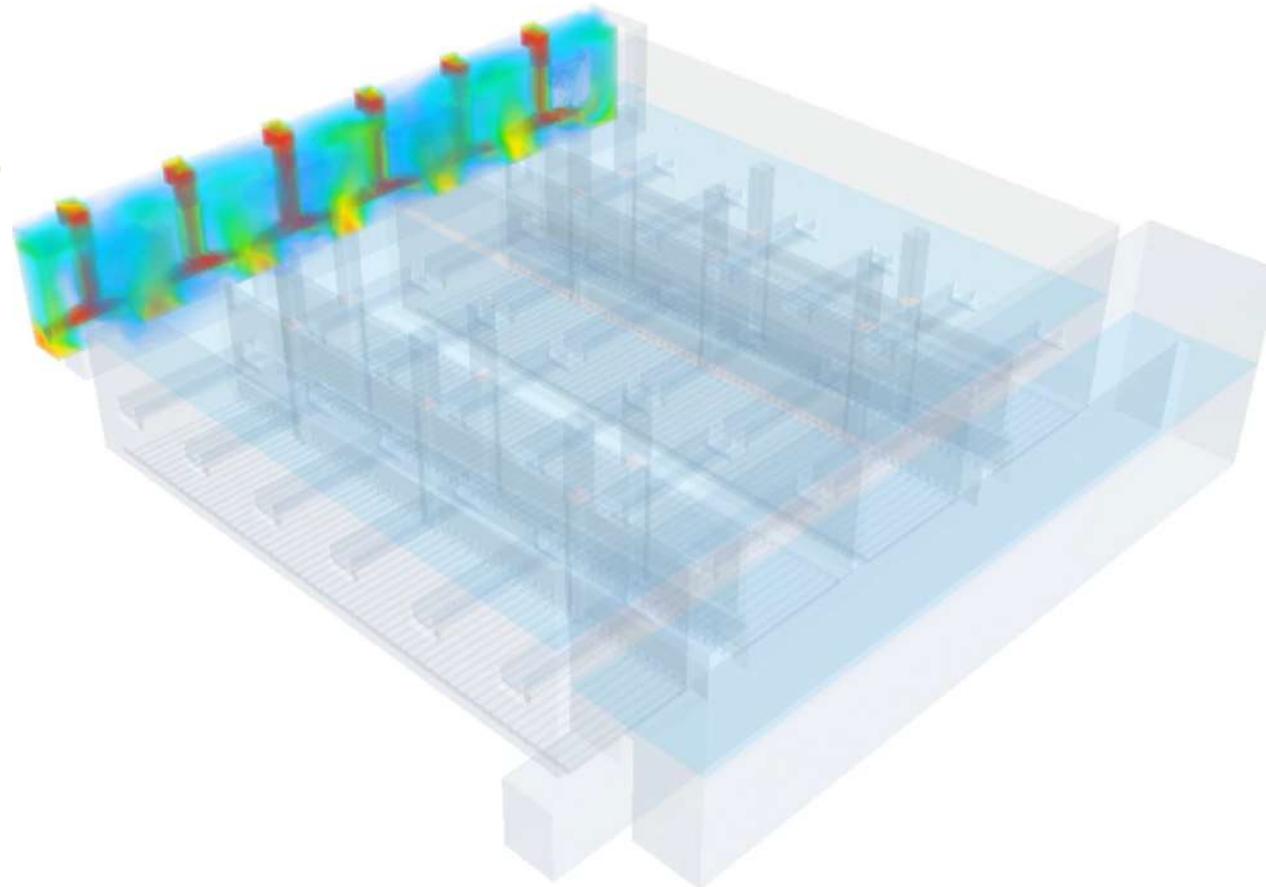
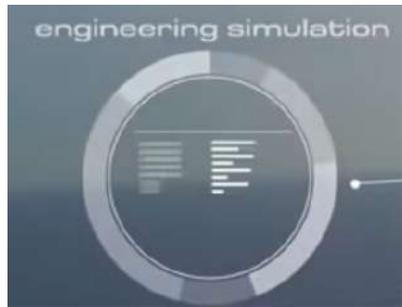
¿Es la data medida en campo confiable?

Asegurar la eficiencia de los procesos desde la adquisición de datos



# ¿Qué es un Digital Twin?

Simulación de alta tecnología

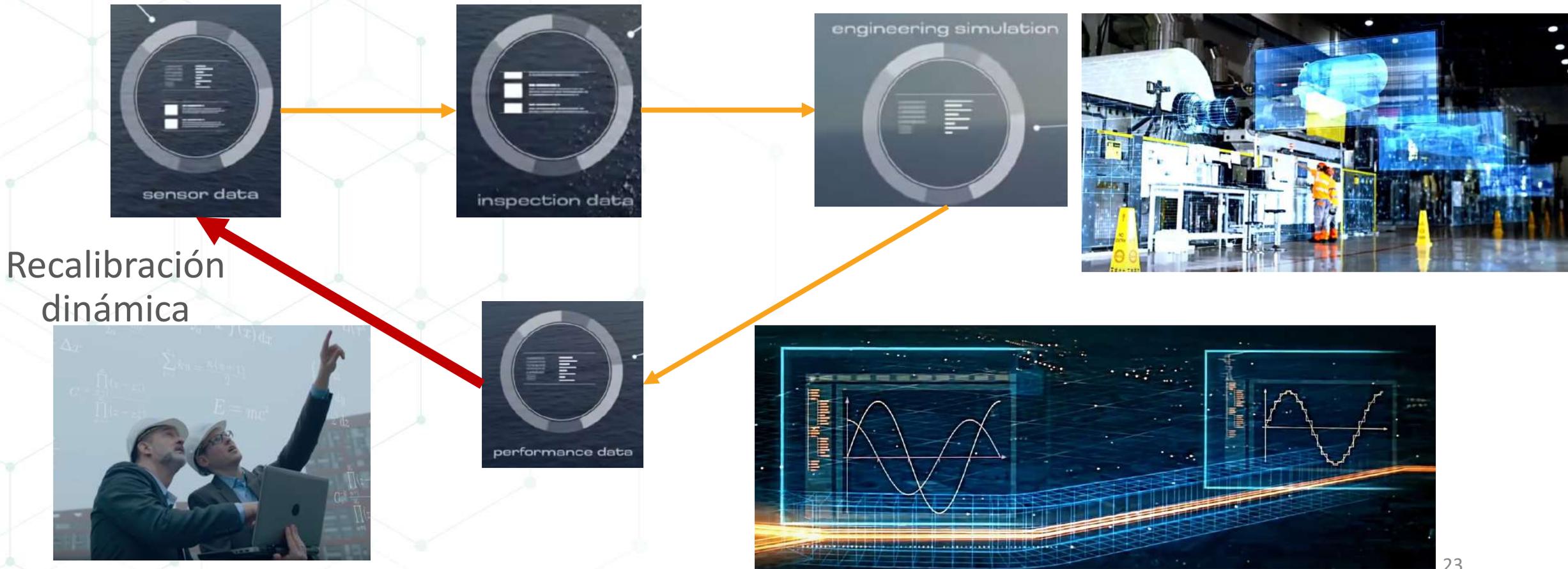


Modelos de alta  
resolución:

Simuladores de  
fluidos

# ¿Qué es un Digital Twin?

Adquisición de datos en tiempo real

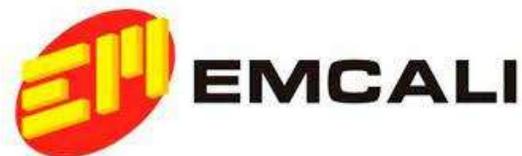


## ¿Qué es un Digital Twin?

¿Quién usa esta tecnología de punta en Colombia?



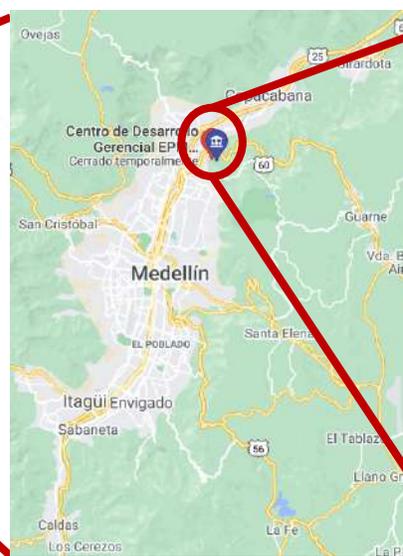
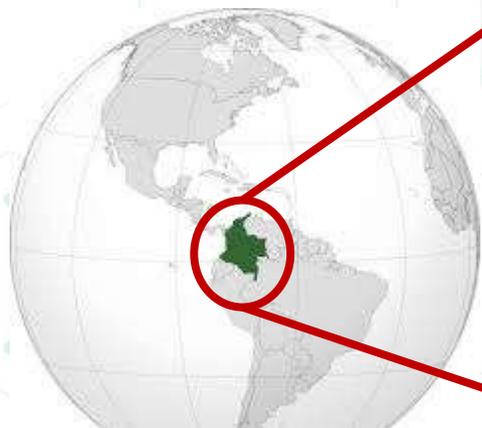
Solo la usan **empresas** comprometidas con diferenciarse y ser **mas eficientes**



**Uso de Digital Twins en EPM para la  
Gestión del Agua:  
Caso de estudio PTAP Manantiales**

# Caso de estudio Manantiales

## PTAP Manantiales



Construcción: 1985

Caudal de diseño:  $9.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Caudal medio de operación:  $4.3 \text{ m}^3/\text{s}$

## Caso de estudio Manantiales

### PTAP Manantiales

6 Filtros



6 Sedimentadores

6 Floculadores

1 Canal de coagulación  
y distribución

### Objetivos:

Mejorar la eficiencia de la planta y  
aumentar su capacidad instalada

### Como:

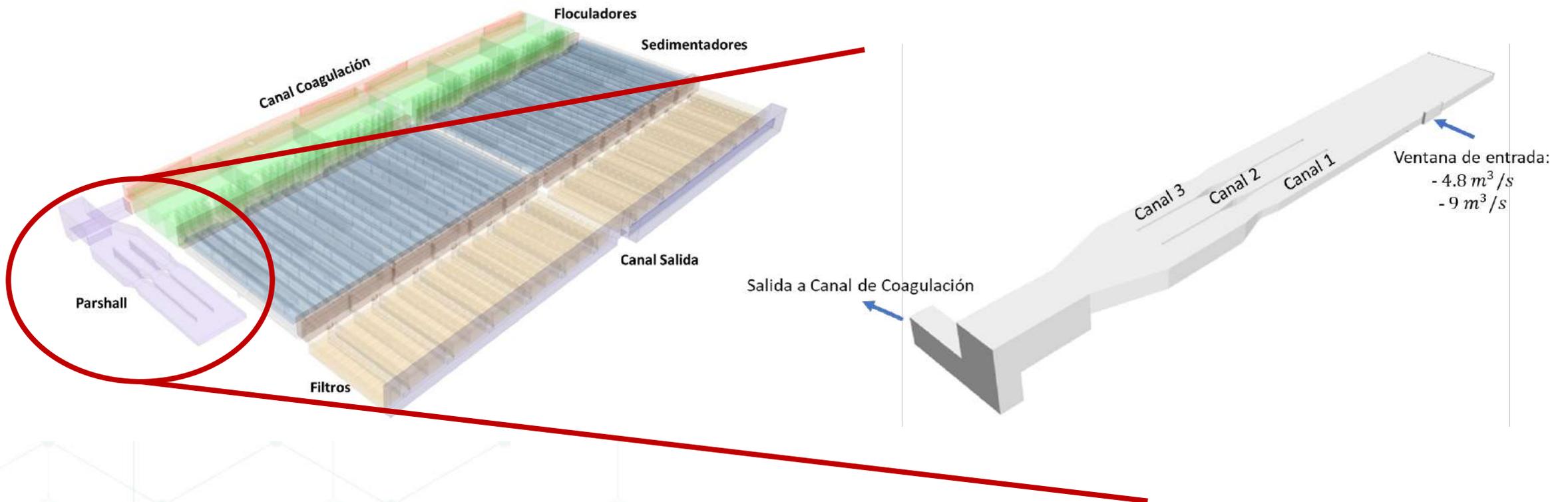
Análisis de las condiciones  
hidrodinámicas

Prediciendo el  
comportamiento de las  
nuevas unidades de proceso

# Digital Twin de Manantiales

## Paso 1: Planta Virtual

### Análisis respecto al Canal Parshall



# Digital Twin de Manantiales

## Paso 1: Planta Virtual

Condiciones de operación:

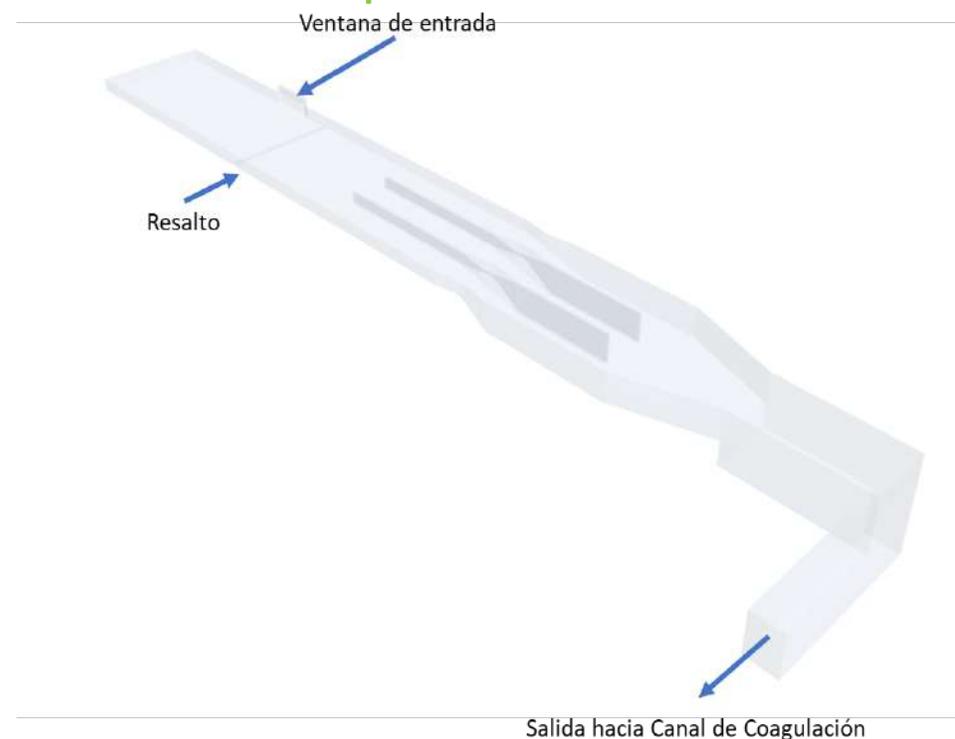
$$4.8 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nivel de detalle:

Predecir la superficie libre del agua

Predecir la distribución de caudales por canal

## Análisis respecto al Canal Parshall



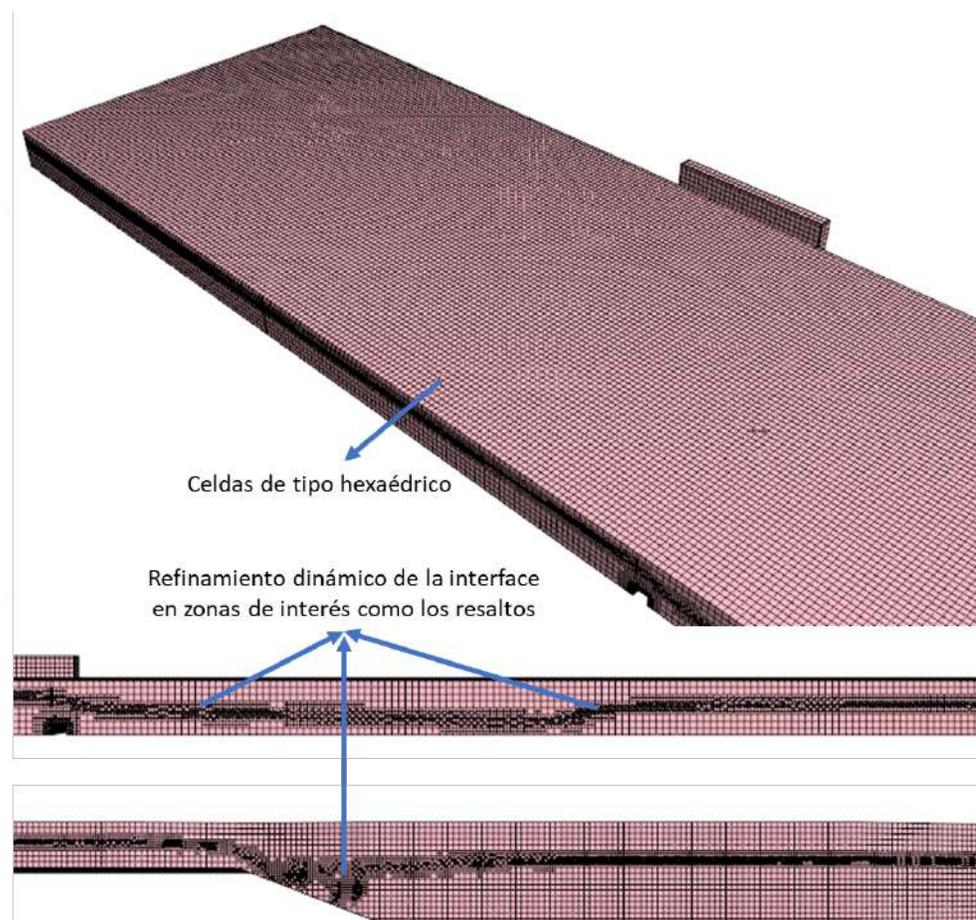
# Digital Twin de Manantiales

## Paso 1: Planta Virtual

### Discretización espacial:

Estrategia de discretización avanzada:

- Refinamiento dinámico justo en la superficie libre de agua
- Interés en capturar la influencia de los resaltos en las dinámica de flujo



## Digital Twin de Manantiales

### Paso 2: Análisis de resultados

Predicción detallada de las dinámicas de flujo:  
Modelamiento de la superficie libre del agua



Caso de  $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$

Se captura la influencia del resalto hidráulico



## Digital Twin de Manantiales

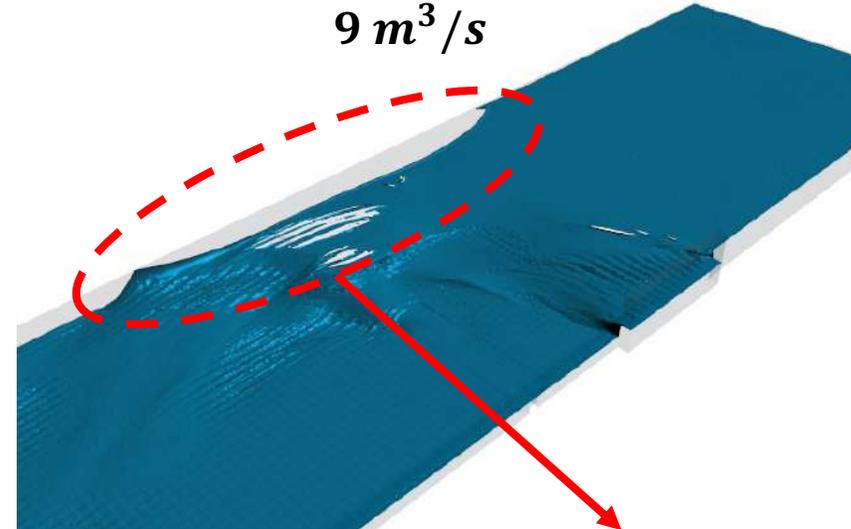
### Paso 2: Análisis de resultados

Análisis de las causas de los fenómenos hidrodinámicos

$4.8 \text{ m}^3/\text{s}$



$9 \text{ m}^3/\text{s}$



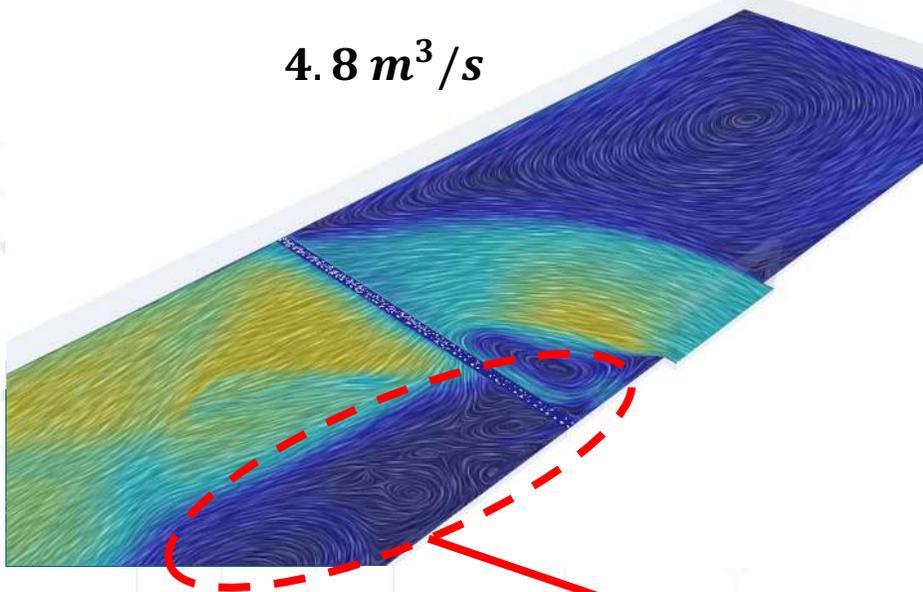
Predicción rebose  
del agua!

## Digital Twin de Manantiales

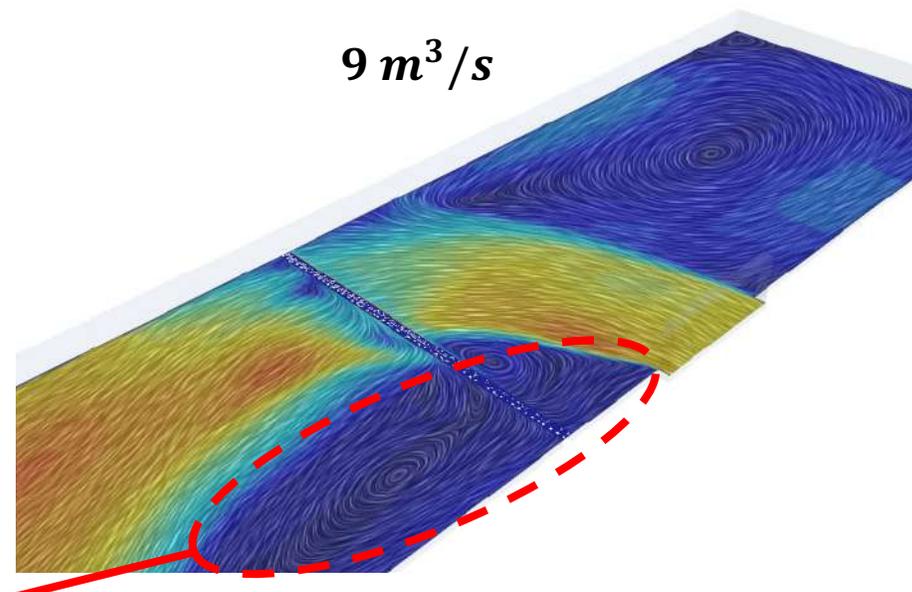
### Paso 2: Análisis de resultados

Análisis de las causas de los fenómenos hidrodinámicos

$4.8 \text{ m}^3/\text{s}$



$9 \text{ m}^3/\text{s}$



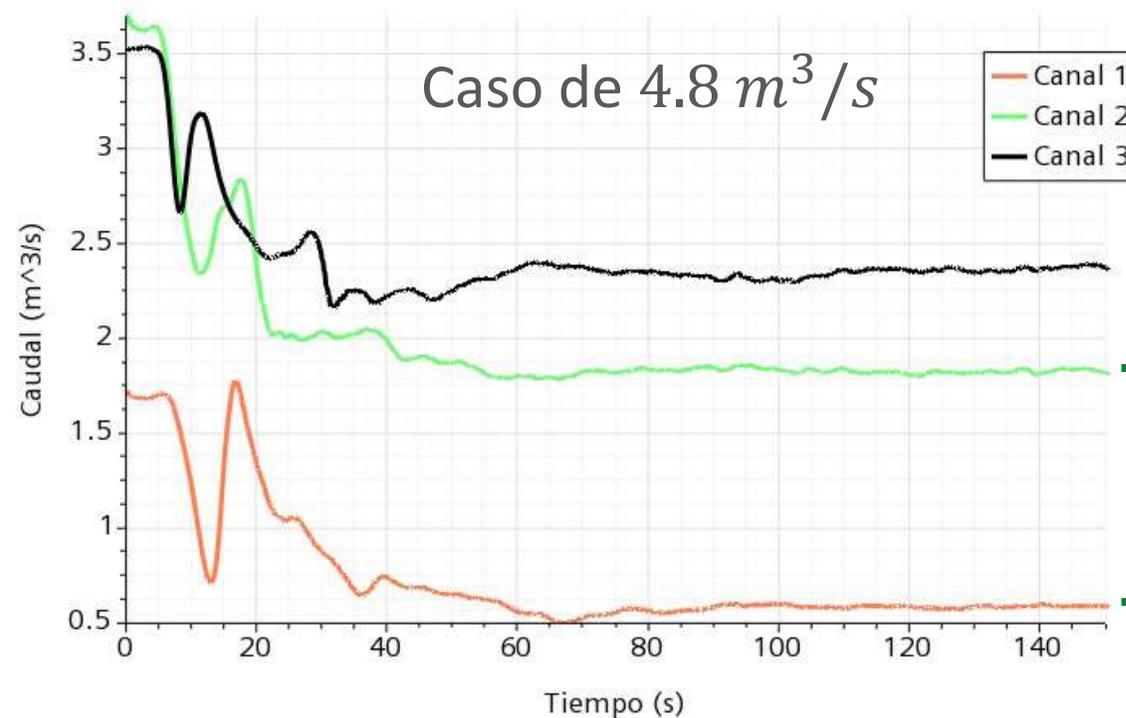
Dinámicas de separación de flujo

Problemáticas?

# Digital Twin de Manantiales

## Paso 2: Análisis de resultados

Influencia de la separación de flujo en la entrada al sistema



Cuantificación de la diferencia de flujos por canal

## Digital Twin de Manantiales

### Paso 3: Propuesta de soluciones

¿Que consecuencias tiene este fenómeno?

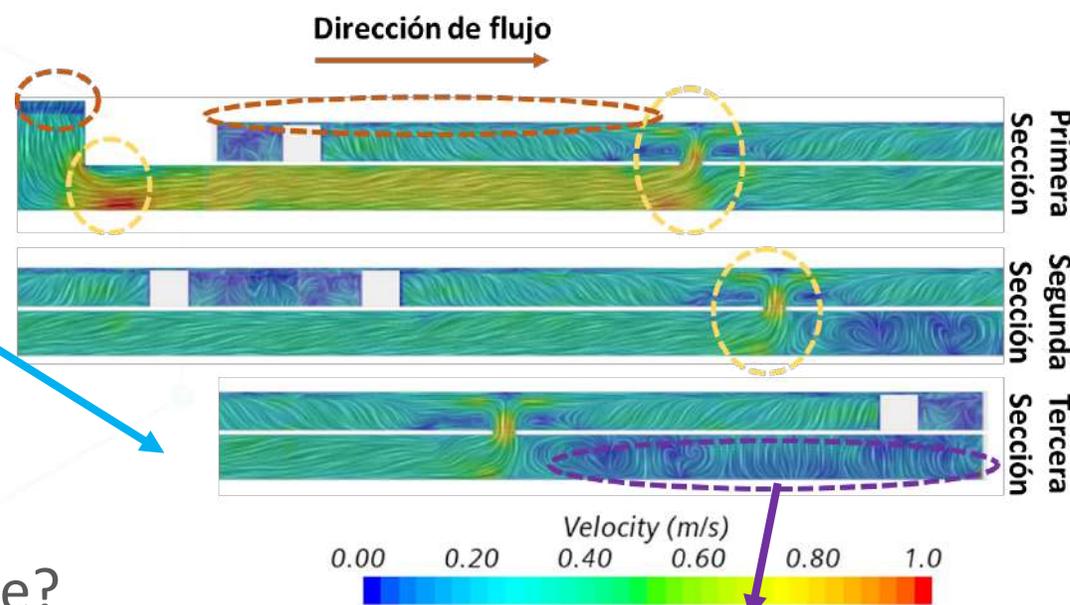
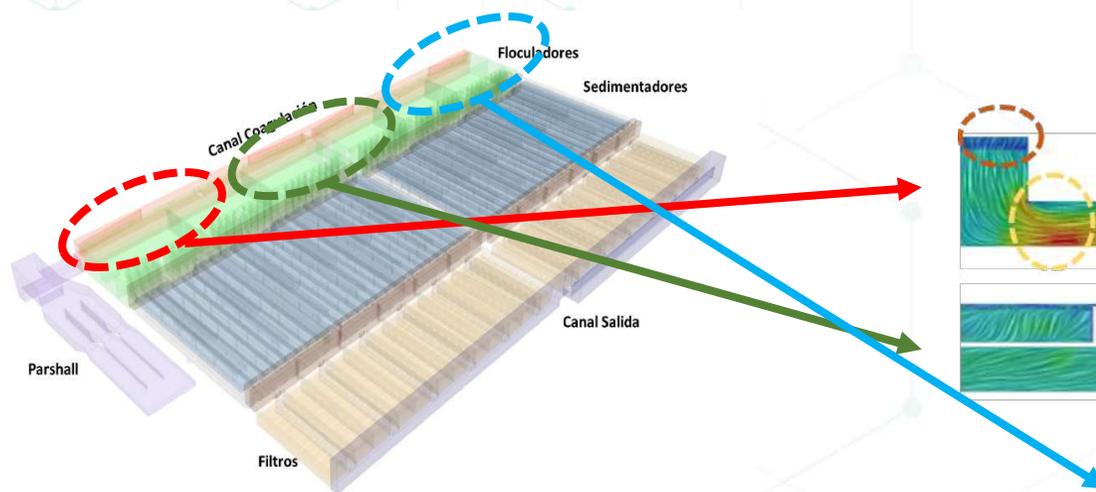
- ¿Será necesario reformular la inyección de químicos por canal?
- ¿Cuál es el desgaste estructural por canal debido al manejo de flujos no uniformes?
- A futuro, operando al máximo caudal de diseño ¿Es necesario operar con las otras dos compuertas? ¿Se seguirá derramando el flujo?

**Todas estas preguntas pueden ser respondidas también por medio de Digital Twins**

# Digital Twin de Manantiales

Resultados en el resto de la planta

Patrones de flujo



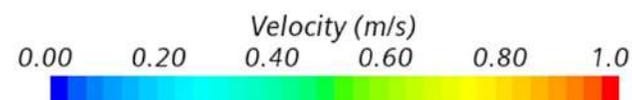
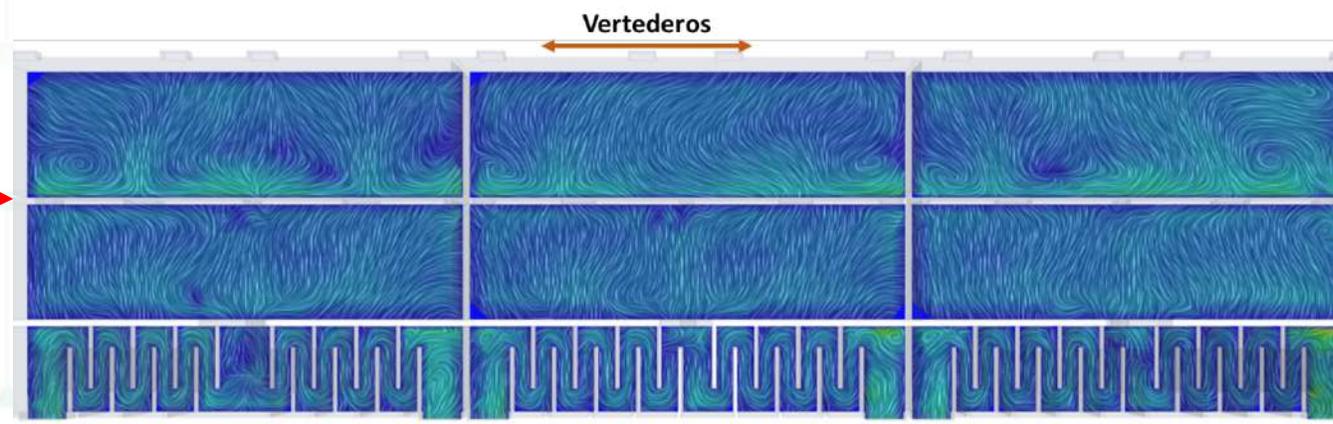
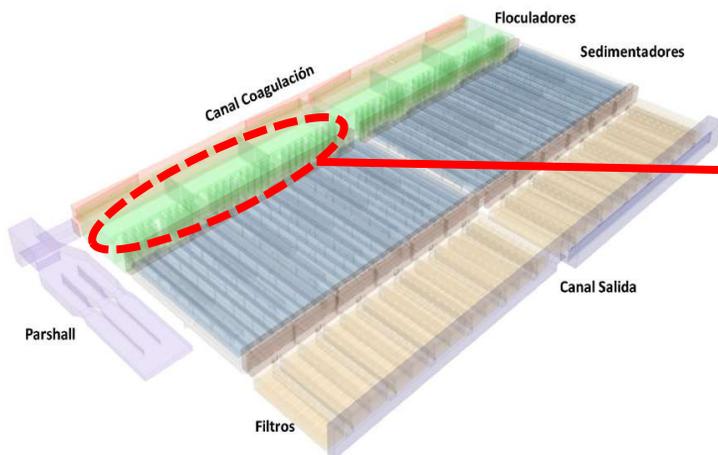
¿Cuánto tiempo toma en llenarse?

El llenado, ¿afecta la dinámica de distribución de flujos en toda la planta?

Zona muerta donde hay acumulación indeseada de lodos

# Digital Twin de Manantiales

Resultados en el resto de la planta  
Patrones de flujo

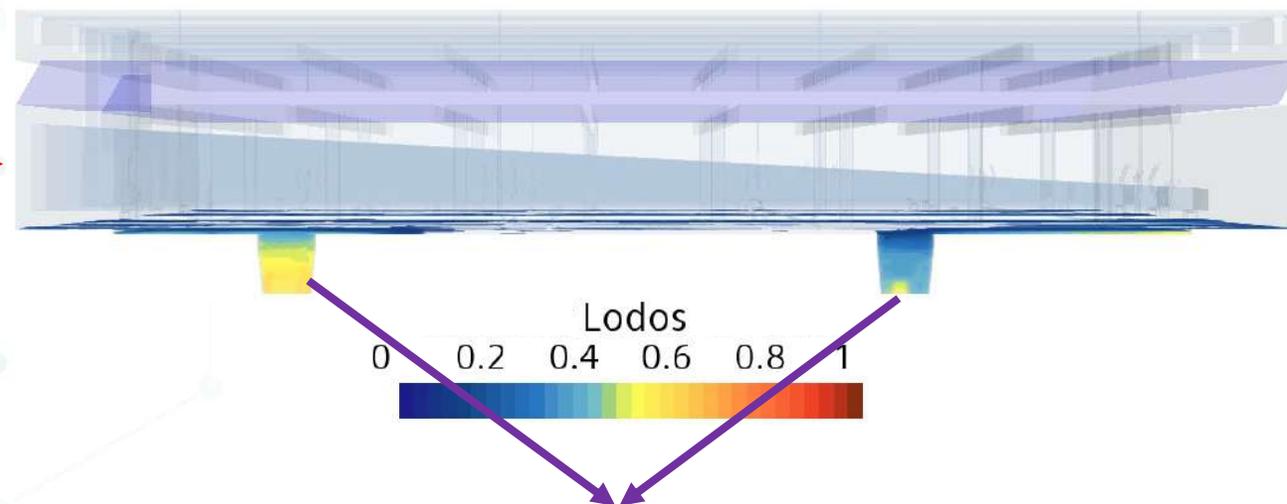
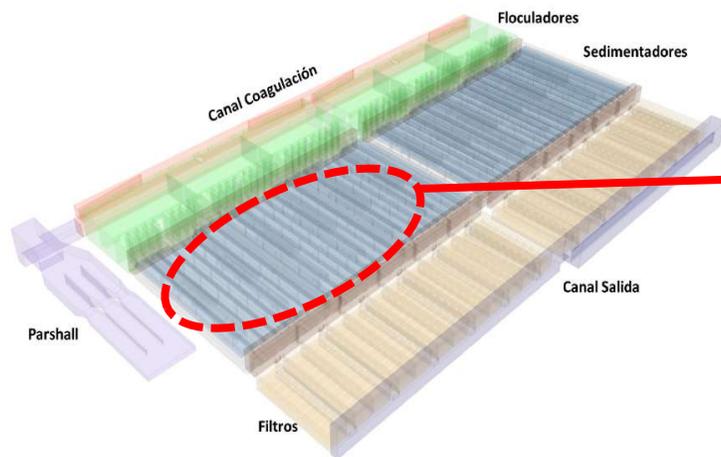


¿Las velocidades locales fomentan la floculación?

# Digital Twin de Manantiales

Resultados en el resto de la planta

Sedimentación de lodos

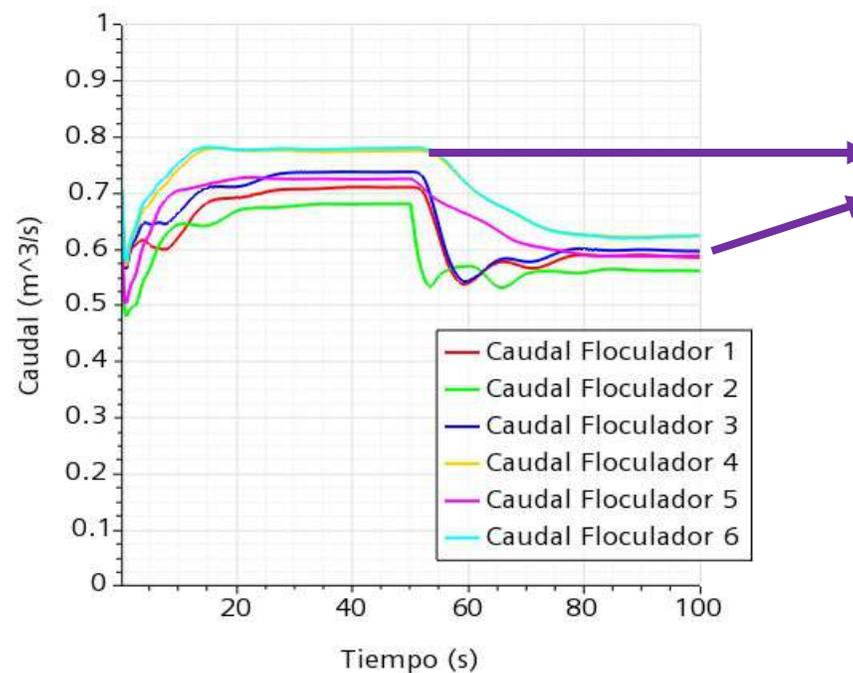
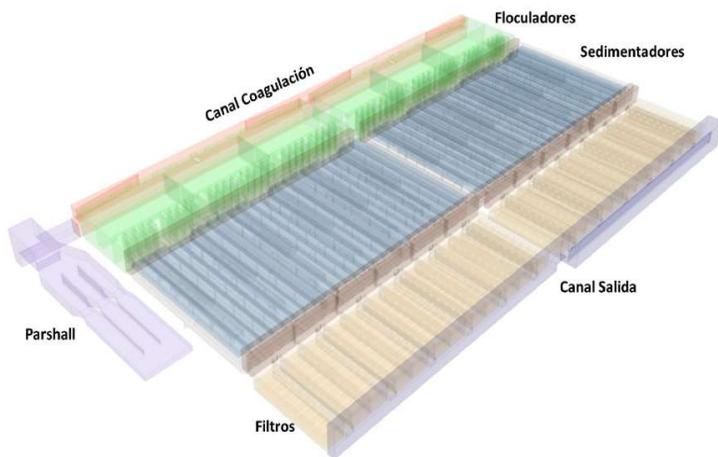


¿Es posible calcular una correlación de tiempo de saturación de lodos en función del caudal para optimizar la limpieza?

¿Cuánto tiempo transcurre para que se llenen las tolvas de extracción?

# Digital Twin de Manantiales

Resultados en el resto de la planta  
Oportunidades de optimización



¿Por qué los caudales no son uniformes?

¿Qué correcciones de diseño permitirán uniformizar los caudales mejorando la eficiencia?

## Conclusiones



- Exploración de nuevas alternativas a partir del Digital Twin que permitan mejorar la eficiencia del proceso
- Digital Twins de procesos y unidades en fase de diseño permiten una detección temprana de oportunidades de mejora



- La automatización de la planta mediante la implementación de Digital Twins permitiría predecir y anticipar la toma de decisiones

**¡Gracias!**  
por ser parte de la  
**comunidad Innovar +**



Grupo.epm