



90 condiciones vigiladas. El kW por tonelada no se estima: se mide.

Diagnóstico continuo del sistema de agua helada completo — chillers, condensación, bombeo primario y secundario, red de distribución, unidades manejadoras y tablero — comparando cada segundo lo medido contra el comportamiento propio de cada equipo y del sistema entero.

90

condiciones vigiladas por sala

≤ 6 meses

de anticipación según la falla

kW / TR

el indicador maestro, medido y no estimado

0

conexiones a su red corporativa



Los tres a la vez, o el número no existe. Producción, bombeo y disipación se miden juntos: el **kW por tonelada** del sistema no sale de ningún equipo por separado, y es donde vive el ahorro. Cada tablero lleva su satélite; todos cuelgan del mismo servidor de zona.

Por qué este sistema antes que ningún otro. El agua helada es el servicio donde más dinero se pierde sin que nada esté roto. **El síndrome de baja diferencia de temperatura —el retorno llega frío— hace que las bombas muevan el doble de agua para entregar la misma refrigeración,** y no existe alarma que lo señale: todo funciona, todo produce, y la factura sube. Aquí no se vigila un paro; se vigila una fuga continua que solo se ve cuando se miden a la vez la producción, el bombeo y la disipación.

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 laves ese condensador, la aproximación está en su punto»

. 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.

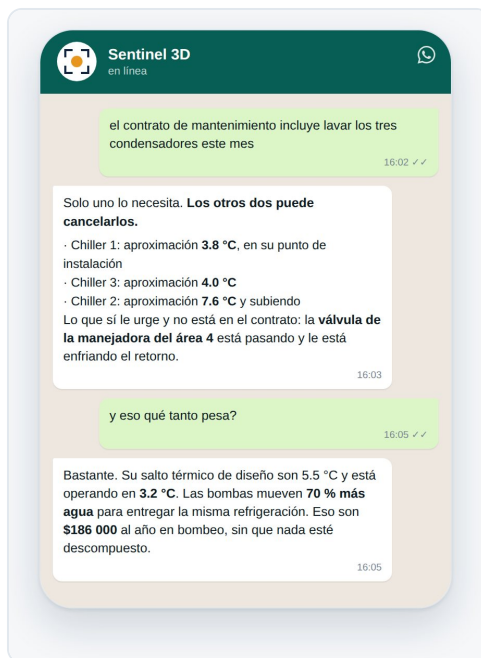
Protege desde el día uno

Falla de fase, marcha en vacío de bomba, caudal insuficiente por el evaporador y presión de alta excesiva: 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 equipoo.

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 90 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 agua helada con medidor externo de abrazadera, sin cortar tubería
- Temperaturas de ida y retorno en cada circuito, para medir la energía térmica real
- Presiones y temperaturas del circuito frigorífico de cada chiller
- Vibración de compresores, bombas y ventiladores
- Corriente y tensión por equipo, y visión térmica continua 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 no corta tubería ni interviene el control de los chillers: caudal por abrazadera, sondas en portasondas existentes o pozos termométricos, y toroides de abrazadera en el tablero. **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 90 CONDICIONES, UNA A UNA

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

1 · Chillers: rendimiento					12 condiciones
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN	
1 Aumento del kW por tonelada de refrigeración	Potencia eléctrica medida entre capacidad térmica calculada	A	Continuo	Es el indicador maestro del sistema	
2 Capacidad entregada por debajo de la nominal	Toneladas calculadas de caudal y salto térmico, contra la placa	A	Semanas	Separar problema de refrigeración del hidráulico	
3 Presión de succión más baja de lo necesario	Consigna de agua helada contra la temperatura realmente requerida	A	Continuo	Cada grado de consigna cuesta entre 2 y 3 %	
4 Presión de condensación alta sostenida	Presión de alta contra la esperada para la temperatura exterior	A	Días	Revisar condensación, suciedad e incondensables	
5 Consigna de condensación flotante mal ajustada	La consigna no sigue a la temperatura exterior	A	Continuo	Habilitar consigna flotante y ahorrar potencia	
6 Carga de refrigerante baja	Sobrecalentamiento y subenfriamiento fuera de banda con capacidad decreciente	A	Semanas	Localizar la fuga antes de recargar	
7 Fuga de refrigerante	Reposiciones por encima de la línea base histórica	A	Semanas	Prueba de hermeticidad dirigida	
8 Aire no condensable en el circuito	Presión de condensación por encima de la de saturación a la temperatura de líquido	M	Días	Purgar incondensables	
9 Trabajo prolongado a carga parcial	Horas en capacidad reducida con potencia específica alta	A	Continuo	Redimensionar o cambiar la estrategia de control	
10 Chillers mal secuenciados	Reparto de carga entre equipos contra su eficiencia individual	A	Continuo	Reordenar la secuencia por costo real, no por rotación	
11 Arranques excesivos por hora	Conteo de arranques contra el límite del fabricante	A	Continuo	Revisar control de capacidad y volumen de agua del sistema	
12 Ciclado corto del equipo	Duración de los ciclos de operación contra el mínimo recomendado	A	Días	Revisar consigna, banda muerta y carga real	

2 · Compresores y circuito frigorífico					10 condiciones
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN	
13 Desgaste de rodamientos del compresor	Envoltente de vibración: bandas de defecto contra la línea base propia	A	2 a 6 meses	Programar cambio en paro mayor	

14	Compresor desbalanceado en el banco	Reparto de horas y de corriente entre compresores del mismo equipo	A	Semanas	Reordenar la secuencia interna
15	Compresor sin arrancar en secuencia	Escalón de potencia ausente al subir la demanda	A	Inmediato	Revisar contactor, protección y presostato
16	Temperatura de descarga excesiva	Sonda contra la esperada para la relación de compresión	A	Inmediato a días	Revisar carga, condensación y aceite
17	Sobrecalentamiento de succión anómalo	Temperatura y presión de succión contra la banda de diseño	M	Semanas	Revisar alimentación y válvula de expansión
18	Retorno de líquido al compresor	Caída brusca de temperatura de succión con pico de corriente	A	Inmediato	Parar y revisar el control de alimentación
19	Válvula de expansión pegada o descalibrada	Sobrecalentamiento fuera de rango sin respuesta a la consigna	A	Días	Revisar válvula y su bulbo
20	Presión diferencial de aceite decreciente	Diferencial contra su línea base a igual régimen	A	Meses	Revisar bomba y filtros de aceite
21	Degradación del aceite	Temperatura y horas acumuladas contra el intervalo del fabricante	M	Meses	Muestrear y cambiar por condición
22	Calefactor de cárter inoperante	Temperatura del cárter en reposo contra la consigna	A	Días	Sin él, el arranque diluye el aceite

3 · Evaporador y condensador

9 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
23	Ensuciamiento del evaporador	A	1 a 3 meses	Programar limpieza de tubos
24	Ensuciamiento del condensador	A	1 a 3 meses	Limpieza: es el ahorro más rápido de la sala
25	Serpentín de condensador de aire sucio	A	1 a 3 meses	Lavado del serpentín
26	Ventilador de condensador degradado	A	1 a 3 meses	Balancear o cambiar aspas y rodamientos
27	Ventilador de condensador detenido	A	Inmediato	Revisar motor, contactor y variador
28	Recirculación de aire caliente en el condensador	A	Semanas	Revisar separaciones y obstrucciones del banco
29	Caudal de agua por el evaporador insuficiente	A	Días	Riesgo de congelación: revisar bombeo y filtros
30	Incrustación en tubos del condensador de agua	A	Meses	Tratar el agua y limpiar tubos
31	Filtro de la línea de agua saturado	A	Semanas	Limpiar canastilla

4 · Bombeo de agua helada

12 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
32	Bomba con impulsor desgastado	A	1 a 3 meses	Sigue dando presión y cobra 15 % más por metro cúbico
33	Desgaste de rodamientos de bomba	A	2 a 6 meses	Programar cambio en paro planeado
34	Cavitación de la bomba	A	Días	Revisar carga neta positiva, filtro y nivel
35	Sello mecánico en degradación	M	Semanas a meses	Cambiar sello antes de la fuga

36	Desalineación motor-bomba	Vibración a dos veces la velocidad con componente axial	A	Meses	Alinear en frío y en caliente
37	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
38	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
39	Bombeo a caudal constante con carga variable	Caudal del sistema contra la demanda térmica real	A	Continuo	Passar a caudal variable: el ahorro es cúbico
40	Variador de bomba en lazo abierto	Frecuencia fija con presión diferencial variable en la red	A	Semanas	Controlar por presión diferencial del punto crítico
41	Válvula de balanceo estrangulando de más	Caída de presión en el balanceo contra la necesaria	M	Meses	Rebalancear: se está pagando por estrangular
42	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
43	Arranques excesivos de bomba	Conteo de arranques contra el límite del fabricante	A	Semanas	Revisar control y volumen del sistema

5 · Red de distribución y consumo

12 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
44	Síndrome de baja diferencia de temperatura	A	Continuo	Es la enfermedad más cara y más común del sistema
45	Válvula de control de manejadora pasando	A	Semanas	Revisar asiento y actuador: aquí empieza la cascada
46	Válvula de tres vías con derivación permanente	A	Semanas	Convertir a dos vías donde proceda
47	Serpentín de manejadora sucio	A	1 a 3 meses	Lavado del serpentín
48	Manejadora con filtro de aire saturado	A	Semanas	Cambiar filtros
49	Ventilador de manejadora degradado	A	1 a 3 meses	Revisar rodamientos y transmisión
50	Aislamiento de tubería dañado	A	Meses	Reponer aislamiento y barrera de vapor
51	Aire atrapado en la red	M	Semanas	Purgar en los puntos altos
52	Fuga en la red de agua helada	A	Semanas	Localizar antes de perder el tratamiento químico
53	Ramal desbalanceado	M	Semanas	Rebalancear la red
54	Consumo fuera de horario de producción	A	Semanas	Revisar disciplina y programación
55	Tanque de almacenamiento térmico mal operado	M	Mensual	Desplazar carga fuera de punta

6 · Torres de enfriamiento y agua de condensación

11 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
56	Aproximación al bulbo húmedo creciente	A	1 a 4 meses	Es la medida limpia del estado de la torre
57	Relleno de la torre incrustado o colapsado	A	Meses	Reponer relleno

58	Boquillas de aspersión obstruidas	Distribución térmica desigual medida con matriz infrarroja	A	Semanas	Limpiar o cambiar boquillas
59	Ventilador de torre desbalanceado	Vibración dominante a una vez la velocidad del ventilador	A	1 a 3 meses	Balancear o cambiar aspas
60	Reductor o transmisión de torre degradada	Vibración de banda o de engrane contra la línea base	A	Meses	Revisar reductor y lubricación
61	Bomba de condensación degradada	Presión y caudal contra la curva propia	A	Meses	Revisar impulsor y sello
62	Purga insuficiente del agua de torre	Conductividad del agua de recirculación creciente	A	Semanas	Ajustar ciclos de concentración
63	Tratamiento químico fuera de banda	pH y conductividad contra el programa de tratamiento	A	Días	Incrustación y corrosión empiezan aquí
64	Arrastre de agua por los eliminadores	Reposición de agua por encima de la esperada para la carga	M	Meses	Revisar eliminadores de rocío
65	Nivel del cárcamo de torre fuera de banda	Sonda de nivel con la válvula de reposición	A	Horas	Revisar flotador y reposición
66	Riesgo sanitario por estancamiento	Tiempo sin recirculación con temperatura en el rango crítico	A	Días	Recircular y clorar: es un tema de salud

7 · Alimentación eléctrica y tablero

10 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
67	Desbalance de tensión entre fases	A	Semanas	Revisar acometida y cargas monofásicas
68	Desbalance de corriente del motor	A	Semanas	Revisar conexiones y bobinado
69	Fuga a tierra creciente	A	1 a 3 meses	Medir aislamiento con el equipo bloqueado
70	Punto caliente en borne o barra	A	Semanas	Reapretar en paro programado
71	Contactador con resistencia de contacto creciente	A	1 a 3 meses	Cambiar contactor
72	Temperatura interior excesiva del tablero	A	Semanas	Revisar ventilación y filtros
73	Humedad y condensación en el tablero	A	Semanas	En sala de agua helada es un problema real
74	Variador degradado	M	Meses	Revisar etapa de potencia
75	Factor de potencia degradado	A	Continuo	Revisar banco de capacitores
76	Pico de demanda por arranques coincidentes	A	Mensual	Escalonar: el pico se cobra un año

8 · Costo, uso y decisión

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
77	Costo real por tonelada entregada	A	Continuo	El número que ninguna otra plataforma da
78	Reparto del consumo entre producción, bombeo y disipación	A	Continuo	Saber dónde atacar antes de gastar
79	Consumo en horario punta	A	Continuo	Desplazar carga con almacenamiento térmico

80	Horas reales de operación por equipo	Contador propio, no calendario	A	Continuo	Programar rutinas por uso real
81	Número de arranques acumulados	Conteo por chiller, bomba y ventilador	A	Continuo	Priorizar mantenimiento por arranques
82	Punto de rentabilidad de la limpieza	Costo acumulado del exceso energético contra el costo de limpiar	A	Meses	Decidir cuándo limpiar con números
83	Micro paros no registrados	Paros y re arranques de segundos que nadie anota	A	Continuo	Investigar la causa antes de que crezca

9 · Salud del propio sistema de monitoreo

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
84 Nodo sin reportar	Ausencia en el sondeo del servidor de zona	A	Inmediato	Revisar energía y enlace
85 Enlace de radio degradado	Relación señal a ruido contra la línea base de instalación	A	Semanas	Revisar antena y obstrucciones
86 Sensor fuera de rango eléctrico	Lectura fuera del rango válido del lazo	A	Inmediato	Revisar sensor y cableado
87 Sonda de temperatura descalibrada	Deriva contra sus pares y contra el comportamiento térmico	A	Meses	Aquí medio grado cambia todo el cálculo
88 Reloj del nodo desincronizado	Contraste contra la referencia del servidor	A	Inmediato	Resincronizar
89 Pérdida de contacto con el sitio	Latido vigilado desde fuera de la planta	A	20 minutos	Avisar y revisar energía del sitio
90 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 kW por tonelada de refrigeración medido —por chiller y del sistema completo—, la secuenciación de equipos por costo real en lugar de por rotación fija, la consigna de condensación flotante contra la temperatura exterior del momento, y el expediente de la sala: cada limpieza, cada ajuste y cada evento, 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