



82 condiciones vigiladas. El agua fuera de norma no avisa.

Diagnóstico continuo de la planta de tratamiento completa — filtración, suavización, ósmosis inversa, dosificación química, desinfección, bombeo y almacenamiento — comparando cada segundo lo medido contra el comportamiento propio de cada etapa.

82

condiciones vigiladas por planta

≤ 6 meses

de anticipación según la falla

kWh / m³

costo real del agua tratada, medido

0

conexiones a su red corporativa



Instalación tipo. El satélite junto al tablero del tren de ósmosis; las sondas llegan por cable desde el skid.

Por qué este sistema antes que ningún otro. Una planta de tratamiento falla en silencio: las membranas se ensucian durante semanas antes de que alguien note que el rechazo subió, y la resina se agota sin un solo ruido hasta que el agua dura llega a la caldera o al proceso. **Cuando el problema se hace visible, el daño ya está aguas abajo** — en el producto, en la caldera o en el intercambiador. Aquí la anticipación no es una comodidad: es la única forma de enterarse.

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 cambies esas membranas, el flujo normalizado está 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 metro cúbico producido*.

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.

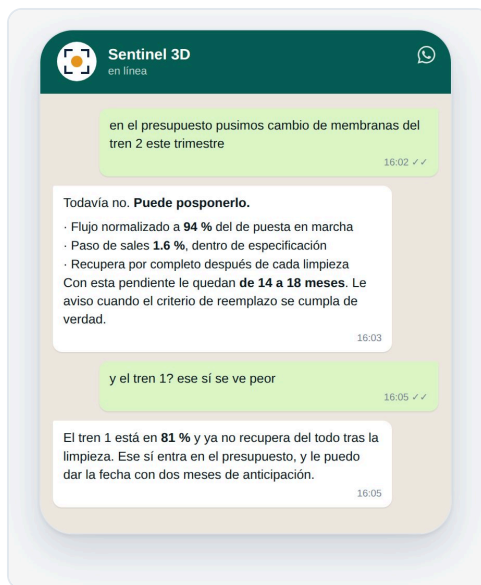
Protege desde el día uno

Marcha en vacío de bomba, falla de fase, presión fuera de rango y cloro residual sobre la membrana: 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 82 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

- Presión y caudal en alimentación, permeado y rechazo
- Conductividad y temperatura de entrada, producto y rechazo
- pH y cloro residual en los puntos críticos del tren
- Nivel de tanques de producto y de químicos
- Vibración de bombas y visión térmica 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

El caudal se mide con medidor externo de abrazadera, sin cortar tubería; las sondas se instalan en portasondas existentes o en un carrito dedicado. **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 82 CONDICIONES, UNA A UNA

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

1 · Captación y agua cruda					6 condiciones
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN	
1 Deterioro de la calidad del agua cruda	Conductividad y turbidez de entrada contra su banda histórica	A	Semanas	Ajustar la operación antes de que llegue a las membranas	
2 Aumento del índice de ensuciamiento	Tiempo de taponamiento del filtro de prueba, seguido en el tiempo	M	Semanas	Reforzar el pretratamiento	
3 Temperatura del agua fuera de rango de diseño	Sonda de entrada: cada grado cambia el flujo de permeado	A	Continuo	Normalizar el desempeño antes de juzgar la membrana	
4 Caudal de alimentación insuficiente	Caudalímetro de entrada contra la demanda de la planta	A	Inmediato	Revisar bombeo y nivel de cisterna	
5 Cisterna con nivel crítico	Sonda de nivel contra el consumo previsto	A	Horas	Reprogramar consumos y revisar reposición	
6 Ingreso de aire en la succión	Firma de banda ancha en la vibración de la bomba con caída de presión	A	Días	Revisar nivel, sellos y tubería de succión	
2 · Filtración de medios					8 condiciones
# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN	
7 Lecho filtrante saturado	Presión diferencial del filtro contra su línea base limpia	A	Días a semanas	Retrolavar y verificar la recuperación de presión	
8 Retrolavado ineficaz	La presión diferencial no vuelve al valor limpio después del ciclo	A	Semanas	Revisar caudal y duración del retrolavado	
9 Retrolavado excesivo	Agua y energía de retrolavado por encima de lo necesario para el ensuciamiento real	A	Continuo	Pasar a retrolavado por presión diferencial y no por reloj	
10 Pérdida de medio filtrante	Caída sostenida de la presión diferencial limpia entre ciclos	M	Meses	Reponer arena o antracita	
11 Canalización del lecho	Turbidez de salida creciente sin aumento de presión diferencial	M	Semanas	Revisar distribución y esponjamiento del lecho	
12 Válvula multipuerto con fuga interna	Caudal de rechazo presente fuera del ciclo de retrolavado	A	Semanas	Revisar sellos de la válvula	
13 Turbidez de salida fuera de especificación	Turbidímetro de salida contra el límite de la etapa siguiente	A	Inmediato	Sacar de servicio antes de dañar membranas	

14	Filtro de cartucho saturado	Presión diferencial del portafiltros contra su línea base	A	Semanas	Cambiar cartuchos y revisar el pretratamiento
----	-----------------------------	---	---	---------	---

3 · Suavización e intercambio iónico
8 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
15 Resina agotada antes de tiempo	Dureza de salida creciente antes de completar el volumen de diseño	A	Días	Revisar salmuera y capacidad real de la resina
16 Fuga de dureza en operación	Dureza de salida contra el límite del proceso	A	Inmediato	Regenerar y revisar la distribución interna
17 Regeneración con salmuera insuficiente	Consumo de sal por ciclo contra el diseño	A	Semanas	Revisar eyector, nivel de sal y tiempo de succión
18 Consumo de sal excesivo	Sal por metro cúbico tratado contra la línea base	A	Continuo	Ajustar el ciclo: la sal de más no da más capacidad
19 Puente de sal en el tanque de salmuera	El nivel de salmuera no baja durante la succión	A	Días	Romper el puente y revisar el llenado
20 Resina contaminada por hierro u orgánicos	Capacidad decreciente ciclo tras ciclo pese a regeneración correcta	M	Meses	Limpieza química o cambio de resina
21 Pérdida de resina al drenaje	Capacidad decreciente con caída de la presión diferencial	M	Meses	Revisar crepinas y distribuidores
22 Regeneración por reloj en lugar de por volumen	Ciclos ejecutados sin haber agotado la capacidad	A	Continuo	Regenerar por volumen tratado y ahorrar sal y agua

4 · Ósmosis inversa: membranas
11 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
23 Ensuciamiento de membranas	Presión diferencial por etapa creciente a caudal normalizado constante	A	1 a 3 meses	Programar limpieza química antes de perder producción
24 Incrustación por sales	Caída de flujo normalizado con aumento del paso de sales en la última etapa	A	1 a 3 meses	Revisar antiincrustante y recuperación
25 Ensuciamiento biológico	Presión diferencial creciente en la primera etapa con caída de flujo	M	Meses	Desinfección y revisión del pretratamiento
26 Degradación de la membrana por oxidantes	Aumento súbito del paso de sales con caída de presión diferencial	A	Inmediato	Revisar cloro residual: el daño es irreversible
27 Caída del flujo normalizado	Permeado corregido por temperatura, presión y salinidad, contra la puesta en marcha	A	Meses	Es el indicador maestro de la membrana
28 Aumento del paso de sales	Conductividad de permeado normalizada contra la línea base	A	Meses	Distinguir incrustación de daño y de fuga
29 Fuga en un sello de vaso a presión	Conductividad de permeado alta con presión diferencial normal	A	Días	Revisar sellos salmuera y adaptadores
30 Recuperación fuera del punto de diseño	Relación permeado sobre alimentación contra el diseño	A	Continuo	Reajustar: la recuperación de más incrusta
31 Limpieza química ineficaz	El flujo normalizado no se recupera después de la limpieza	A	Inmediato	Cambiar el protocolo o evaluar reemplazo
32 Membrana al final de su vida útil	Flujo normalizado y paso de sales contra el criterio de reemplazo	A	Meses	Presupuestar el cambio con anticipación real
33 Golpe de ariete en el arranque	Transitorio de presión en el arranque de la bomba de alta	A	Inmediato	Ajustar rampa: el golpe destruye membranas

5 · Bombas y presión
9 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
34 Bomba de alta presión degradada	Presión y caudal contra la curva propia del equipo a igual velocidad	A	1 a 3 meses	Revisar impulsores y desgaste interno

35	Cavitación de la bomba	Firma de banda ancha en la vibración con caída de presión de descarga	A	Días	Revisar succión, filtro y nivel
36	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
37	Sello mecánico en degradación	Temperatura del alojamiento y vibración crecientes	M	Semanas a meses	Cambiar sello antes de la fuga
38	Desalineación motor-bomba	Vibración a dos veces la velocidad con componente axial	A	Meses	Alinear en frío y en caliente
39	Válvula de aguja de rechazo mal ajustada	Recuperación desviada con consumo específico creciente	A	Días	Reajustar y registrar el punto
40	Variador de la bomba degradado	Corriente de entrada contra corriente de salida del accionamiento	M	Meses	Revisar etapa de potencia
41	Arranques excesivos por hora	Conteo de arranques contra el límite del fabricante	A	Continuo	Revisar control de nivel y volumen del tanque
42	Marcha en vacío de la bomba	Potencia activa muy por debajo de la esperada con la bomba en marcha	A	Inmediato	Parar antes de destruir el sello

6 · Dosificación química

9 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
43 Bomba dosificadora sin entregar producto	Nivel del tanque que no baja con la bomba en marcha	A	Inmediato	Revisar cebado, válvulas y manguera
44 Dosis fuera de proporción al caudal	Producto consumido contra metros cúbicos tratados	A	Días	Ajustar la dosificación a caudal real
45 Tanque de químico en nivel crítico	Sonda de nivel contra el consumo previsto	A	Días	Reponer antes del desabasto
46 Antiincrustante insuficiente	Consumo por metro cúbico por debajo del diseño, con señales de incrustación	A	Semanas	Corregir antes de dañar membranas
47 Cloro residual fuera de rango	Sonda de cloro contra la banda objetivo	A	Inmediato	Proteger membranas y garantizar desinfección
48 Falla del sistema de descloración	Cloro residual presente aguas abajo del carbón o del bisulfito	A	Inmediato	Detener la ósmosis: riesgo de daño irreversible
49 pH fuera de banda de operación	Sonda de pH contra el rango de la etapa	A	Horas	Ajustar dosificación ácida o alcalina
50 Sonda de pH o cloro descalibrada	Deriva contra medición de referencia y contra el comportamiento del proceso	M	Meses	Calibrar y registrar
51 Consumo químico por encima de la línea base	Producto por metro cúbico seguido en el tiempo	A	Continuo	Buscar la causa: casi siempre es un ajuste, no una fuga

7 · Desinfección y calidad de salida

6 condiciones

#	FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
52	Lámpara ultravioleta al final de su vida	Horas acumuladas y señal del sensor de intensidad	A	Semanas	Cambiar lámpara antes de perder desinfección
53	Cuarzo de la lámpara sucio	Intensidad ultravioleta decreciente con lámpara nueva	A	1 a 3 meses	Limpieza del cuarzo
54	Dosis ultravioleta insuficiente por caudal alto	Cruce de caudal instantáneo con intensidad medida	A	Inmediato	Limitar caudal o ampliar el equipo
55	Conductividad de salida fuera de especificación	Sonda de producto contra el límite del proceso	A	Inmediato	Desviar el agua antes de que entre al proceso
56	Contaminación cruzada por válvula con fuga	Conductividad de producto que sube al operar una válvula específica	M	Semanas	Revisar asientos de válvula

57	Estancamiento en el tanque de producto	Tiempo de residencia calculado contra el límite sanitario	M	Semanas	Recircular o reducir volumen almacenado
----	--	---	---	---------	---

8 · Almacenamiento y distribución

5 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
58 Nivel del tanque de producto fuera de banda	Sonda de nivel contra el patrón de consumo	A	Horas	Revisar producción y demanda
59 Fuga en la red de distribución	Balance entre producido y consumido, por turno	A	Semanas	Localizar la fuga con el patrón horario
60 Presión de red insuficiente	Presión en el punto más lejano contra la requerida	A	Días	Revisar bombeo, tanque hidroneumático y pérdidas
61 Bomba de red en ciclado excesivo	Arranques por hora del equipo de presión constante	A	Semanas	Revisar precarga del hidroneumático
62 Consumo anómalo fuera de producción	Agua consumida en horas sin proceso	A	Semanas	Fuga o servicio que nadie cerró

9 · Alimentación eléctrica y tablero

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
63 Desbalance de tensión entre fases	Comparación de las tres tensiones de línea en el tablero	A	Semanas	Revisar acometida y cargas monofásicas
64 Desbalance de corriente del motor	Diferencia entre las tres corrientes contra la línea base	A	Semanas	Revisar conexiones y bobinado
65 Fuga a tierra creciente	Descomposición resistiva y capacitiva de la corriente residual	A	1 a 3 meses	Medir aislamiento con el equipo bloqueado
66 Punto caliente en borne o barra	Matriz infrarroja continua: elevación contra la corriente medida	A	Semanas	Reapretar en paro programado
67 Contactador con resistencia de contacto creciente	Dispersión entre polos y rebote en el transitorio de cierre	A	1 a 3 meses	Cambiar contactor
68 Humedad y condensación en el tablero	Cruce de temperatura y humedad contra el punto de rocío calculado	A	Semanas	Revisar sellos: el cuarto de agua es un ambiente hostil
69 Temperatura interior excesiva del tablero	Sensor interior contra exterior y contra la carga	A	Semanas	Revisar ventilación y filtros

10 · Costo, uso y decisión

6 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
70 Consumo específico de la planta	Energía entre metros cúbicos producidos, seguido en el tiempo	A	Continuo	Es el indicador maestro del sistema
71 Costo químico por metro cúbico	Producto consumido y su precio, atribuido a la producción real	A	Mensual	Comparar contra el costo de limpiar antes
72 Agua de rechazo y de retrolavado	Agua no aprovechada contra la producida	A	Continuo	Decidir con números si conviene recuperarla
73 Horas reales de operación por equipo	Contador propio, no calendario	A	Continuo	Programar rutinas por uso real
74 Punto de rentabilidad de la limpieza	Costo acumulado del exceso energético contra el costo de limpiar	A	Meses	Decidir cuándo limpiar con números
75 Punto de reemplazo de membranas	Flujo normalizado y consumo específico contra el costo del cambio	A	Meses	Presupuestar el cambio, no sufrirlo

11 · Salud del propio sistema de monitoreo

7 condiciones

# FALLA O CONDICIÓN	CÓMO LA DETECTA EL SISTEMA	CONF.	ANTICIPACIÓN	ACCIÓN
76 Nodo sin reportar	Ausencia en el sondeo del servidor de zona	A	Inmediato	Revisar energía y enlace

77	Enlace de radio degradado	Relación señal a ruido contra la línea base de instalación	A	Semanas	Revisar antena y obstrucciones
78	Sensor fuera de rango eléctrico	Lectura fuera del rango válido del lazo	A	Inmediato	Revisar sensor y cableado
79	Sonda de proceso descalibrada	Deriva contra referencia y contra el comportamiento del sistema	M	Meses	Calibrar y registrar en el expediente
80	Reloj del nodo desincronizado	Contraste contra la referencia del servidor	A	Inmediato	Resincronizar
81	Pérdida de contacto con el sitio	Latido vigilado desde fuera de la planta	A	20 minutos	Avisar y revisar energía del sitio
82	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 normalización de la ósmosis a condiciones estándar —único modo honesto de comparar el desempeño de la membrana mes con mes—, el consumo específico en kWh por metro cúbico producido, el rendimiento real de sal y de químicos por metro cúbico, y el **expediente del agua**: cada retrolavado, cada regeneración, cada limpieza química y cada cambio de membrana, 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