



77 condiciones vigiladas. La trampa fallada no hace ruido.

Diagnóstico continuo del sistema de vapor completo — caldera y quemador, tratamiento y alimentación de agua, purgas, red de distribución, trampas, retorno de condensado y puntos de uso — comparando cada segundo lo medido contra el comportamiento propio del equipo.

77

condiciones vigiladas por casa de calderas

≤ 6 meses

de anticipación según la falla

kg vapor / m³ gas

el indicador maestro, medido y no estimado

0

conexiones a su red corporativa



Instalación tipo. El satélite en el tablero de la casa de calderas, leyendo combustión, agua y red de vapor.

Por qué este sistema antes que ningún otro. El vapor es donde el desperdicio es más grande y más silencioso: **en una red sin programa de trampas, entre el 15 y el 30 % de ellas está fallada, y una sola trampa abierta de un cuarto de pulgada tira vapor las 24 horas sin encender una sola alarma.** A eso se suma el exceso de aire del quemador, el condensado que no vuelve y las purgas por reloj. Nada de esto se rompe: todo esto se paga, mes con mes, en la factura de gas.

Cómo leer la confianza. **A** señal directa, física clara — accionable · **M** señal compartida por más de una causa: el sistema indica qué revisar · **B** indicio, no veredicto. Los plazos de anticipación son **objetivos de diseño**; cada confirmación de campo los convierte en estadística del propio sitio.

Predice, programa y genera la orden de trabajo.

Predice

Una desviación sostenida del comportamiento propio del equipo abre un diagnóstico con la señal de origen y su nivel de confianza.

Desviaciones desde el 5 % son detectables.

Órdenes de trabajo

Con la acción, la herramienta y la refacción; indica si la pieza está en el stock de sitio. La intervención se cierra con confirmación de campo y queda en bitácora.

Dice qué NO hacer

Cancela el mantenimiento preventivo sobre equipos sanos:

«no bajes la caldera, la eficiencia sigue en su curva»

. Con tres personas y decenas de máquinas, el permiso para no hacer algo vale tanto como el aviso.

Dos señales antes de avisar

Un diagnóstico solo abre si dos señales independientes coinciden, o si una sola es físicamente inequívoca.

Cuantifica ignorar

El costo de posponer una intervención se acumula y se muestra *en pesos por tonelada de vapor generada*.

El equipo es suyo

Se vende, no se renta. Su historia completa vive en el disco del sitio —de por vida, a máxima resolución— y

sigue siendo suya aunque no renueve el servicio anual

Programa paros

Cada diagnóstico llega con ventana de intervención:

inmediata · esta semana · próxima semana · este mes

Se integra

Diagnósticos y órdenes de trabajo expuestos por API local en formato estándar desde el primer día. Conectores para

SAP PM, Fracttal, MP Software, Maximo y Fiix

Recuerda

Expediente vivo por equipo: qué se le hizo, qué se encontró, qué falló antes y cuándo se cambió. Se llena solo con lo que pasa por el canal, y

deja constancia de cada intervención que usted ordenó y de lo que consiguió

— con números, no de memoria.

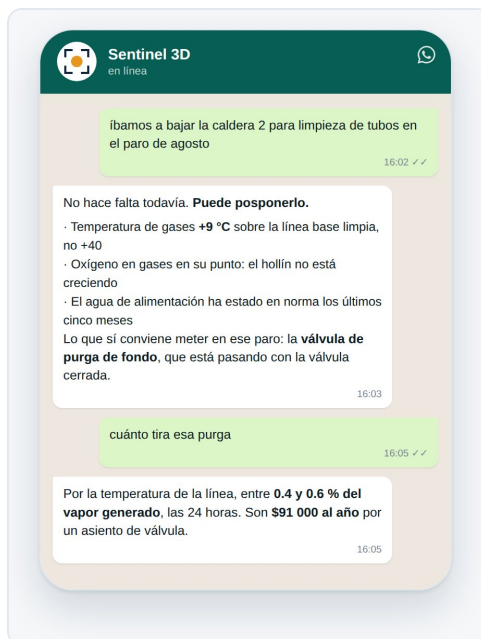
Protege desde el día uno

Nivel de agua fuera de banda, fuga en el tren de gas, falla de detección de llama y prebarrido acortado: activos desde el primer minuto. El diagnóstico fino llega al completar la línea base,

de 2 a 4 semanas

Se vigila a sí mismo

Autodiagnóstico por componente: si un sensor falla, el sistema dice exactamente cuál. Y declara de forma permanente lo que no ve.



Quitar trabajo también es trabajo. Cancela el preventivo cuando el equipo está sano.

Sentinel le escribe. No hay pantalla que vigilar.

Sentinel es un contacto

Está en el grupo de mantenimiento de

WhatsApp

y habla en privado con cada quien. No hay que instalar nada, ni cambiar de red, ni aprender un sistema nuevo.

La bitácora se llena hablando

El técnico manda una nota de voz o una foto desde donde está y queda archivada contra ese equipo.

Con guantes nadie escribe.

Mensajes de texto

El respaldo que llega a cualquier celular

sin datos, sin app y sin red

. Si el enlace falla, los avisos siguen saliendo.

Semáforo y panel

Verde, ámbar y rojo en el tablero, legibles al pasar. Y las 77 condiciones completas en el navegador, con sus cinco estados:

Normal · En observación · Detectada · Requiere confirmar · Fuera de cobertura

Avisa a quien le toca

El padrón por especialidad decide el destinatario. El aviso llega con botones:

Voy en camino · No puedo · Ya está

. Si nadie acusa recibo en el plazo definido, escala al siguiente contacto.

Pregúntele

Una foto del display y una duda: contesta con lo que pasó en los milisegundos previos, no con el manual.

Código en cada equipo

El código de la carátula identifica al nodo: se escanea desde el mismo chat y la orden, el descargo y la foto quedan archivados *contra el equipo correcto*.

Reporte semanal

Llega en PDF por mensaje al responsable de mantenimiento: qué cambió, qué está en observación, qué viene y

qué puede cancelarse porque el equipo está sano

. Se genera solo; él lo revisa, lo firma y lo reenvía.



Cómo llega y qué pasa si nadie contesta. El aviso lleva la falla, el plazo y la refacción; si nadie lo toma, escala solo.



Pregúntele. Y la bitácora se llena hablando: una nota de voz queda archivada contra ese equipo.

03 · CÓMO SE IMPLEMENTA

Tres componentes. Solo lectura.

1

Instrumentación

- Caudal de gas y de vapor, con totalizador
- Oxígeno y monóxido en gases de chimenea, y temperatura de salida
- Conductividad y pH del agua de caldera y del condensado
- Temperatura de descarga de cada trampa, con sensor de contacto
- Corriente y tensión de bombas y ventilador, y visión térmica del casco y del tablero

2

Satélite

- Se instala junto al tablero existente; lee el variador —si expone puerto— y los sensores
- Calcula y guarda la historia localmente, a 1 dato por segundo
- Autónomo: sigue operando si se cae la comunicación
- Interruptor propio: no puede afectar a su equipo

3

Servidor de zona

- Recibe por radio de largo alcance; kilómetros, sin internet
- Atiende hasta 150 equipos
- Sin PC dedicada, sin Windows, sin antivirus
- No se conecta a su red: enlace propio, saliente y cifrado
- Disco en el sitio, de por vida: su historia vive aquí y la nube es solo respaldo

La instalación es no invasiva: la termografía se toma desde afuera, las trampas se vigilan con sensor de contacto sin cortar la línea, y no se interviene el enclavamiento de seguridad del quemador. **El sistema observa el equipo; no lo controla.**



Cómo se conecta todo. Un solo par trenzado en sitio, radio de largo alcance hasta la oficina, y una sola salida al exterior — que no pasa por su red.

04 · LAS 77 CONDICIONES, UNA A UNA

Qué se vigila, con qué señal, con cuánta anticipación.

1 · Combustión y quemador					14 condiciones
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN	
1 Exceso de aire fuera del óptimo	Oxígeno en gases contra el objetivo para la carga del momento	A	Continuo	Es el ahorro más grande y el más ignorado	
2 Relación aire-combustible en deriva	Caudales de gas y aire contra la curva de ajuste del quemador	A	Semanas	Recalibrar el varillaje o el control de relación	
3 Combustión incompleta	Monóxido en gases con oxígeno bajo	A	Inmediato	Riesgo de seguridad y pérdida de rendimiento	
4 Temperatura de gases de chimenea alta	Temperatura de salida contra la esperada para la carga	A	Semanas	Cada 20 °C de más es cerca de 1 % de combustible	
5 Quemador con boquilla obstruida	Caída de capacidad a igual presión de gas	A	Semanas	Limpiar o cambiar boquilla	
6 Falla de encendido repetida	Conteo de intentos de encendido por arranque	A	Inmediato	Revisar electrodo, ionización y gas	
7 Detector de llama degradado	Señal de ionización decreciente con llama estable	A	1 a 3 meses	Cambiar antes del paro por seguridad	
8 Ventilador de aire de combustión degradado	Caudal contra corriente y presión, respecto de su curva	A	1 a 3 meses	Revisar rodete, banda y rodamientos	
9 Ciclado corto de la caldera	Duración de los ciclos contra el mínimo recomendado	A	Días	Cada arranque tira calor por la chimenea	
10 Modulación mal ajustada	Tiempo en carga mínima contra la demanda real	A	Semanas	Ajustar rango de modulación	
11 Presión de gas fuera de banda	Presión aguas abajo del regulador contra su referencia	A	Inmediato	Revisar regulador y suministro	
12 Fuga en el tren de gas	Consumo con la caldera detenida y las válvulas cerradas	A	Inmediato	Aislar y reparar	
13 Prueba de estanqueidad no ejecutada	Ausencia de la secuencia de prueba en el arranque	A	Inmediato	Sin prueba no hay garantía de cierre	
14 Purga de prebarrido acortada	Duración real del prebarrido contra el tiempo normado	A	Inmediato	Riesgo de explosión en el arranque	

2 · Caldera: transferencia y estado					12 condiciones
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN	

15	Eficiencia de la caldera decreciente	Vapor generado entre combustible consumido, en el tiempo	A	Meses	Es el indicador maestro del equipo
16	Incrustación del lado agua	Temperatura de gases creciente a igual carga con agua fuera de norma	A	1 a 3 meses	Un milímetro de incrustación cuesta cerca del 8 %
17	Hollín del lado fuego	Temperatura de gases creciente con oxígeno normal	A	1 a 3 meses	Limpieza de tubos
18	Refractario del hogar degradado	Patrón térmico del casco contra la línea base	A	Meses	Programar reparación antes del desprendimiento
19	Punto caliente en el casco	Elevación localizada sostenida en la superficie exterior	A	1 a 3 meses	Revisar refractario y nivel de agua
20	Aislamiento térmico dañado	Pérdida por pared medida con matriz infrarroja	A	Meses	Reponer aislamiento: es la reparación más barata
21	Nivel de agua fuera de banda	Sonda de nivel contra la banda de operación	A	Inmediato	La falla más peligrosa de una caldera
22	Control de nivel con oscilación	Amplitud del ciclo de nivel y conteo de maniobras	A	Días	Revisar control y arrastre
23	Arrastre de agua al vapor	Conductividad del condensado con nivel alto sostenido	A	Días	Golpe de ariete y daño en los equipos de uso
24	Válvula de seguridad con evidencia de disparo	Salto de presión seguido de caída, con marca de tiempo	A	Inmediato	Inspeccionar y reemplazar según norma
25	Presión de operación por encima de lo necesario	Presión de caldera contra la requerida por el proceso	A	Continuo	Bajar presión reduce fuga y pérdidas de superficie
26	Inspección o prueba reglamentaria vencida	Fecha del último examen del recipiente	A	Continuo	Requisito legal

3 · Agua de alimentación y tratamiento

11 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
27 Dureza en el agua de alimentación	Dureza de salida del suavizador contra el límite	A	Inmediato	Aquí empieza la incrustación de los tubos
28 Suavizador agotado antes de tiempo	Volumen tratado contra la capacidad de la resina	A	Días	Revisar salmuera y regeneración
29 Oxígeno disuelto por encima del límite	Sonda del deareador contra el objetivo	A	Días	El oxígeno pica los tubos desde adentro
30 Deareador con temperatura baja	Temperatura contra la de saturación a su presión	A	Inmediato	Sin temperatura no hay deareación
31 Dosificación química fuera de proporción	Producto consumido contra el agua tratada	A	Días	Ajustar a caudal real
32 Tanque de químico en nivel crítico	Sonda de nivel contra el consumo previsto	A	Días	Reponer antes del desabasto
33 pH del agua de caldera fuera de banda	Análisis en línea contra el rango del programa	A	Días	Corrosión o incrustación según el lado
34 Conductividad del agua de caldera alta	Medición en línea contra el límite del programa	A	Horas	Purgar y revisar ciclos de concentración
35 Bomba de alimentación degradada	Presión y caudal contra la curva propia	A	1 a 3 meses	Revisar impulsores y sello
36 Bomba de alimentación en ciclado excesivo	Conteo de arranques contra el límite del fabricante	A	Semanas	Revisar control de nivel y modulación
37 Cavitación de la bomba de alimentación	Firma de banda ancha en la vibración con caída de presión	A	Días	Revisar temperatura del deareador y succión

4 · Purgas

6 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
---------------------	----------------------------	-------	--------------	--------

38	Purga continua por encima de lo necesario	Agua purgada contra la conductividad realmente medida	A	Continuo	Cada purga de más es agua tratada y calor tirados
39	Purga insuficiente	Conductividad creciente sin evento de purga	A	Horas	Arrastre e incrustación
40	Purga de fondo por reloj	Frecuencia y duración contra el lodo realmente presente	M	Semanas	Ajustar el programa
41	Válvula de purga con fuga	Caudal o temperatura en la línea con la válvula cerrada	A	Semanas	Cambiar asiento: es una fuga permanente
42	Recuperador de calor de purga fuera de servicio	Salto térmico del recuperador contra el diseño	M	Meses	Calor recuperable que se está tirando
43	Agua de reposición por encima de la línea base	Reposición contra el vapor generado y el condensado que vuelve	A	Semanas	Fuga, purga excesiva o condensado perdido

5 · Trampas de vapor y red

10 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
44 Trampa fallada abierta	Temperatura de descarga elevada y firma acústica continua	A	Semanas	Es la fuga más cara y la más común
45 Trampa fallada cerrada	Condensado acumulado con caída de transferencia aguas arriba	A	Días	Golpe de ariete y pérdida de capacidad
46 Trampa con ciclado anómalo	Frecuencia de descarga contra su patrón	M	Meses	Indicio de desgaste
47 Censo de trampas desactualizado	Trampas verificadas contra el total instalado	A	Continuo	Sin censo no hay programa
48 Fuga en la red de vapor	Vapor generado contra el consumido en los puntos de uso	A	Semanas	Localizar por ramal
49 Aislamiento de tubería dañado	Pérdida por superficie medida con matriz infrarroja	A	Meses	Un metro de tubo desnudo a 8 bar cuesta miles al año
50 Caída de presión excesiva en la red	Diferencia entre caldera y punto de uso, contra el caudal	A	Semanas	Revisar diámetros, filtros y trampas
51 Golpe de ariete en la red	Transitorio de presión con firma de impacto, fechado	A	Inmediato	Riesgo para personas y para la tubería
52 Válvula reductora con deriva	Presión de salida variando con el consumo	A	Semanas	Ajustar o reemplazar
53 Vapor flash sin recuperar	Vapor liberado en el tanque de condensado contra lo recuperable	M	Meses	Evaluar recuperación

6 · Retorno de condensado

6 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
54 Porcentaje de condensado que regresa	Condensado retornado contra vapor generado	A	Continuo	Cada punto que vuelve es agua tratada y calor gratis
55 Caída del retorno de condensado	Porcentaje de retorno decreciente en el tiempo	A	Semanas	Trampa fallada, fuga o línea cerrada
56 Contaminación del condensado	Conductividad del retorno contra el límite	A	Inmediato	Desviar antes de meterlo a la caldera
57 Bomba de condensado degradada	Presión y caudal contra la curva propia	A	Meses	Revisar impulsor y sello
58 Tanque de condensado con temperatura baja	Temperatura contra la esperada para el retorno	M	Semanas	Se está perdiendo calor en el trayecto
59 Línea de retorno obstruida o corroída	Contrapresión creciente en el retorno	M	Meses	El condensado ácido cierra la línea

7 · Alimentación eléctrica y tablero

6 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
60 Desbalance de tensión entre fases	Comparación de las tres tensiones de línea en el tablero	A	Semanas	Revisar acometida y cargas monofásicas

61	Desbalance de corriente del motor	Diferencia entre las tres corrientes contra la línea base	A	Semanas	Revisar conexiones y bobinado
62	Fuga a tierra creciente	Descomposición resistiva y capacitiva de la corriente residual	A	1 a 3 meses	Medir aislamiento con el equipo bloqueado
63	Punto caliente en borne o barra	Matriz infrarroja continua: elevación contra la corriente medida	A	Semanas	Reapretar en paro programado
64	Temperatura interior excesiva del tablero	Sensor interior contra exterior y contra la carga	A	Semanas	La casa de calderas es un ambiente hostil
65	Humedad y condensación en el tablero	Cruce de temperatura y humedad contra el punto de rocío calculado	A	Semanas	Revisar sellos y resistencia anticondensación

8 · Costo, uso y decisión

5 condiciones

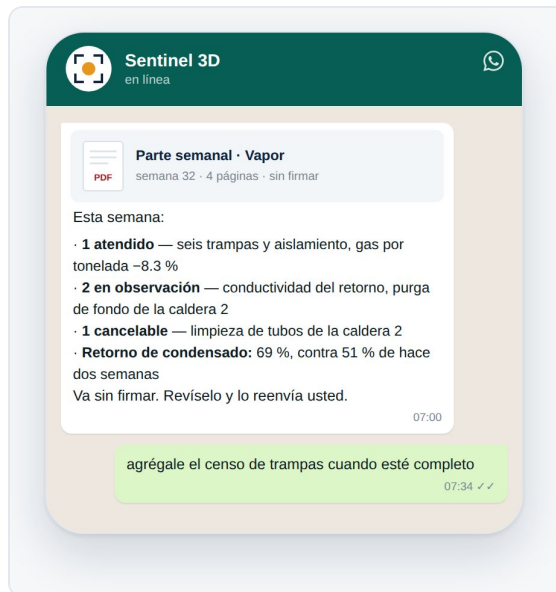
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
66 Costo del vapor por tonelada generada	Gas, agua, químicos y energía entre el vapor producido	A	Continuo	Es el indicador maestro del sistema
67 Costo de las trampas falladas	Vapor estimado por trampa abierta, aplicado a la tarifa	A	Mensual	El número que justifica el programa de trampas
68 Costo del condensado perdido	Agua tratada y calor no recuperados, valorizados	A	Mensual	Casi siempre supera al costo de repararlo
69 Horas reales de operación por equipo	Contador propio, no calendario	A	Continuo	Programar rutinas por uso real
70 Punto de rentabilidad de la intervención	Costo acumulado del exceso contra el costo de intervenir	A	Meses	Decidir con números qué se atiende primero

9 · Salud del propio sistema de monitoreo

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
71 Nodo sin reportar	Ausencia en el sondeo del servidor de zona	A	Inmediato	Revisar energía y enlace
72 Enlace de radio degradado	Relación señal a ruido contra la línea base de instalación	A	Semanas	Revisar antena y obstrucciones
73 Sensor fuera de rango eléctrico	Lectura fuera del rango válido del lazo	A	Inmediato	Revisar sensor y cableado
74 Sonda expuesta a temperatura fuera de su rango	Temperatura del propio sensor contra su especificación	A	Semanas	Reubicar o proteger la sonda
75 Reloj del nodo desincronizado	Contraste contra la referencia del servidor	A	Inmediato	Resincronizar
76 Pérdida de contacto con el sitio	Latido vigilado desde fuera de la planta	A	20 minutos	Avisar y revisar energía del sitio
77 Hueco en la cobertura	Periodo en que una señal no estuvo disponible	A	Continuo	Declarado, nunca interpolado

Además de las fallas, el sistema entrega: la eficiencia real de la caldera calculada de gases y carga, el porcentaje de condensado que regresa —cada punto que vuelve es agua tratada y calor que no se compra—, el censo de trampas con su estado, y el expediente de la casa de calderas: cada purga, cada análisis de agua y cada intervención, con fecha y con contexto.



El parte semanal llega sin firmar, para que el responsable lo revise, lo firme y lo reenvíe.

Solicite la evaluación de su sistema. Una evaluación no es una cotización: es entender qué sistema tiene, qué se puede anticipar en él y qué no. · info@3dddvision.com · [+52 55 73 40 10 91](tel:+525573401091) · www.3dddvision.com