

S E S I Ó N



Presentación de una metodología, un concepto o una mejora práctica y de alto impacto.

En la Sesión Spark aprenderás cómo lograr un cambio a corto plazo, mediante proyectos simples y potentes que impactan la confiabilidad de tu planta, aquí se plantea el problema, el fundamento técnico y el paso a paso de implementación incluyendo los detalles y los beneficios esperados en términos financieros y de confiabilidad.

La Sesión Spark está diseñada para que tengas resultados notorios en tu estrategia.





SPARK

Gemelos Digitales – seleccionando las aplicaciones óptimas y cómo justificar el caso de negocio estable

Cristián Solís Calderón

Socio en Prodigio



Desafíos del Mantenimiento Predictivo



- 🧠 Falta de conocimientos técnicos de física y ciencia de datos
- 🧠 Histórico de indicadores y sensores de un limitado periodo de tiempo
- 🧠 Calidad de los datos de los sensores, no se revisan mediante una evaluación de contraste
- 🧠 Escasez de eventos de fallo en equipos críticos

Escenarios de simulación física para activos

Energy System Level



Objetivos

evaluación económica y medioambiental de los sistemas

Enfoque

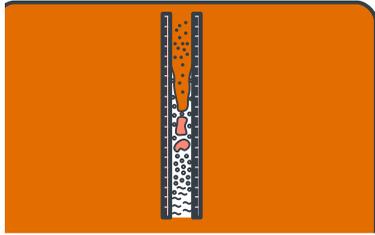
optimización mixta determinista o basada en gradientes

Escala de tiempo

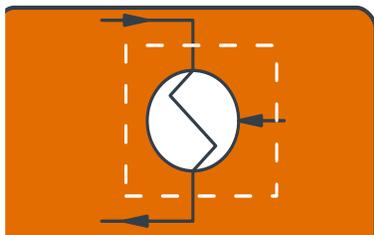
años

Modelamiento

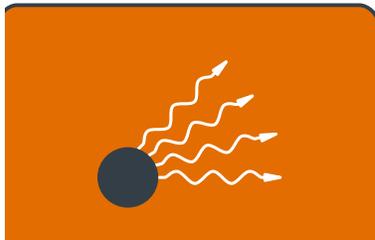
Librerías con modelos



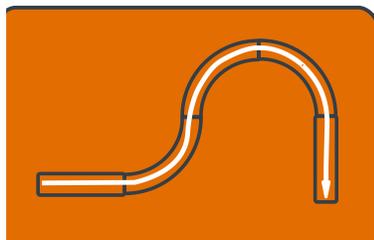
Propiedades de los fluidos



Balances de masa y energía

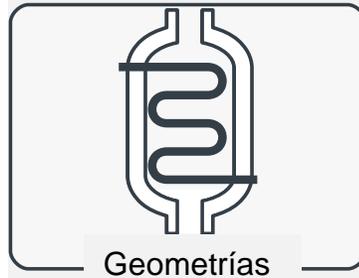


Transferencia de calor



Hidráulica

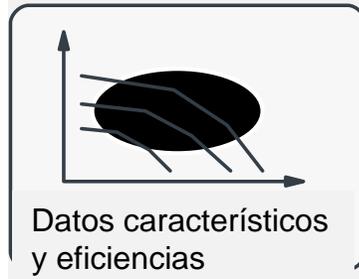
Parámetros
Datos de diseño



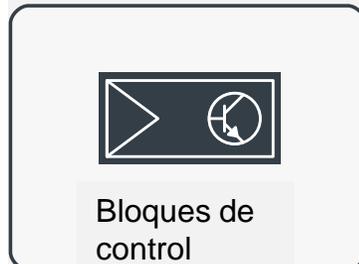
Geometrías



Propiedades de los materiales

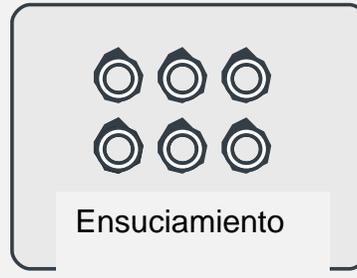


Datos característicos y eficiencias

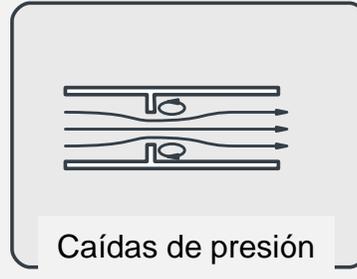


Bloques de control

Calibración Datos de medición



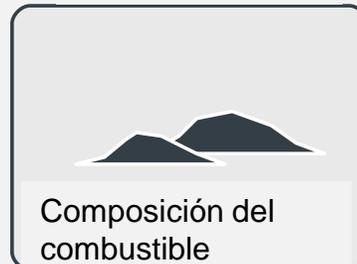
Ensuciamiento



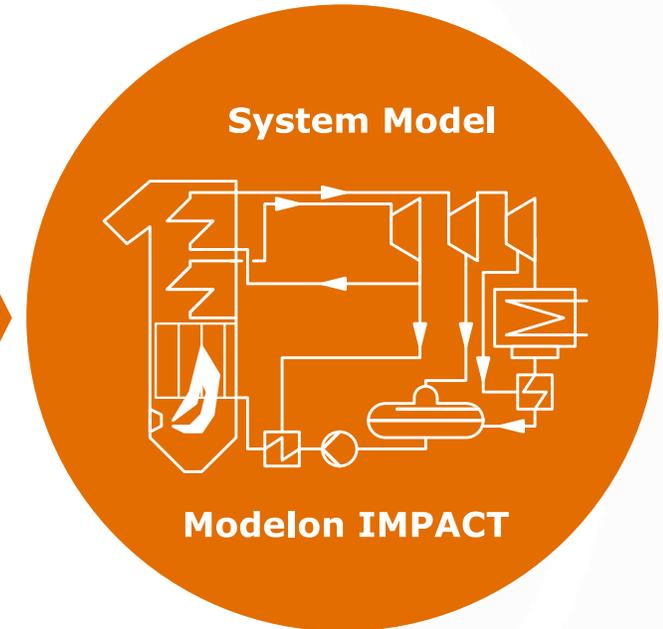
Caídas de presión



Comportamiento dinámico



Composición del combustible



Casos de éxito: Calefacción residencial

Detalles del Sistema

Alerta de fugas, corrosión y fallas de compresores/bombas

Consumidores: 103

Longitud total: 14.000m

Detalles del Modelo

Componentes: ~ 2.800

Variables: ~ 50.000

Ecuaciones: ~22.000

Caso Base

Unidad Base de 4MW

Tiempo de calculo 1 día → 7min

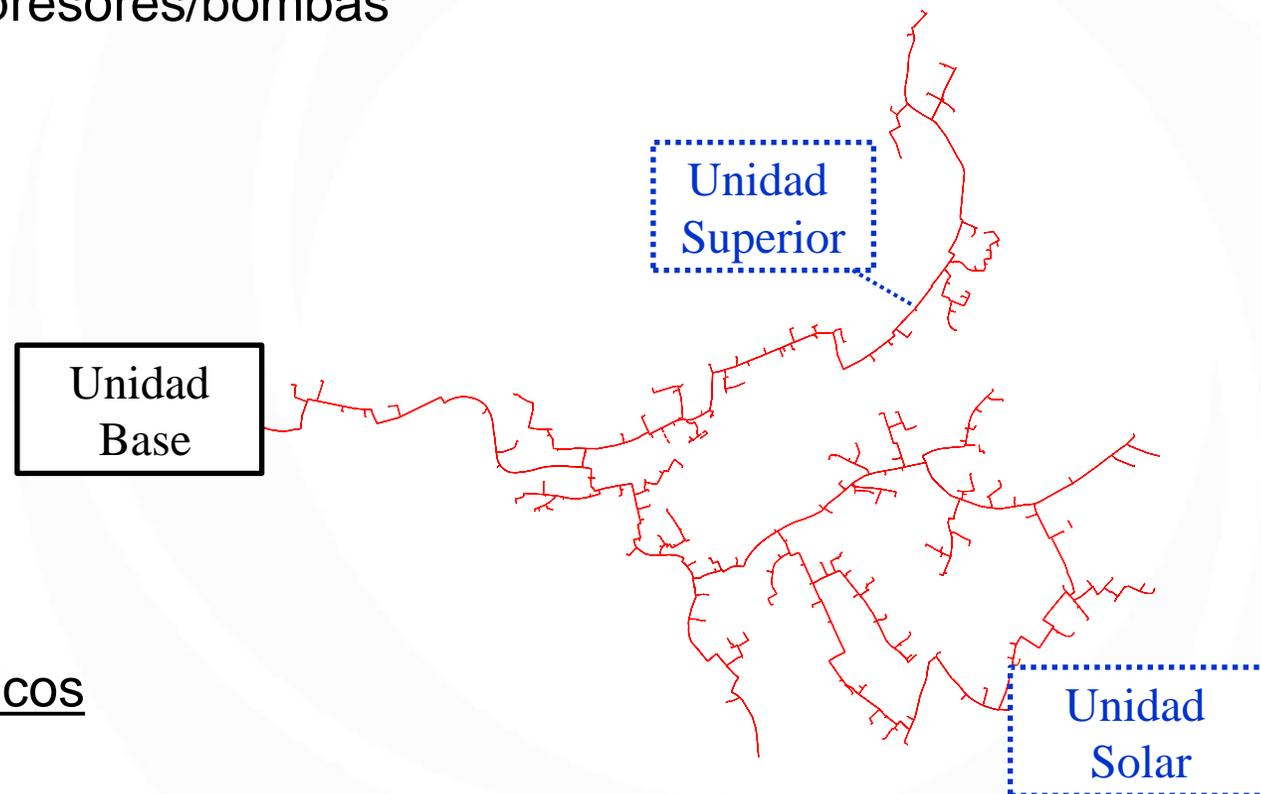
Sistemas no lineales, jacobianos numéricos

Caso Modificado

- Caso Base de 4MW, Unidad Superior 750kW, Unidad Solar 55kWp

- **Tiempo de calculo 1 día → 8min**

- Sistemas no lineales, jacobianos numéricos



Casos de éxito: Ciclo combinado

Detalles del Sistema

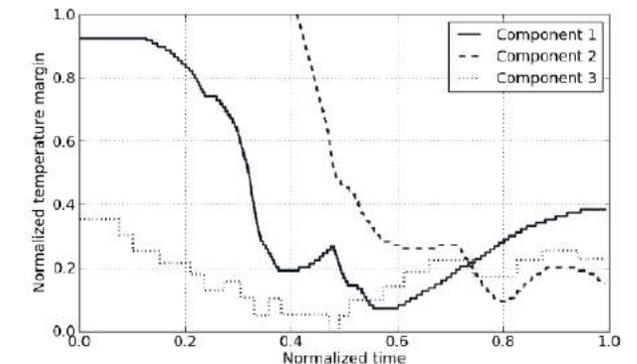
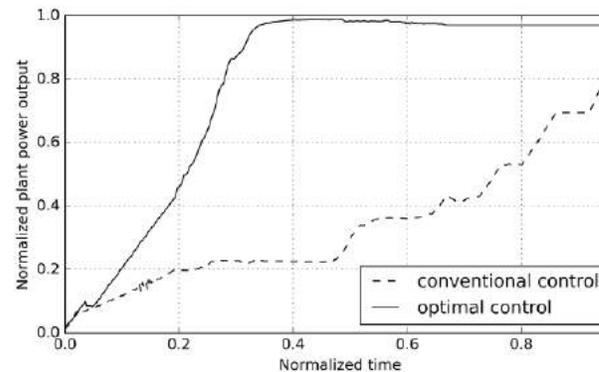
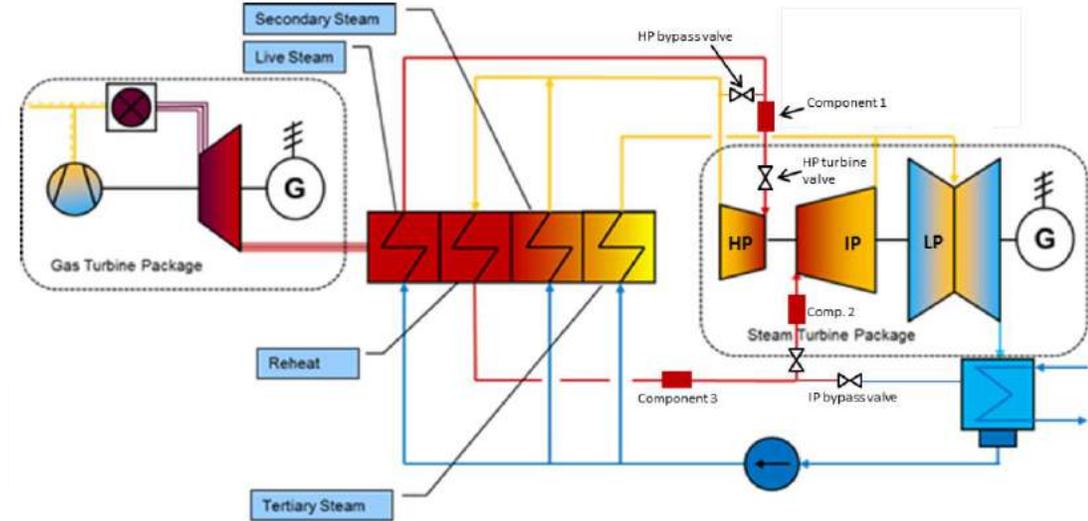
Optimización de la trayectoria de la carga de la turbina de gas y de las válvulas de control de las turbinas de vapor.

Detalles del Modelo

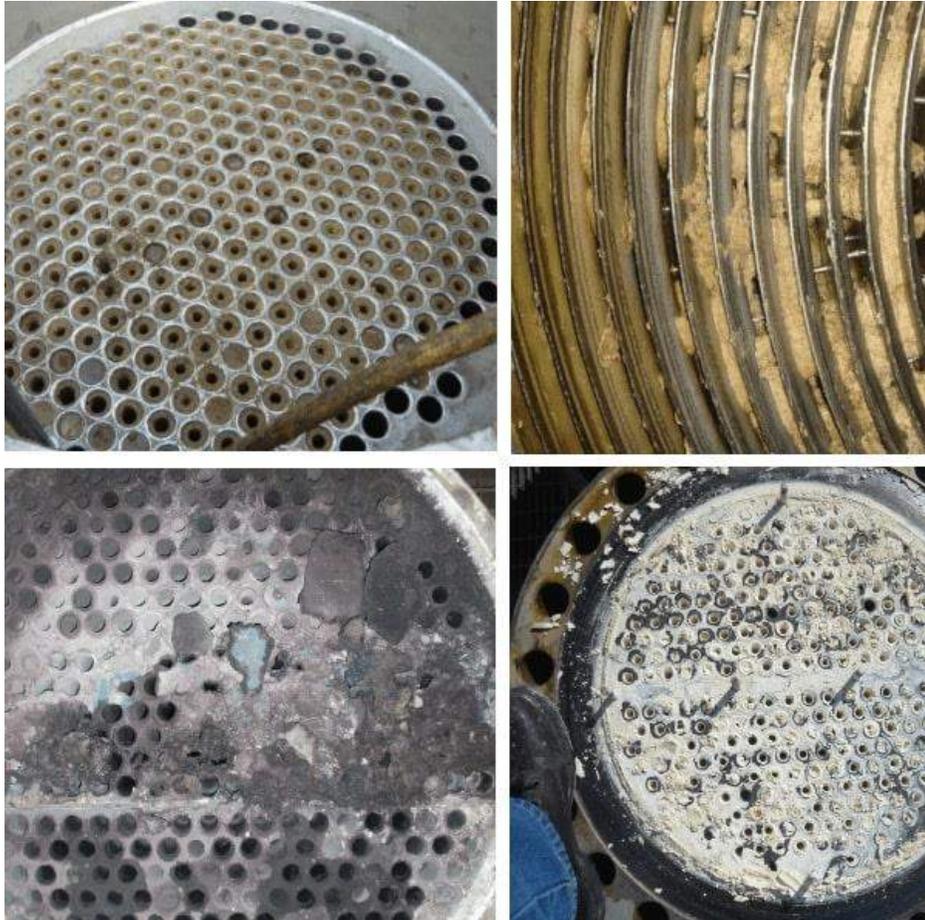
Componentes: ~ 600
Variables: ~ 10.000
Ecuaciones: ~8.000

Caso optimizado

- Tiempo de cálculo 5 min



Ejemplo: Optimizar frecuencias de limpieza en un intercambiador de calor

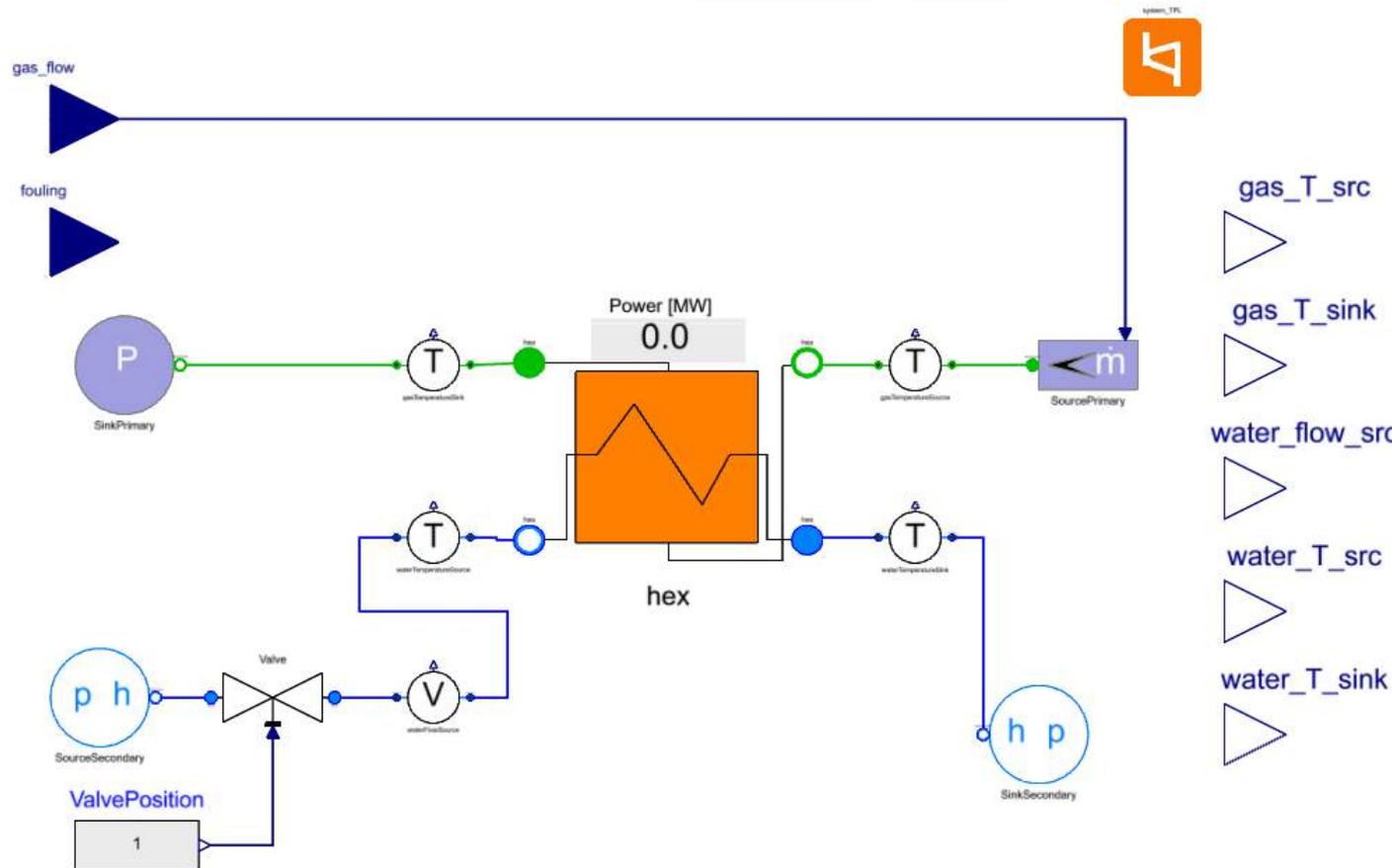
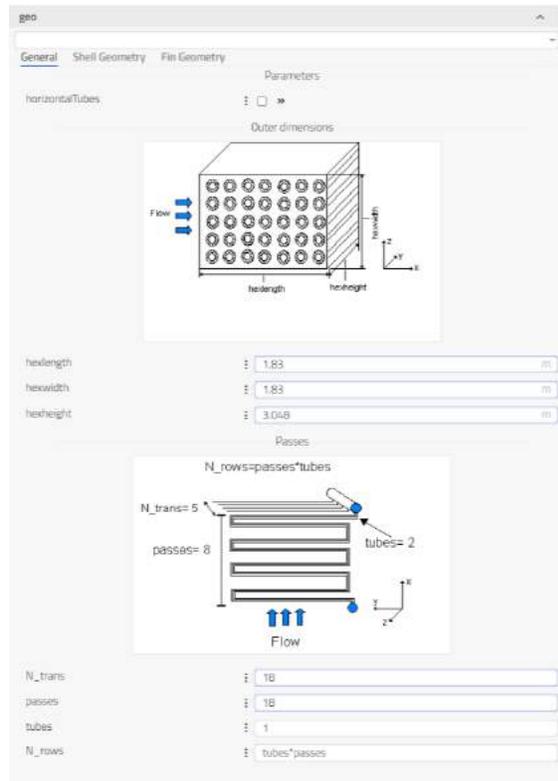


Ejemplo demostrativo

Geometría

Modelo multifísico

Datos



gas_T_src

gas_T_sink

water_flow_src

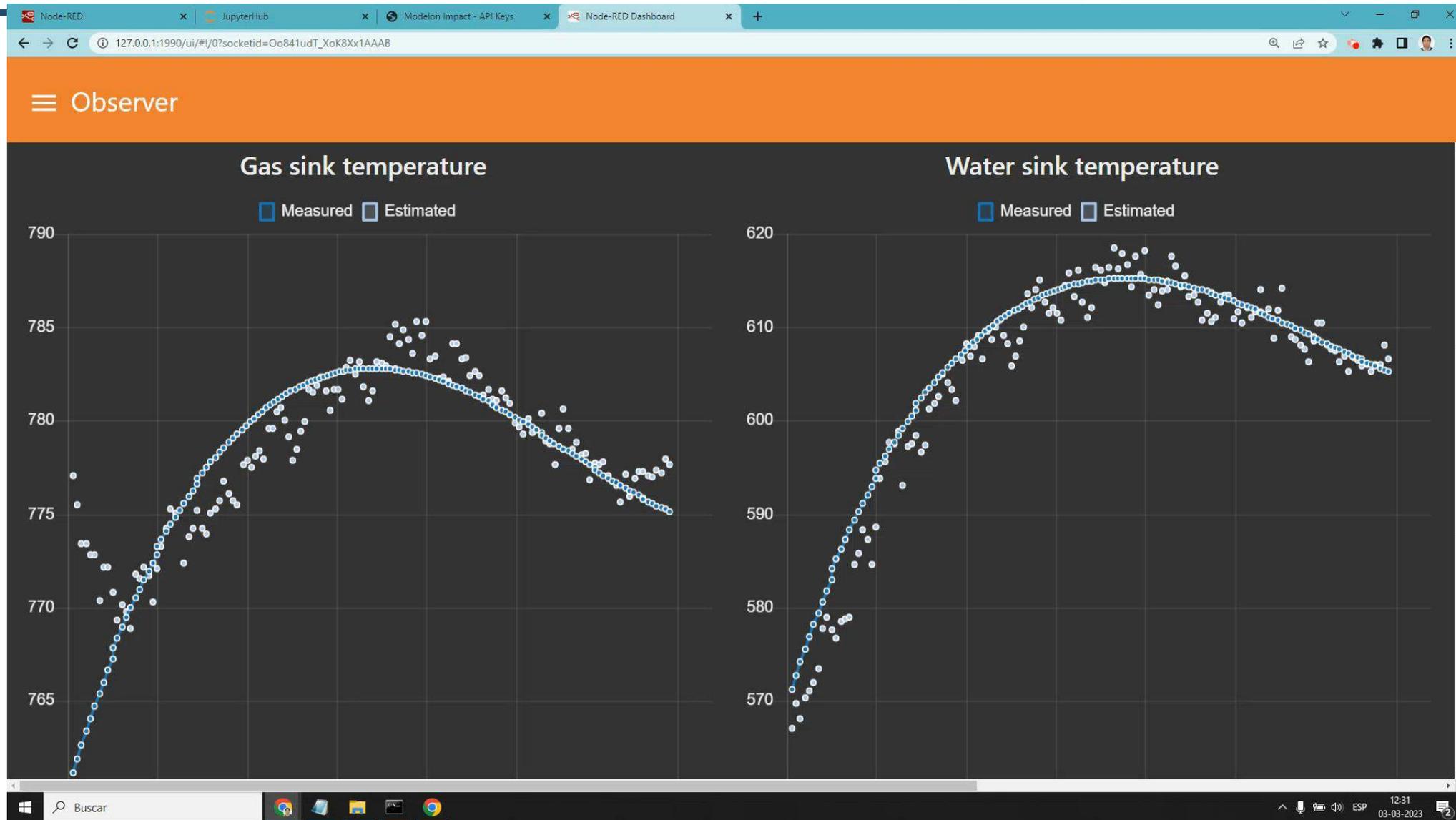
water_T_src

water_T_sink

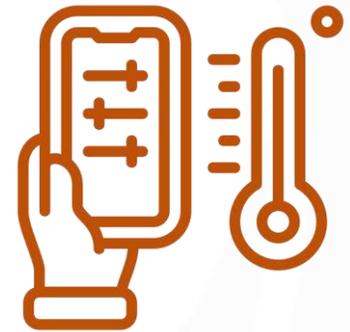
Sensores Input

Pronostico Output

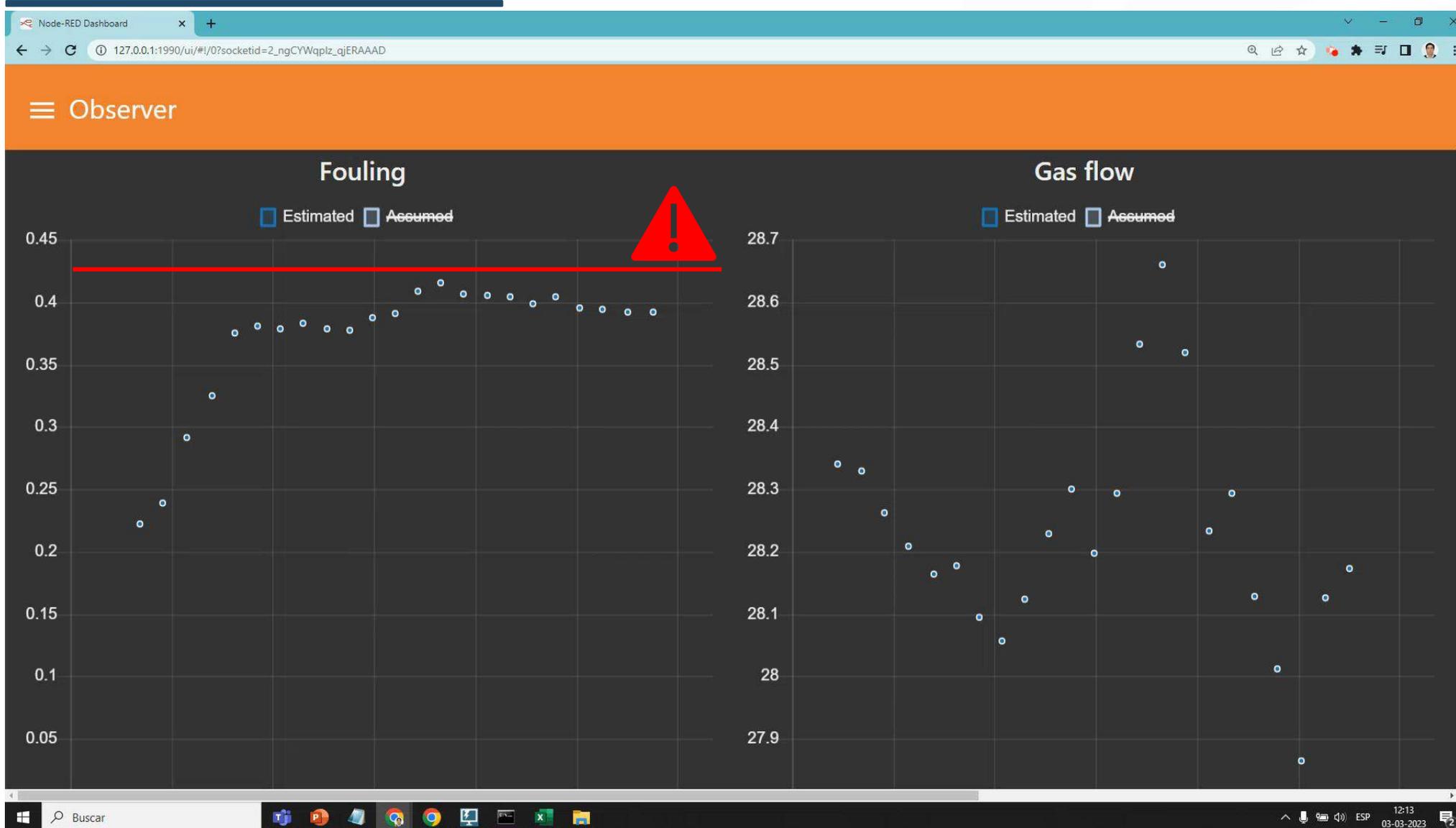
Ejemplo demostrativo



Sensores Input



Ejemplo demostrativo



Pronóstico Output



Proyecto Gemelos Digitales

Criterios de selección del equipo

- Librerías con equipos de simulación prediseñados
- Procesos con interacción fluidodinámica (multifísico - líquido o gas)
- Equipos con un elevado costo de limpieza y/o de reparación

Requisitos indispensables

- ✓ Sensorización básica de proceso (caudal, presión, temperatura, etc.)
- ✓ Datos históricos de las últimas 2 o 3 semanas
- ✓ Conocer el top 3 de modos de fallas que se precisa focalizar

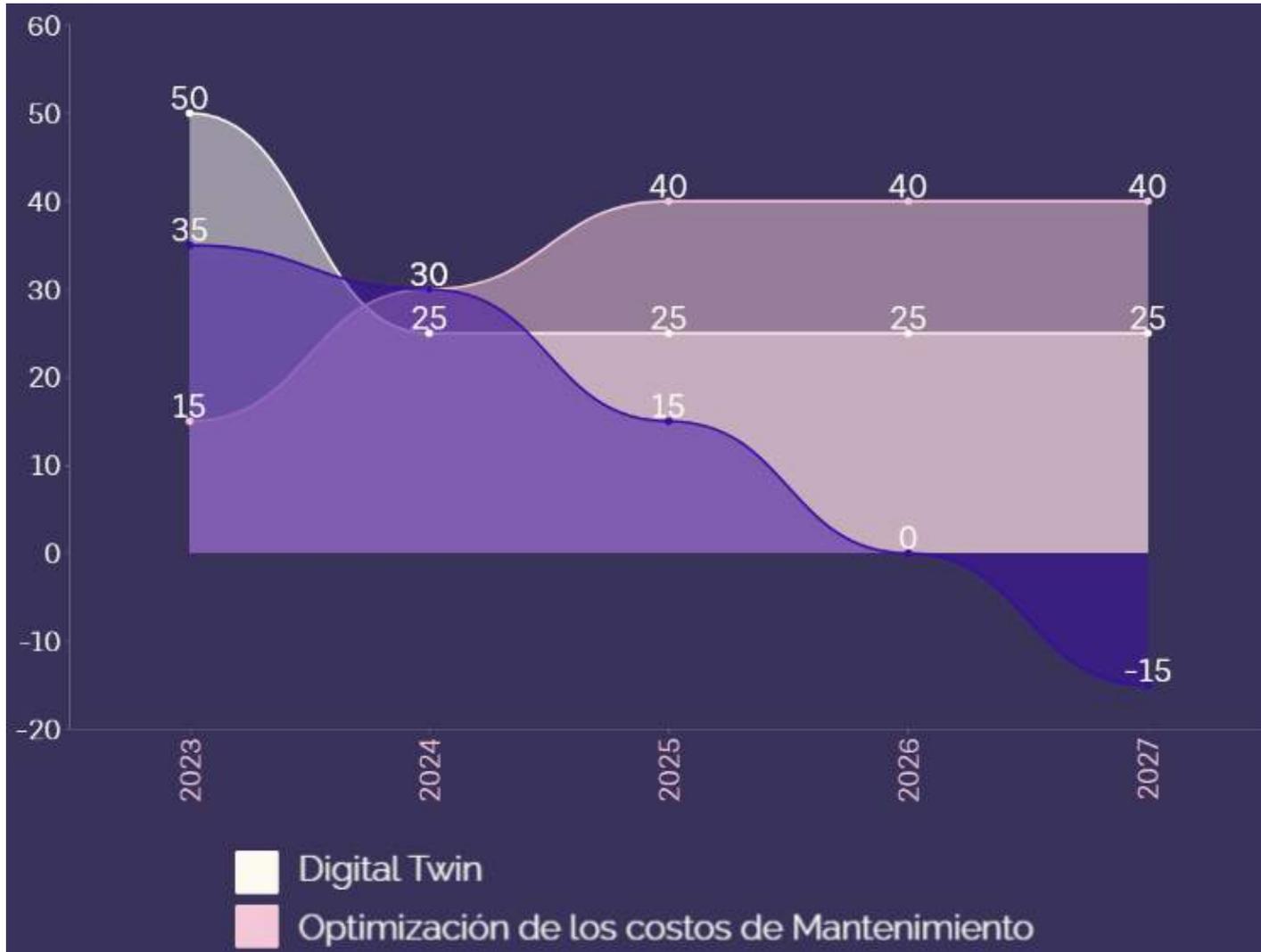
Librerías disponibles

Industria	Sistemas/Subsistemas	Activos (ejemplos)
CENTRAL ELÉCTRICA	<ul style="list-style-type: none"> Generación Termoelectrica 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compresores ★ ✓ Calderas y bombas ★ ✓ Ventiladores ✓ Tuberías, válvulas y accesorios ★ 
RENOVABLE	<ul style="list-style-type: none"> Generación solar, eólica e hidráulica 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Paneles solares ✓ Turbinas eólicas ✓ Turbinas hidráulicas ★ 
ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Baterías y almacenamiento de hidrógeno verde 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Baterías ✓ Proceso de electrólisis 
RED ELÉCTRICA	<ul style="list-style-type: none"> Transmisión y distribución eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conversores de potencia ✓ Inversores ✓ Transformadores ★ 
ENERGÍA RESIDENCIAL	<ul style="list-style-type: none"> Plantas de cogeneración Torres de refrigeración Sistemas de calefacción y refrigeración 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Horno industrial ★ ✓ Bomba de calor y refrigerador 

Otros módulos

- ✓ Aire acondicionado
- ✓ Dinámica de aeronaves
- ✓ Dinámica de motores
- ✓ Control medioambiental
- ✓ Batería de combustible
- ✓ Sistema de combustible
- ✓ Intercambiador de calor
- ✓ Energía hidráulica
- ✓ Ejemplos de la industria
- ✓ Propulsión a chorro
- ✓ Refrigeración líquida
- ✓ Neumática
- ✓ Energía térmica
- ✓ Termo fluidos
- ✓ Ciclo de vapor
- ✓ Dinámica de vehículos

Datos relevantes para un Caso de negocio (en USD)



- 95% asertividad y 2% de redundancia
- Duración de implementaciones (3 a 4 meses)
- Costo **CAPEX** alto y reutilizable (entre 20k y 60k)
- **OPEX** bajo y constante (entre 10k y 25k anual)
- **Proyección de 3 años**, para recuperar la inversión y lograr estabilidad



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

16
EDICIÓN

iGRACIAS!

Cristián Solís Calderón
csolis@iquantconsulting.com