

GEMELO DIGITAL COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTION DE LA RED DE AGUA POTABLE: CASO TRINIDAD ALTO

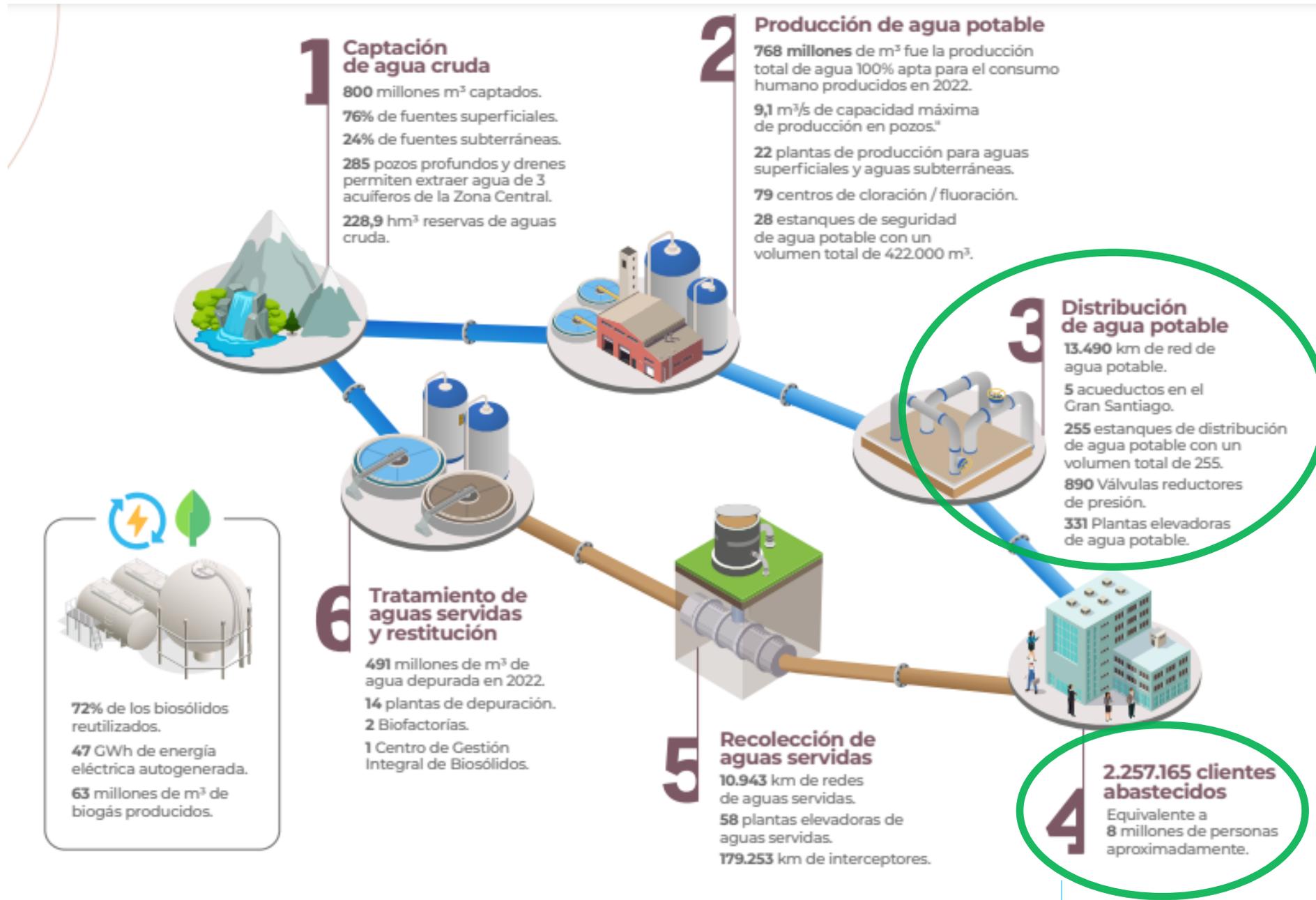
Jhonier Santamaria Neira
Jefe SIG y Modelos Matemáticos
Gerencia Planes – Aguas Andinas

Noviembre 2023

1. Contexto

Ciclo Integral del Agua

- 160 sectores de distribución
- 890 válvulas reguladoras
- 255 estanques
- 176 DMA
- 97 mil válvulas de corte
- 24 mil grifos
- 1 332 000 arranques
- 421 Puntos Control Presión
- 1170 data loggers presión y caudal
- 8000 kilómetros Red de arranques



1. Contexto

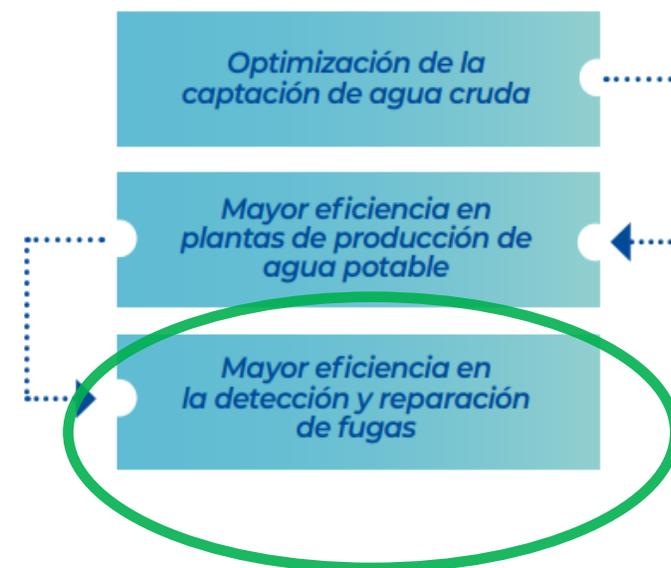
Como Enfrentamos el Cambio Climático y sus efectos?

En 2021 comenzó a ejecutar su Plan de Sequía y Resiliencia Operacional, un compromiso con la autoridad que contempla medidas de eficiencia hídrica para asegurar el mejor aprovechamiento de los recursos de agua cruda y el desarrollo de distintas obras de infraestructura destinadas a robustecer el abastecimiento de agua potable y aumentar la autonomía ante eventos de extrema turbiedad. Alrededor de **un 30,79%** del agua potable producida por la empresa termina como agua no contabilizada o no facturada, concepto que abarca usos sociales legítimos, extracción de agua para el control de incendios, roturas en la red, subcontaje en medidores, lavado de la red, fraude y apertura irregular de grifos

Eficiencia hídrica

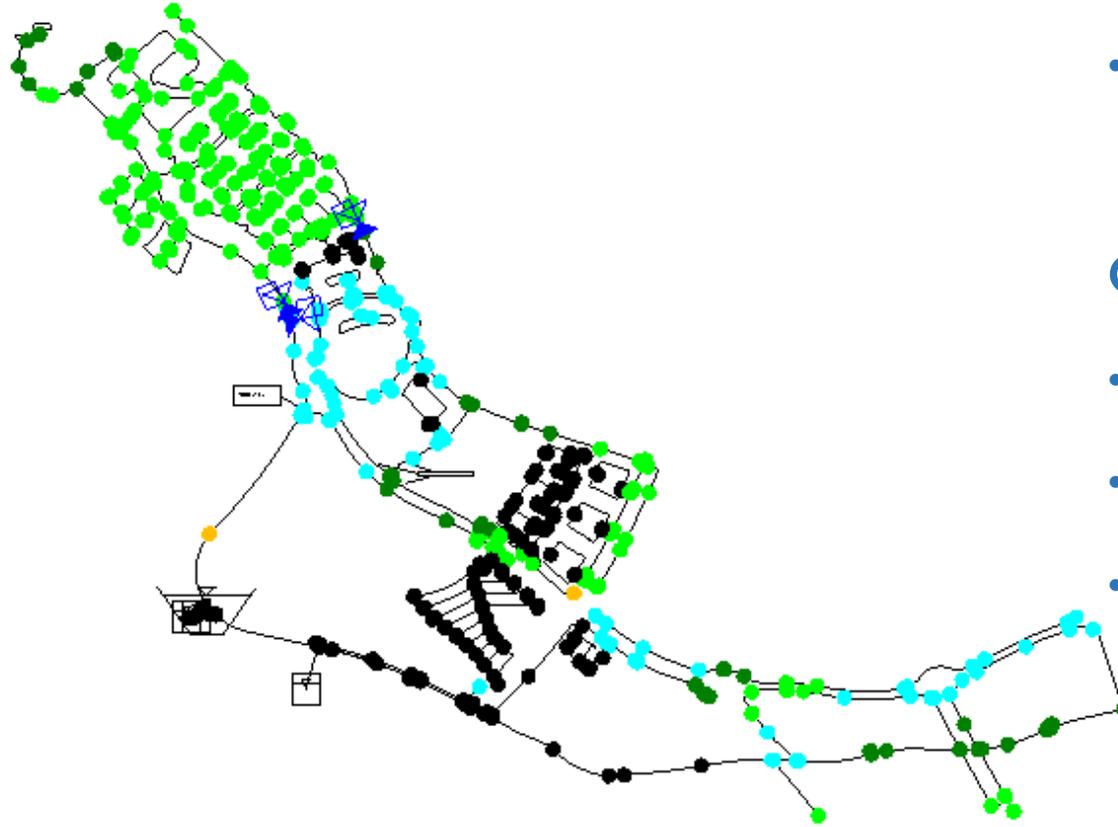


Gracias a su práctica de medir el uso del agua en toda la empresa ha podido delinear acciones concretas para aumentar la eficiencia de su gestión hídrica, lo que disminuye el volumen de agua cruda necesaria para satisfacer una misma demanda. Estas acciones se han concentrado en torno a tres focos:



1. Contexto

Que uso le damos a los Modelos Matemáticos actualmente?



78 Modelos
Simulaciones Estáticas
($Q_{\text{Máx.}}$, $Q_{\text{min.}}$,
 $Q_{\text{incendios}}$) WaterCad

Planificación

- Definición de refuerzos hidráulicos,
- Sectorizaciones y mejoras topológicas.

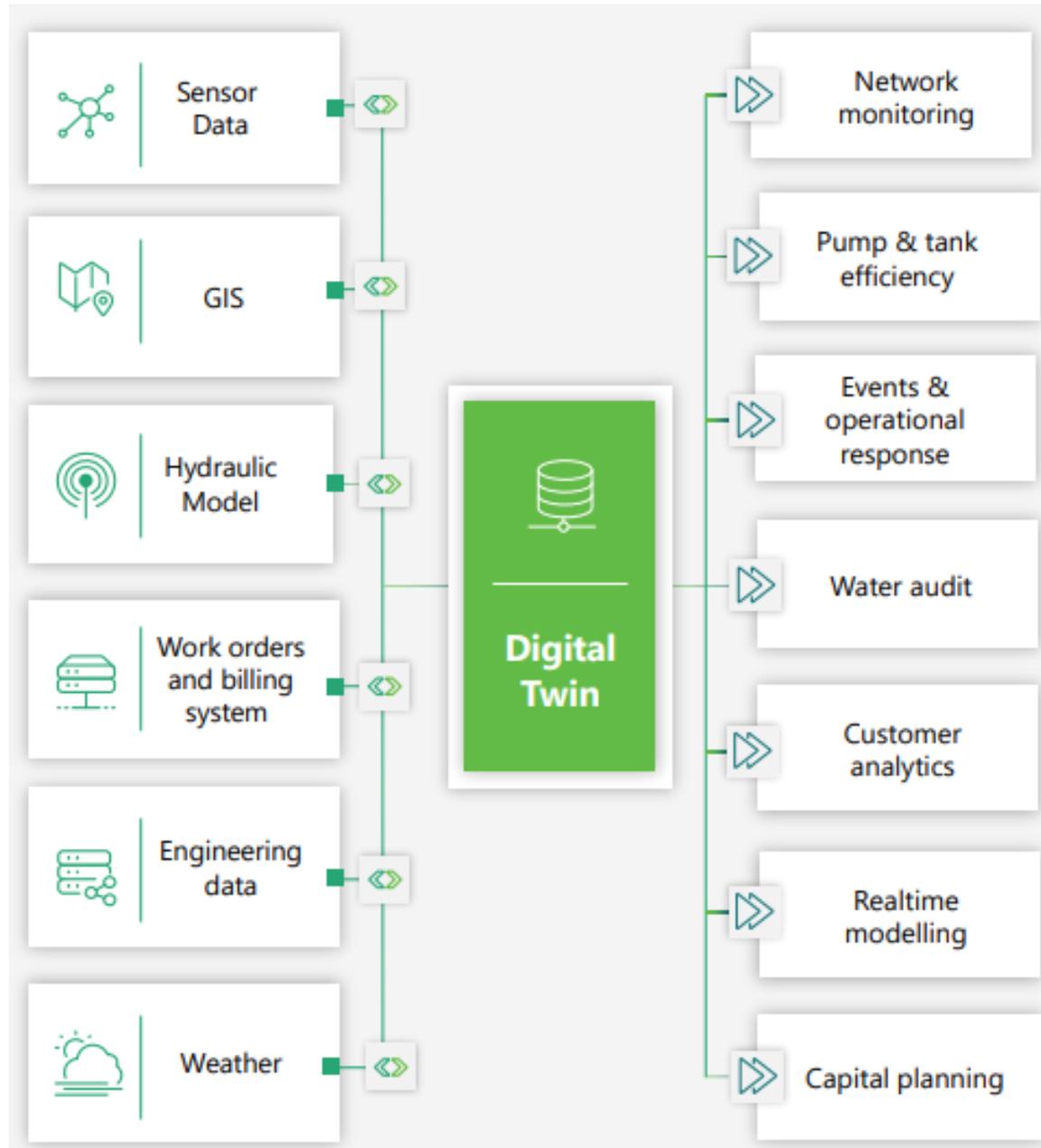
Operaciones

- Simulación de cortes de suministro
- Ajustes de los límites de la Sectorización.
- Inyección de Gas Helio para la detección de fugas.



1. Contexto

¿Qué es un Gemelo Digital?

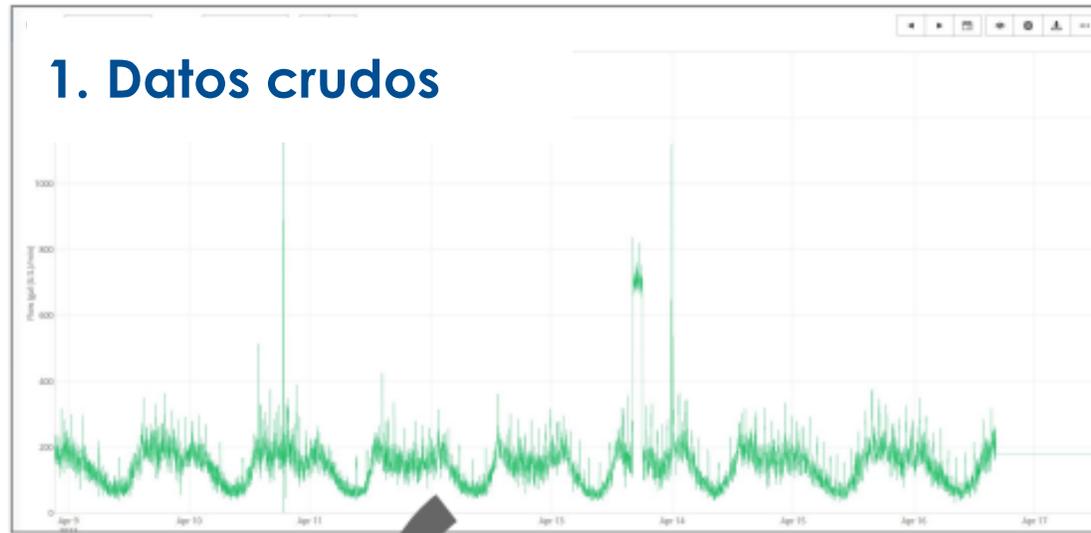


- ✓ Simulación Periodo Extendido
- ✓ Construcción automática de Patrones
- ✓ Balance de agua
- ✓ Configuración de Alertas en tiempo real
- ✓ Predicción comportamiento hidráulico



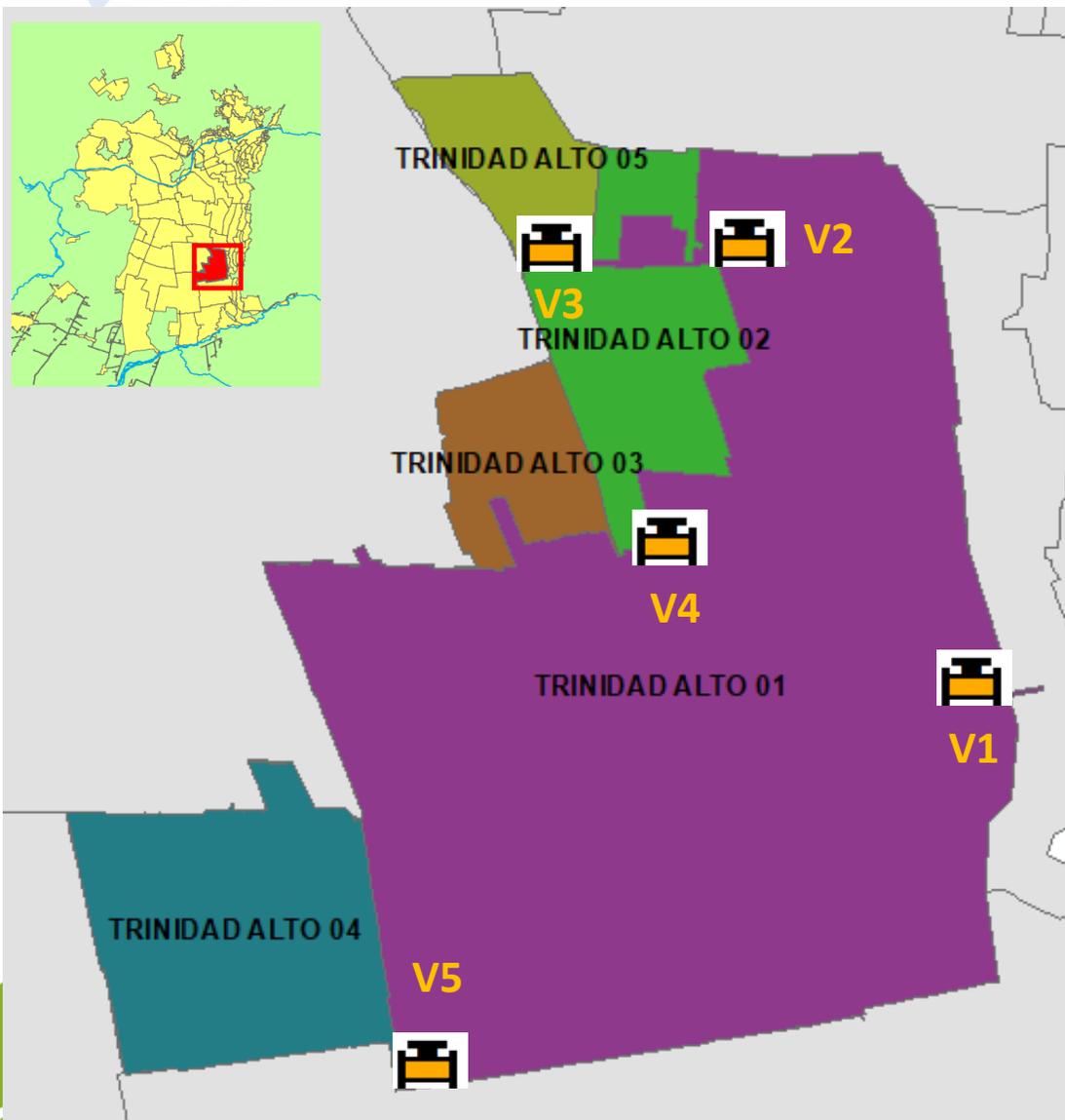
1. Contexto

CREACION DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO HIDRAULICO



2. Piloto

Sector TRINIDAD ALTO



- ✓ **Importación Modelo Hidráulico y consumos** Modelo WaterCad PER21 y Estadística de consumos mensuales por cliente año 2022-2023
- ✓ **Integración de sensores SCADA** 22 sensores (13 presión, 3 Caudal, 3 Nivel y 3 Volumen) y 3 meses de estadística).
- ✓ **Plataforma WaterSight** Bentley



ESTANQUE:

N°	NOMBRE	VOLUMEN (m ³)	TIPO	COTA RADIER (msnm)	COTA NIVEL MÁXIMO (msnm)
E1	TRINIDAD ALTO 1	11.000	SEMIENTERRADO	688,6	695,3
E2	TRINIDAD ALTO 2	11.000	SEMIENTERRADO	688,6	695,3
E3	TRINIDAD ALTO 3	11.000	SEMIENTERRADO	688,6	695,3



VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN:

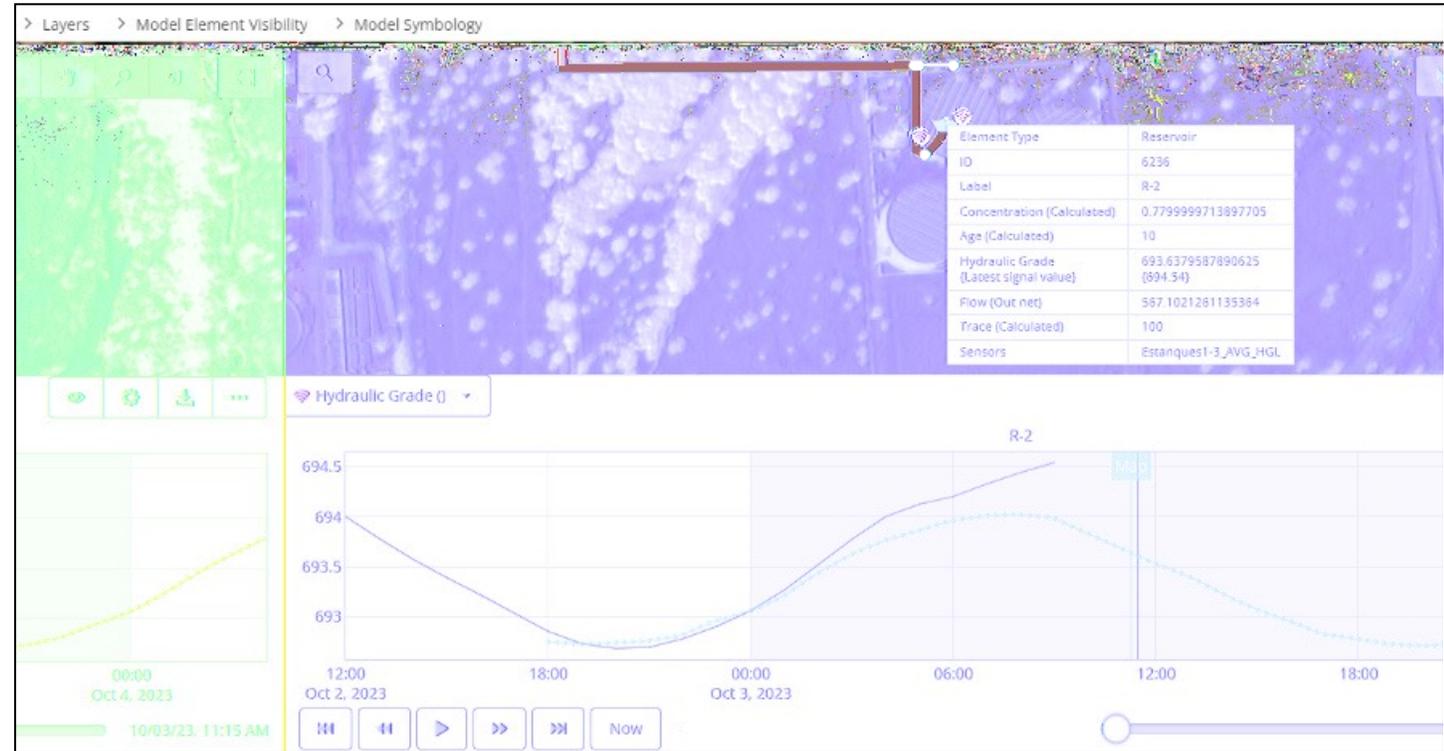
N°	NOMBRE	COTA (msnm)	SUBSECTOR DE REGULACIÓN
V1	LAS TINAJAS	659,29	TRINIDAD ALTO 1
V2	OROMPELLO	624,74	TRINIDAD ALTO 2
V3	NAZARIO CHACÓN	603,27	TRINIDAD ALTO 3
V4	ROJAS MAGALLANES	620,72	TRINIDAD ALTO 2
V5	SAN JORGE	645,34	TRINIDAD ALTO 4



2. Piloto

VENTAJAS DEL GEMELO DIGITAL

- ✓ Configuración y calibración del Modelo Hidráulico en periodo extendido.
- ✓ Ajuste automático de condiciones de frontera en tiempo real .
- ✓ Simulación retrospectiva y predictiva



3. Resultados

CALIBRACION EN PERIODO EXTENDIDO – Ajustes Topológicos



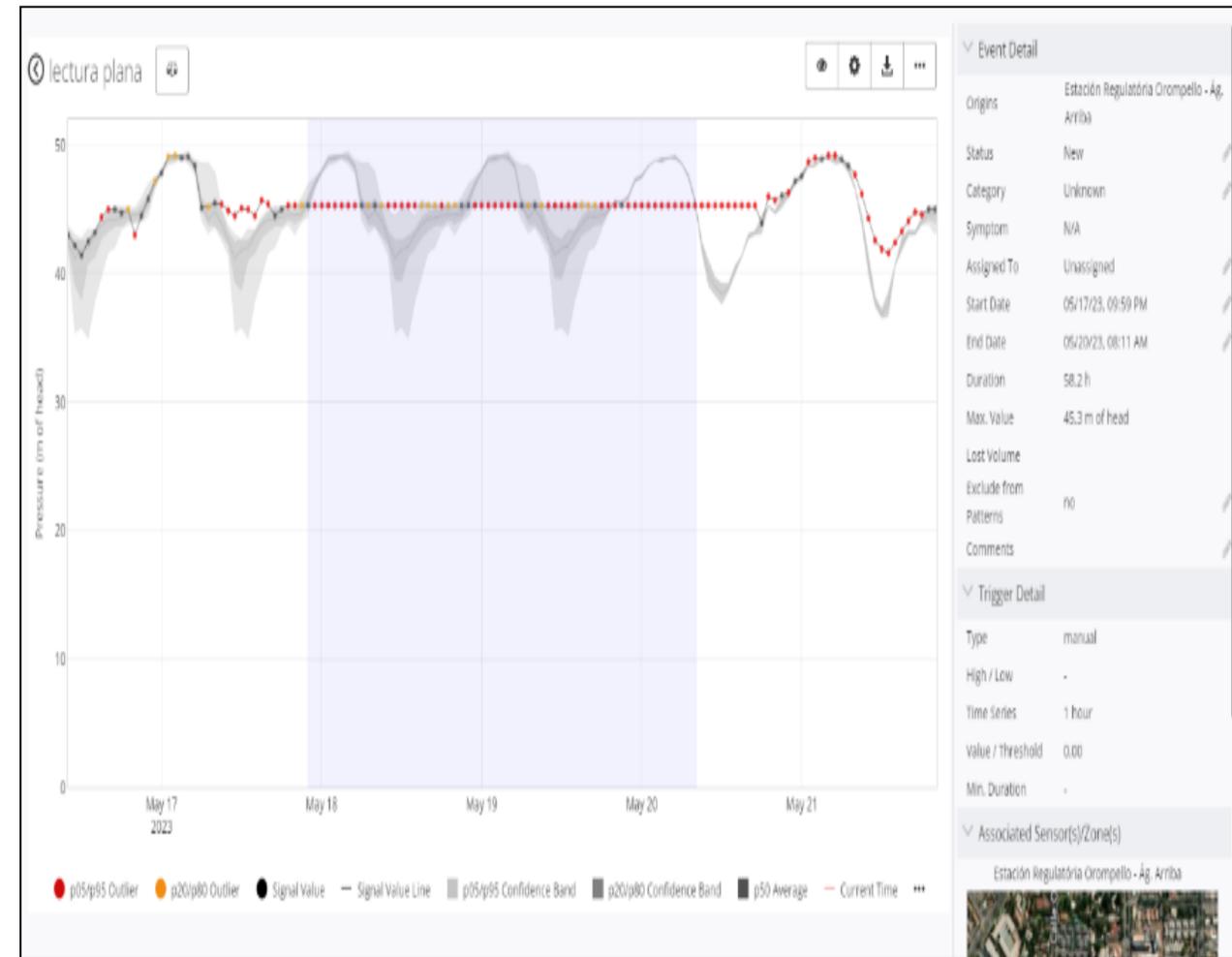
Durante el ajuste se identificó que las presiones modeladas en PCP Santa Helena eran muy diferentes a las registradas en el campo (diferencia aproximada de 25 m.c.a)



3. Resultados

CREACION DE ALERTAS

- ✓ **Alertas por lecturas planas** (Mal funcionamiento o desconexión de un sensor)
- ✓ **Alertas con base a valores esperados** (En función de los patrones de comportamiento estimados).
- ✓ **Configuración de Escenarios hipotéticos** (simulación de cortes programados, roturas, calidad de agua entre otros).

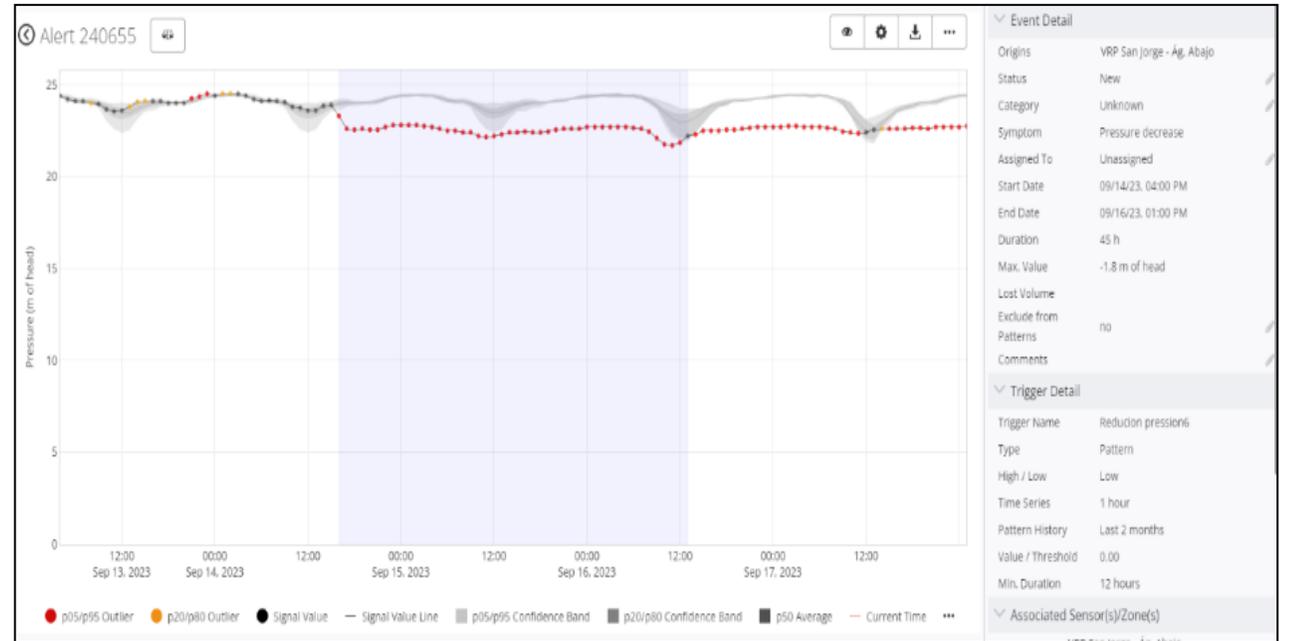


En la figura se aprecia un evento generado en el Gemelo por una lectura plana de presión con una duración de al menos 58 horas. Este tipo de alerta puede ser asignada automáticamente en el sistema al equipo indicado, por ejemplo, el equipo a cargo del mantenimiento y monitoreo de los dispositivos de telemetría.

3. Resultados

CREACION DE ALERTAS

- ✓ **Alertas por lecturas planas** (Mal funcionamiento o desconexión de un sensor)
- ✓ **Alertas con base a valores esperados** (En función de los patrones de comportamiento estimados).
- ✓ **Configuración de Escenarios hipotéticos** (simulación de cortes programados, roturas, calidad de agua entre otros).



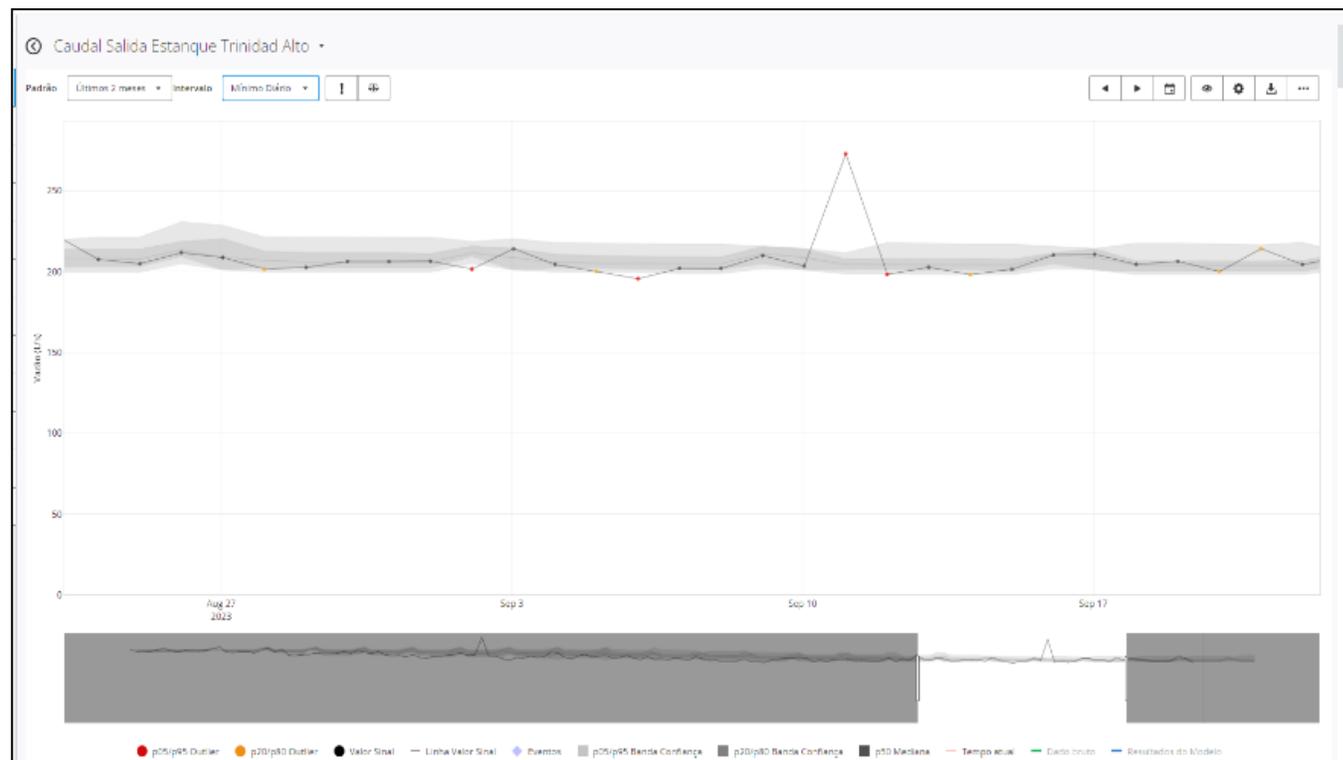
Reducción de presión en VRP San Jorge. Se apreció un evento generado por una alerta configurada para detectar desviaciones de presión por debajo del patrón de comportamiento esperado (bandas de color gris) para la serie de 2 meses, durante al menos 12 horas.



3. Resultados

CREACION DE ALERTAS

- ✓ **Alertas por lecturas planas** (Mal funcionamiento o desconexión de un sensor)
- ✓ **Alertas con base a valores esperados** (En función de los patrones de comportamiento estimados).
- ✓ **Configuración de Escenarios hipotéticos** (simulación de cortes programados, roturas, calidad de agua entre otros).



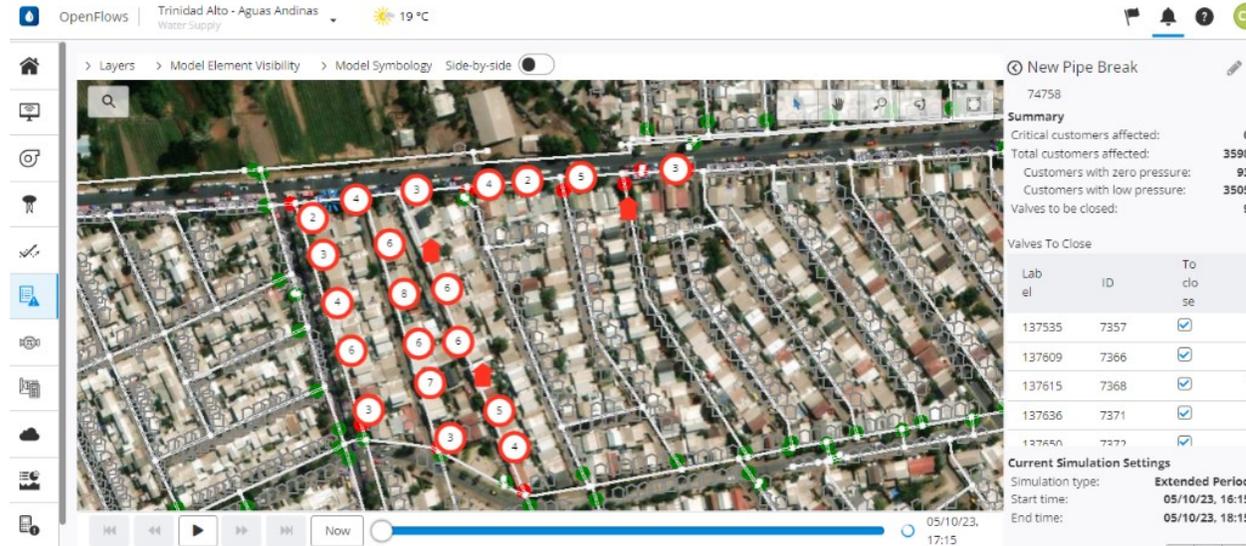
Incremento de caudal mínimo diario en sector Trinidad Alto
El Gemelo Digital también monitorea variables estadísticas como el caudal mínimo diario, con el objetivo de alertar sobre posibles fugas de fondo, y priorizar los trabajos de detección en campo. En este ejemplo, analizando el comportamiento del caudal mínimo diario durante los últimos 2 meses se evidencia un caudal peak el 12 de septiembre de 2023.



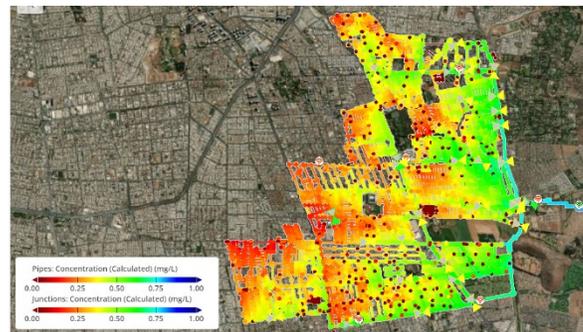
3. Resultados

ESCENARIO HIPOTETICOS

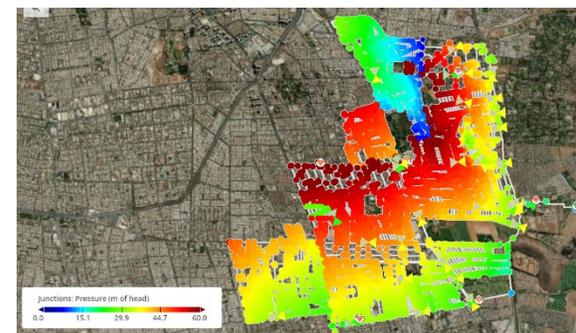
(simulación de cortes programados, roturas, calidad de agua entre otros).



Simulación de una rotura y estimación de los clientes afectados, también se puede determinar las zonas con baja presión, calculo en líneas



Concentración de Cloro



Presiones

A la izquierda una visualización de la concentración de cloro en la red, un parámetro de calidad de agua para el cual no existen sensores actualmente. Y a la derecha un mapa completo de presiones en tiempo real, donde es posible consultar presiones simuladas en cualquier punto de la red.

3. Resultados

Se llevó a cabo el miércoles 30 de agosto de 2023 una prueba de campo consistente en la apertura de grifo a las 15:30 horas. El Gemelo Digital logró registrar una caída de presión con relación al patrón construido con la estadística de presión de la “VRP San Jorge”.

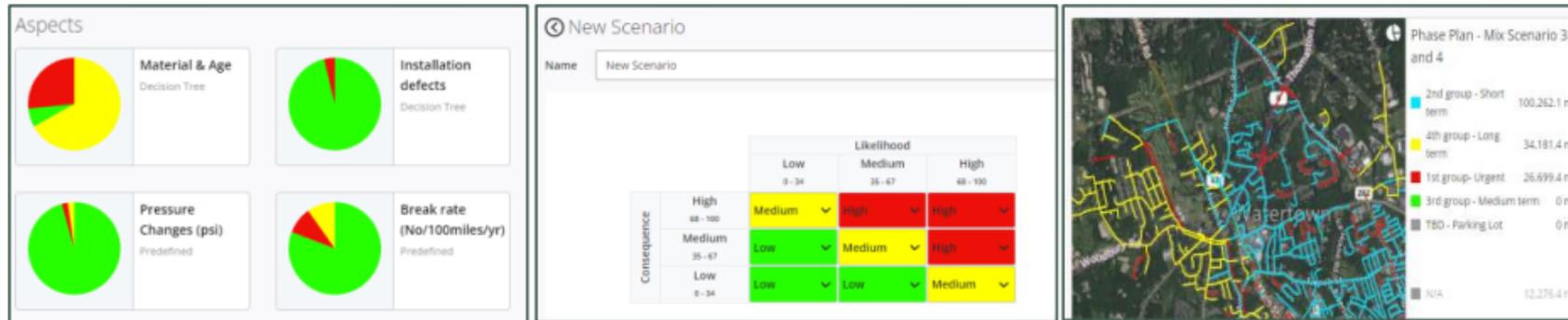
CREACION DE ALERTAS Apertura de Grifo



4. Pasos a Seguir

- ✓ **Gemelo Digital Til Til** Se dio inicio al Gemelo Digital de esta localidad con el propósito de tener una herramienta para la gestión de las fugas y balance en DMA.
- ✓ **Evaluar otros posibles usos** Optimización energética, deterioro de red, Gestión de DMA, Análisis de Caudales mínimos nocturnos, Modelo de Reposición de tuberías, Probabilidad de Fallas, afectación de clientes críticos en diferentes escenarios, planes de inversión de capital según criticidad o riesgo, etc.

Planificación de capital de rehabilitación y reemplazo de redes lineales (R&R) ***



- ❑ Permite combinar múltiples fuentes de información para evaluar los factores de riesgo en función de la probabilidad y las consecuencias de la falla de la tubería (utilizando herramientas de instrucciones de consulta abierta)
- ❑ Ayuda a priorizar proyectos de capital para la investigación y recuperación de activos lineales





5. Conclusiones

- ✓ **Configuración y Calibración de los Modelos Matemáticos en Periodo extendido**
- ✓ **Construcción Automática de Patrones de comportamiento hidráulico**
- ✓ **Detección de anomalías - Fugas**
- ✓ **Simulación de escenarios hipotéticos**



BIO CIUDAD



CUIDEMOS LOS RÍOS

INICIATIVA ÚNETE
A ESTA

