

Mantenimiento: Un proceso estratégico

6° Seminario de Acercamiento Tecnológico

Calama

Julio, 2012

Darko Louit, Ph.D.
Komatsu Chile S.A.

Integrando la dimensión estratégica en la definición del mantenimiento (Gestión de Activos)

.....“La combinación de todas las actividades tanto técnicas como administrativas dirigidas a retener, o restaurar, a un ítem a un estado en el cual pueda desempeñar su función requerida”

Fuente: British Standards Publication BS 3811;1984

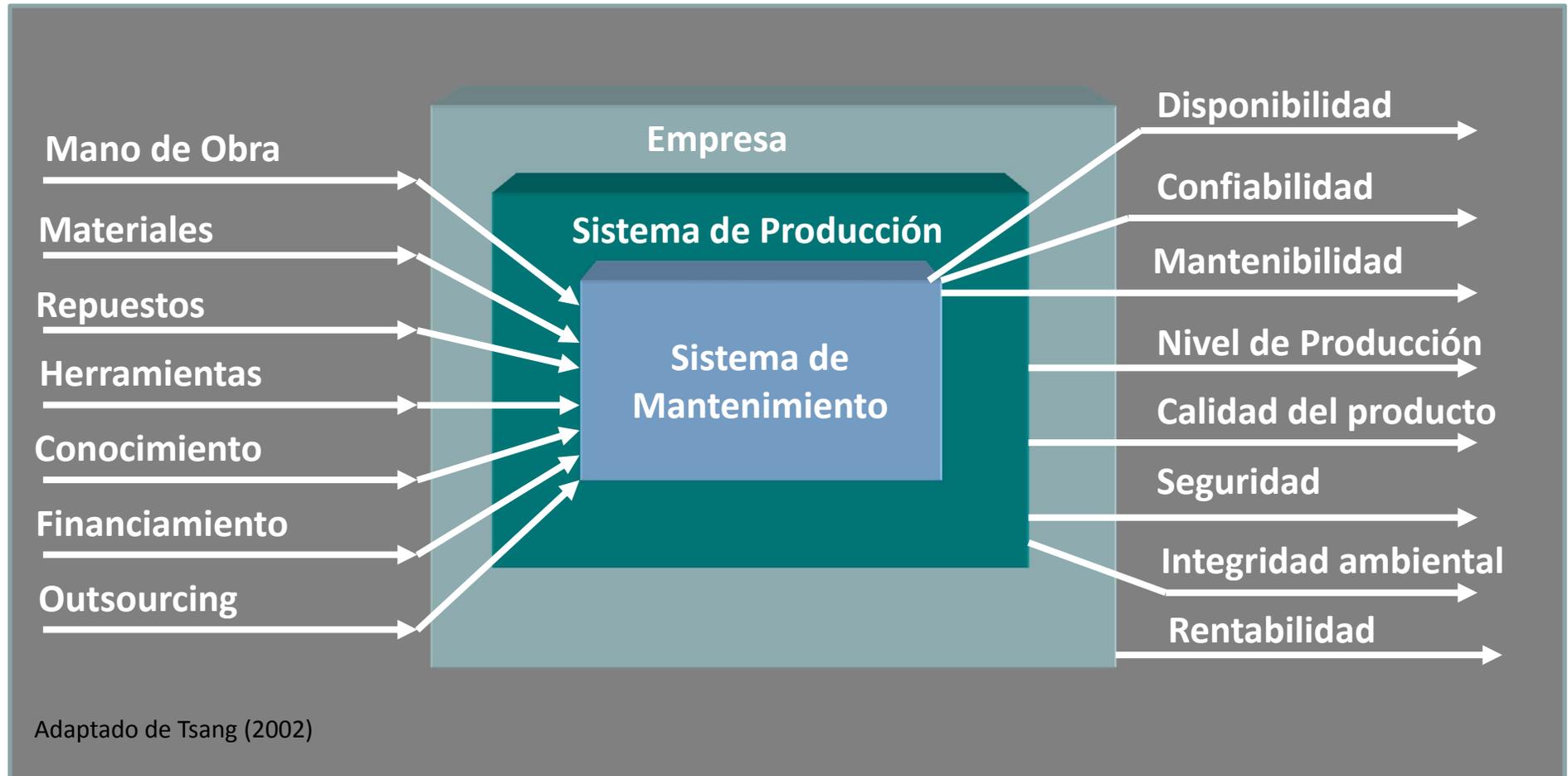
.....“las decisiones de ingeniería y las acciones asociadas necesarias y suficientes para optimizar sus capacidades especificadas (capability assurance)” donde capacidad está definido como la habilidad para desempeñar una acción especificada dentro de un rango de contextos operacionales”

Fuente: MESA (Sociedad de Ingenieros de Mantenimiento de Australia) Maintenance model

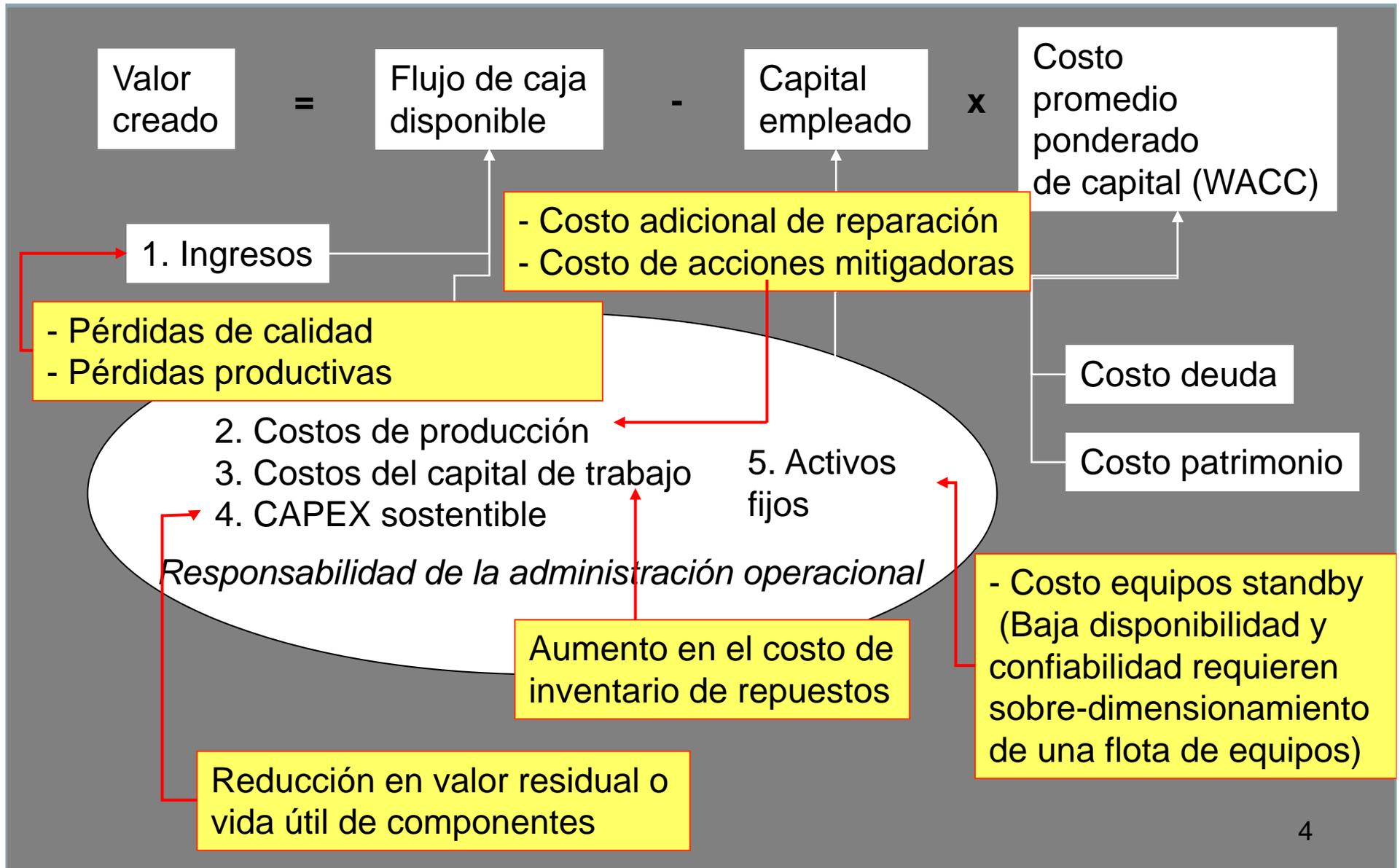
...”Un conjunto de actividades y prácticas sistemáticas y coordinadas a través de las cuales una organización maneja optimizadamente sus activos, y su performance asociada, riesgos y gastos, a lo largo de su ciclo de vida con el fin de lograr sus objetivos estratégicos”

Fuente: PAS-55:2004

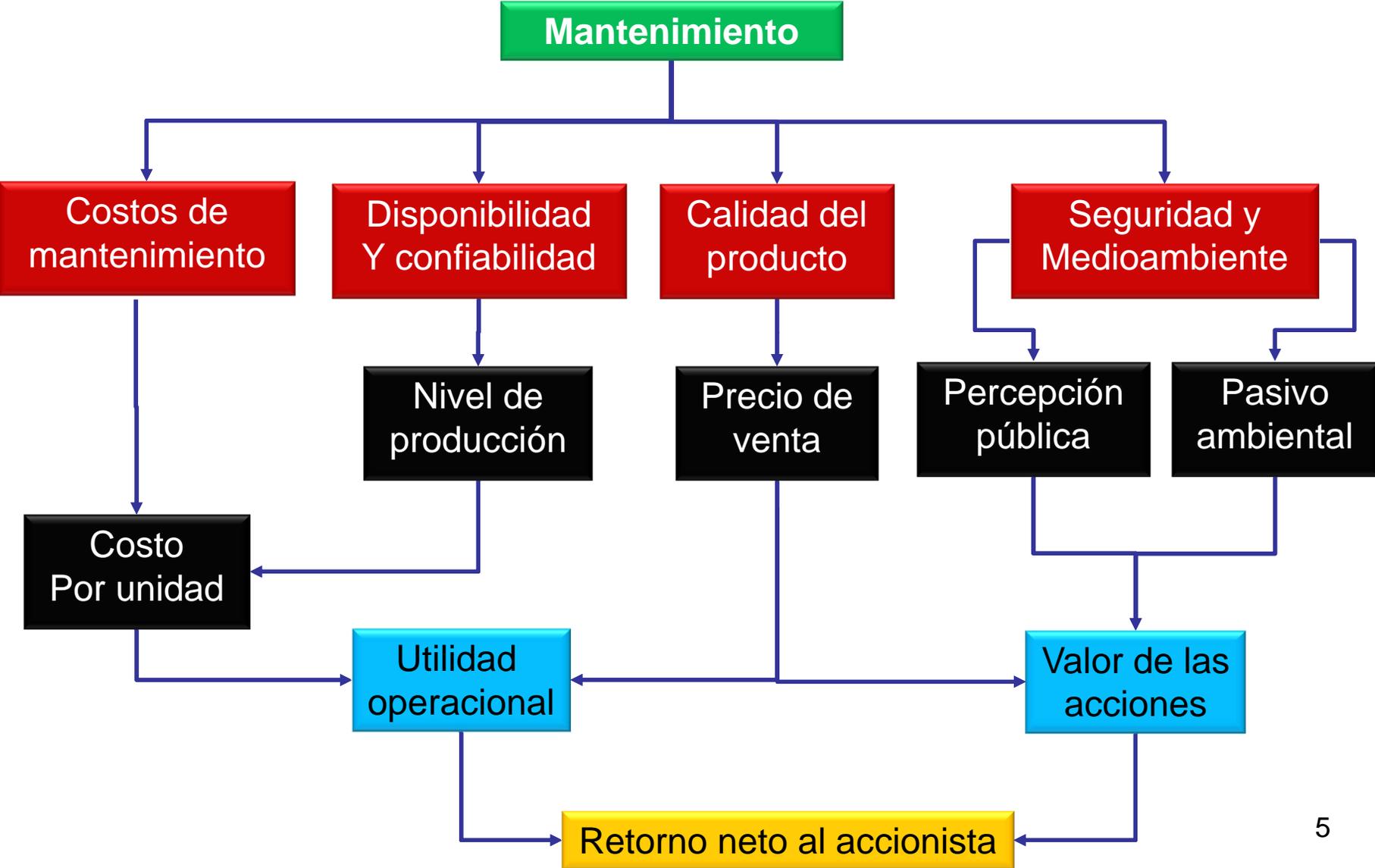
Modelo input-output de mantenimiento



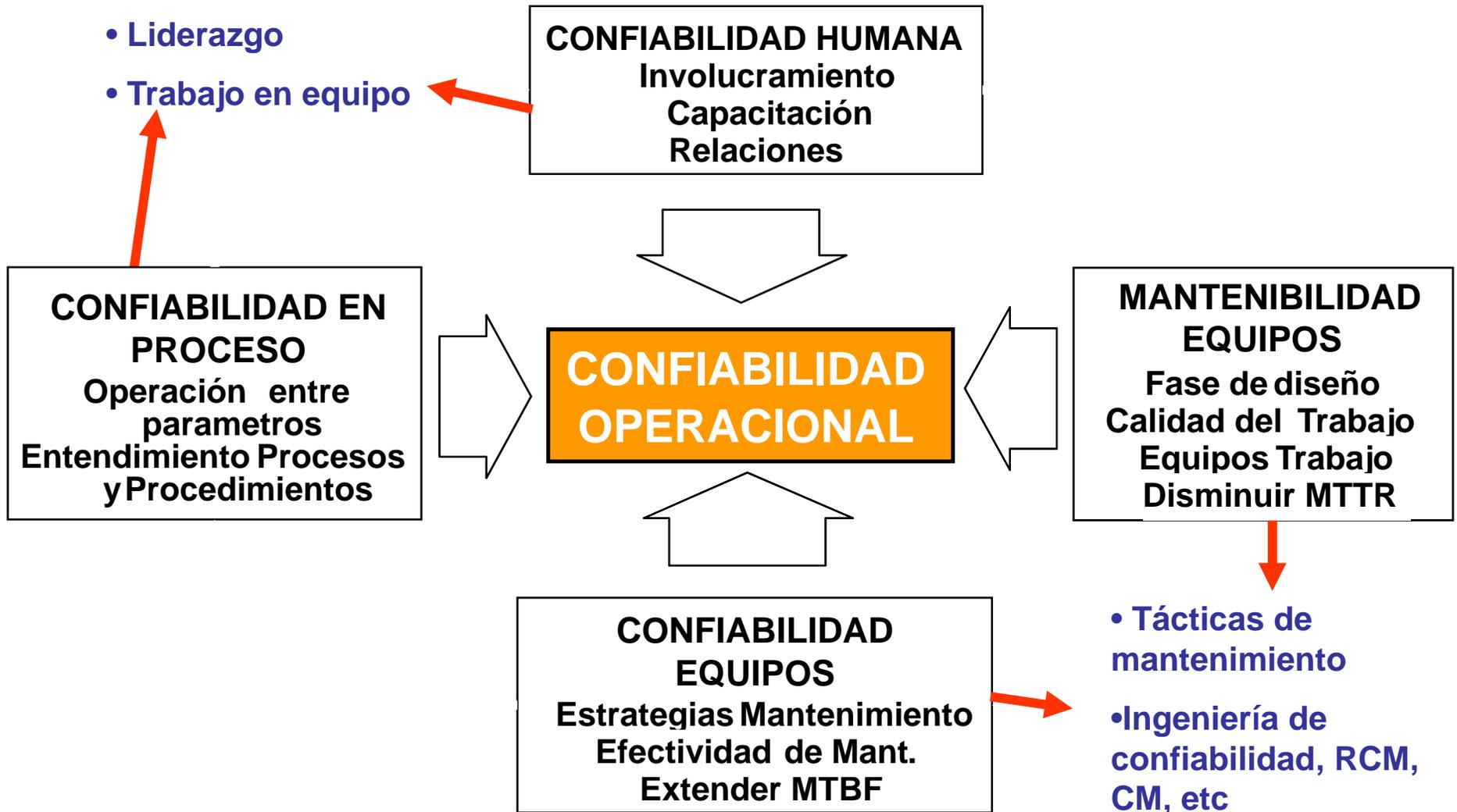
¿Cómo destruye valor un mantenimiento deficiente?



Pensando en los impactos en el negocio....



Objetivo principal: Asegurar capacidad y confiabilidad



Cómo lo hacemos?

.....“As we looked around Japan and the U.S. for the perfect TPM recipe, we realized that no one has the cookbook”

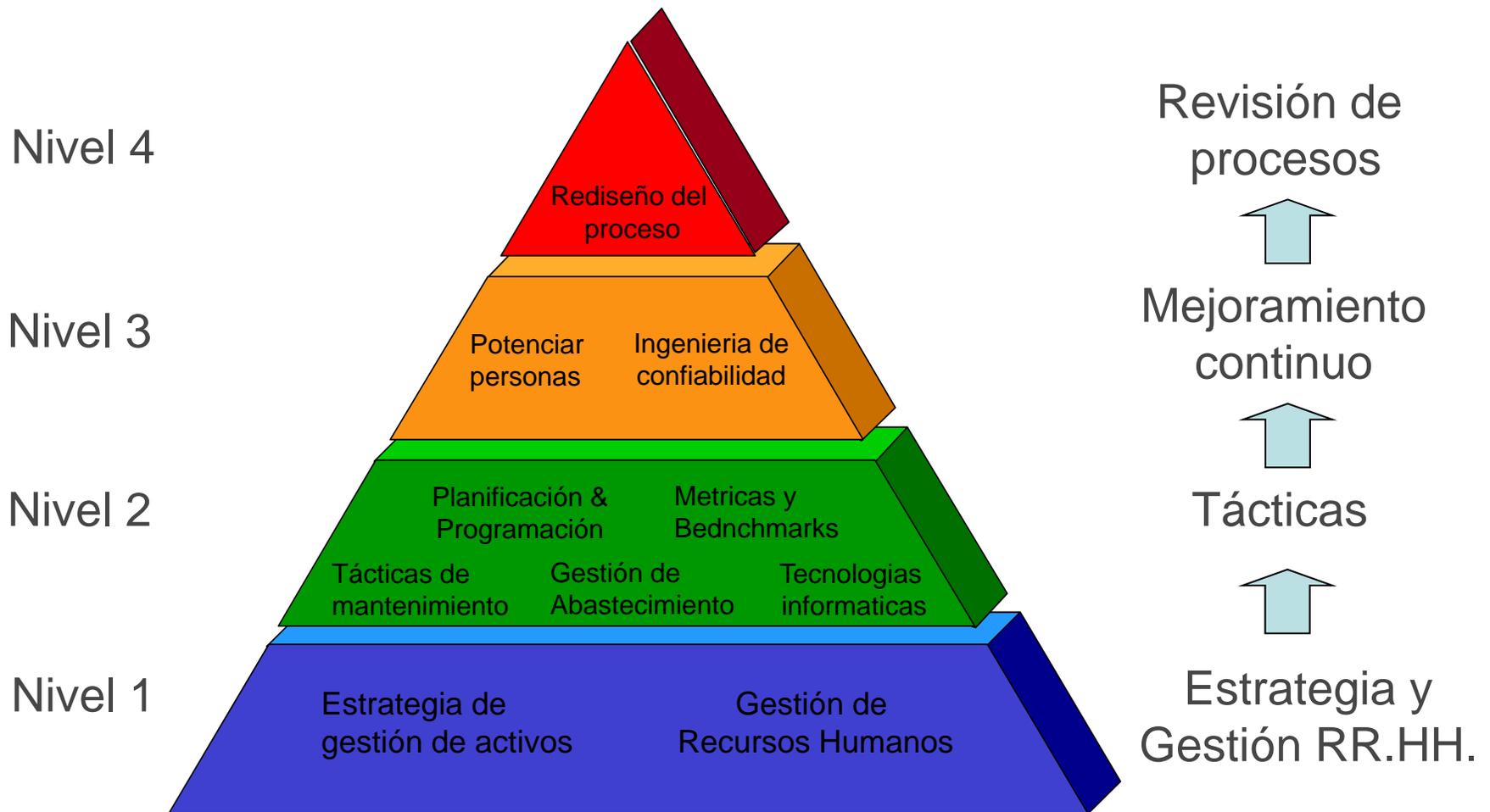
Fuente: Mark O'Brian, Yamaha - en “Uptime” (Campbell, 1995)

Esto es extensivo a los modelos integrales de gestión:

NO EXISTE UNA UNICA RECETA

Ejemplos de modelos de gestión en mantenimiento:

1. La Pirámide de Excelencia



Ejemplos de modelos de gestión de mantenimiento:

2. El modelo desarrollado por SKF

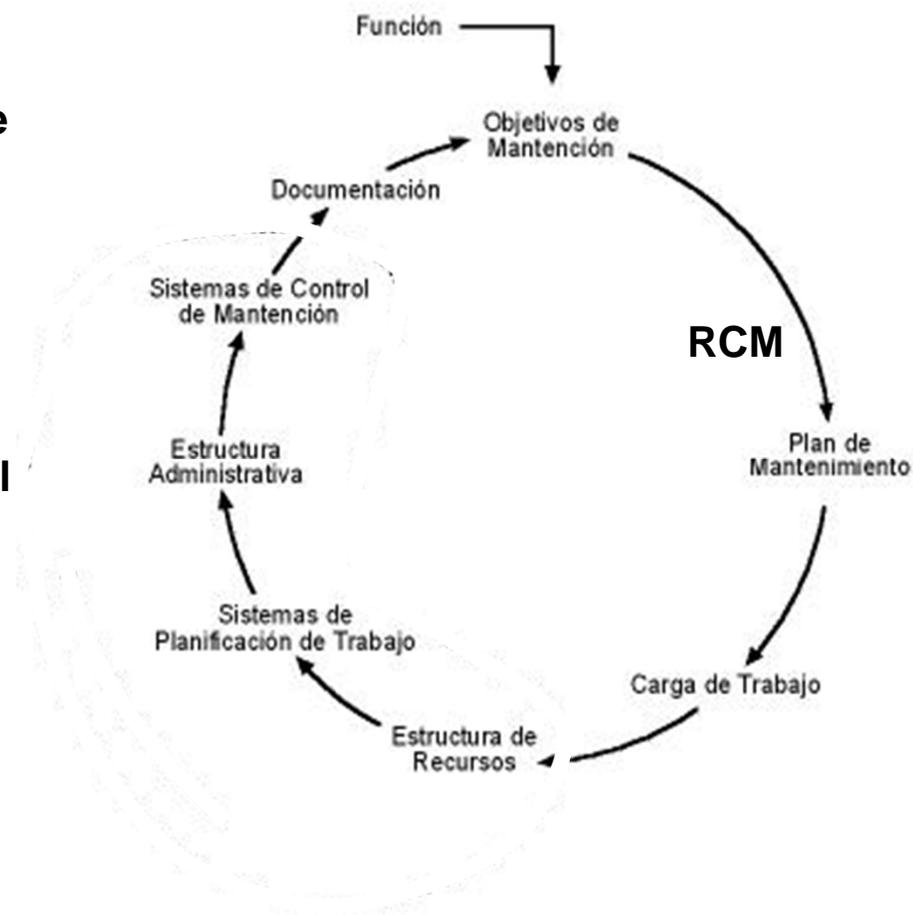
OPTIMIZACION	Identificación de las funciones	Procesos de decisión basados en riesgo	Justificación costo / beneficio	Optimización de las compras	Integración de los procesos con mantenimiento	Sistemas de información
ENFOQUE HACIA LA CONFIABILIDAD	Análisis proactivo	Administración de contratistas	Proyectos de confiabilidad	Análisis de la causa raíz	Modificación del diseño	Benchmarking de desempeño
ENFOQUE HACIA LA MANTECION PREVENTIVA Y PREDICTIVA	Metas y objetivos	Programa de monitoreo de vibración	Otras tecnologías	Monitoreo del desempeño	Involucramiento del operador	Prácticas de mantenimiento predictiva
	Programas de PMs	Mantenimiento predictiva	Prácticas de ejecución de los trabajos	Razón de técnicos de mantenimiento	Pautas de PM dirigido por FMECA	Administración de combustible, lubricantes y enfriamiento
FUNDAMENTOS	Comunicaciones entre departamentos	Repuestos y administración de la bodega	Prácticas de aseo	MPs basado en tiempo	Información sobre los equipos	Planificación y programación
	Procesos de administración de las OT	Capacitación	Historiales de los equipos	Procedimientos Medioambientales Seguridad y Salud ocupacional	Procedimientos de mantenimiento	Registro completo de activos físicos

Ejemplos de modelos de gestión de mantenimiento:

3. Business Centered Maintenance

BCM: confiabilidad, seguridad, costos

- 1) Función del departamento de Mantenición
- 2) Objetivos de Mantención
- 3) Plan de Mantenimiento
- 4) Carga de Trabajo
- 5) Estructura de Recursos
- 6) Sistemas de Planificación del Trabajo
- 7) Estructura Administrativa
- 8) Sistemas de Control
- 9) Documentación
- 10) Retroalimentación



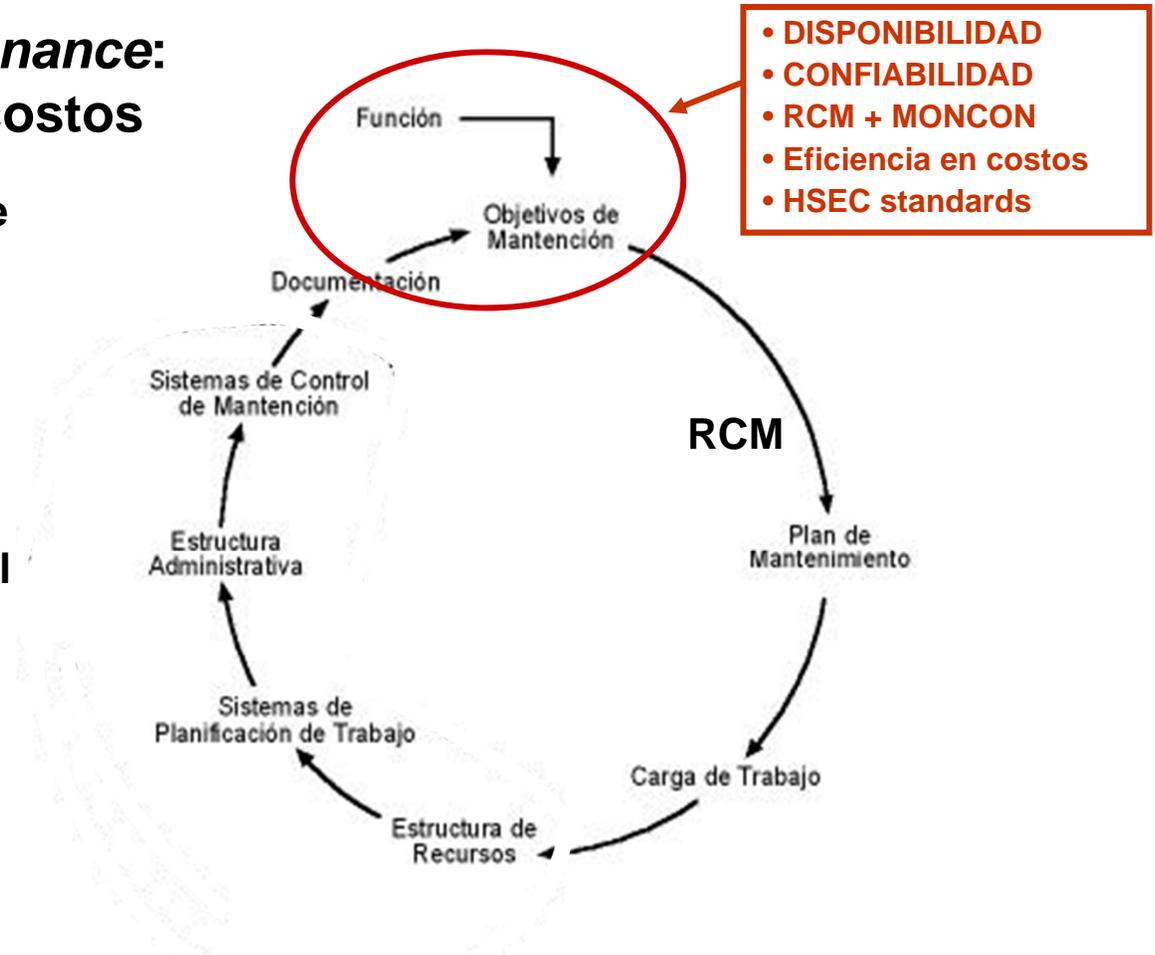
Fuente: Modificado de Kelly (1997)

Veamos un modelo en mayor detalle

Nos centraremos en BCM – Kelly, 1997

Business Centered Maintenance: confiabilidad, seguridad, costos

- 1) Función del departamento de Mantenición
- 2) Objetivos de Mantención
- 3) Plan de Mantenimiento
- 4) Carga de Trabajo
- 5) Estructura de Recursos
- 6) Sistemas de Planificación del Trabajo
- 7) Estructura Administrativa
- 8) Sistemas de Control
- 9) Documentación
- 10) Retroalimentación



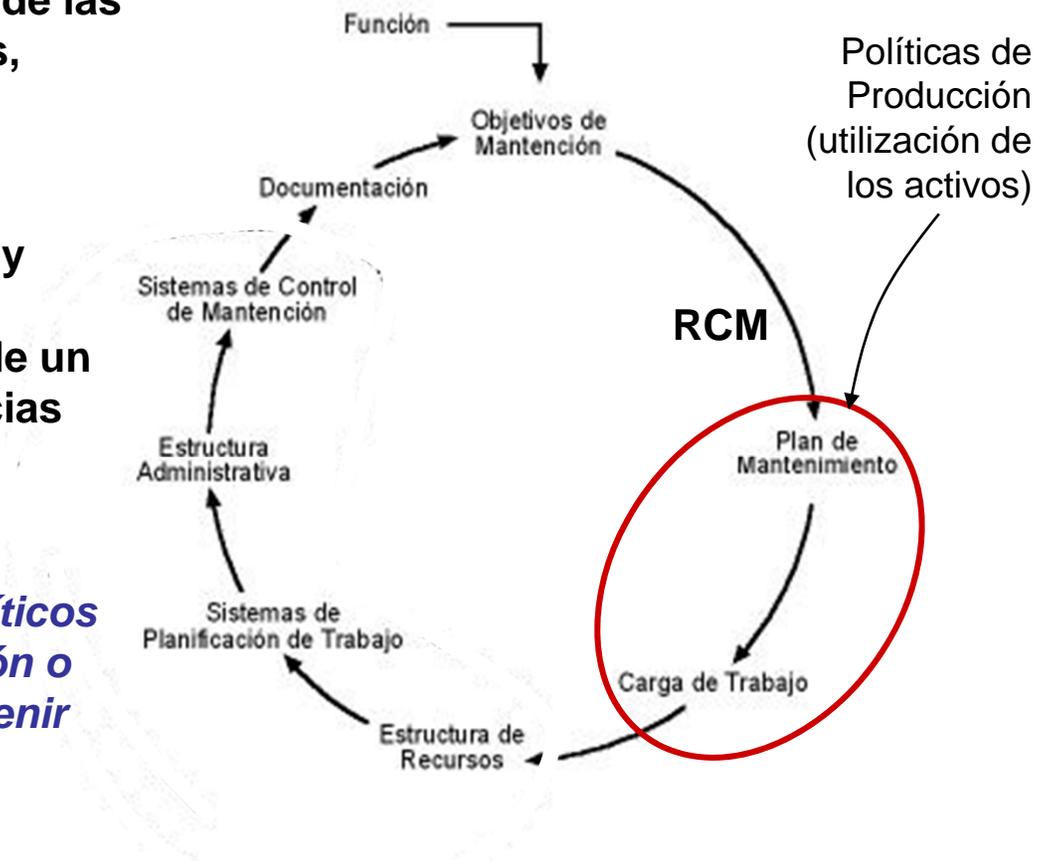
Fuente: Modificado de Kelly (1997)

Definición del plan, las tácticas, el programa de mantenimiento y la carga de trabajo

Las políticas de producción, además de las tácticas de mantenimiento empleadas, influyen en la carga de trabajo.

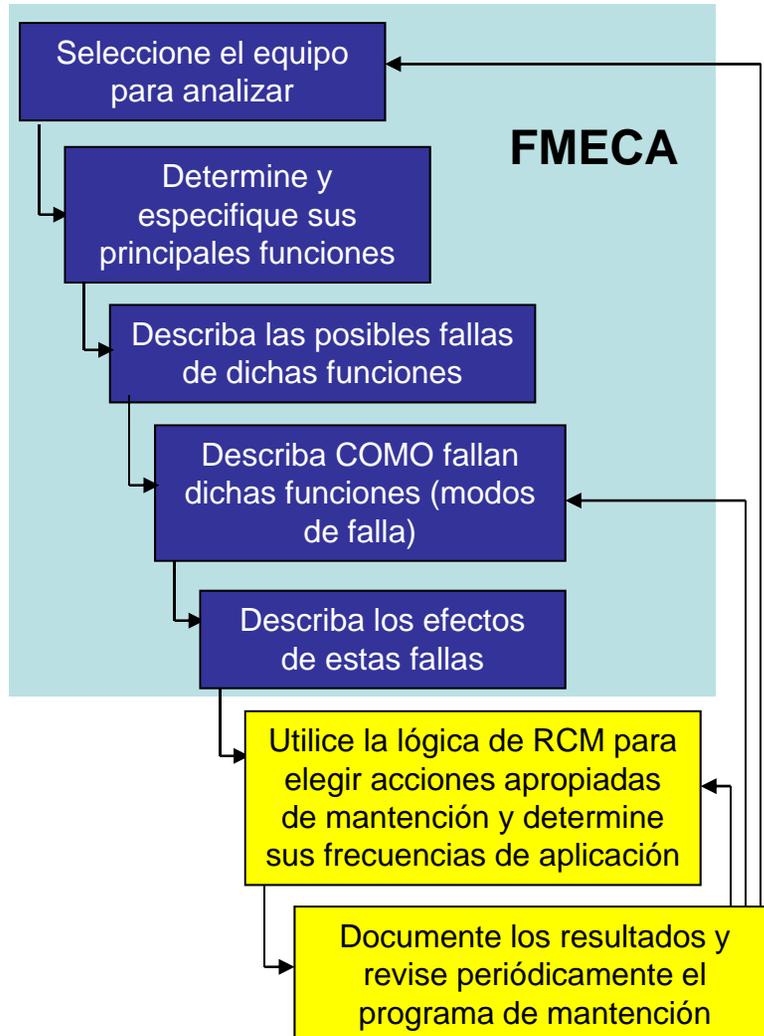
El plan de mantenimiento incluye las tareas de inspección, mantenimiento y reparación que se debe realizar a un equipo durante su vida útil, además de un programa que especifica las frecuencias con que se deben realizar estas actividades.

Para identificar los modos de falla críticos y las tareas de inspección, mantenimiento o reparación que mejor apuntan a prevenir pérdidas de función, se emplea RCM.



Fuente: Modificado de Kelly (1997)

El flujo del proceso de RCM: Definición de las tareas para preservar funciones



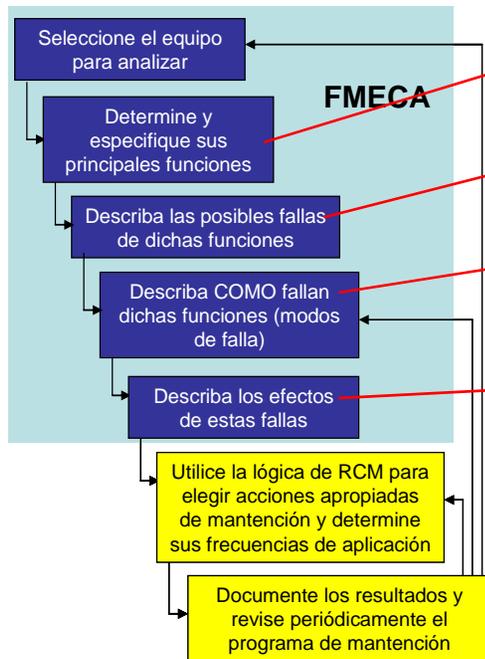
Las 7 preguntas de RCM según el estándar SAE JA1011:

- 1) ¿Cuáles son las funciones del equipo? (¿qué queremos que el equipo haga?)
- 2) ¿De qué forma puede fallar?
- 3) ¿Cuál es la causa de la falla?
- 4) ¿Qué sucede cuando falla?
- 5) ¿Qué importa si falla?
- 6) ¿Qué se puede hacer para prevenir o predecir las fallas?
- 7) ¿Qué debo hacer si no puedo prevenir o predecir la falla?

Se debe analizar las consecuencias de todos los modos de falla que afectan la seguridad, medioambiente u otras operaciones o equipos.

Análisis del modo de falla, sus efectos y criticidad (FMECA)

Función: transferencia de movimiento a la bomba hidráulica

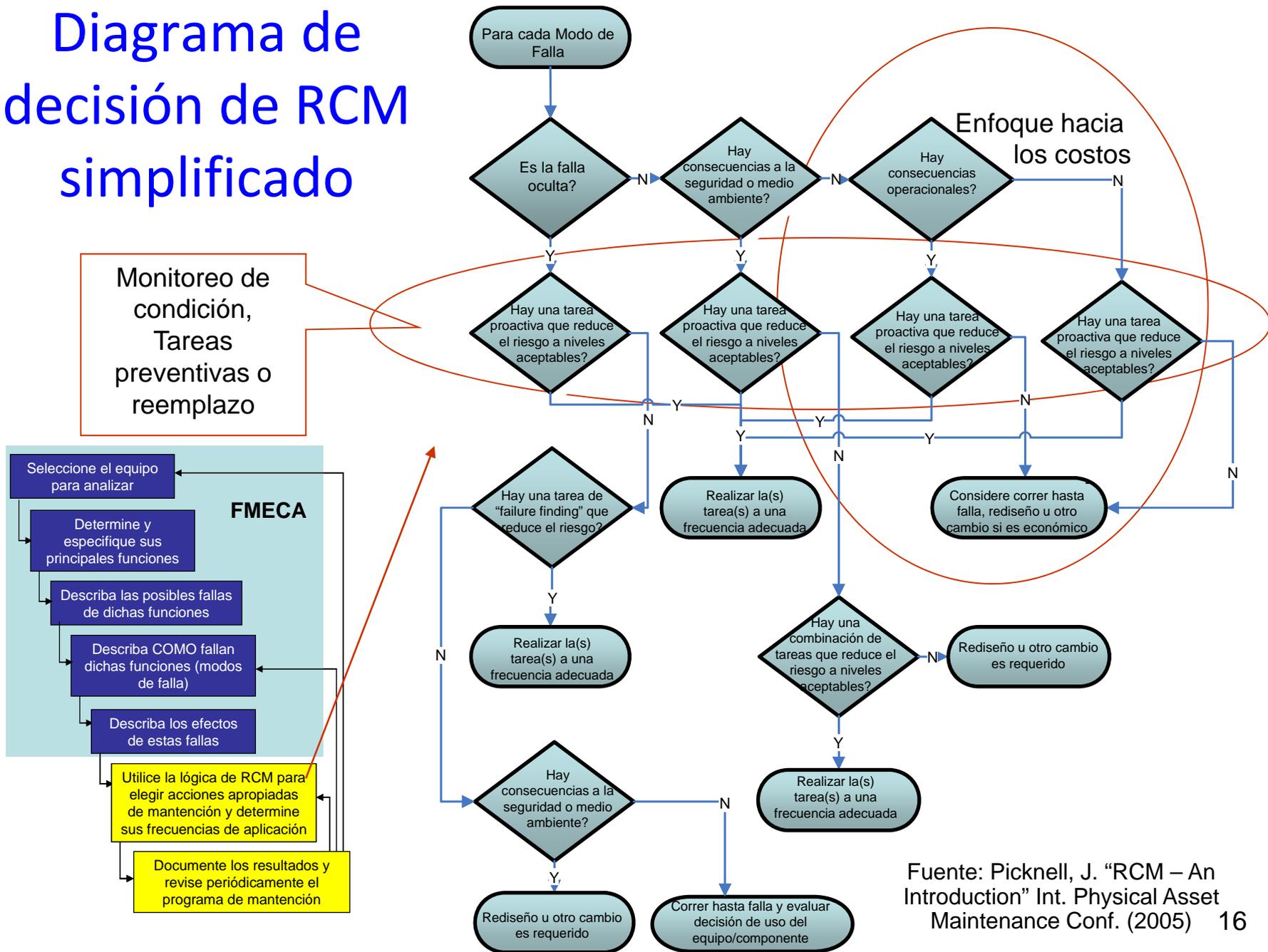


Falla de funcionamiento		No hay transferencia de movimiento a la bomba hidráulica					
N°	Modos de falla	Consecuencias de la falla	Severidad	Frecuencia	Método de control	Detectabilidad	N.P.R
1	Se fracturó el eje del embrague.	<ul style="list-style-type: none"> Demora en el cumplimiento de la misión al obligar la utilización del componente redundante, el cual es de funcionamiento manual, en un tiempo estimado de 40 minutos. Se deberá efectuar la reparación o reemplazo del embrague en un tiempo y costo estimado de 2 días y 70 UF. No existen riesgos de seguridad personal ni medio ambientales. 	8	2	--	9	144
Falla de funcionamiento		Hay menos transferencia de movimiento que la diseñada					
N°	Modos de falla	Consecuencias de la falla	Severidad	Frecuencia	Método de control	Detectabilidad	N.P.R
1	El eje del embrague se encuentra desacoplado.	<ul style="list-style-type: none"> La misión no se ejecuta conforme al diseño, producto de un inadecuado funcionamiento del embrague por ende del sistema hidráulico, por lo tanto podría existir un retardo en el cumplimiento de la misión (asumiendo que sea moderada). Se deberá efectuar la reparación del eje en un tiempo estimado de 50 minutos. No existen riesgos de seguridad personal ni medio ambientales. 	6	3	--	8	144

NPR

Se trabaja en equipos en conjunto con personal de operaciones en la definición de modos de falla, sus efectos y criticidad.

Diagrama de decisión de RCM simplificado



Fuente: Picknell, J. "RCM – An Introduction" Int. Physical Asset Maintenance Conf. (2005) 16

Determinación de las acciones apropiadas de mantenimiento y sus frecuencias de aplicación

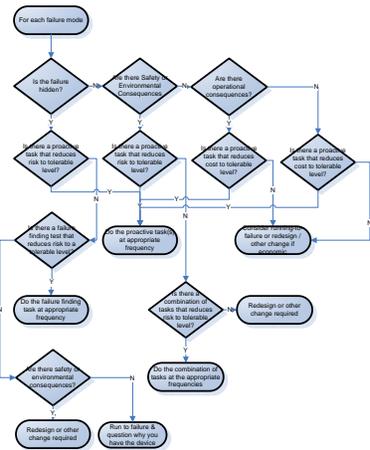
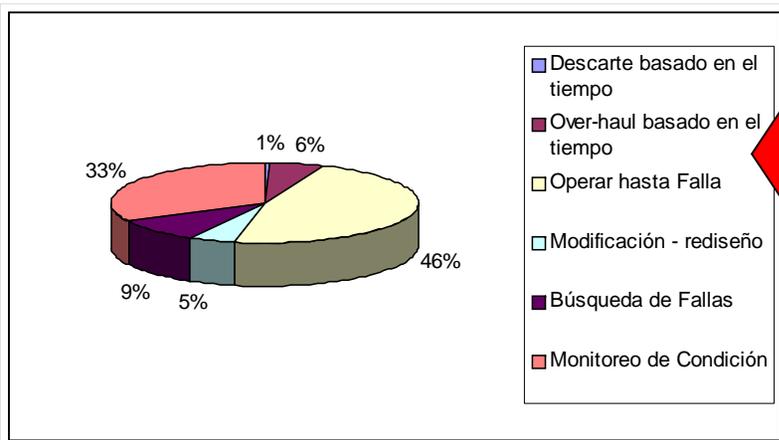
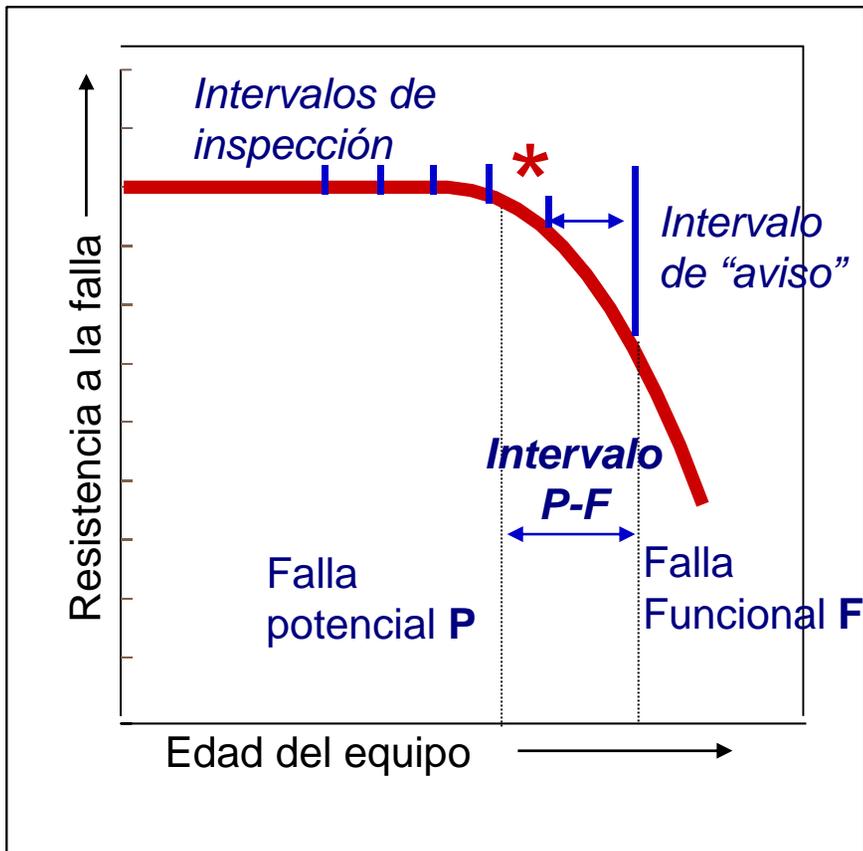


Diagrama de decisión de RCM

Nº	Componente	Modos de falla	N.P.R.	Decisión
1	Actuador	Existe algún elemento externo como una herramienta, piedra u otro, que se encuentra incrustado dentro del sistema de accionamiento e impide que se repliegue.	360	Describir la tarea de inspección y asignar frecuencia de cumplimiento.
2	Actuador	Partes funcionales como accionadores, pasadores, barras y otros están dañados producto de la vibración del vehículo, un golpe y/o término de vida útil.	270	Describir la tarea de inspección y asignar frecuencia de cumplimiento.



Candidatos para monitoreo de condiciones



- **OBJETIVO DE CM:** Interpretar datos operacionales y de condición, con el fin de declarar proactivamente una “*falla potencial*”, en el “*instante adecuado*”.

Seleccionar candidatos para CM en base a análisis RCM:

Equipos (i) cuyos modos de falla involucren consecuencias serias; y (ii) cuyos datos de monitoreo de condición (incluyendo datos de inspecciones, proceso o desempeño) estén relacionados de alguna forma, al deterioro del activo físico, con respecto a uno o más modos de falla.

Estimación de la Carga de Trabajo

Medida en Horas Hombre (HH) requeridas al mes para cada tipo de intervención

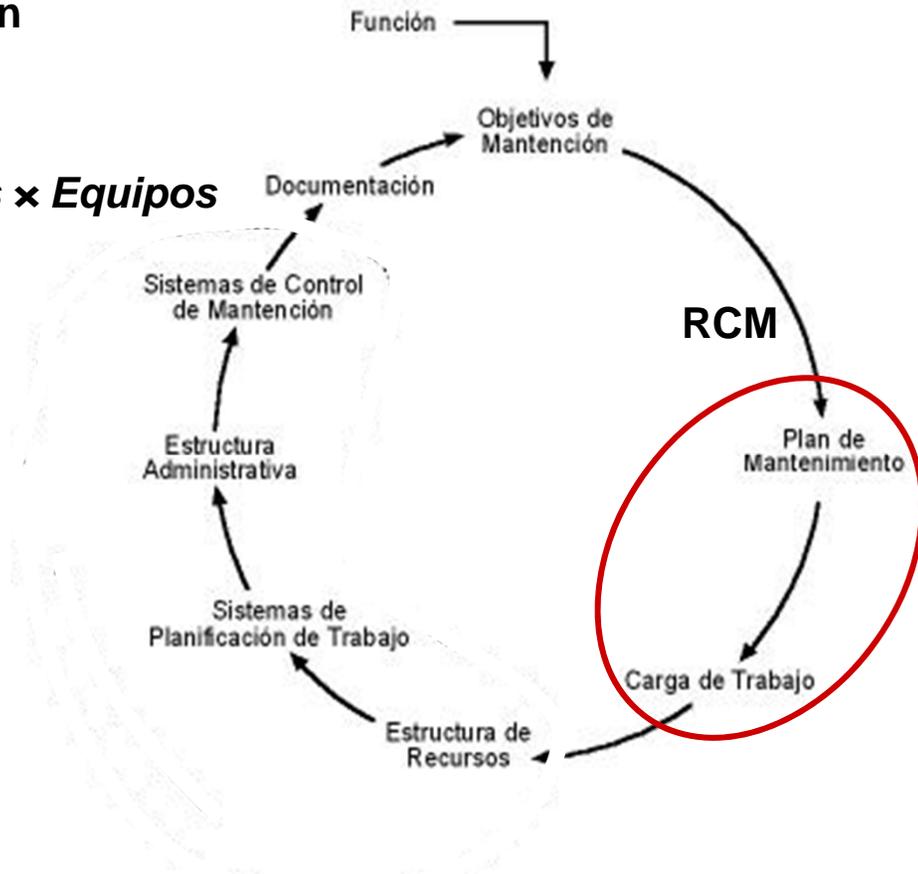
En general (Trabajos programados):

$$HH = Hrs. \text{ Intervención} \times N^{\circ} \text{ Técnicos} \times \text{Equipos}$$

Para el caso de las intervenciones imprevistas:

HH se estiman a partir de la cantidad de técnicos necesarios para cubrir detenciones imprevistas en terreno.

Probabilidad de fallas imprevistas se estima inicialmente según análisis RCM. Dichas estimaciones se corrigen/actualizan de modo dinámico usando técnicas de ingeniería de confiabilidad.

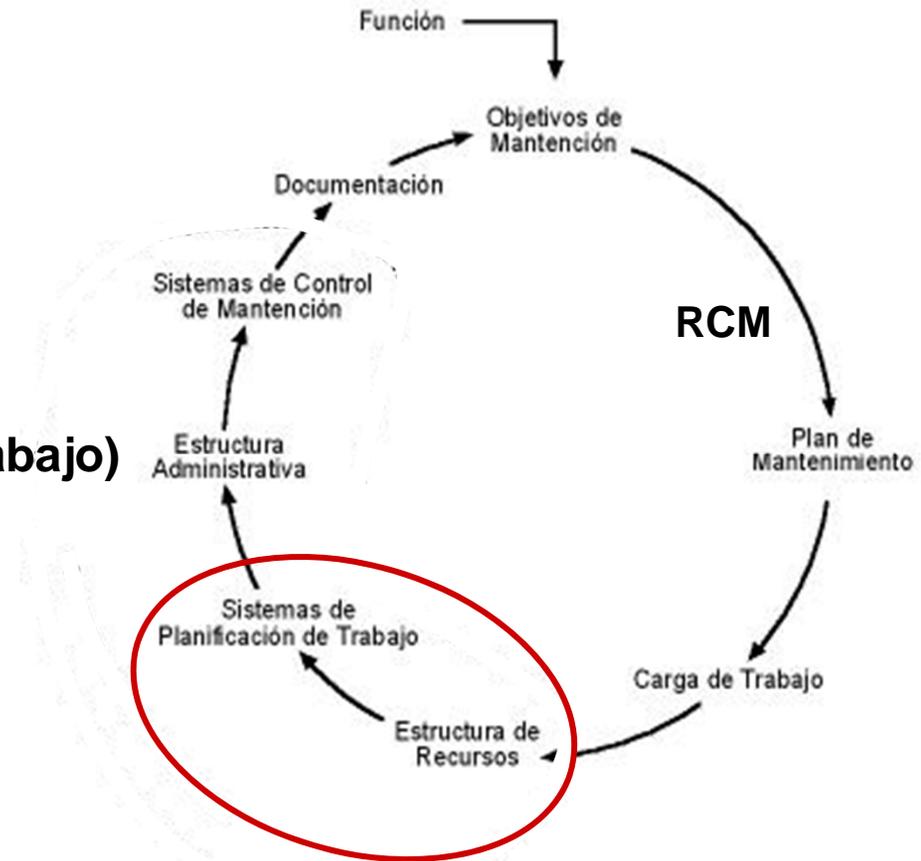


Fuente: Kelly (1997)

Estructura organizacional

- Organizar el personal en distintas áreas:

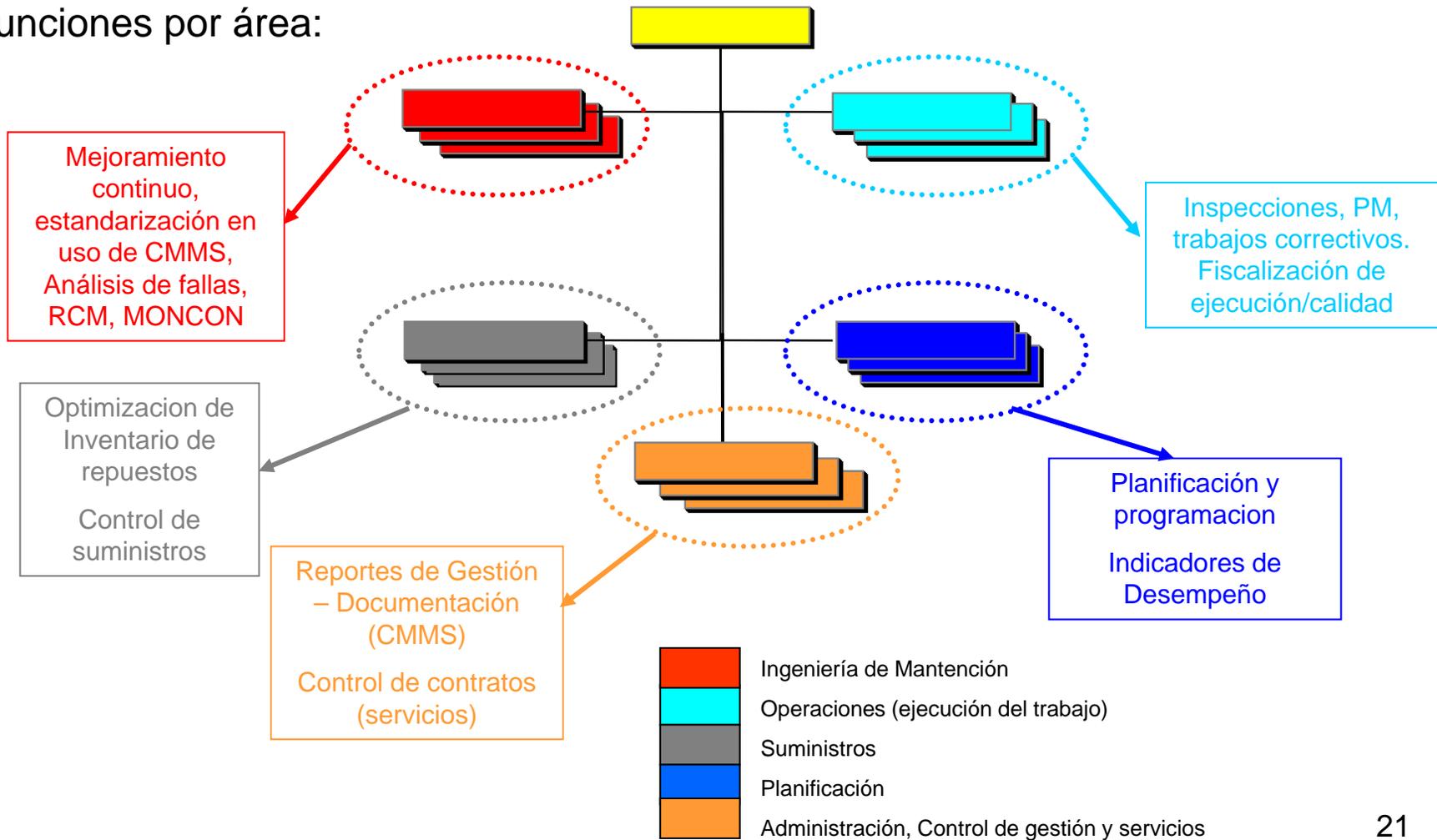
- Administración
- Ingeniería de mantenimiento
 - Confiabilidad
 - MONCON
- Planificación
- Operaciones (ejecución del trabajo)
- Suministros
- Servicios



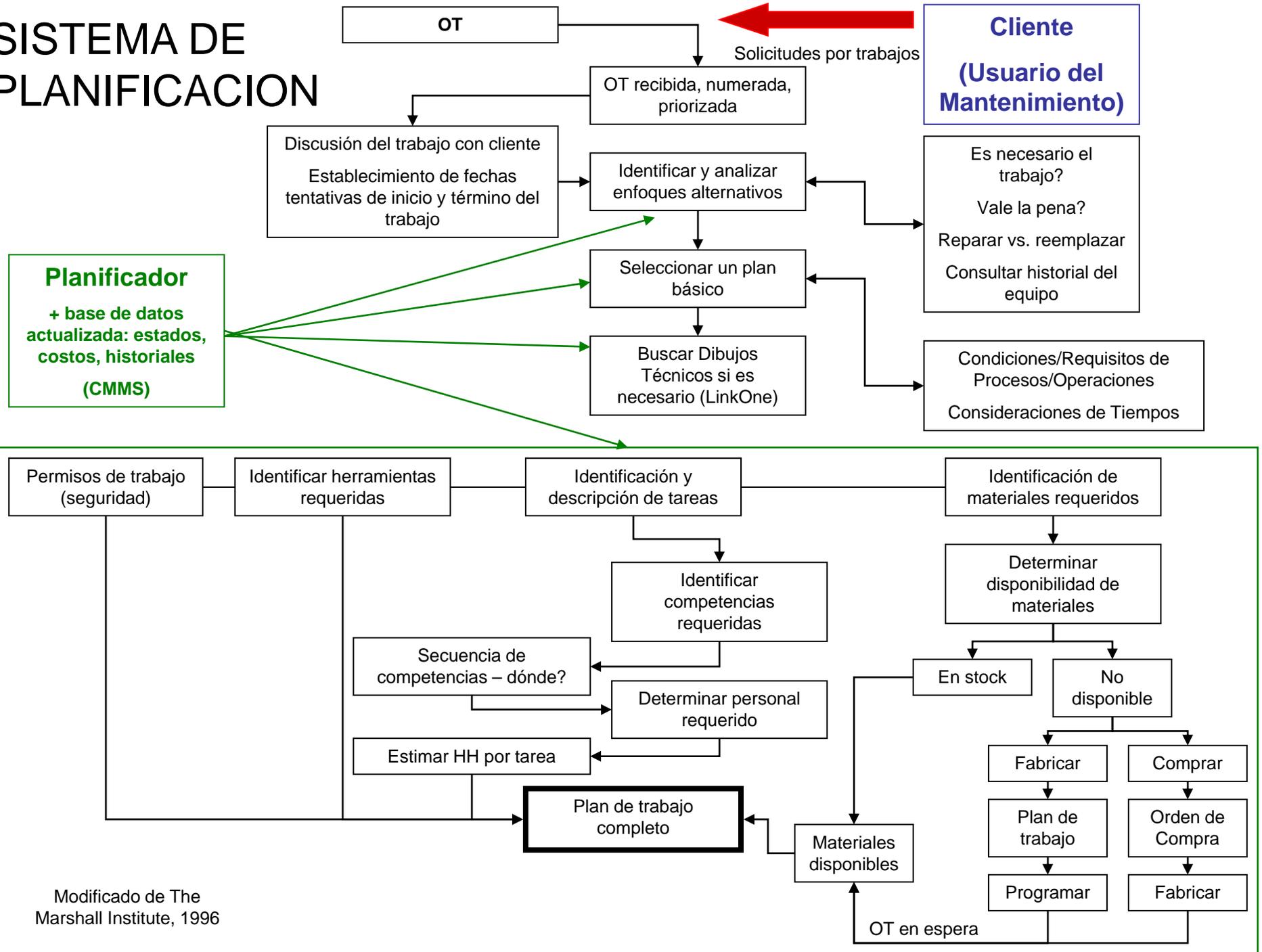
Fuente: Modificado de Kelly (1997)

Estructura organizacional (ejemplo)

Funciones por área:



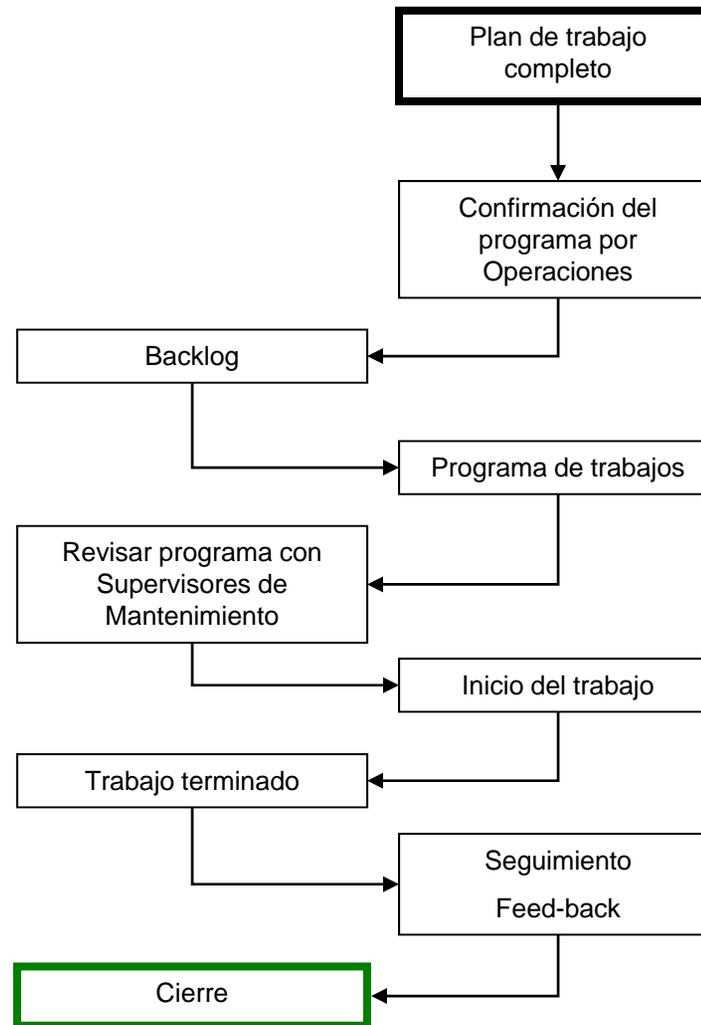
SISTEMA DE PLANIFICACION



Modificado de The Marshall Institute, 1996

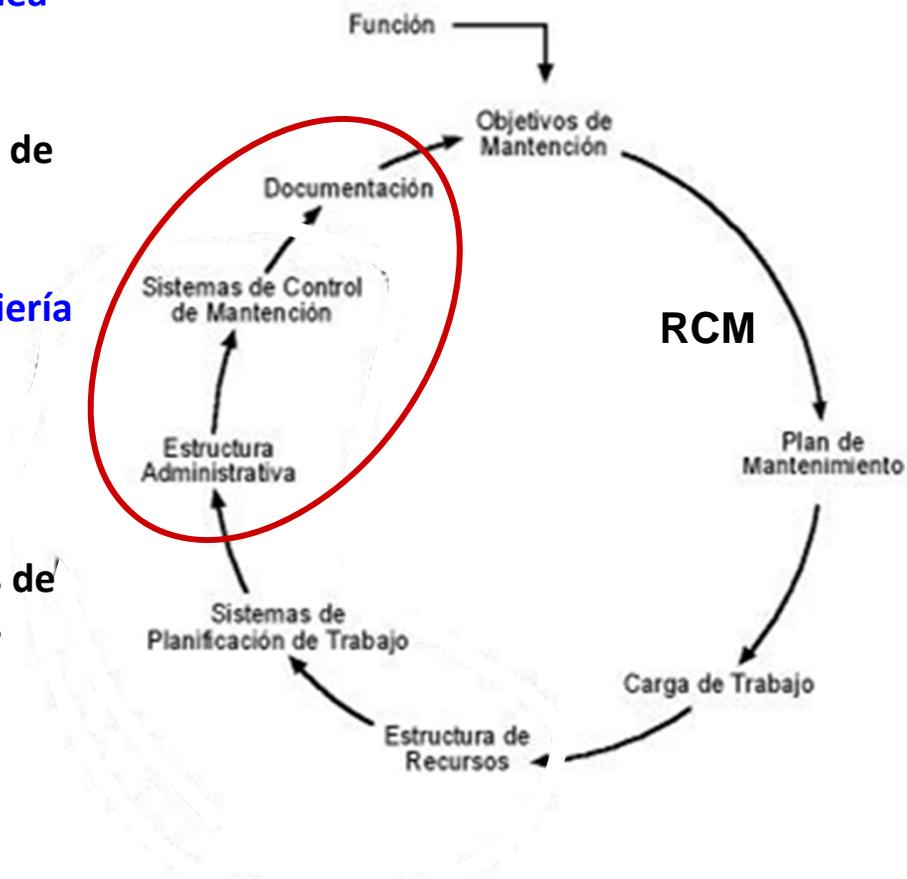
SISTEMA DE PLANIFICACION

(Continuación)



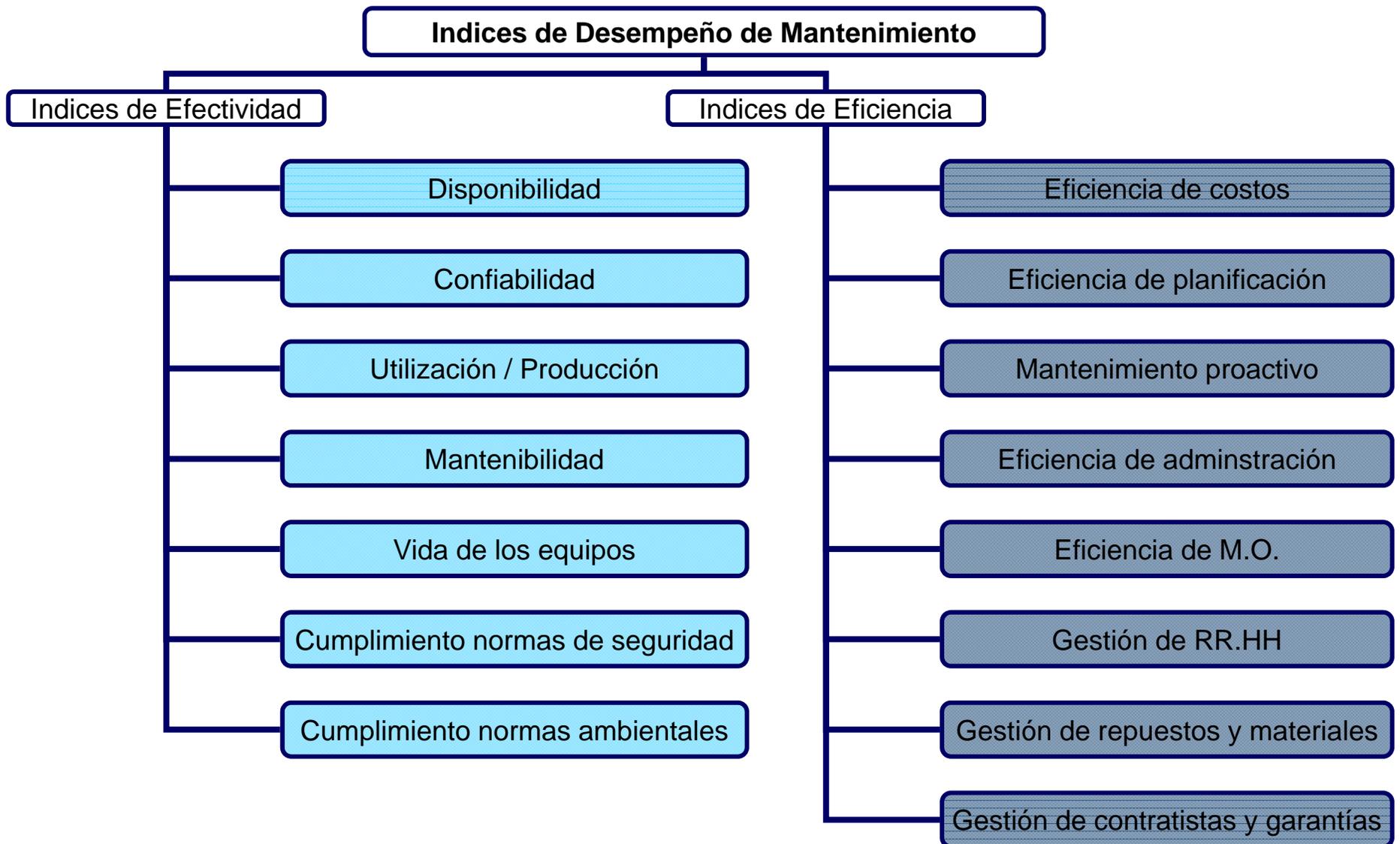
Sistemas de control de mantenimiento

- Sistema de medición de desempeño (en línea con objetivos ESTRATÉGICOS)
- Sistema de Control de Calidad (en trabajos de mantenimiento – e.g. ISO 9000)
- Sistema de Mejoramiento continuo (ingeniería de confiabilidad)
- Sistema de administración de repuestos
- Sistema de administración de proveedores de servicios especializados (Ej. CM: tribología, análisis de vibraciones, ultrasonido)



Fuente: Modificado de Kelly (1997)

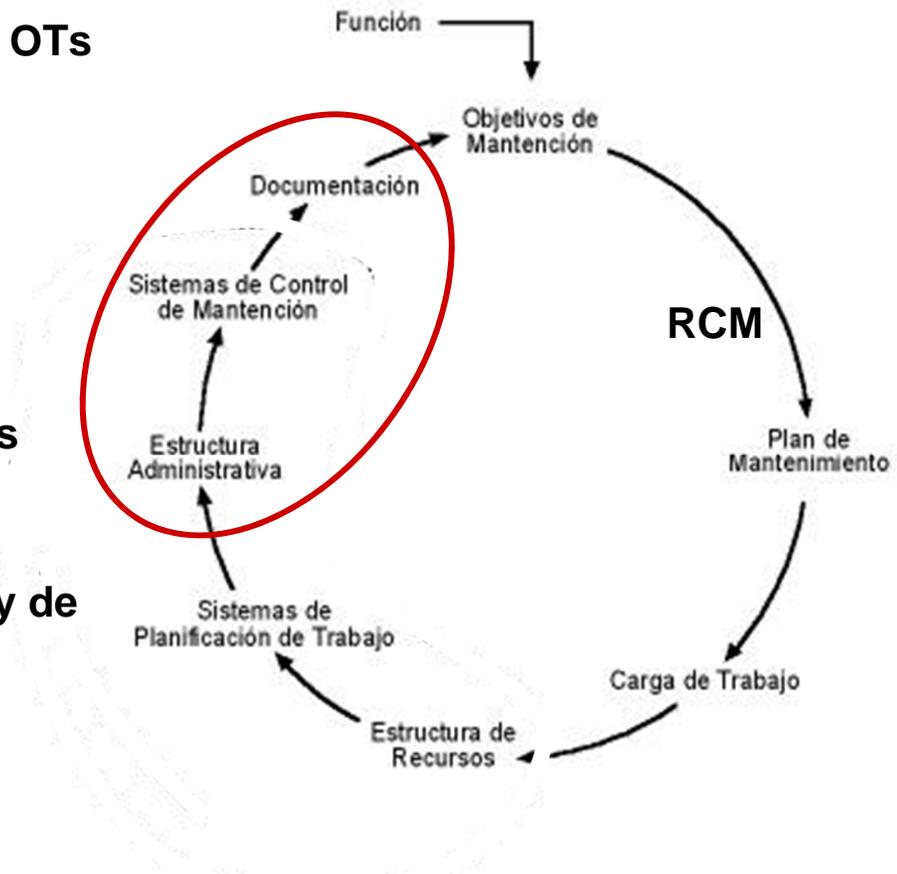
Clases de índices de mantenimiento



Documentación

- Correcto uso de codificación en las OTs
- OTs completadas con costos
- Procedimientos rutinarios
- Rutas lógicas de inspección
- Listados de materiales necesarios
- Permisos de trabajo
- Certificados laborales
- Registro completo de activos físicos
- Dibujos técnicos
- Historiales de equipos
- Procedimientos medioambientales y de seguridad y salud ocupacional
- Precalificación de contratistas

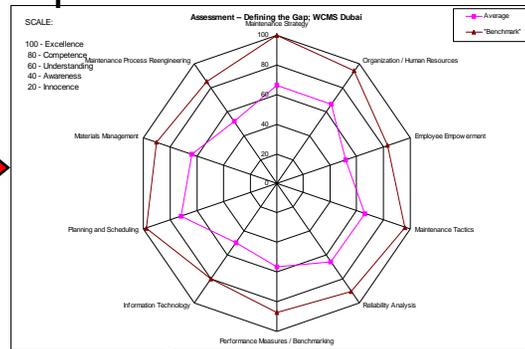
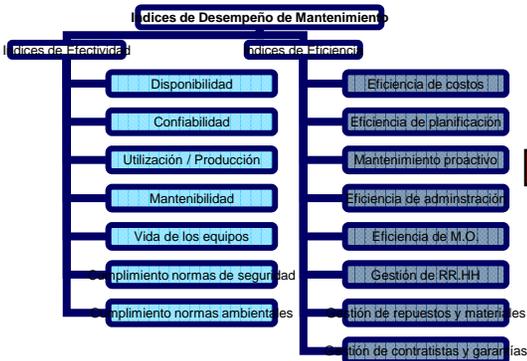
Uso de CMMS es FUNDAMENTAL



Fuente: Modificado de Kelly (1997)

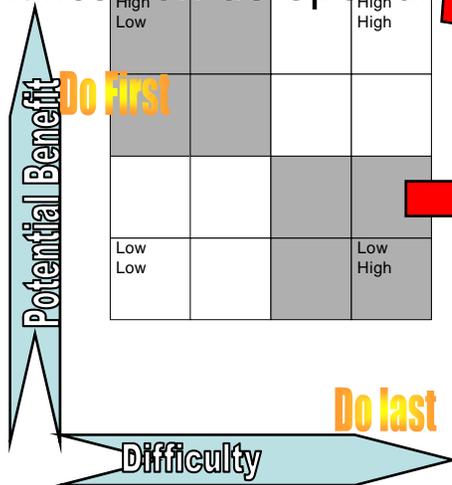
Sistema de mejoramiento del negocio

Comparación con Benchmarks

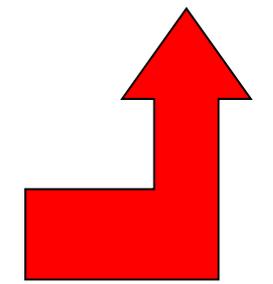


brechas

Identificación de oportunidades



ID	WBS	Task Name	Duration	199	200	201	202
1	ACWD	Proactive Maintenance	#####				
2	O3	Union involvement / job description review	#####				
7	TAC1	Identify, meet and confer items	144 days				
8	1.2.1	Develop strategy	9 days				
12	1.2.2	Review with union, discuss conflicts, mediate	26 wk				
13	TAC4	Determine measurement criteria	402 days				
27	OH	Include Ops & Mts in Project Development	10 days				
31	P1	Develop process redesign effort	78.8 days				
45	CMMS	CMMS Improvements	#####				
54	OR14	Benchmark mnce methods	160 days				
60	1.8	Start to Implement Strategy Pyramid	0 days				
61	S1	Identify Mission & Vision	2 days				
63	CM1	Communicate Plan for Change Management	36.93 days				
72	MES	Develop Reports	8 days				
78	OR21	Organization Chart	98 days				
92	P2	Streamline process redesign effort	7.13 days				
98	TAC11	Develop & Implement Materials Management Pr	200 days				
105	M6	Identify and dispose of obsolete materials	65 days				
112	TAC1	Review and analyze jobs	90 days				
120	R1	Develop failure analysis procedures	11.33 days				
128	TR2	General training	#####				
130	OR3	Employee involvement in decisions	70 days				
141	OR5	Determine job descriptions	50 days				
146	O4	Provide Tools	10 days				
153	O5	Color Coding	217 days				
160	TR211	Assess Training needs with stakeholders	135 days				
168	M12	Best in class warehouse operations	121 days				
173	TR1	Conduct technical certification training	154 days				
181	TR24	Benchmark training methods	15 days				
185	TR3	Training coverage	179 days				
189	OR7	Evaluate infrastructure requirements	478.8 days				
196	R2	Development of a Best in Class reliability progr	10 days				
203	TR5	Evaluate training & follow up	5 days				
206	TR11	Refresher training and assessment	35 days				



Implementar

Planificar

No olvidemos: Qué es la excelencia?

“La excelencia en mantenimiento es un conjunto de muchas cosas bien hechas”

(John Campbell, “Maintenance Excellence”, 2001)

Sin embargo, creemos que podemos mejorar esta definición por agregar lo siguiente:

“La excelencia en mantenimiento es un conjunto de muchas cosas bien hechas y coordinadas”

Esto sugiere que los componentes de los distintos modelos se deben visualizar en forma paralela. Así

El modelo paralelo – esfuerzo coordinado



Problemas en diagnóstico y ejecución – LA IMPORTANCIA DE LA INFORMACIÓN CORRECTA!!

English doctors amputate wrong legs, testicles and cut out healthy kidneys

The number of horrifying medical blunders in which patients had wrong body parts removed have soared in just two years, according to new figures. The number of patients who woke from surgery to find themselves victims of terrible blunders almost doubled last year.

Meanwhile compensation payouts to victim have risen by more than 100 per cent to just over £1 million in the year 2005 to 2006 alone.

Among the clinical mishaps last year were eight incidents of the wrong disc being removed, five cases of the wrong leg being amputated and four cases of the wrong hip being taken.

<http://www.dailymail.co.uk/news/article-408163/Doctors-removed-40-body-parts-wrongly-say-official-figures.html>

Fuente: R. Pascual

Gracias