CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE

2ª EDICIÓN

TOOLBOX SESION

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE 2ª EDICIÓN

"Cómo justificar la inclusión de un activo en un programa de monitoreo de condición"

HENRY ELLMANN

ellmann y asociados

henry@ellmann.net

ellmann & asociados
PERFORMANCE PARTNERS

TOOLBOX SESION

RCM2

Determinar qué se debe hacer

para asegurar

que cualquier activo físico

continúe haciendo

lo que sus usuarios desean que haga,

en su contexto operacional actual

RCM2

7 (siete) preguntas

¿Cuáles son sus funciones (que quiere el usuario que haga)?

¿De qué formas puede fallar?

¿Qué causa que falle?

¿Qué sucede cuando falla?

¿Importa si falla?

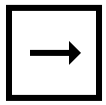
¿Puede hacerse algo para predecir o prevenir la falla?

¿Qué hacer si no se puede predecir ni prevenir la falla?

Objetivo: asegurar que los activos físicos

continúen haciendo

lo que los usuarios quieren que hagan



el desarrollo de un programa de mantenimiento debe comenzar definiendo

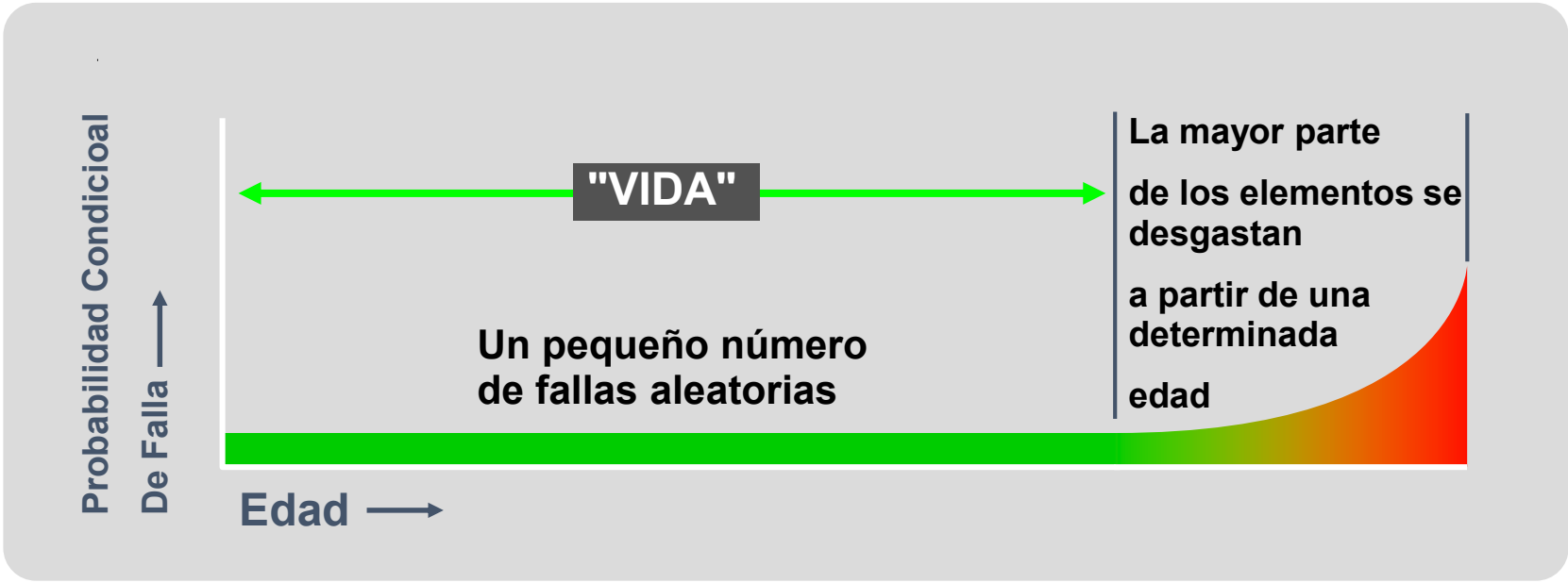
qué es lo que el usuario quiere que el activo haga.

2. ¿Cómo deja de hacer lo que el usuario desea que haga? FF
3. ¿Qué causa que falle? MF
4. ¿Qué sucede cuando falla? EF

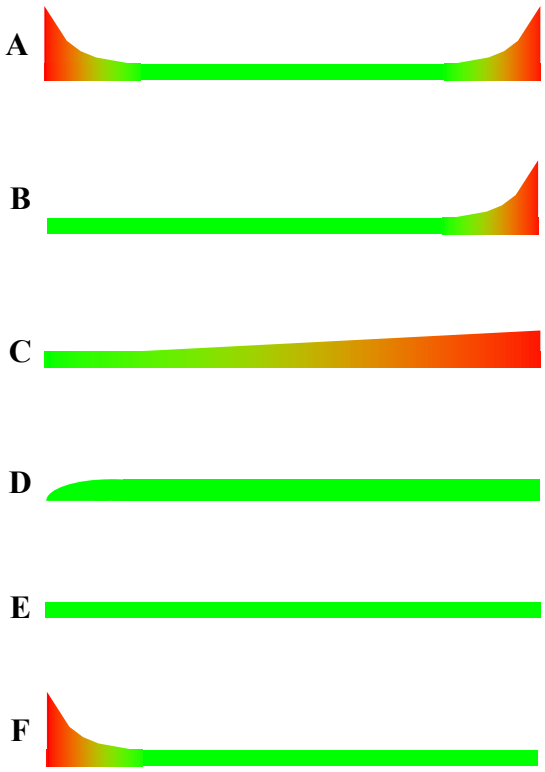
Hoja de información RCM

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA (Causa Funcional)		EFECTO DE FALLA (Qué sucede cuando se produce el fallo)
1	**Bombear agua** desde el Tanque A al Tanque B a **no menos de 300 litros por minuto**	**A**	No bombea nada de agua	1	Rodamientos agarrotados	La **vibración** se **incrementa** y el nivel de **ruido crece** hasta que el rodamiento se agarrota. El **motor se dispara** (actúan las protecciones térmicas) y **disminuye** el nivel de agua del tanque. Cuando el nivel de agua alcanza los 120.000 litros **suena la alarma** de bajo nivel del tanque A en la sala de control y se **detiene la producción** cuando el tanque se vacía. **Tiempo muerto para reemplazar el rodamiento aprox. 4 hs.**
				2	Chaveta de acople partida por fatiga	El motor no se dispara pero la alarma de bajo nivel suena luego de 20 min. Tiempo de parada para reemplazar la chaveta: 3 horas.
				3	*Etc ...*	
		B	Bombea menos de 300 litros por minuto	1	Impulsor de la bomba desgatado	El nivel de agua en el tanque B baja de forma gradual disparándose la alarma al llegar a su nivel inferior. El tiempo de parada para reemplazar el impulsor es de 2 horas

Punto de vista tradicional del falla de equipos



La Realidad de las Fallas



¿Importa si falla?

Consecuencias de la Falla

Consecuencias de las Fallas

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE 2ª EDICIÓN

RCM2

Determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios desean que haga, en su contexto operacional actual

¿Cuáles son sus funciones (que quiere el usuario que haga)?

¿De qué formas puede fallar?

¿Qué causa que falle?

¿Qué sucede cuando falla?

¿Importa si falla?

Política del manejo de fallas

¿Puede hacerse algo para predecir ó prevenir el fallo?

¿Qué hacer si no se puede predecir ni prevenir el fallo?

TOOLBOX SESION

Política de manejo de fallas

6. ¿Puede hacerse algo para predecir o prevenir la falla?

7. ¿Qué hacer si no se puede predecir ni prevenir la falla?

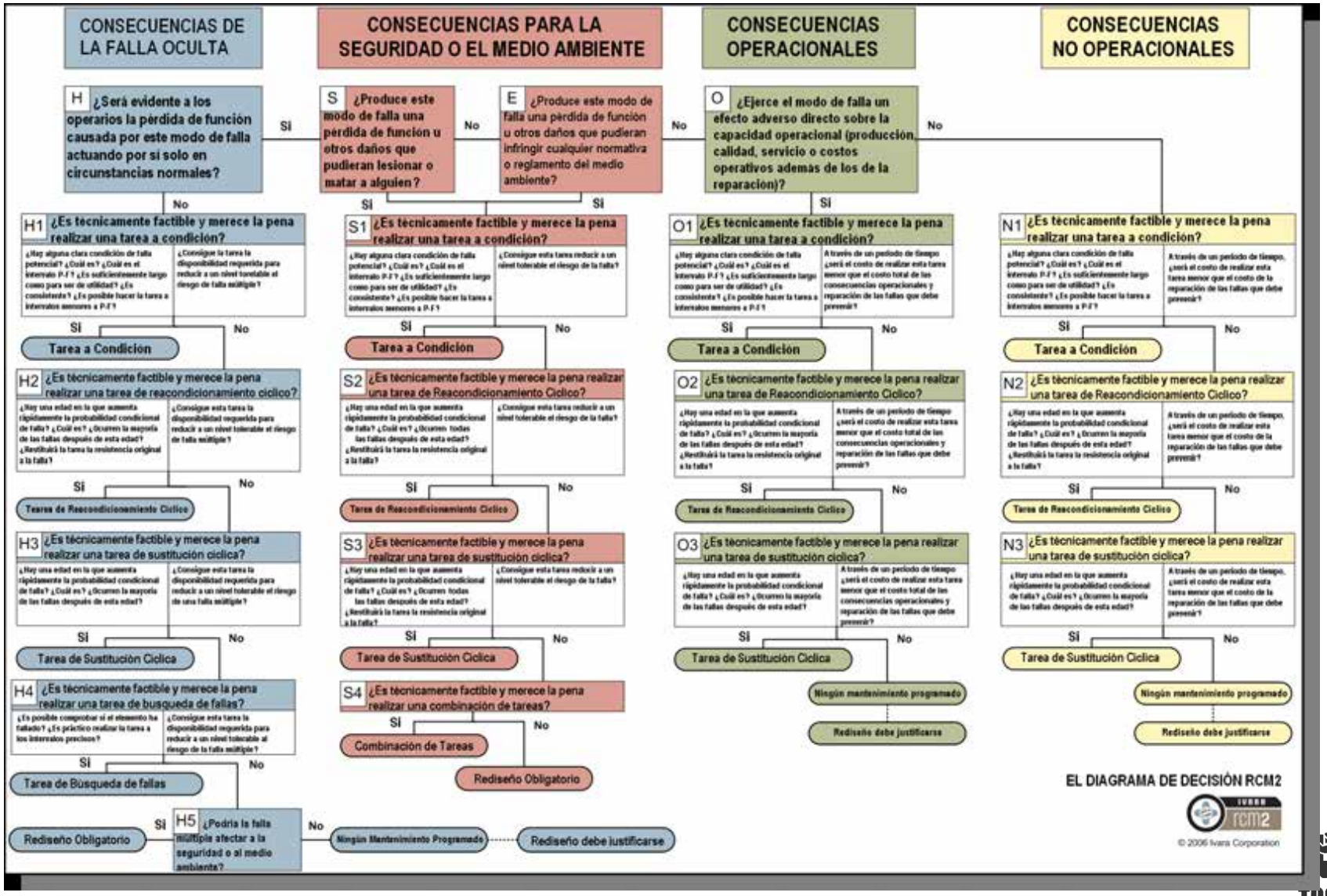
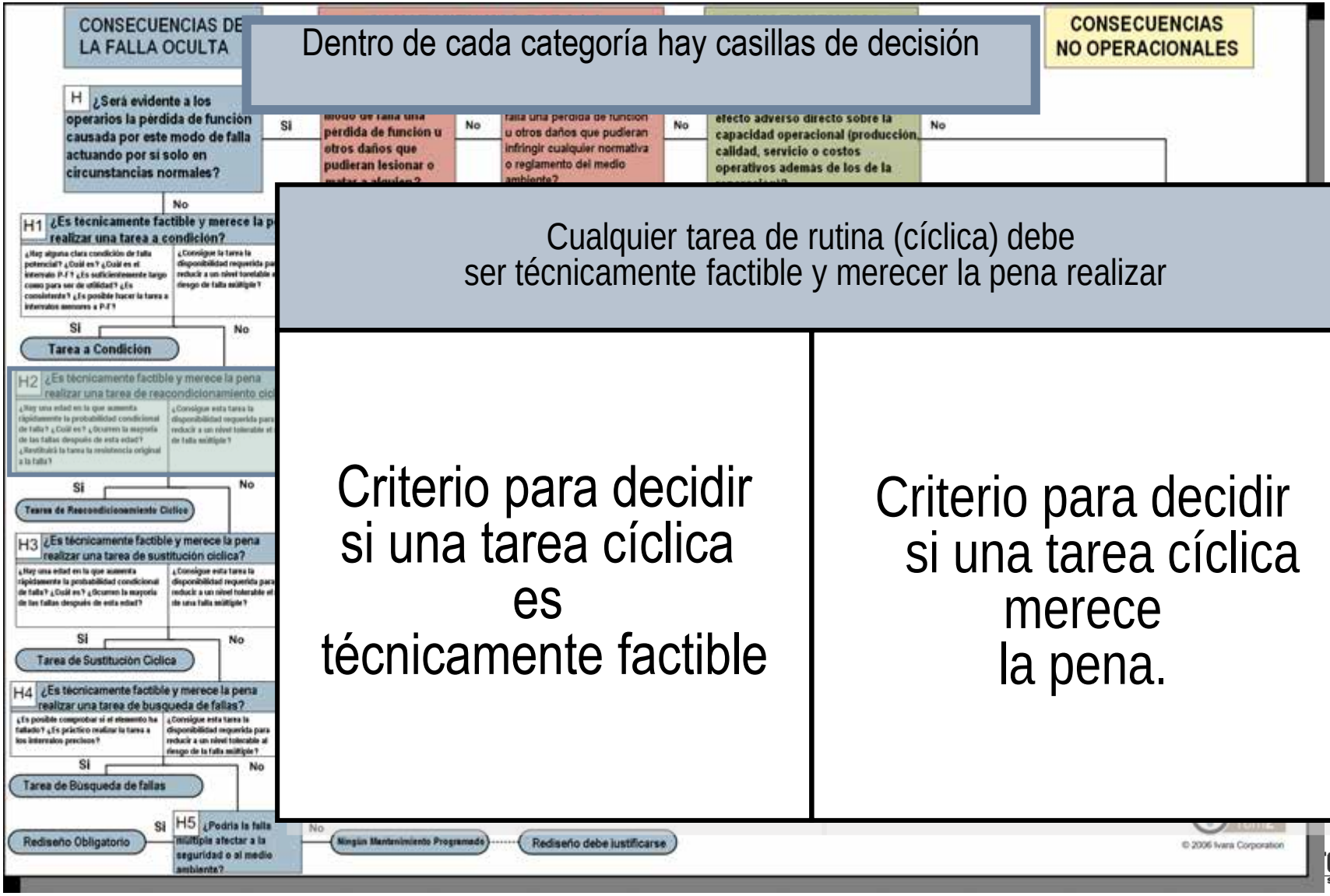
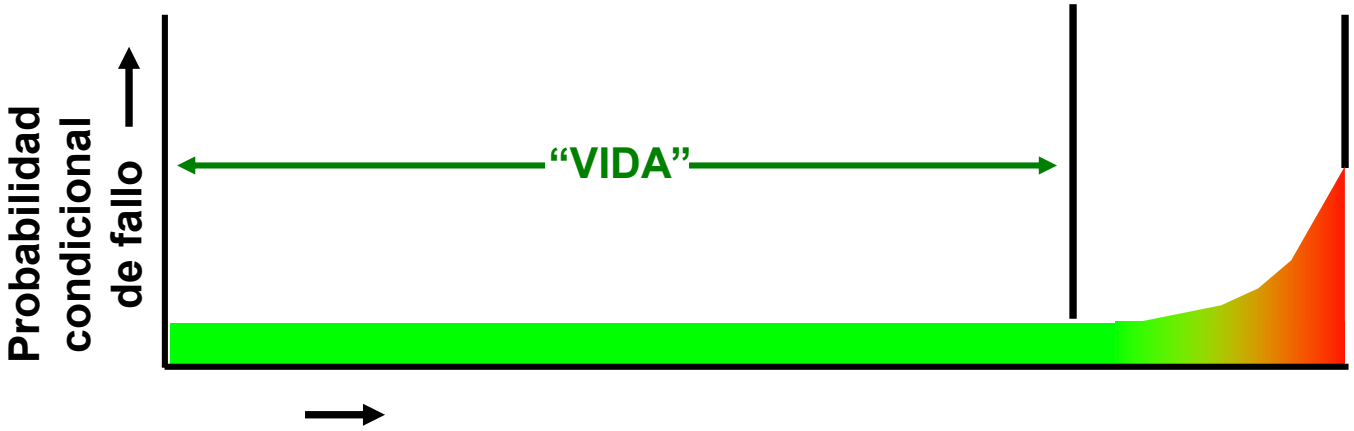
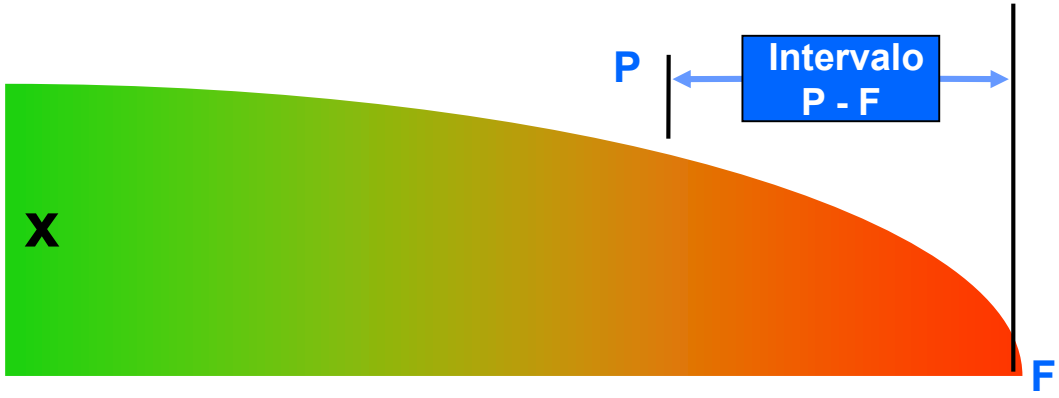

CONSECUENCIAS DE LA FALLA OCULTA
CONSECUENCIAS PARA LA SEGURIDAD O EL MEDIO AMBIENTE
CONSECUENCIAS OPERACIONALES
CONSECUENCIAS NO OPERACIONALES
H ¿Será evidente a los operarios la pérdida de función causada por este modo de falla actuando por si solo en circunstancias normales?
S ¿Produce este modo de falla una pérdida de función u otros daños que pudieran lesionar o matar a alguien?
E ¿Produce este modo de falla una pérdida de función u otros daños que pudieran infringir cualquier normativa o reglamento del medio ambiente?
O ¿Ejerce el modo de falla un efecto adverso directo sobre la capacidad operacional (producción, calidad, servicio o costos operativos además de los de la reparación)?
Si
No
H1 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea a condición?
¿Hay alguna clara condición de falla potencial? ¿Cuál es? ¿Cuál es el intervalo P-F? ¿Es suficientemente largo como para ser de utilidad? ¿Es consistente? ¿Es posible hacer la tarea a intervalos menores a P-F?
¿Consigue la tarea la disponibilidad requerida para reducir a un nivel tolerable el riesgo de falla múltiple?
Tarea a Condición
H2 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de reacondicionamiento cíclico?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad? ¿Restituirá la tarea la resistencia original a la falla?
¿Consigue esta tarea la disponibilidad requerida para reducir a un nivel tolerable el riesgo de falla múltiple?
Tarea de Reacondicionamiento Cíclico
H3 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de sustitución cíclica?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad?
¿Consigue esta tarea la disponibilidad requerida para reducir a un nivel tolerable el riesgo de una falla múltiple?
Tarea de Sustitución Cíclica
H4 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de búsqueda de fallas?
¿Es posible comprobar si el elemento ha fallado? ¿Es práctico realizar la tarea a los intervalos precisos?
¿Consigue esta tarea la disponibilidad requerida para reducir a un nivel tolerable al riesgo de la falla múltiple?
Tarea de Búsqueda de fallas
H5 ¿Podría la falla múltiple afectar a la seguridad o al medio ambiente?
Rediseño Obligatorio
Ningún Mantenimiento Programado
Rediseño debe justificarse
S1 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea a condición?
¿Hay alguna clara condición de falla potencial? ¿Cuál es? ¿Cuál es el intervalo P-F? ¿Es suficientemente largo como para ser de utilidad? ¿Es consistente? ¿Es posible hacer la tarea a intervalos menores a P-F?
¿Consigue esta tarea reducir a un nivel tolerable el riesgo de la falla?
Tarea a Condición
S2 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de Reacondicionamiento Cíclico?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren todas las fallas después de esta edad? ¿Restituirá la tarea la resistencia original a la falla?
¿Consigue esta tarea reducir a un nivel tolerable el riesgo de la falla?
Tarea de Reacondicionamiento Cíclico
S3 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de sustitución cíclica?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren todas las fallas después de esta edad? ¿Restituirá la tarea la resistencia original a la falla?
¿Consigue esta tarea reducir a un nivel tolerable el riesgo de la falla?
Tarea de Sustitución Cíclica
S4 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una combinación de tareas?
Combinación de Tareas
Rediseño Obligatorio
O1 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea a condición?
¿Hay alguna clara condición de falla potencial? ¿Cuál es? ¿Cuál es el intervalo P-F? ¿Es suficientemente largo como para ser de utilidad? ¿Es consistente? ¿Es posible hacer la tarea a intervalos menores a P-F?
A través de un período de tiempo ¿será el costo de realizar esta tarea menor que el costo total de las consecuencias operacionales y reparación de las fallas que debe prevenir?
Tarea a Condición
O2 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de Reacondicionamiento Cíclico?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad? ¿Restituirá la tarea la resistencia original a la falla?
A través de un período de tiempo ¿será el costo de realizar esta tarea menor que el costo total de las consecuencias operacionales y reparación de las fallas que debe prevenir?
Tarea de Reacondicionamiento Cíclico
O3 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de sustitución cíclica?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad?
A través de un período de tiempo ¿será el costo de realizar esta tarea menor que el costo total de las consecuencias operacionales y reparación de las fallas que debe prevenir?
Tarea de Sustitución Cíclica
Ningún mantenimiento programado
Rediseño debe justificarse
N1 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea a condición?
¿Hay alguna clara condición de falla potencial? ¿Cuál es? ¿Cuál es el intervalo P-F? ¿Es suficientemente largo como para ser de utilidad? ¿Es consistente? ¿Es posible hacer la tarea a intervalos menores a P-F?
A través de un período de tiempo, ¿será el costo de realizar esta tarea menor que el costo de la reparación de las fallas que debe prevenir?
Tarea a Condición
N2 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de Reacondicionamiento Cíclico?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad? ¿Restituirá la tarea la resistencia original a la falla?
A través de un período de tiempo, ¿será el costo de realizar esta tarea menor que el costo de la reparación de las fallas que debe prevenir?
Tarea de Reacondicionamiento Cíclico
N3 ¿Es técnicamente factible y merece la pena realizar una tarea de sustitución cíclica?
¿Hay una edad en la que aumenta rápidamente la probabilidad condicional de falla? ¿Cuál es? ¿Ocurren la mayoría de las fallas después de esta edad?
A través de un período de tiempo, ¿será el costo de realizar esta tarea menor que el costo de la reparación de las fallas que debe prevenir?
Tarea de Sustitución Cíclica
Ningún mantenimiento programado
Rediseño debe justificarse
EL DIAGRAMA DE DECISIÓN RCM2
rcm2
© 2006 Ivara Corporation

Diagrama de Decisión



Técnicamente factible





Merecer la pena

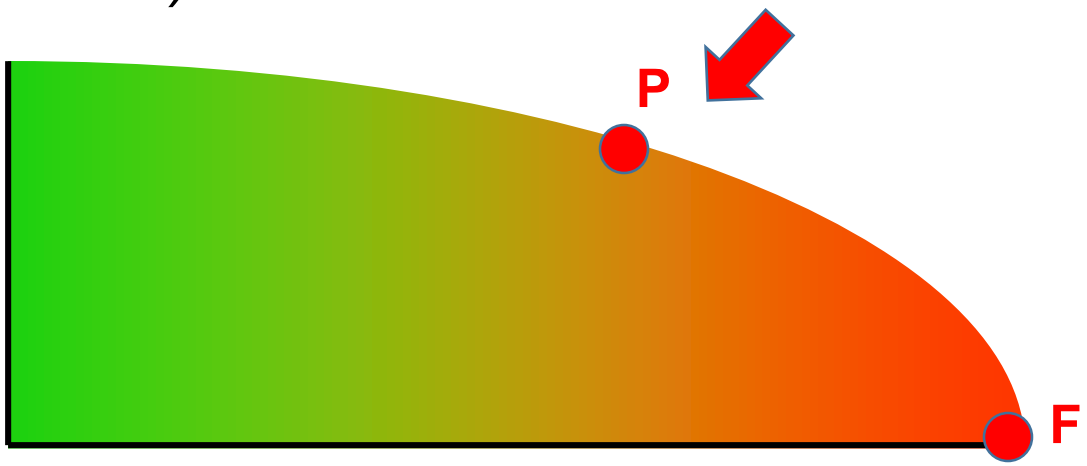
Tolerabilidad de la falla

Costo eficacia

Las tareas “a condición” son técnicamente factibles si

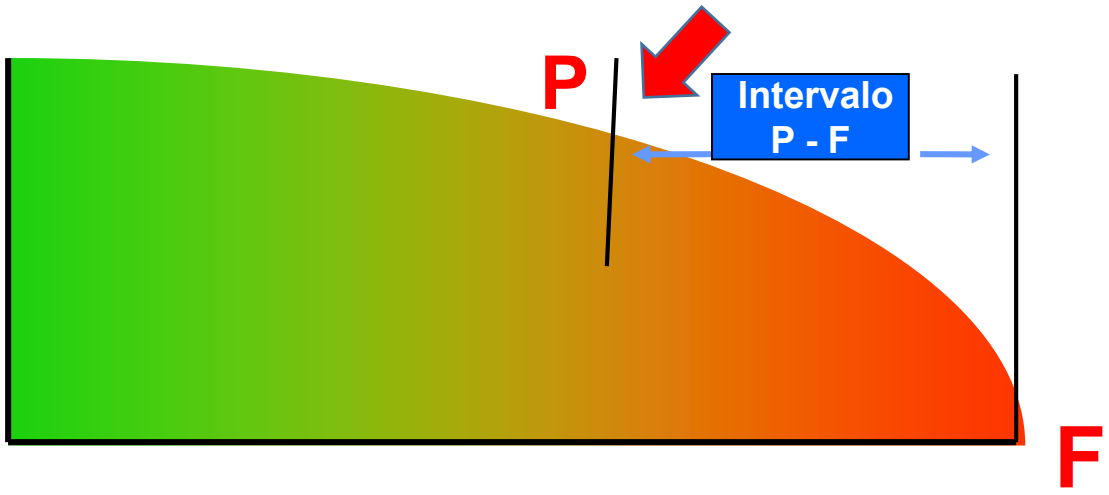
Hay **clara condición de falla potencial**

(clara señal de que la falla está ocurriendo o está próxima a ocurrir)



Las tareas “a condición” son técnicamente factibles si

El intervalo **P - F** es **suficientemente largo**
para evitar, eliminar o minimizar las consecuencias de la falla.

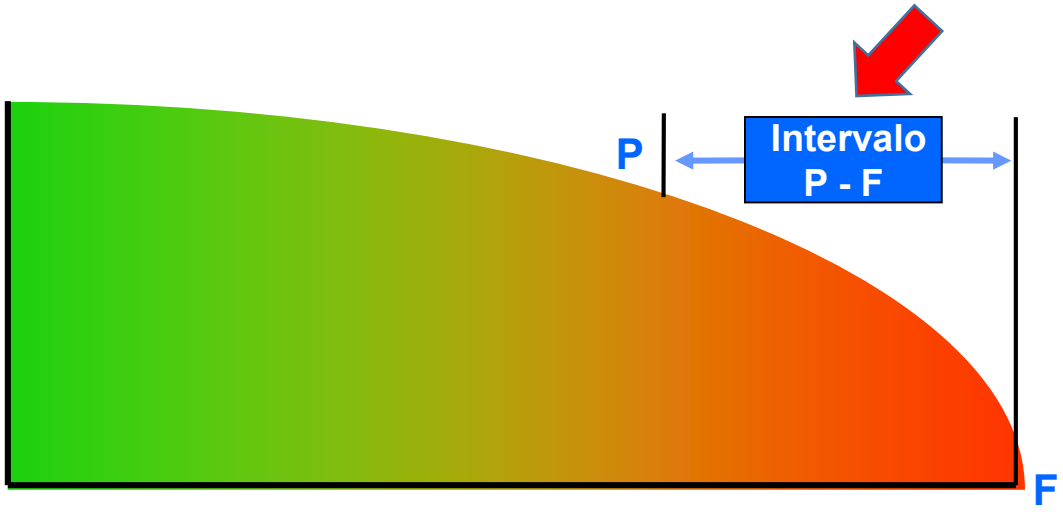


Las tareas “a condición” son técnicamente factibles si

P- F es razonablemente coherente

y la tarea de chequeo de P puede ser hecha a

intervalos menores que el **intervalo P – F**



Técnicas "a condición"...

- **Monitoreo del funcionamiento**

Instrumentos de medición específicos

- **Monitoreo de proceso**

Control Estadístico de Procesos (SPC)

- **Monitoreo del equipo/máquina**

Temperaturas, presión, consumo de energía, etc

- **Los sentidos humanos**

Tocar, sentir, oler, mirar

Hoja de decisión RCM2

F	FF	FM	H	S	O	N	1	2	3	H4	H5	S4	TAREA PROPUESTA	Intervalo	QUIÉN realiza
1	A	1	S	N	N	S	S						Verificar tensión de cadena principal	Mens'l	Mecánico
1	A	2	S	N	N	N	N	S					Reemplazar líq. de freno	3 años	Mecánico
1	A	3	S	N	N	S	S						Verificar nivel de aceite en reductor	Semanal	Operario
1	A	4	S	N	N	N	N	N					Ningún mant. programado		
1	A	5	S	S			S						Verificar pernos sueltos en acoplamiento		
1	A	6	S	N	N	N	N	N	N				Ningun mant. programado	Mensual	Mecánico
1	B	1	S	S			N	N	N				Rediseñar protección		
1	B	2	S	N	N	N	N	N	N				Ningun mant. programado		
2	A	1	N				N	N	N	S			Verificar si el motor de alimen tación sale de funcionamiento cuando lo hace el motor principal	5 años	Elec.

TOOLBOX SESIÓN

COMPARACIÓN de COSTOS

ALTERNATIVA CORRECTIVO:

(Falla NO anticipada)

Dejamos que la falla ocurra y haremos

Mantenimiento Correctivo

Cuánto cuesta cada vez que ocurre? **A**

Cuántas veces /año ocurre ? **B**

Determinamos el **COSTO ANUAL de "dejar que la falla ocurra y haremos Mantenimiento Correctivo"**

multiplicando A x B

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD 2ª EDICIÓN CHILE

HOJA DE EVALUACIÓN FALLA NO ANTICIPADA

Muestra hoja completa

FALLA NO ANTICIPADA (RESUMEN)					
REQUISITOS DE LA REPARACIÓN	**MODO DE FALLA**	**DAÑO SECUNDARIO**	Costo/hora del Tiempo de parada del Proceso ($/h)		
Qué debe ser reparado			Costo del tiempo de parada no anticipado	$ 0	
A realizarse por			Otros costos de la falla no anticipada ($)		
Horas. Hombre (HH)			Total costo de la falla no anticipada	$ 0	
Costo Mano de Obra ($)			Tiempo Medio Entre Fallas - TMEF (años)		
Costo Repuestos ($)			Costo anualizado de la falla no anticipada	#¡DIV/0! $/año	
Total Costo directo reparación	$ 0	$ 0	**DETERMINACIÓN DE CONSECUENCIAS**		
Tiempo parada del equipo (hs.)			SEGURIDAD	SI	NO
Tiempo parada del proceso (hs.)			M. AMBIENTE	SI	NO
			Probabilidad real (1 en…)		
			Probabilidad tolerable (1 en…)		
			Probabilidad actual (1 en…)		
			Probabilidad tolerable (1 en…)		

TOOLBOX SESIÓN

HOJA DE EVALUACIÓN FALLA NO ANTICIPADA

Ampliación mitad izquierda

FALLA NO ANTICIPADA (RESUMEN)		
REQUISITOS DE LA REPARACIÓN	**MODO DE FALLA**	**DAÑO SECUNDARIO**
Qué debe ser reparado		
A realizarse por		
Horas.Hombre (HH)		
Costo Mano de Obra ($)		
Costo Repuestos ($)		
Total Costo directo reparación		
Tiempo parada del equipo (hs.)		
Tiempo parada del proceso (hs.)		

HOJA DE EVALUACIÓN FALLA NO ANTICIPADA

Ampliación……
mitad derecha...

FALLA NO ANTICIPADA (RESUMEN)		
Costo/hora del Tiempo de parada del Proceso ($/h)		
Costo del tiempo de parada no anticipado		
Otros costos de la falla no anticipada ($)		
Total costo de la falla no anticipada		
Tiempo Medio Entre Fallas - TMEF (años)		
Costo anualizado de la falla no anticipada		
DETERMINACIÓN DE CONSECUENCIAS		
SEGURIDAD	SI	NO
M. AMBIENTE	SI	NO
Probabilidad real (1 en…)		
Probabilidad tolerable (1 en…)		
Probabilidad actual (1 en…)		
Probabilidad tolerable (1 en…)		

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE 2ª EDICIÓN

HOJA DE EVALUACIÓN DE TAREA A CONDICIÓN

EVALUACIÓN DE LA TAREA A CONDICIÓN (PREDICTIVO)							
OPCIÓN 1						Intervalo P-F más breve	
Falla potencial							
Descripción de la tarea propuesta						Intervalo P-F mínimo requerido	
Acción física a tomar si se detecta falla potencial						Intervalo propuesto para tarea (años)	
¿Cómo esta acción evitará, eliminará o minimizará las consecuencias de la falla?							
REALIZANDO LA TAREA A CONDICIÓN							
A ser realizada por		Horas.hombre para realizar tarea (HH)		Costo de mano de obra para realizar la tarea ($/HH)		Costo total de realizar cada tarea ($)	$ 0
Tiempo de parada del equipo para realizar la tarea (hs.)		Tiempo de parada del proceso para realizar la tarea (hs.)		Costo del tiempo de parada para realizar la tarea ($/hs.)		**Costo anualizado de realizar la tarea ($/año)**	**#¡DIV/0!**
REPARACIÓN ANTICIPADA DE LA FALLA							
A ser reparado por		Horas.hombre para reparar (HH)		Costo de mano de obra para reparar ($/HH)		Costo de los repuestos para reparar ($)	
Costo directo de reparación ($)	$ 0	Tiempo de parada del equipo para realizar la reparación (hs.)		Tiempo de parada del proceso para realizar la reparación (hs.)		Costo del tiempo de parada para reparar ($/h)	
Costo total de reparación ($)	$ 0	**Costo anualizado de reparación ($/año)**	**#¡DIV/0!**		**Costo total anualizado de Opción 1 ($/año)**		**#¡DIV/0!**

TOOLBOX SESIÓN

HOJA DE EVALUACIÓN TAREA A CONDICIÓN

Ampliación mitad superior

EVALUACIÓN DE LA TAREA A CONDICIÓN (PREDICTIVO)		
OPCIÓN 1		Intervalo P-F más breve
Falla potencial		
Descripción de la tarea propuesta		Intervalo P-F mínimo requerido
Acción física a tomar si se detecta falla potencial		Intervalo propuesto para tarea (años)
¿Cómo esta acción evitará, eliminará o minimizará las consecuencias de la falla?		

HOJA DE EVALUACIÓN TAREA A CONDICIÓN

Ampliación mitad inferior

REALIZANDO LA TAREA A CONDICIÓN							
A ser realizada por		Horas.hombre para realizar tarea (HH)		Costo de mano de obra para realizar la tarea ($/HH)		Costo total de realizar cada tarea ($)	
Tiempo de parada del equipo para realizar la tarea (hs.)		Tiempo de parada del proceso para realizar la tarea (hs.)		Costo del tiempo de parada para realizar la tarea ($/hs.)		**Costo anualizado de realizar la tarea ($/año)**	
REPARACIÓN ANTICIPADA DE LA FALLA							
A ser reparado por		Horas.hombre para reparar (HH)		Costo de mano de obra para reparar ($/HH)		Costo de los repuestos para reparar ($)	
Costo directo de reparación ($)		Tiempo de parada del equipo para realizar la reparación (hs.)		Tiempo de parada del proceso para realizar la reparación (hs.)		Costo del tiempo de parada para reparar ($/h)	
Costo total de reparación ($)		**Costo anualizado de reparación ($/año)**			**Costo total anualizado de Opción 2 ($/año)**		

TOOLBOX SESION

HOJA DE EVALUACIÓN DE TAREA A CONDICIÓN

OPCIÓN SELECCIONADA			
1		2	
Motivo de la selección			

EJ. 1 Rodamientos desgastados

COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA

- Costo de reparación **R**
- Costo de consecuencias operacionales **C**
- Costo total cada vez que falla **T** = **R** + **C**
- Frecuencia de la falla (*TMEF*) **F**
- **COSTO ANUALIZADO DE "DEJAR QUE FALLE"**

$$A = T / F$$

FALLA NO ANTICIPADA: EJ. 1

REQUERIMIENTOS DE LA REPARACIÓN	MODO DE FALLA	DAÑOS SECUNDARIOS
Qué debe ser reparado	Reemplazar rodamientos	
A realizarse por	Mecánico	
Horas Hombre		
Costo de mano de obra		
Costo de repuestos		
Costo directo Total **R** de reparación	$ 2.000	
Tiempo de parada del Equipo		
Tiempo de parada del Proceso		

COSTO/HORA DEL TIEMPO DE PARADA DEL PROCESO	
COSTO **C** DEL TIEMPO DE PARADA NO ANTICIPADO	*$ 10.000*
OTROS COSTOS DE LA FALLA NO ANTICIPADA	
TOTAL **T** DEL COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 12.000
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (AÑOS)	4 años
COSTO ANUALIZADO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	**$ 3.000**

TOOLBOX SESION

EJ. 1 Rodamientos desgastados

COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA

- Costo de reparación R = $ 2.000
- Costo consec. Operac'les + C = $ 10.000
- Costo tot.cada vez q. falla T = $ 12.000
- Frecuencia de la falla (*TMEF*) F = 4 años
- **COSTO ANUALIZADO DE "DEJAR QUE FALLE"**

A = T / F = $ 3.000 /año

TOOLBOX SESION

EJ. 1 – Rodamientos desgastados

TAREA A CONDICIÓN – MEDICIÓN DE RUIDO

- Frecuencia de hacer la medición
- Costo de cada medición
- Costo de la reparación anticipada de la falla detectada x ruido, cada vez que se detecta.
- Costo total anualizado

Evaluación de la Tarea basada “en condición”

OPCIÓN 1 Falla Potencial	Detección durante la operación de RUIDO ANÓMALO de los rodamientos del eje	
Descripción de la tarea propuesta	Verificar si los rodamientos del eje hacen ruido	Intervalo propuesto para la tarea 1 mes
Acción a tomar si se descubre la falla potencial	Si se escuchan ruidos provenientes del rodamiento, pedir el reemplazo de la bomba	
Evitar, eliminar o minimizar las consecuencias de la falla	Se puede planlficar el reemplazo de la bomba que insume 3 horas, ENTRE BACHES, EVITANDO ASÍ PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN.	

EJ. 1 – Rodamientos desgastados

TAREA A CONDICIÓN – MEDICIÓN DE RUIDO

- **Frecuencia = 1 vez x mes**
- **Costo de cada medición = $ 100**
- **Reparación de la falla anticipadamente = $1.000**

REALIZANDO LA TAREA "A CONDICIÓN"

Costo Total de realizar la tarea predictiva

CADA VEZ	$ 100
ANUALIZADO	$ 1.200

REPARACIÓN DEL FALLO ANTICIPADO

Costo Total de reparación	$ 1.000	
Costo anualizado reparación	$ 250	TMEF 4 años

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE TAREA A CONDICIÓN

$1.450

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE FALLA NO ANTICIPADA

$3.000

EJEMPLO 2

Tuberías degradadas por óxido

EJEMPLO 2 – Tuberías degradadas por óxido

FALLA NO ANTICIPADA

- Costo de reparación = 40 hH x $25/hH = $ 1.000
- Costo de repuestos = $ 4.000
- Consecuencias operacionales = $ 100.000
- TMEF = 10 años

FALLA NO ANTICIPADA: EJEMPLO 2

REQUERIMIENTOS DE LA REPARACIÓN	MODO DE FALLA	DAÑOS SECUNDARIOS
Qué debe ser reparado	Limpiar tuberías	
A realizarse por	Mecánico	
Horas Hombre	40 Horas	
Costo de mano de obra	$ 1000	
Costo de repuestos	$ 4000	
Costo directo Total de reparación	$ 5000	
Tiempo de parada del Equipo	24 Horas	
Tiempo de parada del Proceso	24 Horas	

COSTO/HORA DEL TIEMPO DE PARADA DEL PROCESO	
COSTO DEL TIEMPO DE PARADA NO ANTICIPADO	$ 100.000
OTROS COSTOS DE LA FALLA NO ANTICIPADA	------
TOTAL DEL COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 105.000
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (AÑOS)	10 años
COSTO ANUALIZADO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 10.500

EJEMPLO 2 – Tuberías degradadas por óxido

TAREA A CONDICIÓN – INSPECCIÓN VISUAL

- Frecuencia = 1 año
- Costo de cada inspección visual = 500 USD
- Reparación de la falla anticipadamente = USD 5.000

Evaluación de la Tarea basada “en condición”

OPCIÓN 1 Falla Potencial	Se observa un aumento significativo de óxido, sarro o barros en la tubería.	
Descripción de la tarea propuesta	Chequear visualmente el nivel de oxidación y sarro de las tuberías.	Intervalo propuesto para realizar la tarea 1 año
Acción a tomar si se descubre una falla potencial	Remover óxido o cambiar tramo de tubería en caso necesario.	
Cómo esta acción evitará, eliminará o minimizará las consecuencias de la falla	Permite limpieza del condensador entra baches haciendo posible evitar la falla durante la producción, con pérdida total del lote	

DETECCIÓN DE LA FALLA ANTICIPADA

Costo Total de realizar la tarea cada vez	$ 500
Costo anualizado de realizar la tarea	**$ 500**

REPARACIÓN DE LA FALLA ANTICIPADA

Costo de reparación (MdeO)	$ 1.000
Costo de repuestos	$ 4.000
Costo total de reparación	**$ 5.000**
Costo anualizado de reparación	**$ 500**

TMEF = 10 años

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE TAREA A CONDICIÓN
$1.000

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE FALLA NO ANTICIPADA
$10.500

EJEMPLO 3 – Correas de compresor desgastadas

EJEMPLO 3 – Correas de compresor desgastadas

FALLA NO ANTICIPADA

- Costo de reparación
  - 24 hH x 50 $/hH = $1.200 (Mecánico)
  - 10 hH x 50 $/hH = $ 500 (Instrumentista)
- Costo de repuestos
  - Correa = $ 255
  - Rotura de elementos = $ 2.000
- Consecuencias operacionales = $ 12.000
- TMEF = 10 años

FALLA NO ANTICIPADA: EJEMPLO 3

REQUERIMIENTOS DE LA REPARACIÓN	MODO DE FALLA	DAÑOS SECUNDARIOS
Qué debe ser reparado	Reemplaza correas	Instrumenta-ción
A realizarse por	Mecánico	Mecánico
Horas Hombre	24 Horas	10 Horas
Costo de mano de obra	$ 1200	$ 500
Costo de repuestos	$ 255	$ 2000
Costo directo Total de reparación	$ 1455	$ 2500
Tiempo de parada del Equipo	24 Horas	10 Horas
Tiempo de parada del Proceso	0 Horas	10 Horas

COSTO/HORA DEL TIEMPO DE PARADA DEL PROCESO	$ 1200
COSTO DEL TIEMPO DE PARADA NO ANTICIPADO	$ 12000
OTROS COSTOS DE LA FALLA NO ANTICIPADA	------
TOTAL DEL COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 15955
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (AÑOS)	10 años
COSTO ANUALIZADO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	**$ 1.596**

EJEMPLO 3 – Correas de compresor desgastadas

TAREA A CONDICIÓN – MEDICIÓN DE DESGASTE DE CORREAS

- **Costo de tarea a condición 50 hH x 18 $/hH = $ 900**
- **Frecuencia = cada 2 meses** (6 veces/año)
- **Costo de reparación anticipada = USD 500**

Evaluación de la Tarea basada “en condición”

OPCIÓN 1 **Fallo Potencial**	**Desgaste considerable de las correas**	
Descripción de la tarea propuesta	**Apagar el compresor y prender el de reserva.** **Sacar las correas y medir el grado de desgaste de las mismas**	**Intervalo propuesto para realizar la tarea** **2 meses**
Acción física a tomar si se descubre una falla potencial	**Cambiar las correas si hay un desgaste tal que permita que el espacio libre entre el pistón y el cilindro sea menos de 1 mm.**	
Cómo esta acción evitará, eliminará o minimizará las consecuencias de la falla	**La detección anticipada del desgaste de las correas permite que su reemplazo se lleve a cabo en un momento en el que el compresor de servicio esté disponible. Esto significa que no es necesario utilizar aire de servicio con lo que se podría evitar dañar los instrumentos**	

REALIZANDO LA TAREA "A CONDICIÓN"

Costo Total de realizar tarea cada vez	$ 900	**Cada 2 meses = 6 / año**
Costo anualizado de realizar la tarea	**$ 5.400**	

REPARACIÓN DE LA FALLA ANTI CIPADA

Costo total de reparación	$ 500	
Costo anualizado reparación	**$ 50**	**TMEF 10 años**

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE TAREA A CONDICIÓN
$5.450

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE FALLA NO ANTICIPADA
$1.596

CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD CHILE 2ª EDICIÓN

ellmann & asociados
PERFORMANCE PARTNERS

henry@ellmann.net

POR SU ATENCIÓN

¡GRACIAS!

Con más herramientas y habilidades,
alcanzar tu meta será más fácil

TOOLBOX SESION

LOS SEIS SLIDES SIGUIENTES NO ESTÁN INCLUÍDOS EN LA PRESENTACIÓN.

SON IGUALES EN CONTENIDO Y SE CONSERVAN COMO "BACK-UP" Y NO SERÁN UTILIZADOS.

FALLA NO ANTICIPADA: EJEMPLO 1

REQUERIMIENTOS DE LA REPARACIÓN	MODO DE FALLA	DAÑOS SECUNDARIOS
Qué debe ser reparado	Reemplazar rodamientos	
A realizarse por	Mecánico	
Horas Hombre		
Costo de mano de obra		
Costo de repuestos		
Costo directo Total de reparación	$ 2.000	
Tiempo de parada del Equipo		
Tiempo de parada del Proceso		

COSTO/HORA DEL TIEMPO DE PARADA DEL PROCESO	
COSTO DEL TIEMPO DE PARADA NO ANTICIPADO	$ 10.000
OTROS COSTOS DE LA FALLA NO ANTICIPADA	
TOTAL DEL COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 12.000
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (AÑOS)	4 años
COSTO ANUALIZADO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 3.000

DETERMINACIÓN DE CONSECUENCIAS									
SEGURIDAD	S		N	X	MEDIO AMB.	S		N	X
REAL PROBABILIDAD					REAL PROBABILIDAD				
PROBABILIDAD TOLERABLE					PROBABILIDAD TOLERABLE				

Evaluación de la Tarea basada “en condición”

OPCIÓN 1 **Fallo Potencial**	Cambios durante la operación de las características del ruido de los rodamientos del eje	
Descripción de la tarea propuesta	Verificar si los rodamientos del eje hacen ruido	
Acción física a tomar si se descubre una falla potencial	Si se escuchan ruidos provenientes del rodamiento pedir el reemplazo de la bomba	**Intervalo propuesto para realizar la tarea** 2 semanas
Cómo esta acción evitará, eliminará o minimizará las consecuencias de la falla	Puede planearse el reemplazo de la bomba de manera de llevarse a cabo en tres horas entre baches. Esto evita las pérdidas de producción resultantes de la pérdida de un bache de benceno.	

REALIZANDO LA TAREA “A CONDICIÓN”

A ser reali-zado por	Operador	**Horas/ h para realizar la tarea**		**Costo de M/O para realizar la tarea**		**Costo Total de realizar c/ tarea**	$ 100
Tiempo de parada del equipo		**Tiempo de parada del proceso**		**Costo del tiempo de parada**		**Costo anualizado de realizar la tarea**	$ 1.200

REPARACIÓN DEL FALLO ANTICIPADO

A ser repara-do por	Mecánico	**Horas/ h para reparar la falla**		**Costo de M/O para reparar la falla**		**Costo de los repuestos**	
Costo directo de reparación		**Tiempo de parada del equipo**		**Tiempo de parada del proceso**		**Costo del tiempo de parada**	
Costo total de reparación	$ 1.000	**Costo anualizado de la reparación**	$ 250	**Total costo anualizado de la OPCIÓN 1**		$ 1.450	

FALLO NO ANTICIPADO: RESUMEN

REQUERIMIENTOS DE LA REPARACIÓN	MODO DE FALLA	DAÑOS SECUNDARIOS
Acción Correctiva	Limpiar las tuberías	
A realizarse por	Mecánico	
Horas Hombre	40 Horas	
Costo de mano de obra	$ 1000	
Costo de repuestos	$ 4000	
Costo directo Total de reparación	$ 5000	
Tiempo de parada del Equipo	24 Horas	
Tiempo de parada del Proceso	24 Horas	

COSTO/HORA DEL TIEMPO DE PARADA DEL PROCESO	
COSTO DEL TIEMPO DE PARADA NO ANTICIPADO	$ 100.000
OTROS COSTOS DE LA FALLA NO ANTICIPADA	------
TOTAL DEL COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 105.000
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (AÑOS)	10 años
COSTO ANUALIZADO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 10.500

Evaluación de la Tarea basada “en condición”

OPCIÓN 1 **Falla Potencial**	Se observa un aumento significativo de óxido, sarro o barros en la tubería.	**Intervalo P-F más breve** **2 años**
Descripción de la tarea propuesta	Chequear visualmente el nivel de oxidación y sarro de las tuberías.	**Mínimo Intervalo** **2 días**
Acción física a tomar si se descubre una falla potencial	Remover óxido o cambiar tramo de tubería en caso de ser necesario.	**Intervalo propuesto para realizar la tarea** **1 año**
Cómo esta acción evitará, eliminará o minimizará las consecuencias de la falla	Permite la limpieza del condensador entra baches con lo que hace posible evitar el fallo durante la producción, lo que traería aparejado la pérdida total del lote	

REALIZANDO LA TAREA “A CONDICIÓN”

A ser realizado por	Mecánico	**Horas/ h para realizar la tarea**		**Costo de M/O para realizar la tarea**		**Costo Total de realizar c/ tarea**	$500
Tiempo de parada del equipo		**Tiempo de parada del proceso**	0	**Costo del tiempo de parada**	$ 0	**Costo anualizado de realizar la tarea**	$500

REPARACIÓN DE LA FALLA ANTICIPADA

A ser reparado por	Mecánico	**Horas/ h para reparar la falla**	40 horas	**Costo de M/O para reparar la falla**	$ 1000	**Costo de los repuestos**	$ 4000
Costo directo de reparación		**Tiempo de parada del equipo**		**Tiempo de parada del proceso**	0	**Costo del tiempo de parada**	0
Costo total de reparación	$ 5000	**Costo anualizado de la reparación**	$ 500	**Total costo anualizado de la OPCIÓN 1**	$ 1000		

FALLA NO ANTICIPADA: RESUMEN

REQUERIMIENTOS DE LA REPARACIÓN	MODO DE FALLA	DAÑOS SECUNDARIOS
Acción Correctiva	Reemplaza correas	Instrumenta-ción
A realizarse por	Mecánico	Mecánico
Horas Hombre	24 Horas	10 Horas
Costo de mano de obra	$ 1200	$ 500
Costo de repuestos	$ 255	$ 2000
Costo directo Total de reparación	$ 1455	$ 2500
Tiempo de parada del Equipo	24 Horas	10 Horas
Tiempo de parada del Proceso	0 Horas	10 Horas

COSTO/HORA DEL TIEMPO DE PARADA DEL PROCESO	$ 1200
COSTO DEL TIEMPO DE PARADA NO ANTICIPADO	$ 12000
OTROS COSTOS DE LA FALLA NO ANTICIPADA	------
TOTAL DEL COSTO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 15955
TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (AÑOS)	10 años
COSTO ANUALIZADO DE LA FALLA NO ANTICIPADA	$ 1596

DETERMINACIÓN DE CONSECUENCIAS									
SEGURIDAD	S		N	X	SEGURIDAD	S		N	X
REAL PROBABILIDAD					REAL PROBABILIDAD				
PROBABILIDAD TOLERABLE					PROBABILIDAD TOLERABLE				

Evaluación de la Tarea basada “en condición”

OPCIÓN 1 Falla Potencial	Desgaste considerable de las correas					Intervalo P-F más breve	4 meses
Descripción de la tarea propuesta	Apagar el compresor y prender el de reserva. Sacar las correas y medir el grado de desgaste de las mismas					Mínimo Intervalo	1 semana
Acción física a tomar si se descubre una falla potencial	Cambiar las correas si hay un desgaste tal que permita que el espacio libre entre el pistón y el cilindro sea menos de 1 mm.					Intervalo propuesto para realizar la tarea	2 meses
Cómo esta acción evitará, eliminará o minimizará las consecuencias de la falla	La detección anticipada del desgaste de las correas permite que su reemplazo se lleve a cabo en un momento en el que el compresor de servicio esté disponible. Esto significa que no es necesario utilizar aire de servicio con lo que se podría evitar dañar los instrumentos						
REALIZANDO LA TAREA “A CONDICIÓN”							
A ser reali-zado por	Mecánico	Horas/ h para realizar la tarea	18 H.	Costo de M/O para realizar la tarea		Costo Total de realizar c/ tarea	$900
Tiempo de parada del equipo		Tiempo de parada del proceso	0	Costo del tiempo de parada	$ 0	Costo anualizado de realizar la tarea	$5400
REPARACIÓN DE LA FALLA ANTICIPADA							
A ser repara-do por	Mecánico	Horas/ h para reparar la falla	0	Costo de M/O para reparar la falla	0	Costo de los repuestos	
Costo directo de reparación		Tiempo de parada del equipo	0 horas	Tiempo de parada del proceso	0	Costo del tiempo de parada	0
Costo total de reparación	$ 500	Costo anualizado de la reparación	$ 50	Total costo anualizado de la OPCIÓN 1	$ 5450		