

50 condiciones vigiladas. El costo por metro cúbico bombeado no se estima: se mide.

Diagnóstico continuo de la estación de bombeo superficial completa — bombas, motores, tubería y válvulas, torres de enfriamiento cuando existen, y el tablero de fuerza — comparando cada segundo lo medido contra el comportamiento propio de cada equipo.

50

condiciones vigiladas por estación

≤ 6 meses

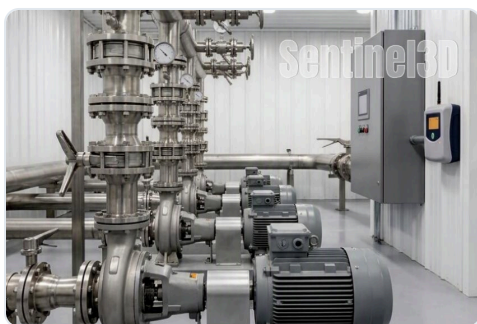
de anticipación según la falla

kWh / m³

el indicador maestro, medido y no estimado

0

conexiones a su red corporativa



Tres puntos, un solo costo. Bomba, motor y tablero comparten el mismo módulo satélite; el **costo por metro cúbico bombeado** no sale de ningún equipo por separado — sale de los tres medidos juntos.

Por qué este sistema antes que ningún otro. Una bomba desgastada sigue dando presión — sigue produciendo — mientras cobra cada vez más energía por el mismo metro cúbico entregado. **No hay paro que avise: la factura sube antes de que algo se rompa.** Aquí no se vigila la falla catastrófica; se vigila la pérdida de eficiencia continua que solo se ve cuando se mide contra la curva propia del equipo, día tras día.

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 cambie el sello de la bomba 2, la vibración sigue en su línea base»

. 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 refrigeración entregada*.

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.

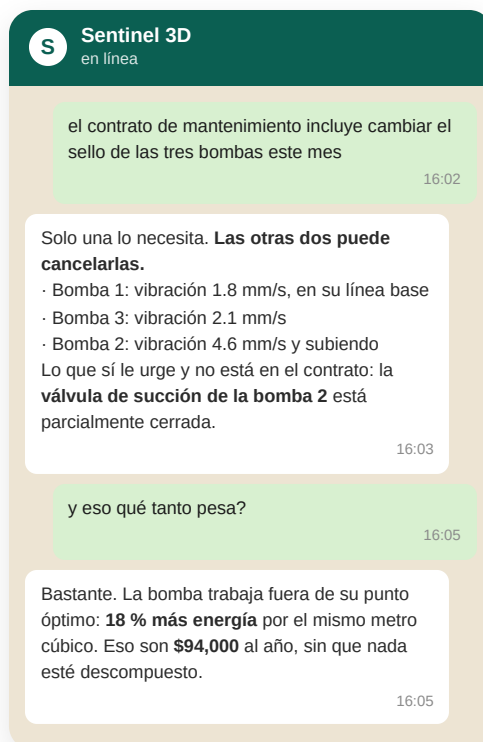
Protege desde el día uno

Falla de fase, marcha en vacío de bomba, cavitación y sobrecorriente del motor: 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 50 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 módulo satélite: 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.

M

Mantenimiento · Bombeo

Sentinel 3D, Jorge, Luis, Ana

Rodamiento · Bomba 2

La vibración del rodamiento viene creciendo semana tras semana.

· De 1.8 a 4.6 mm/s en seis semanas, a igual caudal

· La temperatura del rodamiento subió 9 °C

· Las bombas 1 y 3, en el mismo banco, no se movieron

Ventana: **esta semana**. Cambio de rodamiento.

Refacción: rodamiento 6309 — **sí está en el almacén de sitio**.

07:12

Voy en camino · No puedo · Ya está

lo programo para el sábado

07:19

Anotado, Luis. Al costo de energía actual, cada semana que pasa son **\$1,800**. Te dejo la curva en el expediente.

07:19

S

Sentinel 3D

en línea

Nadie acusó recibo en 20 min

Escalado · guardia

El caudal de la bomba 1 lleva 20 minutos por debajo del mínimo y nadie acusa recibo. Lo paso a Ana.

Con esta caída hay riesgo de marcha en vacío. Eso no es una revisión, es una bomba dañada.

23:12

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 bombeado con medidor externo de abrazadera, sin cortar tubería
- Presión de succión y descarga en cada bomba, para medir la curva real del equipo
- Vibración de bombas, motores y ventiladores de torre
- Temperatura del sello y de los rodamientos, continua
- Corriente y tensión por equipo, y visión térmica continua del tablero

2

Módulo 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 planta

- 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 no corta tubería ni interviene el control de las bombas: caudal por abrazadera, presión por transductor externo o toma existente, y toroides de abrazadera en el tablero. **El sistema observa el equipo; no lo controla.**

Un solo bus adentro, un solo enlace afuera.



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.

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

1 · Bombeo superficial y motor

12 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
1 Bomba con impulsor desgastado	Presión y caudal contra la curva propia del equipo	A	1 a 3 meses	Sigue dando presión y cobra 15 % más por metro cúbico
2 Desgaste de rodamientos de bomba	Envolvente de vibración: bandas de defecto contra la línea base	A	2 a 6 meses	Programar cambio en paro planeado
3 Cavitación de la bomba	Firma de banda ancha en la vibración con caída de presión de descarga	A	Días	Revisar carga neta positiva, filtro y nivel
4 Sello mecánico en degradación	Temperatura del alojamiento y vibración crecientes	M	Semanas a meses	Cambiar sello antes de la fuga
5 Desalineación motor-bomba	Vibración a dos veces la velocidad con componente axial	A	Meses	Alinear en frío y en caliente
6 Bomba en marcha sin entregar	Potencia activa muy por debajo de la esperada con la bomba en marcha	A	Inmediato	Revisar succión, cebado y acoplamiento
7 Reparto de carga por costumbre entre bombas	Comparación del costo por metro cúbico entre equipos redundantes	A	Continuo	Repartir por costo real y no por rotación fija
8 Bombeo a caudal constante con carga variable	Caudal del sistema contra la demanda térmica real	A	Continuo	Pasar a caudal variable: el ahorro es cúbico
9 Variador de bomba en lazo abierto	Frecuencia fija con presión diferencial variable en la red	A	Semanas	Controlar por presión diferencial del punto crítico
10 Válvula de balanceo estrangulando de más	Caída de presión en el balanceo contra la necesaria	M	Meses	Rebalancear: se está pagando por estrangular
11 Golpe de ariete en arranques y paros	Transitorio de presión en la maniobra de bombas y válvulas	A	Inmediato	Ajustar rampas y tiempos de válvula

12	Arranques excesivos de bomba	Conteo de arranques contra el límite del fabricante	A	Semanas	Revisar control y volumen del sistema
----	------------------------------	---	---	---------	---------------------------------------

2 · Torres de enfriamiento y agua de condensación
11 condiciones

#	FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
13	Aproximación al bulbo húmedo creciente	Temperatura de agua fría contra el bulbo húmedo del momento	A	1 a 4 meses	Es la medida limpia del estado de la torre
14	Relleno de la torre incrustado o colapsado	Aproximación creciente con caída de presión de aire	A	Meses	Reponer relleno
15	Boquillas de aspersión obstruidas	Distribución térmica desigual medida con matriz infrarroja	A	Semanas	Limpiar o cambiar boquillas
16	Ventilador de torre desbalanceado	Vibración dominante a una vez la velocidad del ventilador	A	1 a 3 meses	Balancear o cambiar aspas
17	Reductor o transmisión de torre degradada	Vibración de banda o de engrane contra la línea base	A	Meses	Revisar reductor y lubricación
18	Bomba de condensación degradada	Presión y caudal contra la curva propia	A	Meses	Revisar impulsor y sello
19	Purga insuficiente del agua de torre	Conductividad del agua de recirculación creciente	A	Semanas	Ajustar ciclos de concentración
20	Tratamiento químico fuera de banda	pH y conductividad contra el programa de tratamiento	A	Días	Incrustación y corrosión empiezan aquí
21	Arrastre de agua por los eliminadores	Reposición de agua por encima de la esperada para la carga	M	Meses	Revisar eliminadores de rocío
22	Nivel del cárcamo de torre fuera de banda	Sonda de nivel con la válvula de reposición	A	Horas	Revisar flotador y reposición
23	Riesgo sanitario por estancamiento	Tiempo sin recirculación con temperatura en el rango crítico	A	Días	Recircular y clorar: es un tema de salud

3 · Tubería y red de conducción
3 condiciones

#	FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
24	Aislamiento de tubería dañado	Condensación y puntos fríos medidos con matriz infrarroja	A	Meses	Reponer aislamiento y barrera de vapor
25	Aire atrapado en la red	Caudal por debajo del esperado con presión diferencial alta	M	Semanas	Purgar en los puntos altos
26	Fuga en la red de conducción	Reposiciones de agua tratada por encima de la línea base	A	Semanas	Localizar antes de perder el tratamiento químico

4 · Alimentación eléctrica y tablero
10 condiciones

#	FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
27	Desbalance de tensión entre fases	Comparación de las tres tensiones de línea en el tablero	A	Semanas	Revisar acometida y cargas monofásicas
28	Desbalance de corriente del motor	Diferencia entre las tres corrientes contra la línea base	A	Semanas	Revisar conexiones y bobinado
29	Fuga a tierra creciente	Descomposición resistiva y capacitiva de la corriente residual	A	1 a 3 meses	Medir aislamiento con el equipo bloqueado
30	Punto caliente en borne o barra	Matriz infrarroja continua: elevación contra la corriente medida	A	Semanas	Reapretar en paro programado
31	Contactador con resistencia de contacto creciente	Dispersión entre polos y rebote en el transitorio de cierre	A	1 a 3 meses	Cambiar contactor
32	Temperatura interior excesiva del tablero	Sensor interior contra exterior y contra la carga	A	Semanas	Revisar ventilación y filtros

33	Humedad y condensación en el tablero	Cruce de temperatura y humedad contra el punto de rocío calculado	A	Semanas	En sala de bombas es un problema real
34	Variador degradado	Corriente de entrada contra corriente de salida del accionamiento	M	Meses	Revisar etapa de potencia
35	Factor de potencia degradado	Factor de potencia medido contra el esperado para la carga	A	Continuo	Revisar banco de capacitores
36	Pico de demanda por arranques coincidentes	Coincidencia de arranques que fija la demanda del mes	A	Mensual	Escalonar: el pico se cobra un año

5 · Costo, uso y decisión

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
37 Costo real por metro cúbico entregado	Energía de bombas y motores entre el volumen bombeado medido	A	Continuo	El número que ninguna otra plataforma da
38 Reparto del consumo entre bombeo y disipación	Energía atribuida a cada bomba y a la torre	A	Continuo	Saber dónde atacar antes de gastar
39 Consumo en horario punta	Energía clasificada por franja tarifaria	A	Continuo	Desplazar carga con almacenamiento térmico
40 Horas reales de operación por equipo	Contador propio, no calendario	A	Continuo	Programar rutinas por uso real
41 Número de arranques acumulados	Conteo por bomba y ventilador de torre	A	Continuo	Priorizar mantenimiento por arranques
42 Punto de rentabilidad de la limpieza	Costo acumulado del exceso energético contra el costo de limpiar	A	Meses	Decidir cuándo limpiar con números
43 Micro paros no registrados	Paros y rearranques de segundos que nadie anota	A	Continuo	Investigar la causa antes de que crezca

6 · Salud del propio sistema de monitoreo

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
44 Módulo satélite sin reportar	Ausencia en el sondeo del servidor de planta	A	Inmediato	Revisar energía y enlace
45 Enlace de radio degradado	Relación señal a ruido contra la línea base de instalación	A	Semanas	Revisar antena y obstrucciones
46 Sensor fuera de rango eléctrico	Lectura fuera del rango válido del lazo	A	Inmediato	Revisar sensor y cableado
47 Sonda de temperatura descalibrada	Deriva contra sus pares y contra el comportamiento térmico	A	Meses	Aquí medio grado cambia todo el cálculo
48 Reloj del módulo satélite desincronizado	Contraste contra la referencia del servidor	A	Inmediato	Resincronizar
49 Pérdida de contacto con el sitio	Latido vigilado desde fuera de la planta	A	20 minutos	Avisar y revisar energía del sitio
50 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 costo real por metro cúbico bombeado —por bomba y del sistema completo—, la secuenciación de equipos por costo real en lugar de por rotación fija, la aproximación de la torre contra el bulbo húmedo del momento, y el expediente de la sala: cada cambio de sello, cada ajuste y cada evento, con fecha y con contexto.



Sentinel 3D
en línea

Parte semanal · Bombeo

semana 32 · 3 páginas · sin firmar

Esta semana:

- **1 atendido** — sello de la bomba 2, vibración -52 %
- **1 en observación** — vibración del rodamiento, bomba 2
- **1 cancelable** — lavado programado de bombas 1 y 3

Costo por metro cúbico: **\$2.14**, contra \$2.51 de hace dos semanas

07:00

agrégueme el censo de válvulas cuando esté completo

07:38

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.sentinel3d.com.mx