



67 condiciones vigiladas. El combustible desperdiciado no dispara ninguna alarma.

Diagnóstico continuo del horno completo — quemadores y tren de gas, combustión y tiro, refractario y aislamiento, control de temperatura, atmósfera, carga y recuperación de calor — comparando cada hornada contra el comportamiento propio del equipo.

67

condiciones vigiladas por horno

≤ 6 meses

de anticipación según la falla

kJ / kg

energía por kilo procesado, medida

0

conexiones a su red corporativa



Instalación tipo. El satélite en el poste junto al horno, leyendo tren de gas, combustión y termografía del casco.

Por qué este sistema antes que ningún otro. Un horno se lleva la mayor parte del gas de la planta y casi nunca está en su punto: **un exceso de aire mal ajustado cuesta entre 5 y 10 % del combustible, todos los días, sin generar una sola alarma.** Y el refractario se degrada en silencio hasta que la pérdida por pared ya es del orden del ahorro de un año. Aquí no se vigila un paro: se vigila una fuga de dinero continua que además carga un tema de seguridad en el tren 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 toques el refractario, la termografía del casco está estable»

. 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 kilo procesado*.

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

Fuga en el tren de gas, falla de detección de llama, prebarrido acortado y sobretensión: 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 67 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

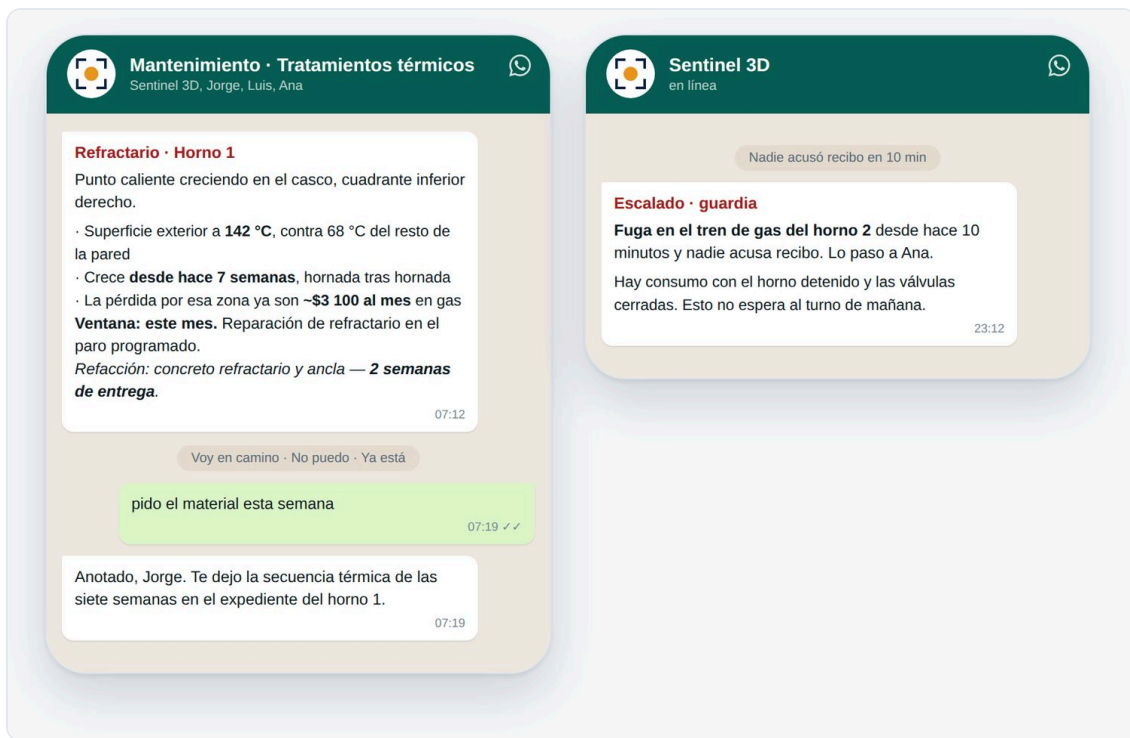
El código de la carátula identifica al nodo: se escanea desde el mismo chat y la orden, el descargo y la foto quedan archivados *contra el equipo correcto*.

Reporte semanal

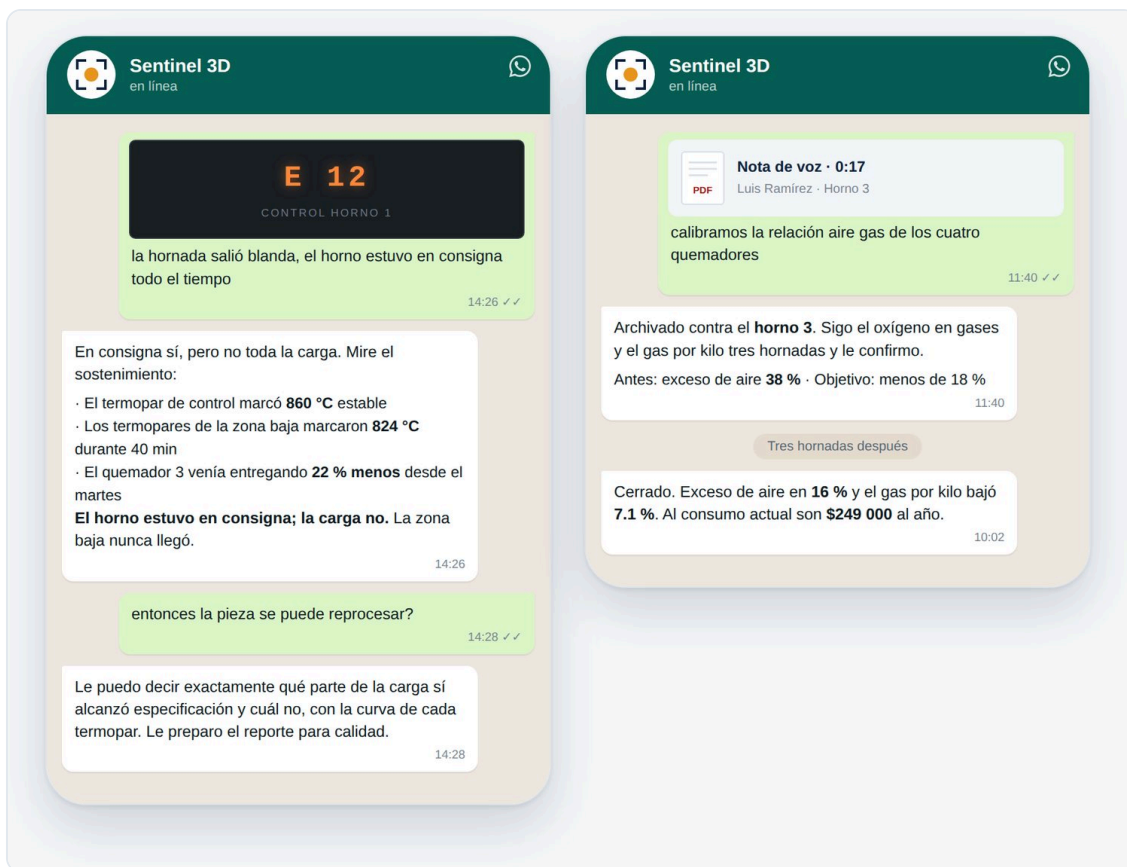
Llega en PDF por mensaje al responsable de mantenimiento: qué cambió, qué está en observación, qué viene y

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

- Caudales de gas y de aire de combustión, con medición de presión en el tren
- Oxígeno y monóxido en gases de chimenea
- Termopares de cámara y de carga, integrados al mismo bus
- Visión térmica continua del casco, la puerta y el tablero
- Corriente y tensión de ventiladores, extractor y resistencias

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, los caudales con medidor de abrazadera y las señales de termopar se leen en paralelo, sin intervenir 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 67 CONDICIONES, UNA A UNA

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

1 · Quemadores y combustión

10 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 Quemador con boquilla obstruida	Caída de la capacidad del quemador a igual presión de gas	A	Semanas	Limpiar o cambiar boquilla
5 Quemador desbalanceado respecto de los demás	Distribución térmica en la cámara medida con matriz infrarroja	A	Semanas	Reajustar: la uniformidad se paga en la carga
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 Filtro de aire de combustión saturado	Presión diferencial creciente con caída de caudal	A	Semanas	Cambiar filtro
10 Precalentamiento de aire perdido	Temperatura del aire de combustión contra la de diseño	A	Meses	Revisar recuperador: es combustible directo

2 · Tren de gas y seguridad

9 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
11 Presión de gas fuera de banda	Presión aguas abajo del regulador contra su referencia	A	Inmediato	Revisar regulador y suministro
12 Regulador de gas con deriva	Presión de salida variando con el consumo	A	Semanas	Ajustar o reemplazar el regulador
13 Válvula de seguridad con fuga	Presión entre válvulas dobles durante la prueba de estanqueidad	A	Inmediato	Es una condición de paro obligado

14	Prueba de estanqueidad no ejecutada	Ausencia de la secuencia de prueba en el arranque	A	Inmediato	Sin prueba no hay garantía de cierre
15	Filtro de gas saturado	Presión diferencial del filtro contra su línea base	A	Semanas	Cambiar elemento
16	Fuga de gas en el tren	Consumo con el horno detenido y las válvulas cerradas	A	Inmediato	Aislar y reparar
17	Detección de gas fuera de servicio	Ausencia de señal de vida del detector en el bus	A	Inmediato	Revisar y calibrar detección
18	Purga de prebarrido acortada	Duración real del prebarrido contra el tiempo normado	A	Inmediato	Riesgo de explosión en el arranque
19	Consumo de gas por encima de la línea base	Gas por kilo procesado, seguido en el tiempo	A	Continuo	La factura sube antes que cualquier alarma

3 · Refractario, aislamiento y hermeticidad8 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
20 Pérdida por pared creciente	Matriz infrarroja del casco contra la línea base de instalación	A	Meses	Reponer aislamiento donde la termografía lo marca
21 Punto caliente en el casco	Elevación localizada sostenida en la superficie exterior	A	1 a 3 meses	Refractario colapsado detrás de ese punto
22 Refractario con grieta activa	Patrón térmico lineal que crece hornada tras hornada	A	Meses	Programar reparación antes del desprendimiento
23 Sello de puerta degradado	Fuga térmica en el perímetro de la puerta, medida por infrarrojo	A	Semanas	Cambiar sello: es la fuga más barata de cerrar
24 Puerta desalineada o alabeada	Distribución térmica desigual en el marco	M	Meses	Ajustar herrajes
25 Infiltración de aire falso	Oxígeno en gases alto sin cambio en el ajuste del quemador	A	Meses	Sellar: enfría el horno y engaña al control
26 Tiempo de calentamiento creciente	Minutos hasta consigna contra la línea base, a igual carga	A	Meses	Suma de aislamiento, quemadores y sellos
27 Enfriamiento en reposo más rápido	Pendiente de caída de temperatura con el horno apagado	A	Meses	Es la medida más limpia del aislamiento

4 · Control de temperatura y uniformidad9 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
28 Termopar descalibrado	Deriva contra los demás termopares y contra el comportamiento térmico	A	Meses	Calibrar o cambiar: todo el control depende de esto
29 Termopar roto o intermitente	Lectura con saltos o fuera de rango eléctrico	A	Inmediato	Cambiar antes de que el control persiga ruido
30 Vaina de termopar degradada	Respuesta térmica más lenta que la de sus pares	M	Meses	Cambiar vaina
31 Uniformidad de la cámara fuera de especificación	Dispersión entre termopares de la cámara a régimen	A	Semanas	Revisar quemadores y circulación
32 Sobreoscilación del control	Amplitud de oscilación alrededor de la consigna	A	Días	Resintonizar el lazo: cada ciclo desgasta el refractario
33 Rampa de calentamiento fuera de receta	Curva real contra la declarada para el proceso	A	Por hornada	Afecta directamente la calidad del tratamiento
34 Sostenimiento con desviación	Tiempo dentro de banda durante el sostenimiento	A	Por hornada	Es lo que el cliente audita
35 Ventilador de recirculación degradado	Corriente y vibración contra la línea base	A	1 a 3 meses	Sin recirculación no hay uniformidad
36 Consigna más alta de lo necesario	Temperatura de proceso contra la requerida por la receta	A	Continuo	Cada grado de más se paga en gas

5 · Tiro, chimenea y recuperación

8 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
37 Tiro insuficiente	Presión en cámara contra la referencia de operación	A	Días	Revisar chimenea, dámper y extractor
38 Tiro excesivo	Presión negativa mayor de la necesaria: se va calor por la chimenea	A	Días	Ajustar dámper y ahorrar combustible
39 Dámper trabado	Posición ordenada contra el efecto medido en la presión de cámara	A	Inmediato	Revisar actuador
40 Temperatura de gases de chimenea alta	Temperatura de salida contra la esperada para la carga	A	Semanas	Es calor pagado que se está tirando
41 Recuperador de calor obstruido	Salto térmico del recuperador decreciente a igual caudal	A	1 a 3 meses	Limpieza del recuperador
42 Fuga en el recuperador	Oxígeno en gases inconsistente con el ajuste de combustión	M	Meses	Riesgo de mezcla aire-gases
43 Extractor de gases degradado	Caudal contra corriente y vibración, respecto de su curva	A	1 a 3 meses	Revisar rodete y rodamientos
44 Chimenea con obstrucción parcial	Contrapresión creciente con el mismo caudal de gases	M	Meses	Inspeccionar y limpiar

6 · Atmósfera y carga

8 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
45 Atmósfera fuera de especificación	Sonda de atmósfera contra la receta del proceso	A	Inmediato	El tratamiento se pierde sin que nada se rompa
46 Consumo de gas de proceso anómalo	Nitrógeno o gas de atmósfera por hornada, contra la línea base	A	Semanas	Casi siempre es una fuga o un sello
47 Sonda de atmósfera descalibrada	Deriva contra el comportamiento del proceso y la referencia	A	Meses	Calibrar y registrar
48 Carga desbalanceada en la cámara	Dispersión térmica correlacionada con la disposición de la carga	M	Semanas	Cambiar el patrón de carga
49 Carga por encima de la capacidad	Tiempo de calentamiento contra el peso realmente cargado	A	Por hornada	Explica la hornada que no llegó a especificación
50 Puerta abierta fuera de secuencia	Evento de apertura con horno a temperatura, fechado	A	Inmediato	Pérdida térmica y riesgo para el personal
51 Tiempo de puerta abierta acumulado	Minutos por turno con el horno caliente y la puerta abierta	A	Semanas	Disciplina operativa que se paga en gas
52 Enfriamiento fuera de rampa	Curva de enfriamiento contra la receta	A	Por hornada	Afecta dureza y tensiones residuales

7 · Alimentación eléctrica y tablero

8 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
53 Desbalance de tensión entre fases	Comparación de las tres tensiones de línea en el tablero	A	Semanas	Revisar acometida y cargas monofásicas
54 Desbalance de corriente del motor	Diferencia entre las tres corrientes contra la línea base	A	Semanas	Revisar conexiones y bobinado
55 Fuga a tierra creciente en resistencias	Corriente residual del circuito de calefacción, con tendencia	A	1 a 3 meses	Resistencia a punto de fallar a tierra
56 Resistencia eléctrica abierta	Corriente ausente en un ramal con tensión presente	A	Inmediato	Cambiar antes de perder uniformidad
57 Punto caliente en borne o barra	Matriz infrarroja continua: elevación contra la corriente medida	A	Semanas	Reapretar en paro programado

58	Contactor de calefacción desgastado	Conteo de conmutaciones y dispersión entre polos	A	Meses	Cambiar antes de que suelde cerrado
59	Temperatura interior excesiva del tablero	Sensor interior contra exterior y contra la carga	A	Semanas	El tablero de un horno vive al límite
60	Consumo específico por kilo procesado	Energía y gas entre kilos tratados, seguido en el tiempo	A	Continuo	Es el indicador maestro del horno

8 · Salud del propio sistema de monitoreo

7 condiciones

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

Además de las fallas, el sistema entrega: el exceso de aire real por quemador contra el óptimo, la uniformidad de temperatura de la carga, la energía por kilo procesado seguida en el tiempo, y el **expediente térmico del horno**: cada hornada con su curva, cada desviación y cada intervención en el refractario, con fecha y 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