



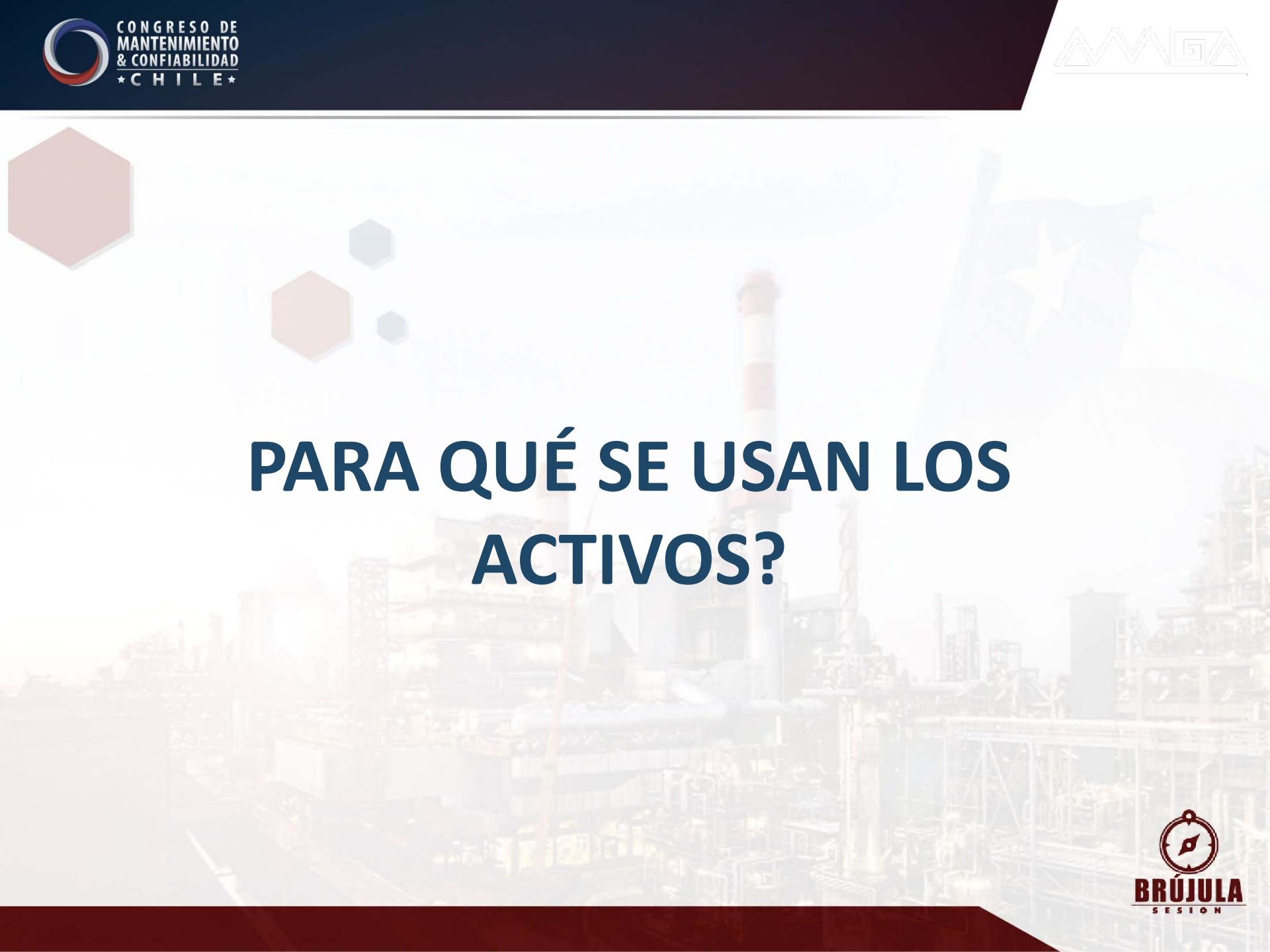
CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
★ C H I L E ★



# **CARLOS MARIO PÉREZ JARAMILLO**

*Practitioner de RCM2 de The Aladon Network*

## **ACCIONES CONCRETAS Y REALES PARA MEDIR Y MEJORAR LA CONFIABILIDAD**



PARA QUÉ SE USAN LOS  
ACTIVOS?

Los equipos e instalaciones se tienen para su:





PORQUÉ FALLAN LOS ACTIVOS?



## Resultados de operación:



- Desgaste
- Fricción
- Fallas
- Pérdidas
- Ineficiencia
- Riesgos



QUÉ IMPACTO TIENEN LAS  
FALLAS DE LOS ACTIVOS?

## Impacto

Eficacia de los activos



Eficiencia de los activos



Disponibilidad de los activos



Frecuencia de falla de los activos



Probabilidad de impacto en la seguridad de las personas



Probabilidad de impacto en el medio ambiente



Disminución de la confiabilidad del activo.



QUE ESPERAMOS DE LOS  
ACTIVOS?

Las empresas buscan asegurar y mejorar su competitividad por medio de:

Esfuerzos



Acciones



Decisiones

Que garanticen:

- Sistemas y activos que operen de manera eficiente y eficaz
- Clientes y usuarios satisfechos
- Riesgos reducidos y mínimos incidentes ambientales
- Costos óptimos

Entorno “confiable”





CUÁNDΟ FALLAN LOS ACTIVOS?

Los activos son diseñados, operados y mantenidos para alcanzar niveles de producción/operación con una calidad esperada.

Cuándο pueden fallar los activos?

Durante cualquier etapa de su ciclo de vida





DEFINICIONES  
FALLA

Evento no deseado, daño o avería en instalaciones, activos o elementos que no permite su normal funcionamiento.

- No existen instalaciones, equipos o activos libres de fallas a lo largo de su vida útil.
- Cualquier circunstancia que descienda de nivel esperado de funcionamiento debe ser considerada como una falla.



Evento que causa la parada de un activo



**Incapacidad de un activo o componente:**

- Para desempeñar una función requerida
- En las condiciones establecidas
- Por un determinado período de tiempo





## Las fallas pueden afectar:

La producción/operación

La calidad del producto o servicio

La seguridad de las personas

El medio ambiente

La imagen de la empresa

La rentabilidad

El activo





# DEFINICIONES CONFIABILIDAD

Grado de cumplimiento de un activo frente a los requerimientos del usuario, de los estándares:



Operacionales

De calidad

Medioambientales

De seguridad

Es la capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones requeridas, en las condiciones establecidas, por un determinado período de tiempo.

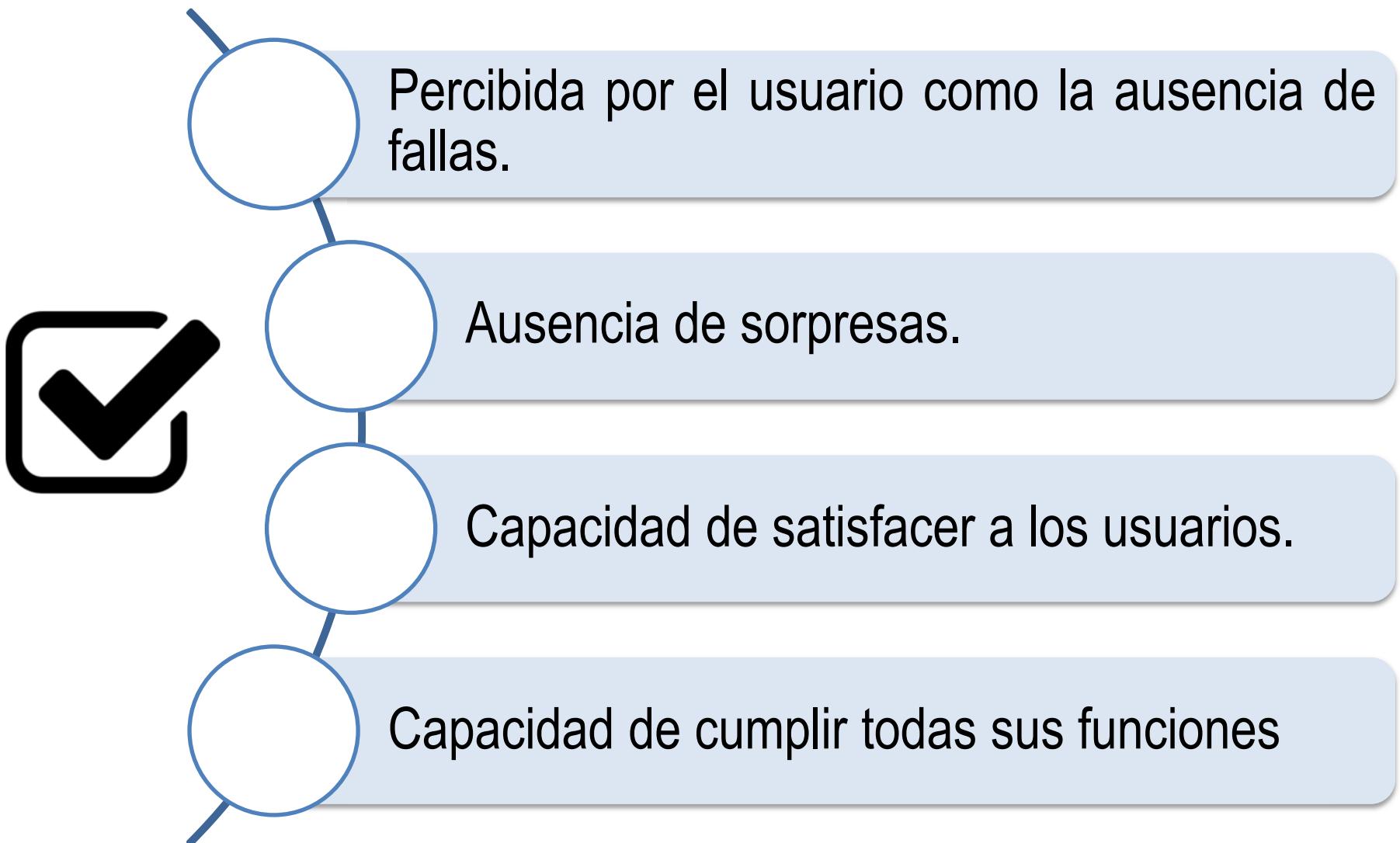


Probabilidad de que un equipo no falle en un período de tiempo determinado.



Es representada por la confiabilidad de los diversos subsistemas, componentes o elementos que lo conforman.







Función



Falla



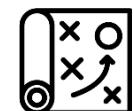
Desempeño



Riesgo



Costo



Estrategia



ESTRATEGIAS DE  
CONFIABILIDAD



Para obtener un buen desempeño se requiere:



- Operación correcta
- Selección y montaje adecuado de equipos
- Gestión de inventarios adecuada
- Compras efectivas
- Buenas prácticas de mantenimiento

Información de los activos completa y actualizada:  
Taxonomía

Niveles de inventario de repuestos apropiados

Uso adecuado de la orden de trabajo

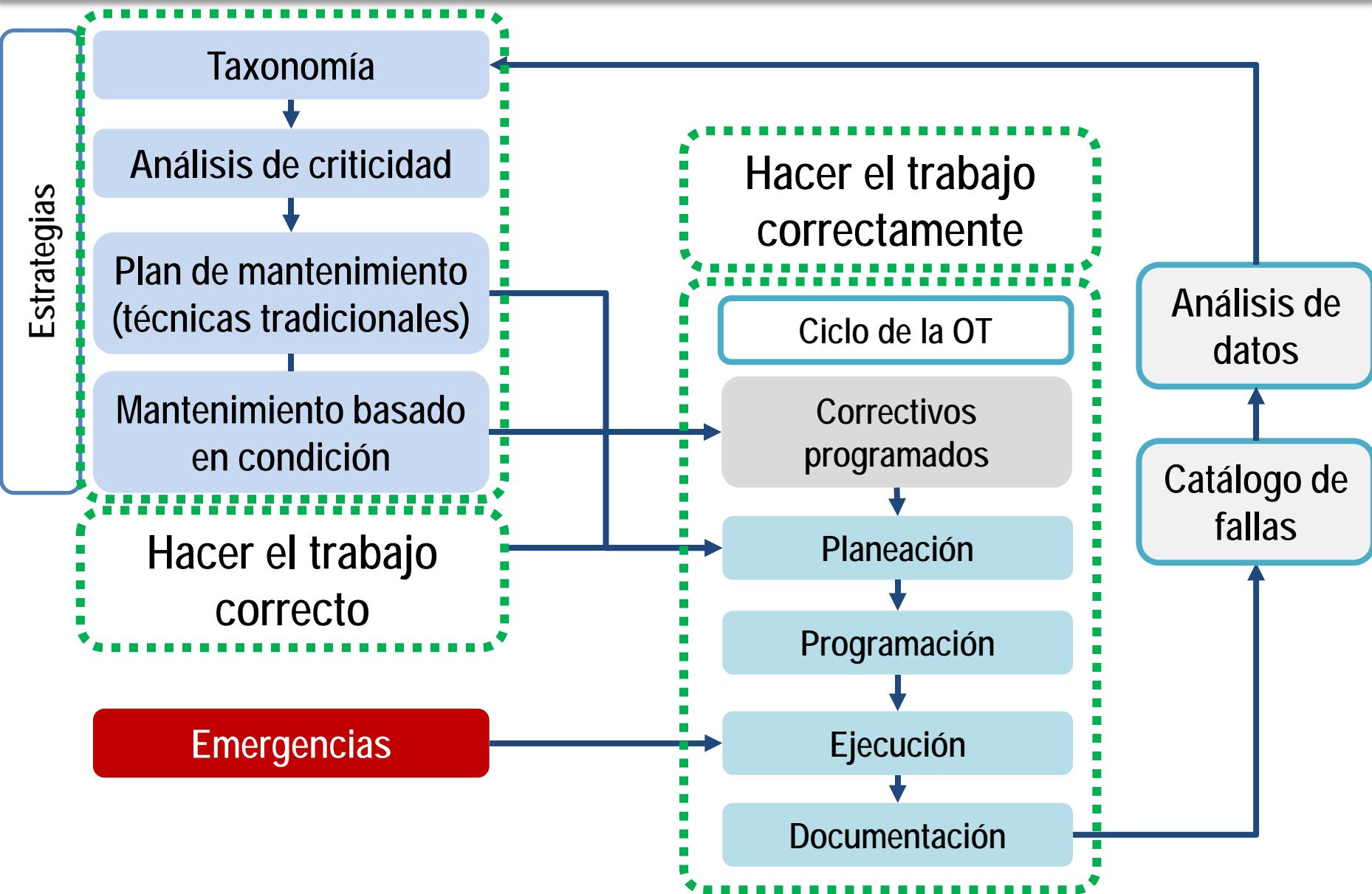
Personal capacitado

Un plan de mantenimiento adecuado

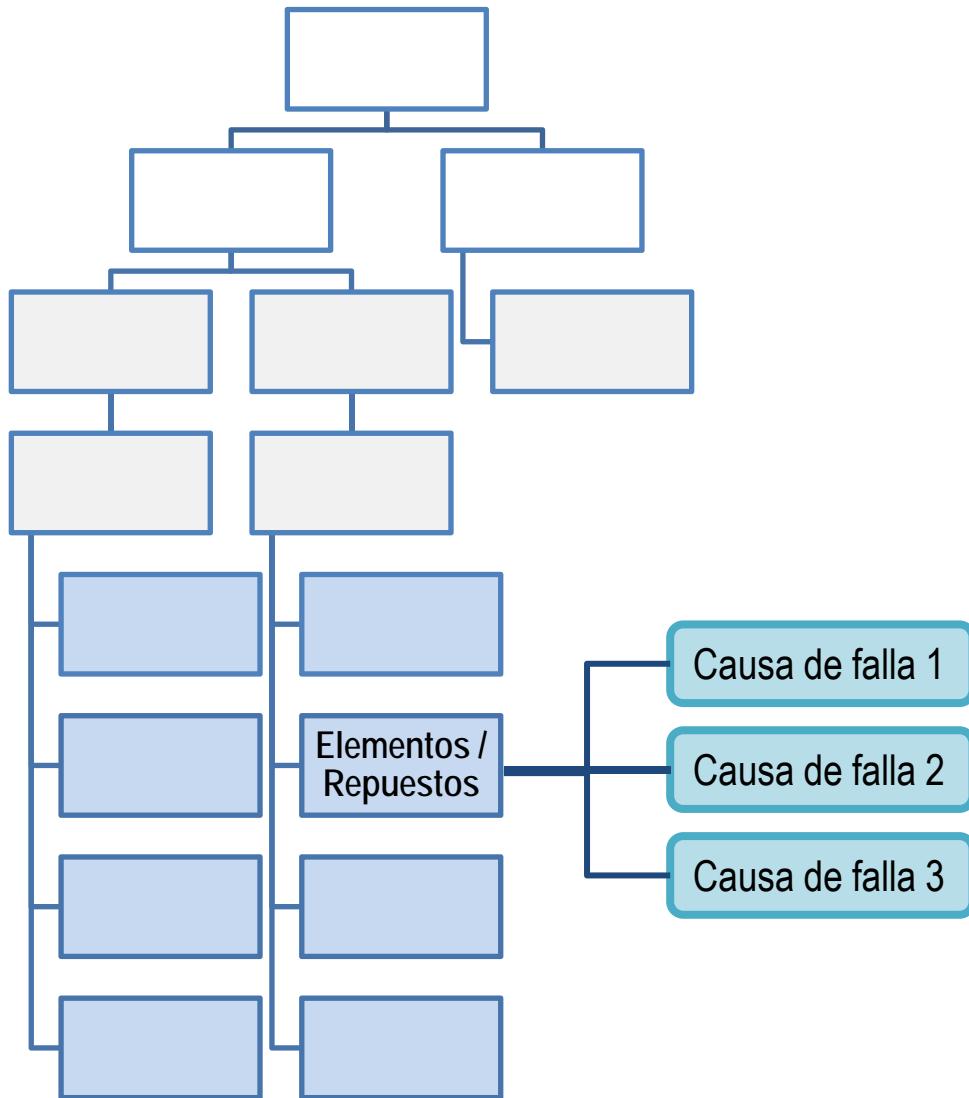
Entendimiento del funcionamiento de los activos



# ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD



# Taxonomía

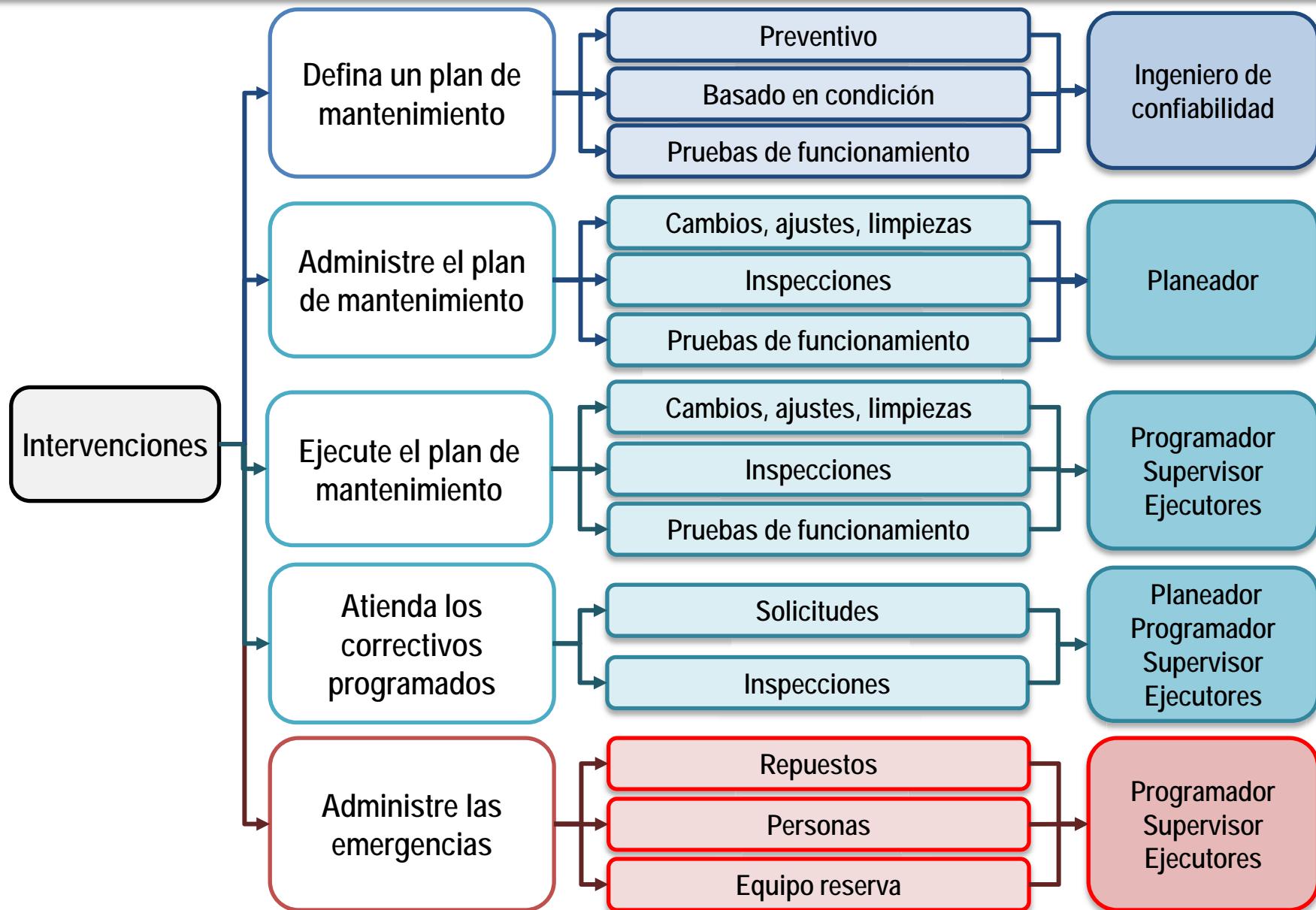


# Plan de mantenimiento

- RCM
- AMFE
- Catálogo de fallas
- Análisis de datos/fallas

- Tarea 1
- Tarea 2
- Tarea 3...

# ACCIONES PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD





# RUTAS TRADICIONALES Y NUEVAS

## CAMINO TRADICIONAL

### ESTRATEGIAS

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ

CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD,  
MANTENIBILIDAD (RAM)

CÁLCULOS DE CONFIABILIDAD

PRESUNCIIONES ESTADÍSTICAS

## CAMINO NUEVO

### INFORMACIÓN DE LOS ACTIVOS

TAXONOMÍA

ANÁLISIS DE CRITICIDAD

DESPIECES (BOMS)

GESTIÓN DE INVENTARIOS

### ANÁLISIS

CATÁLOGO DE FALLAS

ANÁLISIS PROACTIVO DE CAUSA  
RAÍZ (PRCA)

ANÁLISIS DE DATOS Y EVENTOS

### PLANES Y ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

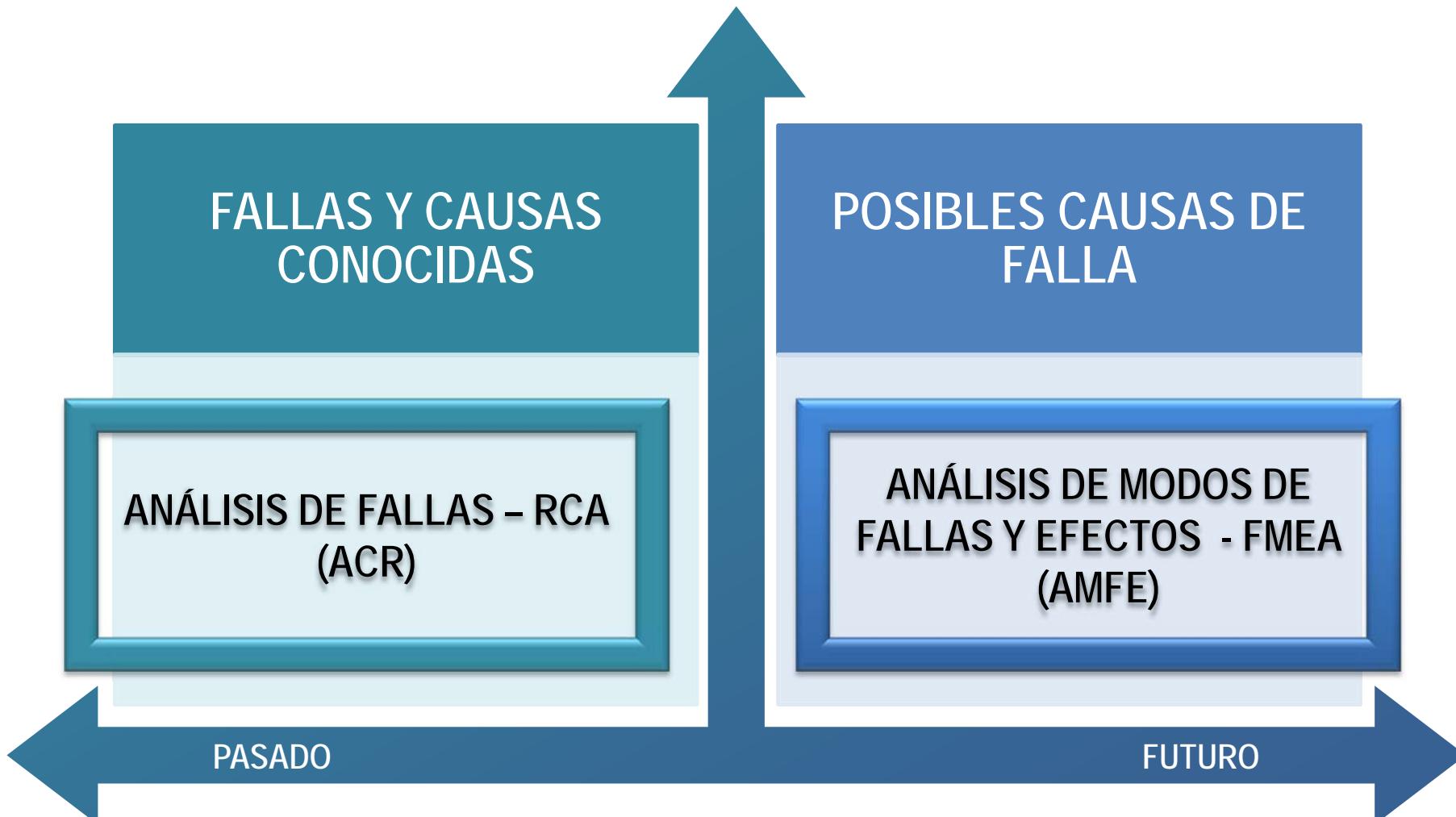
ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y  
EFECTOS (AMFE)

MANTENIMIENTO CENTRADO EN  
CONFIABILIDAD (RCM)

ESTRATEGIAS PREVENTIVAS,  
PREDICTIVAS Y BASADAS EN  
CONDICIÓN

ACCIONES DE MITIGACIÓN

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN





MODELO DE GESTIÓN DE  
CONFIABILIDAD



## MODELO DE GESTIÓN



## ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD

TAXONOMÍA

PLAN DE MANTENIMIENTO

CATÁLOGO DE FALLAS

GESTIÓN DE INVENTARIOS

RCM

ANÁLISIS DE FALLAS

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

AMFE, AMFEC

ANÁLISIS DE DATOS

De soporte

Proactivas

Reactivas

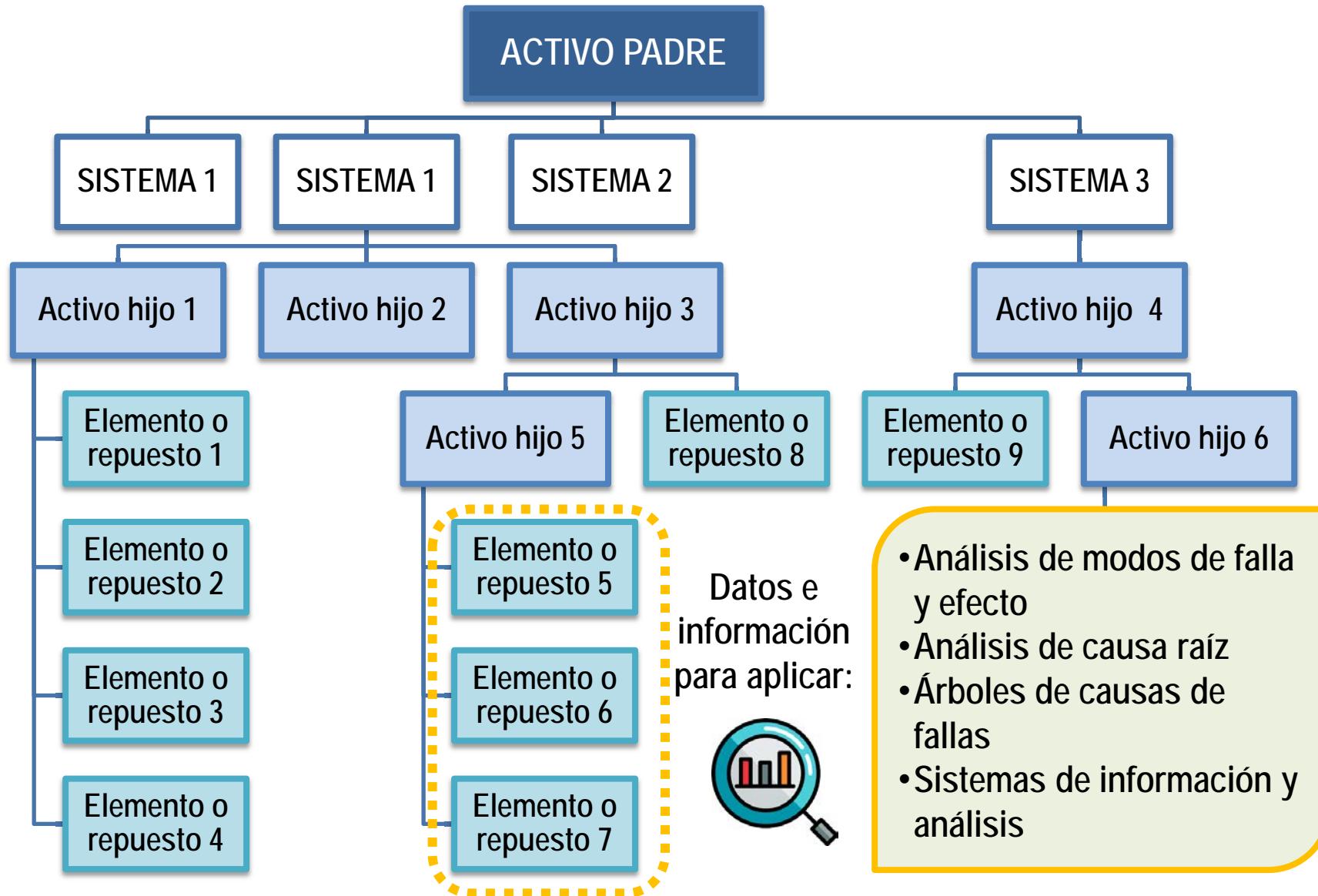




ESTRATEGIAS DE SOPORTE:

Taxonomía e información técnica

# DIAGRAMAS DE BLOQUES



¿Por qué tener la información técnica actualizada y disponible?



Para tener acceso a:



Despieces

Procedimientos

Cazafallas

Diagramas

Pautas de operación, mantenimiento y seguridad

Números de parte y referencias



ESTRATEGIAS PROACTIVAS:  
Plan de mantenimiento

## ¿En qué consiste definir un plan de mantenimiento?

Identificar las causas de falla

Definir las estrategias para manejarlas



# RESULTADOS DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

- Causas de falla identificadas



- Tareas preventivas



- Tareas predictivas



- Tareas detectivas



- Procedimientos



- Entrenamientos



- Repuestos a mantener



- Herramientas a comprar



- Rediseños



## ¿Cuándo un plan de mantenimiento es apropiado?

Cuando después de ejecutar todas las estrategias y tareas correctamente....



El activo es más confiable y tiene un mejor desempeño



ESTRATEGIAS REACTIVAS:

Análisis de datos y de fallas

- Identificar y clasificar la falla



- Formar el grupo de análisis



- Reconocer y entender el evento



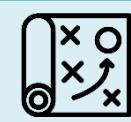
- Recopilar y preservar la información del evento



- Identificar y confirmar causas probables

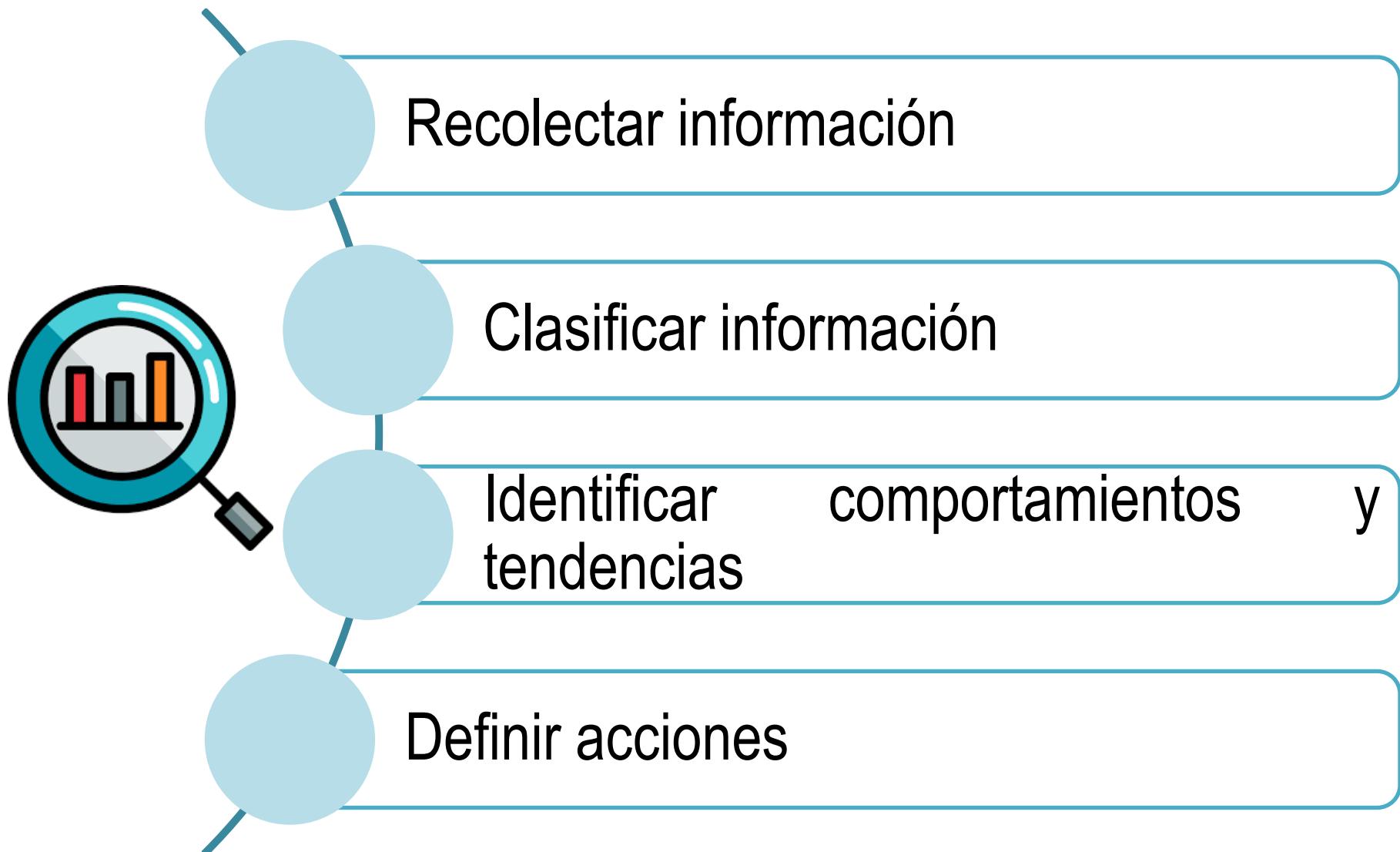


- Definir acciones propuestas



- Hacer seguimiento a la implementación de las acciones

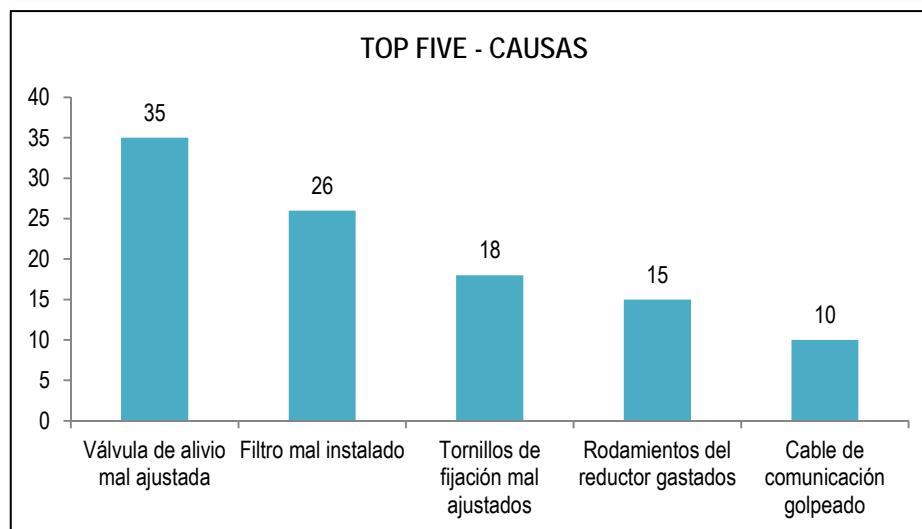
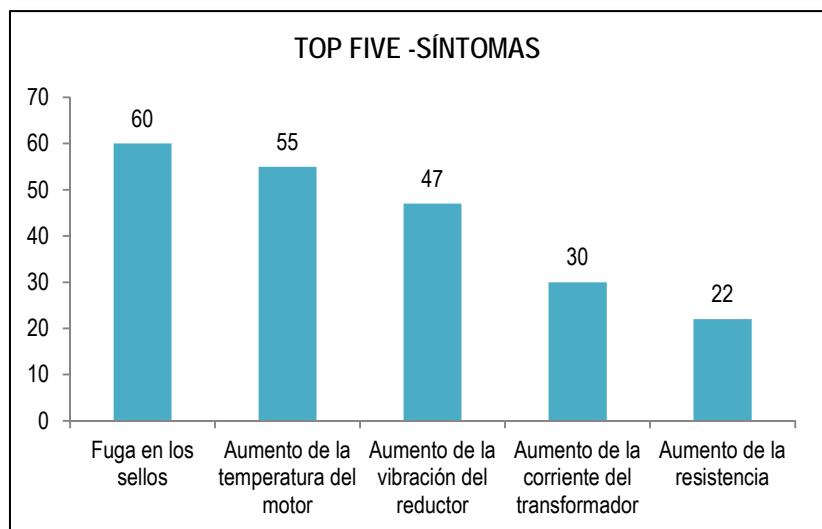




## TOP FIVE: SÍNTOMAS Y CAUSAS

EQUIPO 1		
Ítem	Síntoma	No. veces
1	Fuga en los sellos	60
2	Aumento de la temperatura del motor	55
3	Aumento de la vibración del reductor	47
4	Aumento de la corriente del transformador	30
5	Aumento de la resistencia	22

EQUIPO 1		
Ítem	Causa de falla	No. veces
1	Válvula de alivio mal ajustada	35
2	Filtro mal instalado	26
3	Tornillos de fijación mal ajustados	18
4	Rodamientos del reductor gastados	15
5	Cable de comunicación golpeado	10





CÓMO MEDIR LA  
CONFIABILIDAD?

Disponibilidad

Tiempo medio entre fallas

Tiempo medio para fallar

Tasa de fallas

Tiempo medio para reparar

Tiempo medio entre mantenimientos

Probabilidad de falla



¿Por qué no existe un único indicador de confiabilidad?

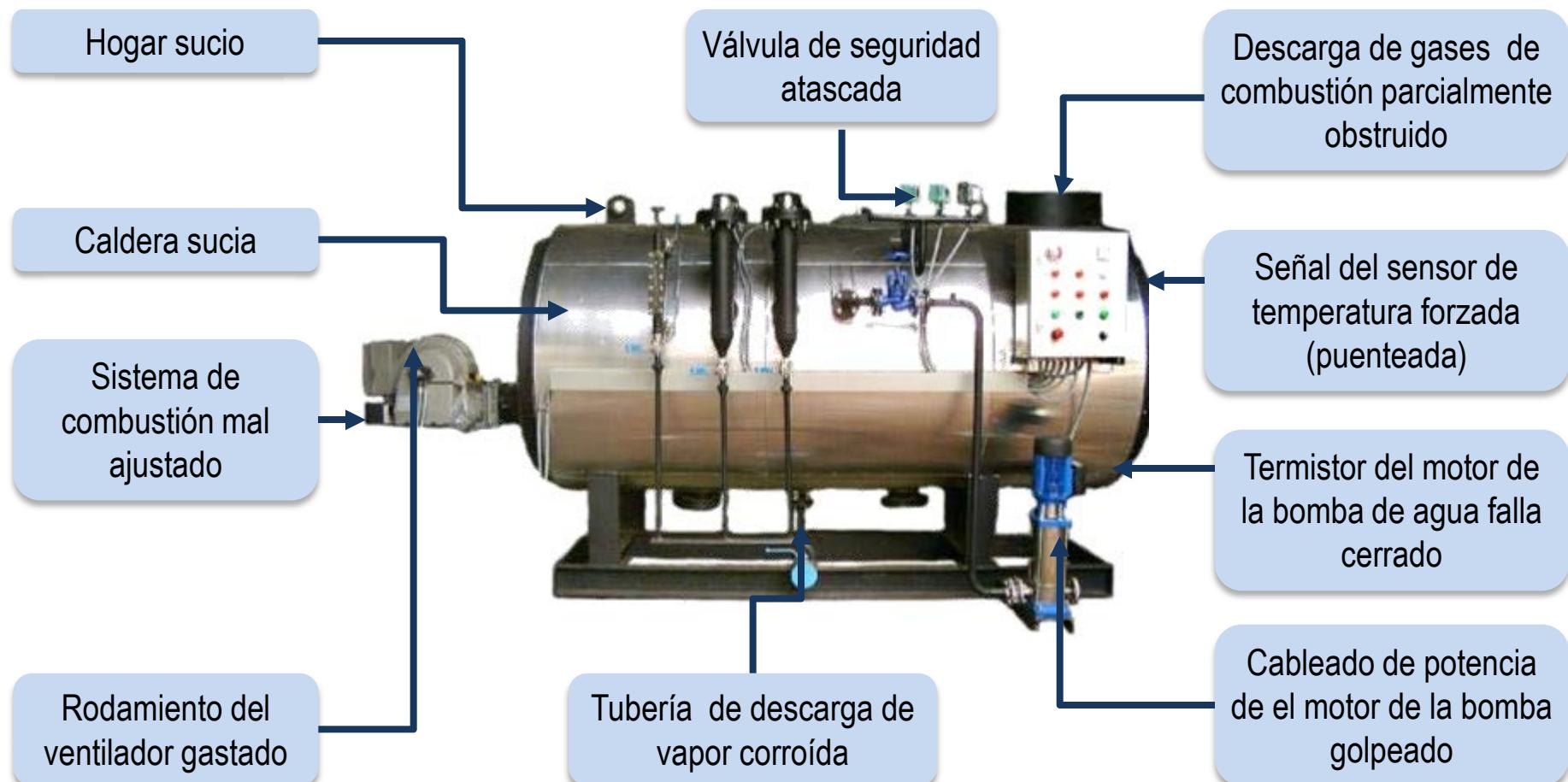
*Clásico tiempo medio entre fallas =  $\frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de fallas}}$*

¿Qué es fallar?



¿Parar?





No.	Causa de falla	Efecto	Parada?
1	Hogar sucio	Aumento del consumo de combustible	
2	Válvula de seguridad atascada en posición cerrada	No se alivia el vapor frente a un aumento de presión	
3	Descarga de gases de combustión parcialmente obstruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del consumo de combustible</li> <li>• Incumplimiento de legislaciones medioambientales</li> </ul>	
4	Sistema de combustión mal ajustado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del consumo de combustible</li> <li>• Incumplimiento de legislaciones medioambientales – emisión de gases</li> </ul>	
5	Rodamiento del ventilador del quemador gastado	No hay suministro de aire combustión y la caldera se apaga.	



No.	Causa de falla	Efecto	Parada?
6	Tubería de descarga de vapor corroída	Fuga en la tubería con riesgo de quemar a alguien.	
7	Cableado de potencia de el motor de la bomba golpeado	La bomba se detiene, no hay suministro de agua, la caldera se apaga.	
8	Termistor del motor de la bomba de agua falla cerrado	La bomba se quema ante una sobrecarga.	
9	Señal del sensor de temperatura forzada (puenteada)	La caldera no se apaga ante un aumento de temperatura.	
10	Caldera sucia	Incumplimiento de la política de 5S.	



Entonces el nombre correcto es :  
**Tiempo medio entre paradas**

- Calidad

- Ruido

- Riesgo

- Fugas

- Imagen

- Consumo de energía

Cada una  
originada por  
diferentes  
causas de falla

¿Y las otras  
fallas?



No todas las fallas afectan la disponibilidad...

No todas estarían incluidas en el cálculo del TMEF, como sucede de manera recurrente.



Con respecto al ejemplo de la caldera:

Se produjeron esos 10 fallas en un período de 720 horas

Sólo 2 de las fallas anteriores produjeron parada del activo, generando 20 horas de paro en total.



Según el concepto tradicional de falla, el cálculo del tiempo medio entre fallas sería así:

$$TMEF = \frac{720 \text{ horas} - 20 \text{ horas}}{2 \text{ fallas}} = 350 \text{ horas}$$

Si para la empresa la meta es de 300 horas, se estaría cumpliendo.



La probabilidad que la caldera no falle antes de la meta de TMEF, sería :

$$\text{Probabilidad} = e^{-(300/350)} = 42.5\%$$



Aplicando el concepto de falla que no considera sólo los paros, los cálculos serían diferentes:

$$TMEF = \frac{720 \text{ horas} - 20 \text{ horas}}{10 \text{ fallas}} = 70 \text{ horas}$$

Como la meta de TMEF es de 300 horas, no se estaría cumpliendo con el objetivo.



La probabilidad que la caldera no falle (con el concepto actual de falla) antes de la meta de TMEF, sería:

$$\text{Probabilidad} = e^{-\left(\frac{300}{70}\right)} = 1.37\%$$



Generalmente no se registra el tiempo medio entre fallas, sino entre paradas....



Es importante entender e interpretar la información que proporciona este indicador.



## RENTABLE

- Costo por unidad producida.
- Costo de mantenimiento por unidad producida.
- Consumo de energía por unidad producida.
- Consumo de agua por unidad producida.



## SEGURO

- Cantidad de incidentes.
- Cantidad de accidentes



## DISPONIBLE

- Tiempo perdido
- Cantidad producida.
- Factor de utilización.
- Cantidad de fallas.
- Tiempo medio entre fallas



## EQUIPOS CONFIABLES

## MÍNIMOS DEFECTOS

- Cantidad de defectos.
- Quejas de clientes.



## NO AFECTA EL MEDIO AMBIENTE MÁS DE LO PERMITIDO

- Cantidad de incidentes.
- Nivel de residuos.



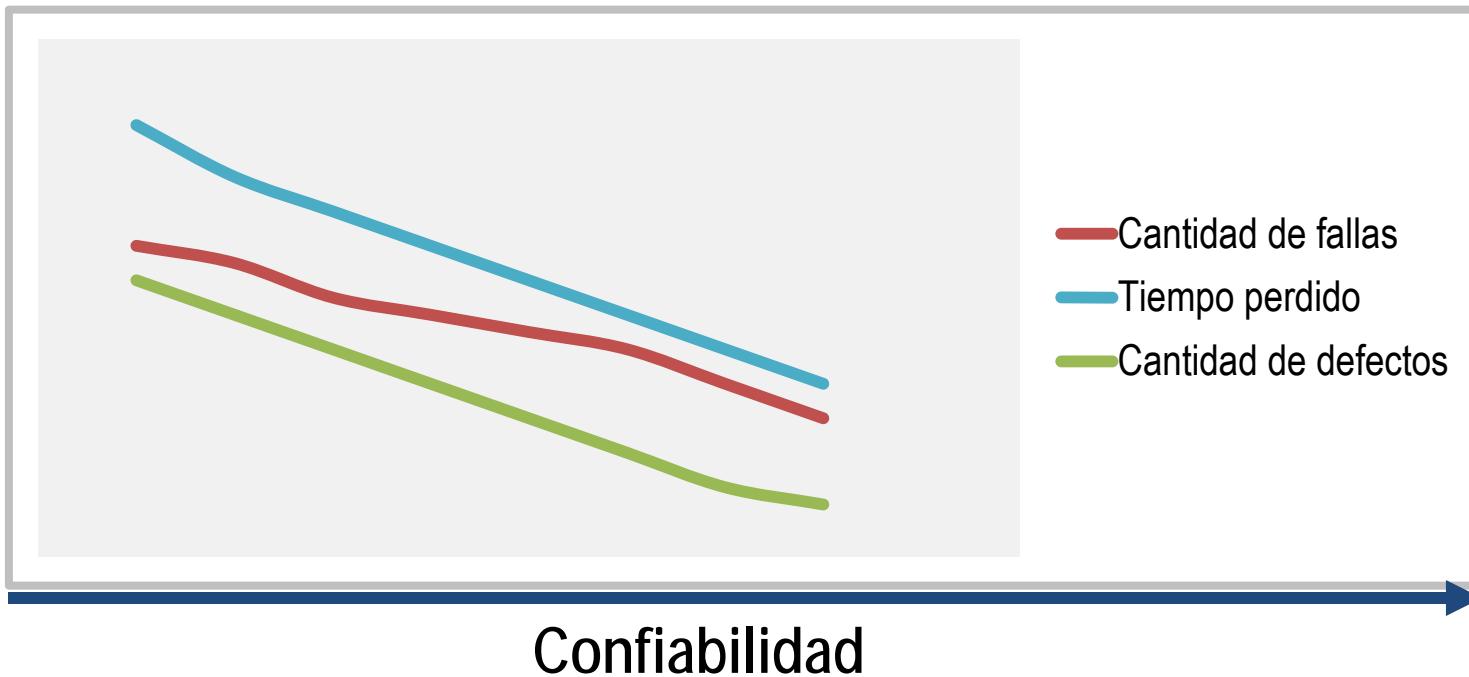
## Medición de la confiabilidad



Equipos	Disponibilidad			Seguridad		Rentabilidad		Calidad	Medio ambiente
	Tiempo perdido	Cantidad de fallas	Tiempo medio entre fallas	Cantidad de incidentes	Cantidad de accidentes	Costo por unidad producida	Costo de mantenimiento por unidad producida	Cantidad de defectos	Nivel de residuos
Equipo 1	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Equipo 2	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Equipo 3	↓	↓	↑	↓	↓	↑	↑	↓	↓

Un activo  
confiable...

Falla menos.





CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
★ C H I L E ★

# ¡GRACIAS!



ORGANIZADO POR: ASOCIACIÓN MEXICANA  
DE PROFESIONALES EN  
GESTIÓN DE ACTIVOS A.C.