

Nombre: **ALEJANDRO JORGE PISTARELLI**

Mail: alejandro.pistarelli@gmail.com

Página: <http://www.pistarelli.com.ar>

Profesión: Ingeniero de Mantenimiento

Síntesis de Antecedentes

Título de grado: Ingeniero Aeronáutico – UTN FRH (Argentina)

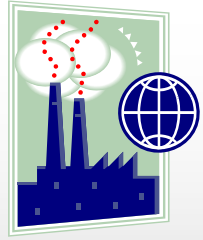
Desde 1990 se desempeña en empresas industriales de distintos rubros:
químico, metalmecánico, alimentos, consumo masivo y servicios.

Dedicado a mejorar procesos y metodologías de Gestión de Activos y
Confiabilidad de Sistemas Productivos.

Autor de: **MANUAL DE MANTENIMIENTO. Ingeniería, Gestión y Organización.**

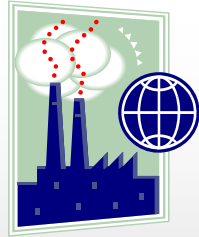
ISBN: 978-987-05-8420-9.

Jefe de Mantenimiento, Ingeniería de Mantenimiento e Ingeniería
de Confiabilidad en Empresa Multinacional.



RCM2

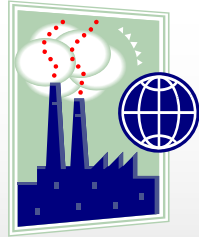
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD



RCM bajo Normas

*Un proceso de análisis se considera RCM, si
satisface, responde o cumple las normas*

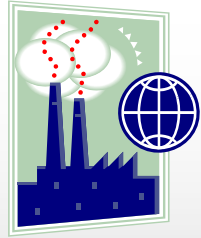
SAE JA 1011 y 1012.



Qué ES el RCM

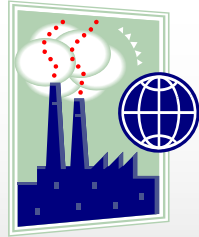
*Es un proceso estructurado y analítico, donde
personal de mantenimiento y producción
utilizan un diagrama de decisión.*

NO ES UN SOFTWARE



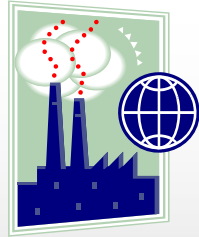
Qué DETERMINA el RCM

*Determina la mejor política de mantenimiento
que debe hacerse para cada Equipo en su
contexto operacional, logrando la mejor relación
costo - eficacia.*



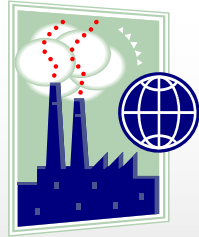
Cómo LO LOGRA el RCM

*Trabajando en conjunto personal de mantenimiento
y producción, en base a claras reglas de evaluación
y decisión, establecen cuándo y porqué realizar
mantenimiento **PREDICTIVO - PREVENTIVO**
DETECTIVO O CORRECTIVO*



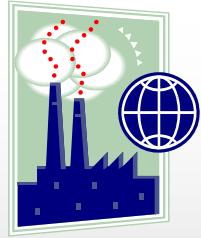
Qué OBTENEMOS con RCM

- *Mayor seguridad e integridad ambiental.*
- *Mejor rendimiento operativo.*
- *Mayor efectividad del gasto de mantenimiento.*
- *Mayor confiabilidad de los equipos.*
- *Mayor motivación de los individuos.*
- *Una base de datos e información comprensiva.*



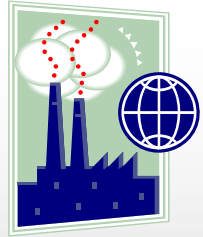
Cómo se IMPLEMENTA el RCM

*Formando grupos de trabajo con el personal que
más conoce al equipo, guiados por un Facilitador
que asegure la aplicación de la técnica.
La revisión luego se audita y aprueba para su
implementación.*

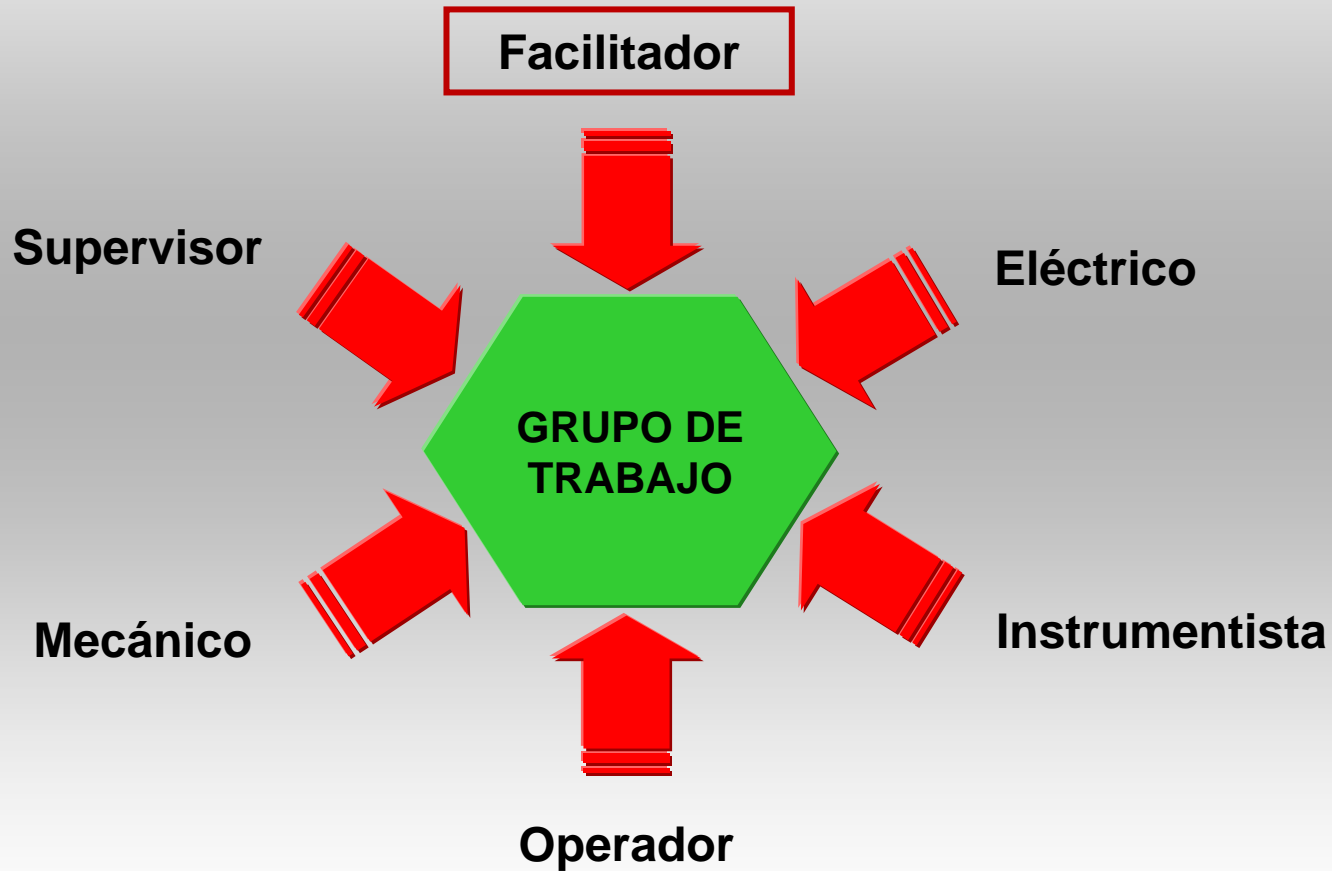


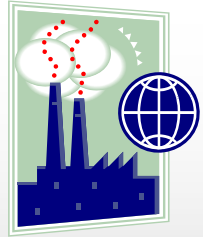
REQUERIMIENTOS

- Cada análisis de RCM requiere de 12 a 18 reuniones de 3 horas c/u.
- La asistencia de los integrantes a las reuniones es IMPERATIVA.
- Las reuniones no pueden ser INTERRUMPIDAS.
- Espacio físico para las reuniones BIEN DETERMINADO.
- La visita de personas que deseen participar ocasionalmente de una o más reuniones, deberá programarse con 1 (un) día de anticipación.
- Los resultados finales del análisis deberán ser auditados por la JEFATURA y discutidos con el grupo de análisis a los efectos de la APLICACIÓN de los mismo.
- Compromiso de la DIRECCIÓN

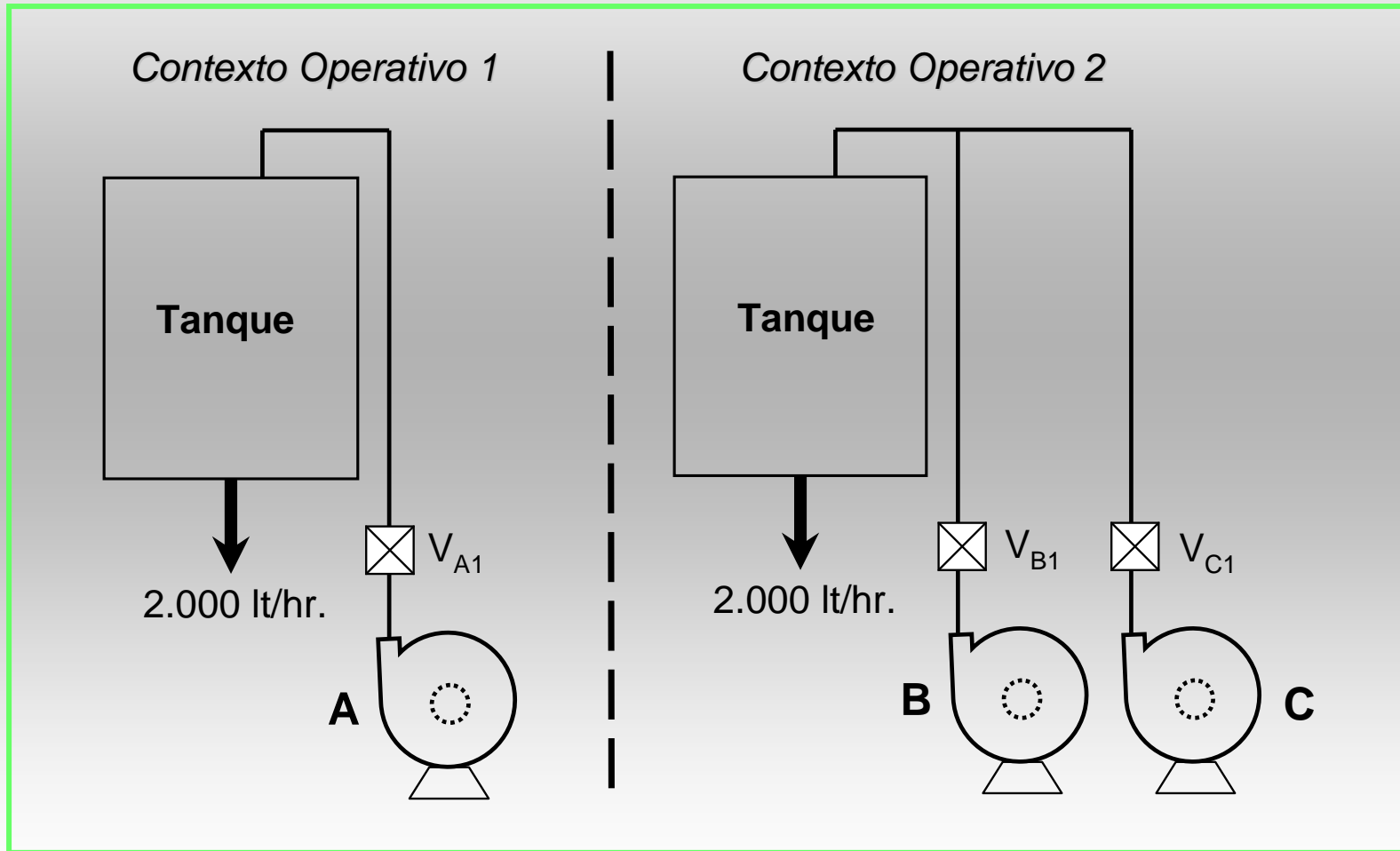


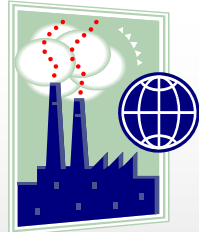
Grupos de Análisis



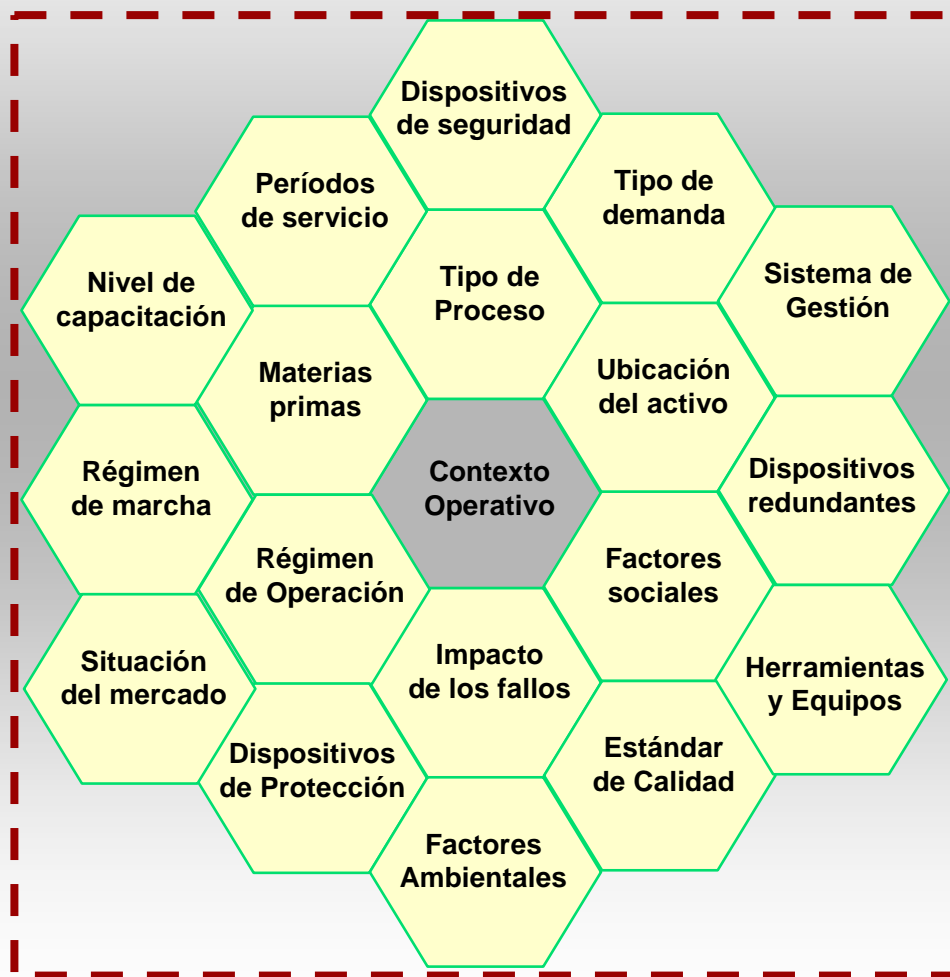


Contexto Operativo



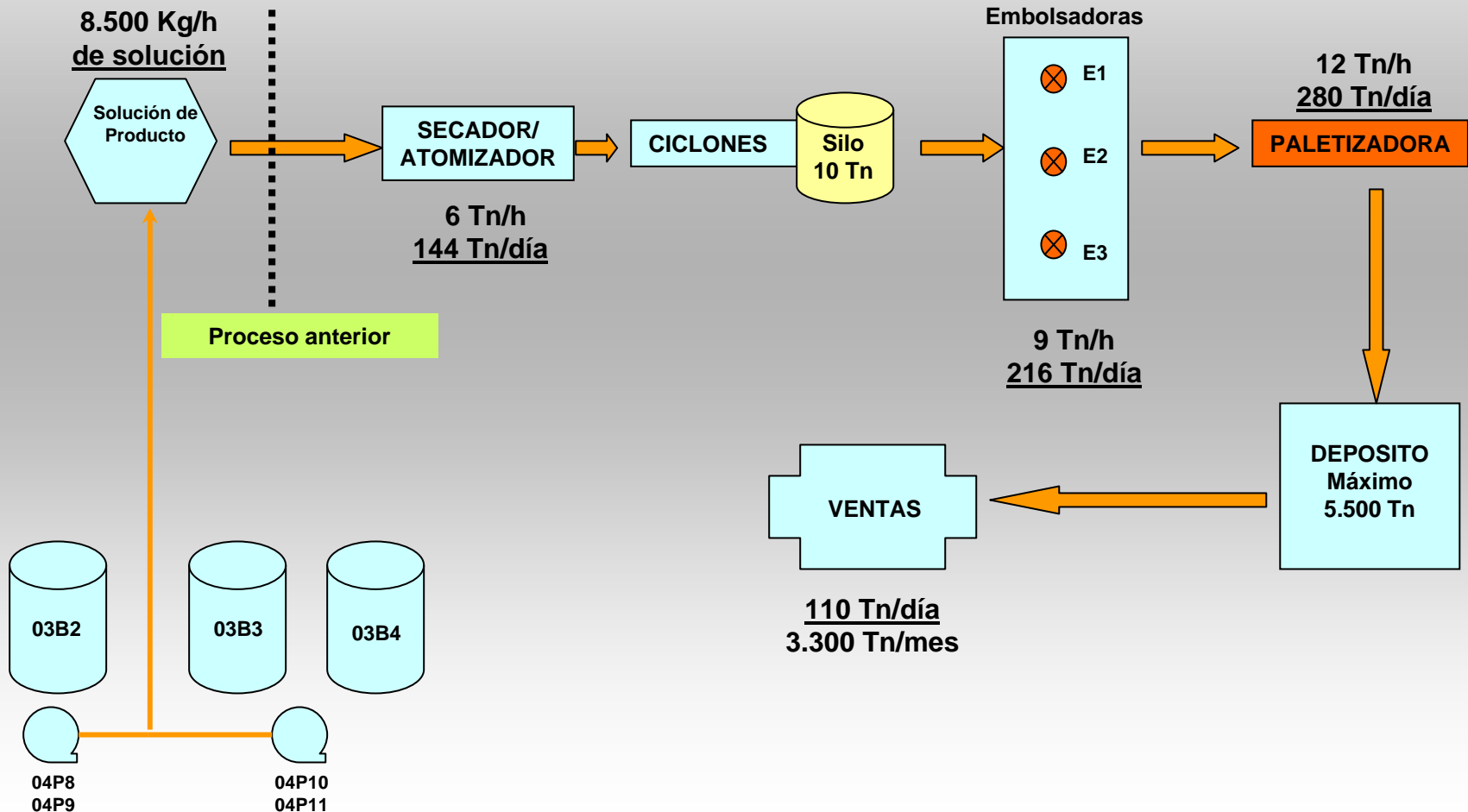


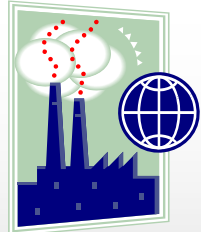
Factores del Contexto Operativo



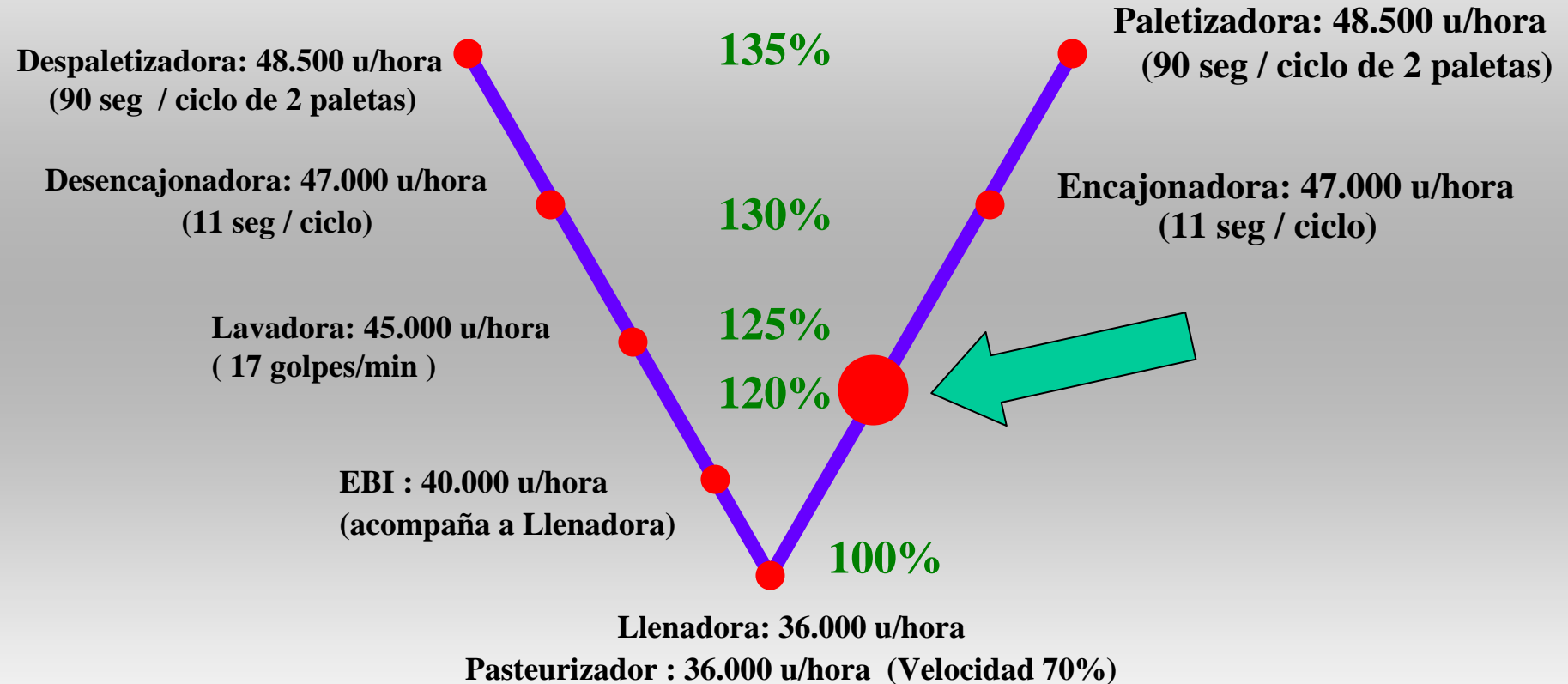
Contexto Operativo

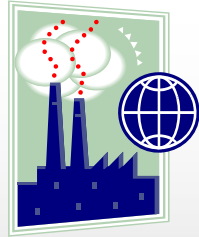
Se define el CONTEXTO OPERATIVO





Contexto Operativo





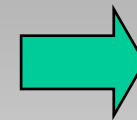
RCM: Las siete preguntas básicas

1- ¿Cuáles **FUNCIONES** funciones?

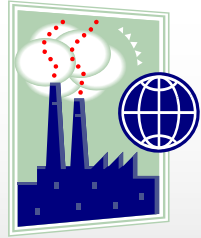
2- ¿De qué **FALLAS FUNCIONALES** fallan las funciones?

3- ¿Qué **MODOS DE FALLA** modos de falla?

4- ¿Qué **EFFECTO DE LAS FALLAS** efecto de las fallas?



Hoja de
información
de RCM

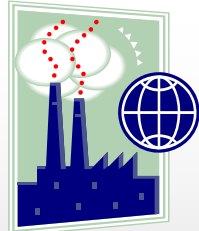


Funciones

Las normas establecen que las funciones primarias (específicas) del activo son la razón de su adquisición. Las funciones primarias cubren parámetros de funcionamiento como volumen de producción, velocidad, capacidad de carga o transporte, calidad del producto y servicio al cliente, entre otros.

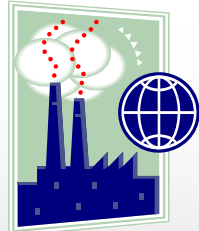
Las funciones secundarias se refieren a temas menos evidentes (no menos importantes) como control, seguridad, protección, capacidad de contención, información, apariencia, eficiencia, integridad, cumplimiento de leyes o estándares ambientales, etc.

En muchas ocasiones, la consecuencia del incumplimiento de una función secundaria, es más grave que el incumplimiento de una función primaria.



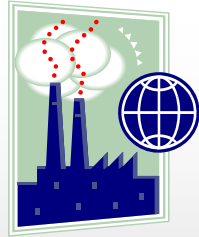
Funciones

Hoja de Análisis RCM	
Sistema: Producción de SILTRES-XX	
Equipo: Reactor Químico 02R7	
Funciones	
1	Calentar hasta 10.000 Kg. del producto "X" desde 2 °C hasta 80 °C, en 2 horas.
2	Cargar con agua el reactor a no menos de 250 lt/min.
3	Evitar pérdidas de agua en el reactor y en todas sus conexiones.
4	Permitir el ingreso de los sólidos (materias primas) por la tolva de alimentación superior.
5	Evitar derrames y salidas de producto sólido al exterior cuando se realiza la carga por la tolva.
6	Mantener la presión de vapor en la serpentina de calentamiento en 6 +/- 0,2 bar.
7	Indicar en el tablero local la temperatura de la masa de producto con una precisión de, al menos, +/- 2%.
8	Evacuar todos los gases o vapores de la reacción a través del conducto CON-34-K.
9	Permitir seleccionar la velocidad de agitación (rotación eje agitador) entre 1 y 25 rpm, a intervalos de 1 rpm.
10	Indicar localmente la presión de vapor.
11	Detener inmediatamente el agitador si la corriente del motor 02MR7 alcanza los 25 A.
12	Evitar pérdidas de producto en el reactor y en todas sus conexiones.
13	Evitar quemaduras a las personas.
14	Detener la marcha del agitador inmediatamente después de oprimir el botón <i>Parada de Emergencia</i> .
15	Indicar en el sistema de control, y de manera legible desde el puesto de trabajo, los parámetros: presión, temperatura, nivel de producto y etapa del proceso.
16	Descargar el producto terminado a través de la válvula automática de fondo VAL01-02R7.



Fallas Funcionales

Hoja de Análisis RCM			
Sistema: Producción de SILTRES-XX			
Equipo: Reactor Químico 02R7			
Funciones		Fallas Funcionales	
1	Calentar hasta 10.000 Kg. del producto "X" desde 2 °C hasta 80 °C, en 2 horas.	A	El reactor es totalmente incapaz de calentar el producto.
		B	Se tarda más de 2 horas en alcanzar la temperatura de 80 °C en toda la masa de producto.
		C	El producto se calienta por encima de 80 °C.
2	Cargar con agua el reactor a no menos de 250 lt/min.	A	No carga nada de agua.
		B	Carga agua a menos de 250 lt/min.
3	Evitar pérdidas de agua en el reactor y en todas sus conexiones.	A	Se producen pérdidas de agua en el reactor o sus conexiones.
4	Permitir el ingreso de los sólidos (materias primas) por la tolva de alimentación superior.	A	Incapaz de dar ingreso libremente a los productos sólidos.
5	Evitar derrames y salidas de producto sólido al exterior cuando se realiza la carga por la tolva.	A	Se producen fugas de producto sólido (aún en pequeñas cantidades) durante la maniobra de carga.
6	Mantener la presión de vapor en la serpentina de calentamiento en 6 +/- 0,2 bar.	A	La presión de vapor es superior a 6,2 bar en la serpentina.
		B	La presión de vapor es menor que 5,8 bar en la serpentina.
7	Indicar en el tablero local la temperatura de la masa de producto con una precisión de, al menos, +/- 2%.	A	No indica la temperatura localmente.
		B	Indica la temperatura localmente con un error superior al +/- 2%.

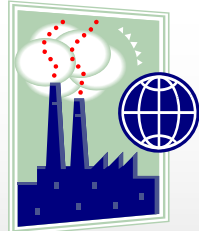


Modos de Falla

Los Equipos fallan sólo a través de sus Modos de Falla.

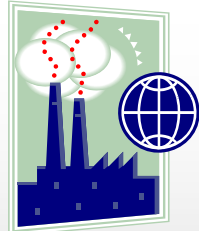
Los Modos de Falla son las causas posibles de falla.

Los Patrones de Falla se refieren a los modos de falla, no al activo en general.



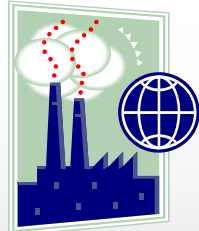
Modos de Falla

Calentar hasta 10.000 Kg. del producto "X" desde 2 °C hasta 80 °C, en 2 horas.	A	El reactor es totalmente incapaz de calentar el producto.	1	Válvula reguladora de vapor (VAP-02-AU) bloqueada en posición <i>cerrada</i> .
			2	Válvula de vapor VAP-01-Y1 cerrada.
			3	Rodamientos del motor 02MR7 con lubricación insuficiente.
			4	Aislación del motor 02MR7 deteriorada o dañada.
			5	<i>"Falla" motor 02MR7 por otras causas.</i>
			6	<i>"Falla" reductor 02G7.</i>
			7	Protección térmica del motor 02MR7 activada.
			8	Chaveta del acoplamiento del reductor 02G7 salida.
			9	Acoplamiento del reductor roto.
			10	Tornillos de ajuste <i>eje-agitador</i> salidos o corroídos.
			11	Eje de agitador cortado.
			12	Serpentina de vapor fisurada hacia el interior.
			13	<i>Falta suministro de vapor.</i>
			14
	B	Se tarda más de 2 horas en alcanzar la temperatura de 80 °C en toda la masa de producto.	1	Serpentina de vapor obstruida.
			2	Serpentina de vapor fisurada hacia el exterior.
			3	Juntas o bridas dañadas en el circuito de vapor.
			4	Conexiones de vapor fisuradas o dañadas.
			5	Válvula reguladora de vapor (VAP-02-AU) calibrada por debajo de 6 bar.
			6	Trampas de vapor obstruidas.
			7	<i>Suministro de vapor insuficiente.</i>
			8	La masa de producto dentro del reactor supera los 10.000 Kg.
			9



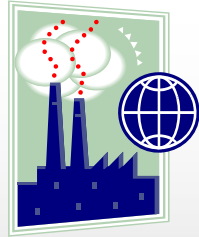
Efecto de las Fallas

Funciones	Fallas Funcional	Modos de Falla	Efecto de las Fallos
Calentar hasta 10.000 Kg. del producto "X" desde 2 °C hasta 80 °C, en 2 horas.	A El reactor es totalmente incapaz de calentar el producto.	1 Válvula reguladora de vapor (VAP-02-AU) bloqueada en posición cerrada.	La válvula reguladora de vapor mantiene la presión en toda la línea de calefacción en 6 +/- 0,2 bar. Si se traba en posición <i>cerrada</i> impide el paso de vapor a la serpentina y el producto no puede calentarse. Las normas internas indican que ante una falla de estas características, la válvula debe ser reemplazada de inmediato. El tiempo total de reparación es 4 horas y la válvula tiene un costo de \$17.000. Las pérdidas de producción se estiman en \$12.300/bach.
		2 Válvula de vapor VAP-01-Y1 cerrada.	La válvula puede quedar cerrada por olvido durante las maniobras de operación. Los operadores suelen tener evidencia naturalmente y a los pocos minutos de comenzado el proceso de fabricación.
		3 Rodamientos del motor 02MR7 con lubricación insuficiente.	La falta de lubricante en los rodamientos del motor 02MR7 puede dejarlo fuera de servicio. Las rutinas de lubricación están vigentes y se realizan con regularidad. El tiempo necesario para un cambio de motor es de 3 horas y el costo nunca ha superado los \$3.500.
		4 Aislación del motor 02MR7 deteriorada o dañada.	La organización cuenta con rutinas de inspección por termografía infrarroja para los motores de estas características. Un daño severo en la aislación deja el motor fuera de servicio.
		5 "Falla" motor 02MR7 por otras causas.	<i>Los modos de falla adicionales del motor 02MR7 se estudian en otro análisis RCM.</i>
		6 "Falla" reductor 02G7.	<i>El reductor 02G7 se estudia en otro análisis RCM.</i>



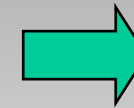
Hoja de Información

Hoja de Análisis RCM			
Sistema: Producción de SILTRES-XX		Grupo: 4	Facilitador: Perez Ramón
Equipo: Reactor Químico 02R7		Fecha: 12/03/2002	
Funciones	Fallas Funcionales	Modos de Falla	Efecto de las Fallos
1 Calentar hasta 10.000 Kg. del producto "X" desde 2 °C hasta 80 °C, en 2 horas.	A El reactor es totalmente incapaz de calentar el producto.	1 Válvula reguladora de vapor (VAP-02-AU) bloqueada en posición cerrada.	La válvula reguladora de vapor mantiene la presión en toda la línea de calefacción en 6 +/- 0,2 bar. Si se traba en posición <i>cerrada</i> impide el paso de vapor a la serpentina y el producto no puede calentarse. Las normas internas indican que ante una falla de estas características, la válvula debe ser reemplazada de inmediato. El tiempo total de reparación es 4 horas y la válvula tiene un costo de \$17.000. Las pérdidas de producción se estiman en \$12.300/bach.
		2 Válvula de vapor VAP-01-Y1 cerrada.	La válvula puede quedar cerrada por olvido durante las maniobras de operación. Los operadores suelen tener evidencia naturalmente y a los pocos minutos de comenzado el proceso de fabricación.
		3 Rodamientos del motor 02MR7 con lubricación insuficiente.	La falta de lubricante en los rodamientos del motor 02MR7 puede dejarlo fuera de servicio. Las rutinas de lubricación están vigentes y se realizan con regularidad. El tiempo necesario para un cambio de motor es de 3 horas y el costo nunca ha superado los \$3.500.
		4 Aislación del motor 02MR7 deteriorada o dañada.	La organización cuenta con rutinas de inspección por termografía infrarroja para los motores de estas características. Un daño severo en la aislación deja el motor fuera de servicio. El tiempo necesario para un cambio de motor es de 3 horas y el costo nunca ha superado los \$3.500.
		5 "Falla" motor 02MR7 por otras causas.	<i>Los modos de falla adicionales del motor 02MR7 se estudian en otro análisis RCM.</i>
		6 "Falla" reductor 02G7.	<i>El reductor 02G7 se estudia en otro análisis RCM.</i>
		7 Protección térmica del motor 02MR7 activada.	<i>Ver función 11 y fallas funcionales asociadas.</i>
		8 Chaveta del acoplamiento del reductor 02G7 salida.	Se produce un desacoplamiento y se detiene la agitación. El producto en la parte central no llega a calentarse. De todas maneras no debe reprocesarse porque la reparación nunca supera la media hora.
		9 Acoplamiento del reductor roto.	Se produce un desacoplamiento y se detiene la agitación. El producto en la parte central no llega a calentarse. De todas maneras no debe reprocesarse porque la reparación nunca supera la media hora.
		10 Tornillos de ajuste eje-agitador salidos o corroídos.	La pérdida de, al menos, dos tornillos de sujeción puede ocasionar la rotura del soporte y el agitador se desvincula del eje. Se interrumpe completamente el proceso químico dentro del reactor. Los costos de la reparación pueden ascender a \$85.000 y la producción se interrumpe por 4 días consecutivos porque es necesario vaciar y limpiar el interior del reactor.
		11 Eje de agitador cortado.	El corte del eje del agitador en forma imprevista es muy poco probable. De todas formas, si ocurriese, se detiene el proceso, el tiempo de reparación es 4 días y el costo asciende a \$ 145.000. (Existe en el Almacén Central un eje de repuesto).
		12 Serpentina de vapor fisurada hacia el interior.	Se pierde poder de calefacción y el producto se contamina con agua quedando fuera de especificación. La reparación en el peor de los casos puede costar hasta \$23.000 y demora 1 día. Las pérdidas de producción ascienden a \$12.300/bach.
		13 Falta suministro de vapor.	<i>El suministro de vapor se estudia en otro análisis RCM.</i>
		14

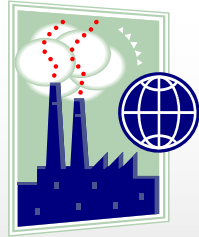


RCM: Las siete preguntas básicas

- 5- *¿Qué ocurre si falla?*
- 6- *¿Qué puede hacerse para prevenir el fallo?*
- 7- *¿Qué hacer si no puede prevenirse el fallo?*



**Diagrama de
Decisión**



EL DIAGRAMA DE DECISIÓN ANALIZA

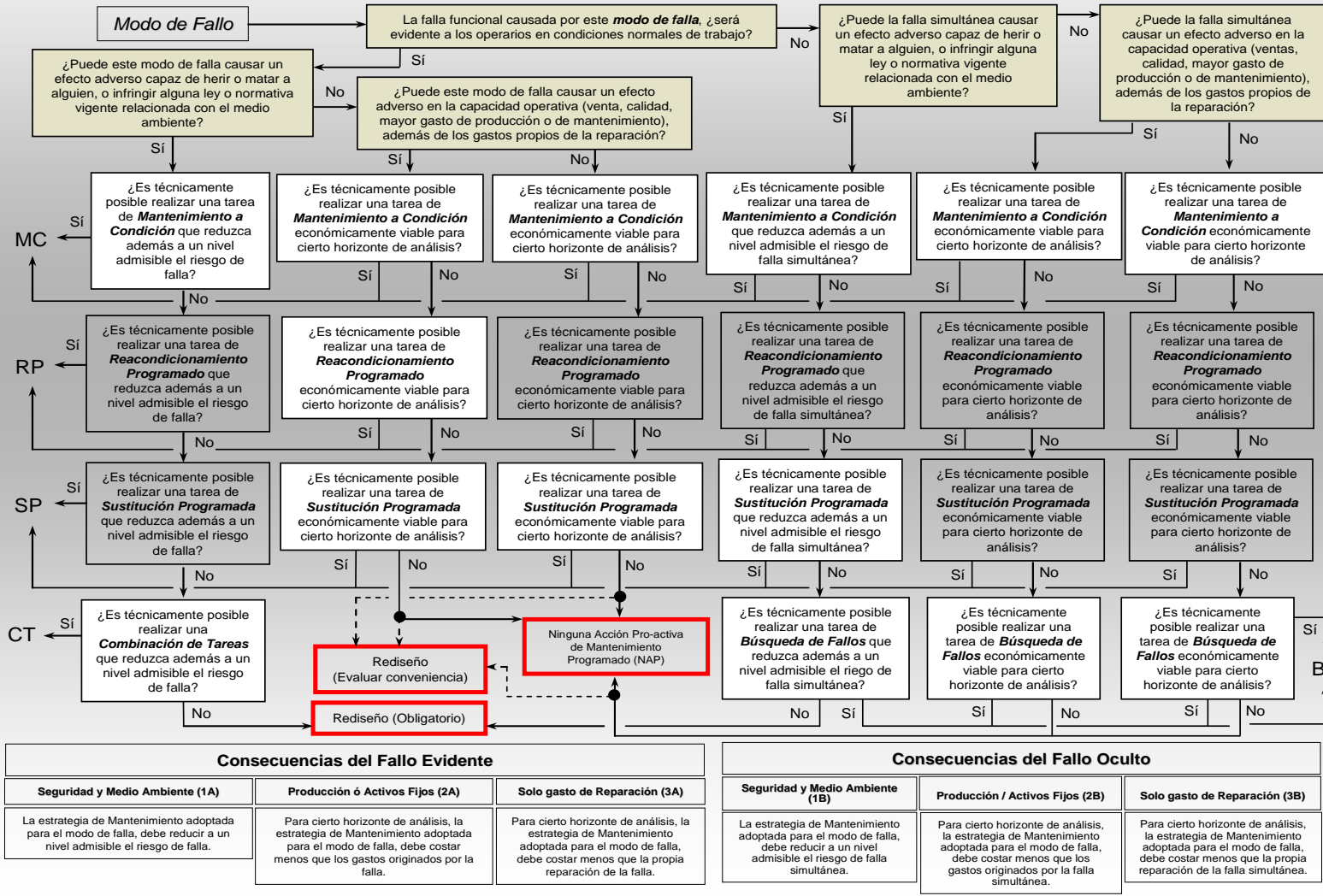
¿Son fallas OCULTAS o EVIDENTES?

¿Son fallas que pueden afectar la **SEGURIDAD**
de individuos o al **MEDIO AMBIENTE**?

¿Son fallas que afectan las **OPERACIONES**?

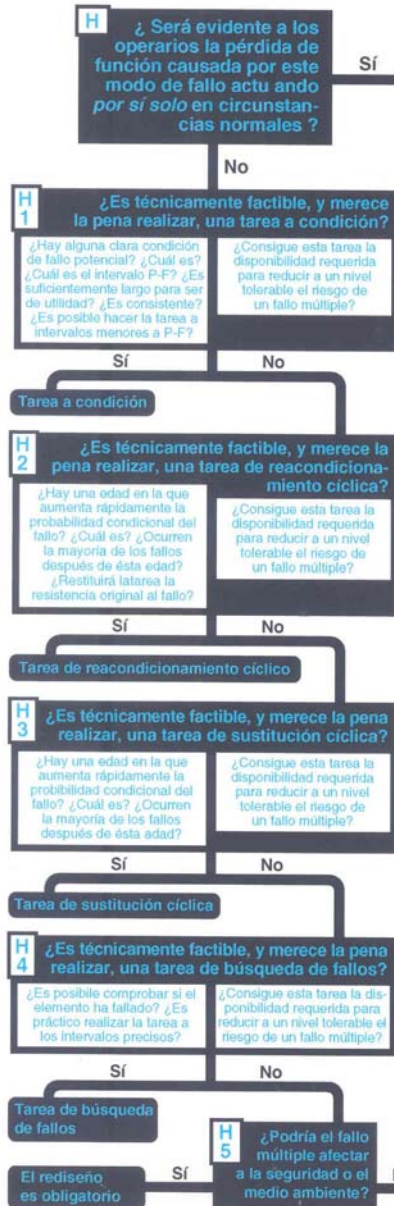
¿Son fallos que meramente requieren ser
reparados y cuestan sólo lo que cuesta
su reparación sin afectar las operaciones?

DIAGRAMA DE DECISION RCM (Abreviado)

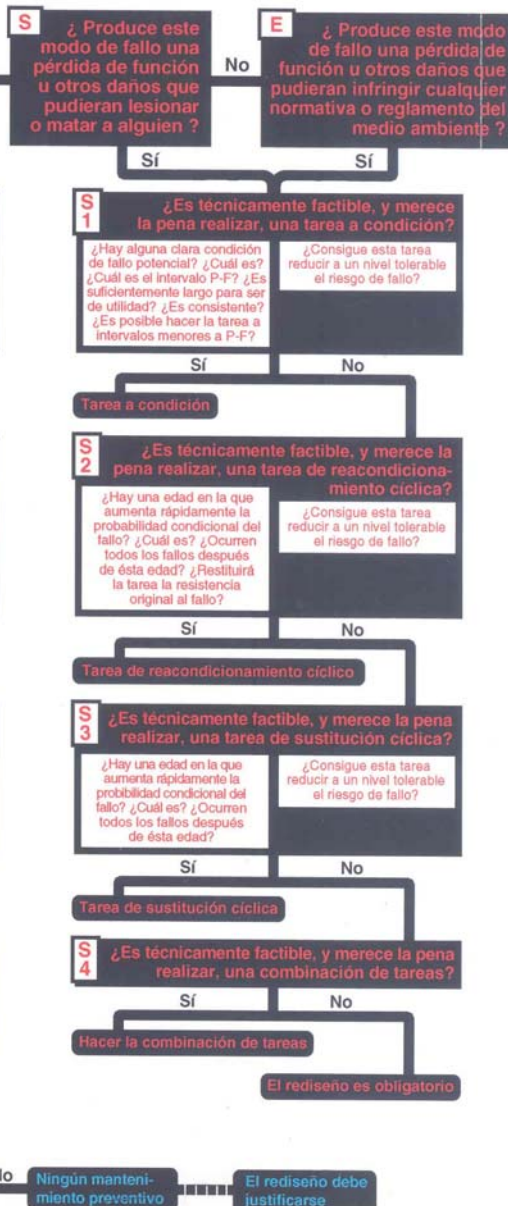


walter

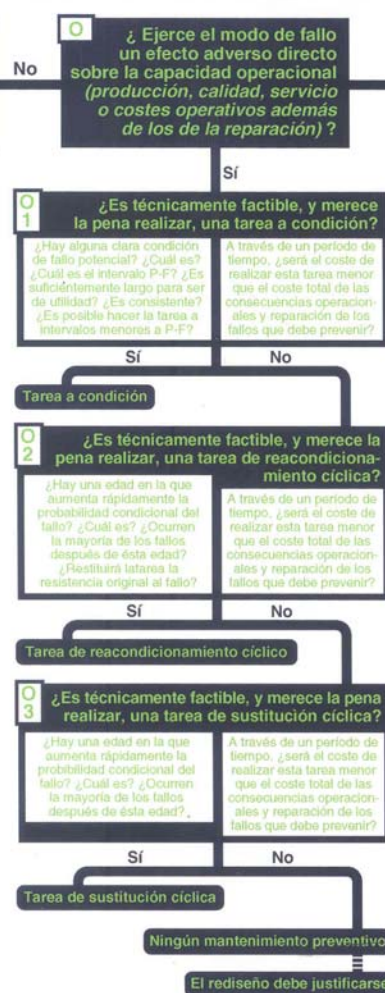
CONSECUENCIAS DEL FALLO OCULTO



CONSECUENCIAS PARA LA SEGURIDAD O EL MEDIO AMBIENTE

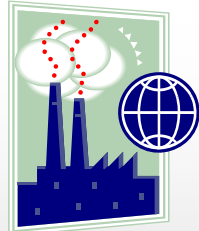


CONSECUENCIAS OPERACIONALES



CONSECUENCIAS NO OPERACIONALES





Hoja de Resultados

Hoja de Resultados RCM									
Sistema: Producción de SILTRES-XX						Grupo: 4	Facilitador: Perez Ramón	Revisión: 1	
Equipo: Reactor Químico 02R7							Fecha: 12/03/2002		
F	FF	MF	TC	E	Tarea Sugerida	Frecuencia Inicial	Responsable	Especialidad	Costo Anual (\$)
1	A	1	2A	RP	Reacondicionamiento y calibración de válvula reguladora de vapor (VAP-02-AU)	Anual	Ingeniería de Mantenimiento	Tercero	\$ 1.150
1	A	2	3A	NAP	Se sugiere una revisión de los procedimientos operativos por parte del Responsable de Operaciones.	--	Alvarez Omar	Producción	--
1	A	3	2A	MC	Controlar vibraciones en los rodamientos del motor 02MR7. El parámetro de aceleración RMS debe ser inferior a 0.85.	30 días	Ingeniería de Mantenimiento	Tercero	\$ 125
1	A	4	2A	MC	Inspección termográfica del motor 02MR7. Valor máximo tolerado 85 °C.	60 días	Ingeniería de Mantenimiento	Tercero	\$ 145
1	A	5	--	--	--	--	--	--	--
1	A	6	--	--	--	--	--	--	--
1	A	7	3A	--	--	--	--	--	--
1	A	8	3A	--	--	--	--	--	--
1	A	9	3A	--	--	--	--	--	--
1	A	10	2A	RP	Inspección visual de los espárragos y eventual reemplazo en caso de deterioro. Confeccionar procedimiento de inspección.	30 días	Rodriguez Alberto	Mecánica	\$ 380
1	A	11	2A	NAP	NAP.	--	--	--	--
1	A	12	2A	RP	Prueba hidráulica según recomendación de Ingeniería de Mantenimiento (PROC-ING-12-34).	2 años	Ingeniería de Mantenimiento	Tercero	\$ 850
1	A	13	2A	--	--	--	--	--	--
1	A	14	--	--	--	--	--	--	--

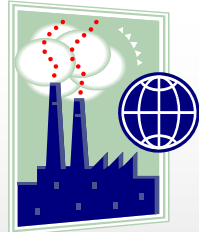
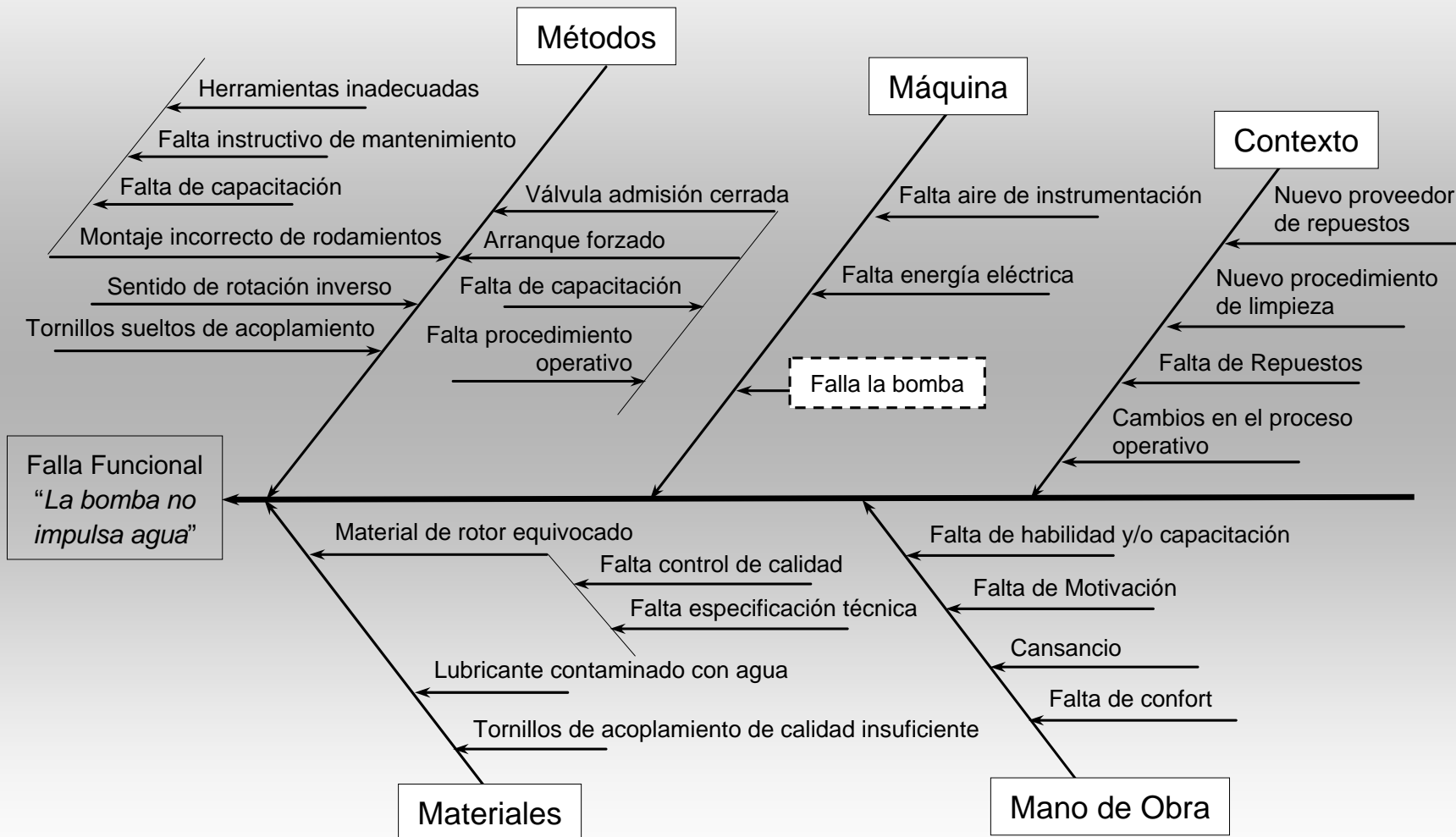
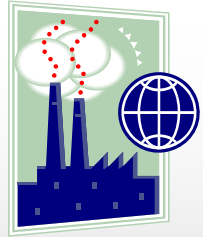


Diagrama de Ishikawa

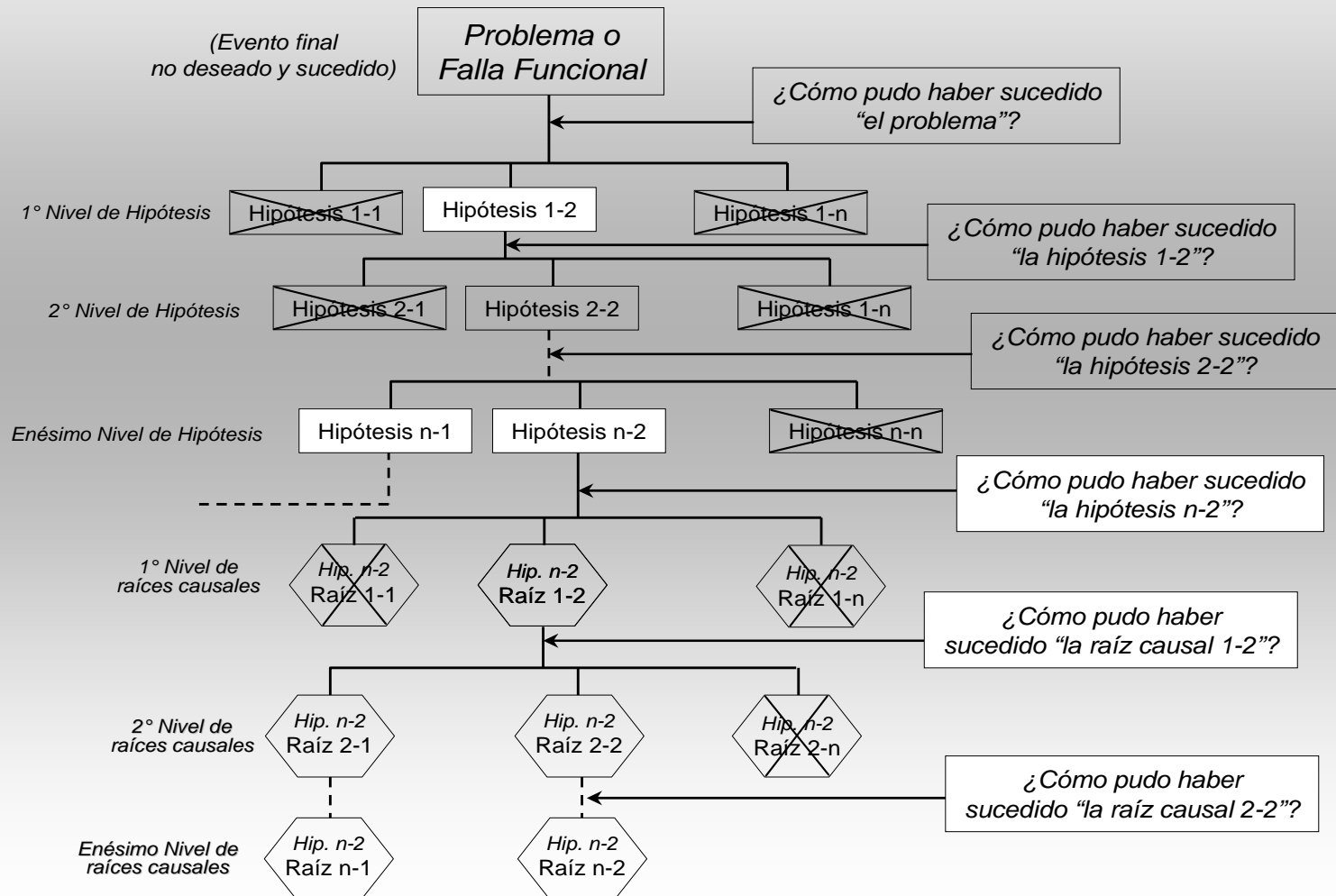


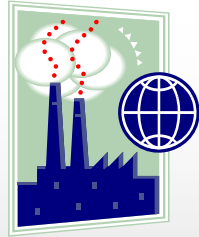
Efecto

Causas



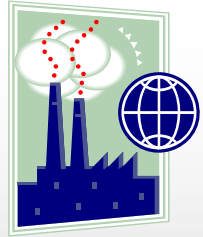
Análisis Causa Raíz de Falla (RCA)



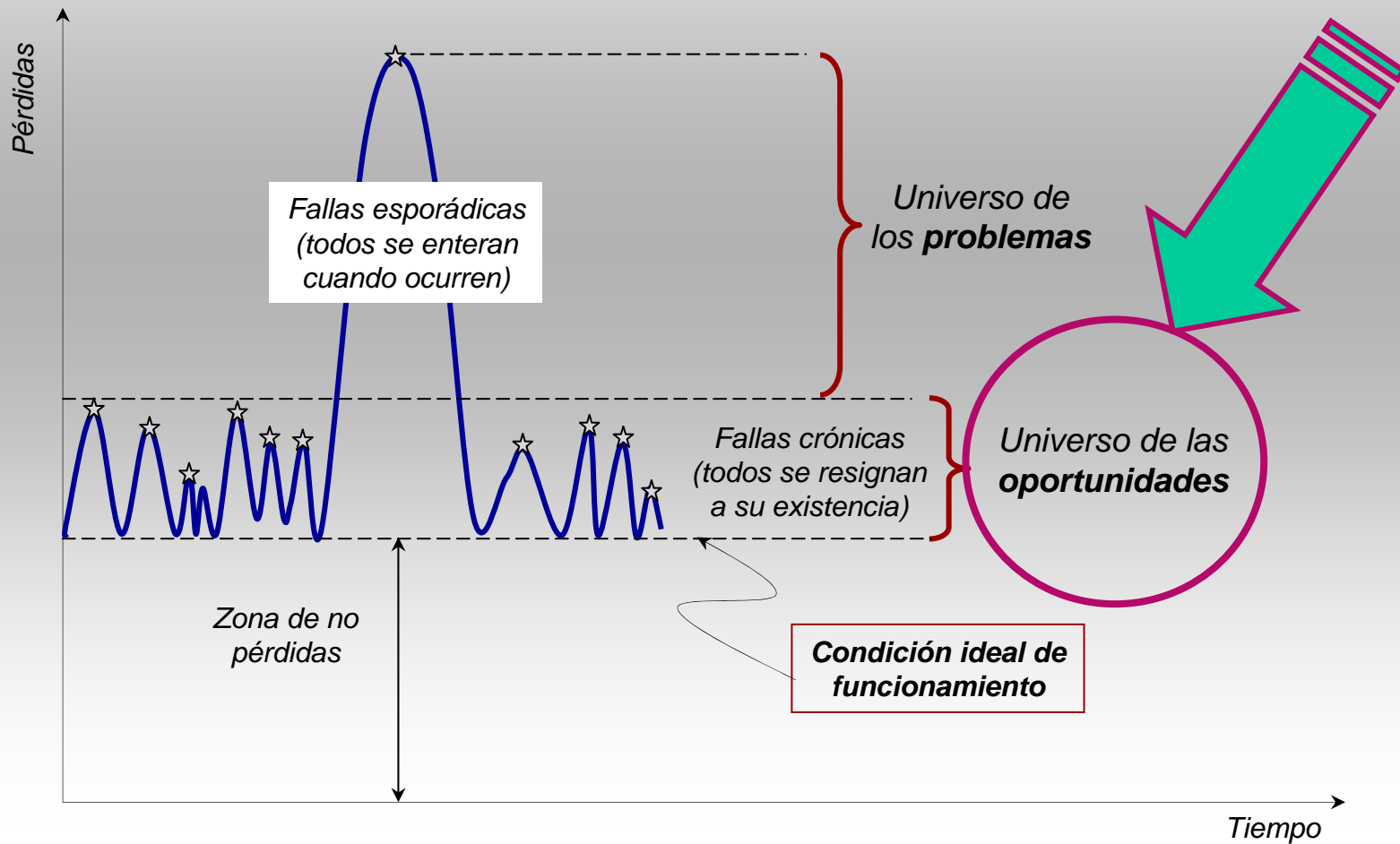


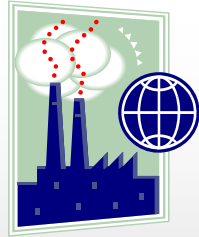
Análisis Causa Raíz de Falla (RCA)

La experiencia de las personas es muy útil para proponer hipótesis de fallas (posibles causas raíz), pero no es útil para validarlas o comprobarlas. Para verificar hay que investigar.



Análisis Causa Raíz de Falla (RCA)





***¡Muchas Gracias por
su atención!***