



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
CHILE

2^a
EDICIÓN

“Por aquí es un camino...”

Vamos a compartir nuestras experiencias, logros, tropiezos y descubrimientos.



BRÚJULA
SESIÓN



*QUIERE MEJORAR LA
CONFIABILIDAD DE SUS
ACTIVOS ?*

**MEJORE
INTEGRALMENTE LOS
PLANES DE
MANTENIMIENTO**

CARLOS MARIO PÉREZ



Consultor

Practitioner de RCM2 de The Aladon Network

DEFINICIÓN DE FALLA

Incapacidad de un activo o elemento:

Para desempeñar
una función requerida



En las condiciones
establecidas

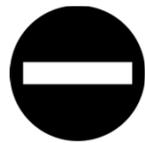
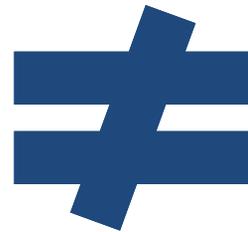


Por un determinado período de tiempo



DEFINICIÓN DE FALLA

Falla



Parada

DESEMPEÑO DE LOS ACTIVOS

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



Operacionales

De calidad

Medioambientales

De seguridad

De visibilidad / imagen

ACTIVOS CONFIABLES – MEJOR DESEMPEÑO

SEGURO

- Cantidad de incidentes.
- Cantidad de accidentes.



RENTABLE

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



MÍNIMAS FALLAS

- Cantidad de averías
- Cantidad de emergencias



MÍNIMOS DEFECTOS

- Cantidad de defectos.
- Quejas de clientes.



EQUIPOS CONFIABLES

DISPONIBLE

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



NO AFECTA EL MEDIO AMBIENTE MÁS DE LO PERMITIDO

- Cantidad de incidentes.
- Nivel de residuos.



CONFIABILIDAD

Medición de la confiabilidad



Equipos	Disponibilidad		Fallas	Seguridad	Rentabilidad	Calidad	Medio ambiente
	Tiempo perdido	Cantidad de paros	Cantidad de averías	Cantidad de incidentes	Costo unitario de mantenimiento	Cantidad de defectos	Nivel de residuos
Equipo 1	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Equipo 2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Equipo 3	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓

CONFIABILIDAD

Un activo confiable....

Falla menos!



DESEMPEÑO DE LOS ACTIVOS

Para obtener un buen
desempeño se requiere:



- Selección e instalación adecuada de equipos
- Operación correcta
- Buenas prácticas de mantenimiento
- Gestión de inventarios adecuada
- Compras efectivas

BUENAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO



Información de los activos completa y actualizada:
Taxonomía

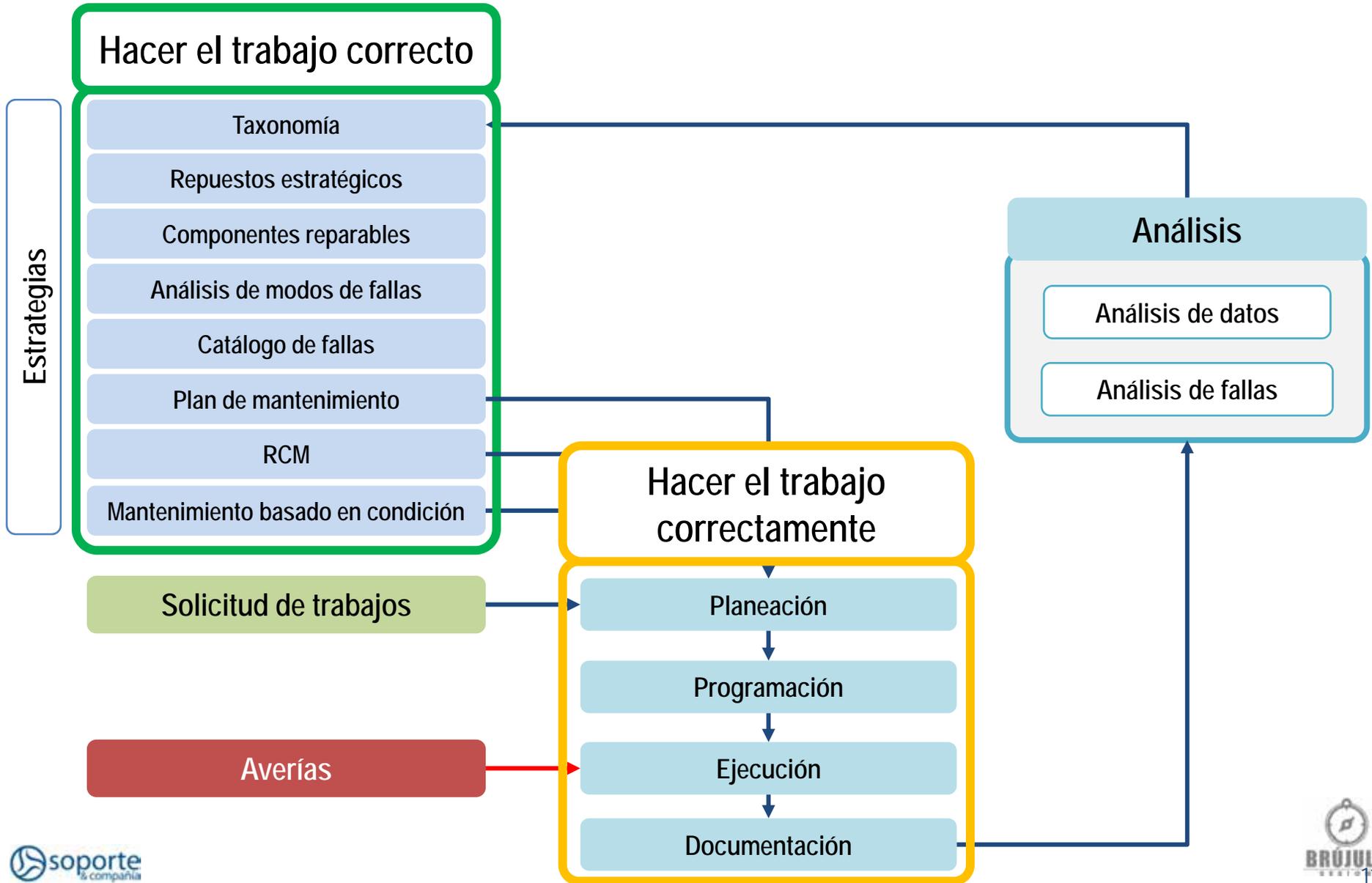
Niveles de inventario de repuestos apropiados

Uso adecuado de la orden de trabajo

Personal capacitado

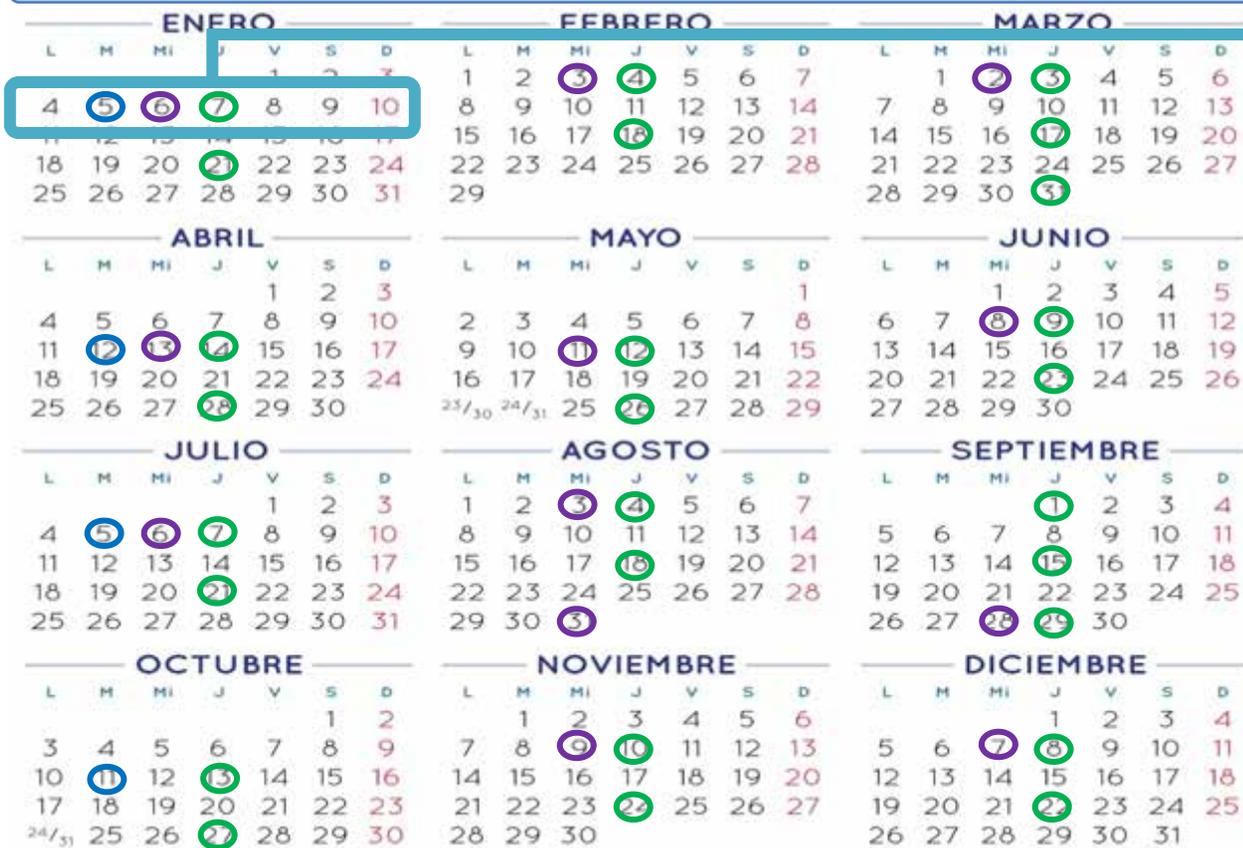
Un plan de mantenimiento adecuado

ACCIONES PARA MANEJAR LAS CAUSAS DE FALLA

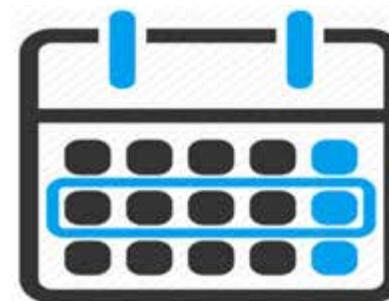


DEFINICIONES

Plan de mantenimiento

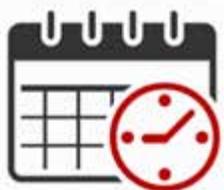


Programa semanal



DEFINICIONES

Calendario que define las fechas en las que se debe realizar las actividades sistemáticas asociadas a un activo.



Actividad sistemática: Serie de tareas que se realizan sobre un activo, siempre de la misma manera.

AÑO: 2017
 ESCALA: SEMANAS
 SISTEMA: TODOS

[N] = No Realizado [S] = Realizado [P] = Planeado

INICIO SEMANA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
EQUIPO / ACTIVIDAD / TAREA	FRECUENCIA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
00111: TRAMO DE RED																																							
* 001: INSPECCIONAR CON CAMARA DE POSTE	1MES																																						
1CO003: AGITADOR LIGHTNIN XSC75																																							
* 1CR002-PR: MITTO. PREV. BASTONADORA CARAMELO	1MES																																						
1CO004: AGITADOR LIGHTNIN XSC300 # 1																																							
* 1CO120-PR: MITTO. PREV. LLENADORA MINIFLO	1MES																																						
* 1CR002-PR: MITTO. PREV. BASTONADORA CARAMELO	15OIAS																																						
1CO005: AGITADOR LIGHTNIN XSC300 # 2																																							
* 001: INSPECCIONAR CON CAMARA DE POSTE	1MES																																						
* 1CO120-PR: MITTO. PREV. LLENADORA MINIFLO	1MES																																						
* 1CR002-PR: MITTO. PREV. BASTONADORA CARAMELO	15OIAS																																						
1CR001: SELECCIONADORA DE CARAMELO																																							
* 1CO120-PR: MITTO. PREV. LLENADORA MINIFLO	1MES																																						
* 1CR001-PR: MITTO. PREV. SELECCIONADORA DE CARAMELO	1AÑO																																						
* 1CR002-PR: MITTO. PREV. BASTONADORA CARAMELO	15OIAS																																						



DEFINICIONES



PLAN DE MANTENIMIENTO

¿Cuándo un plan de mantenimiento es apropiado?

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



El activo es más confiable

CAMBIO DE ALCANCE - FASES DE MADUREZ

Planes a nivel de familias



Planes a nivel de activos



Planes a nivel de componente



Planes a nivel de causa de falla



¿QUÉ CONTIENE UN PLAN DE MANTENIMIENTO?



El equipo, sistema o activo.



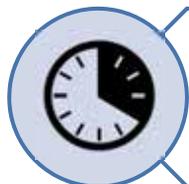
Las actividades y las tareas



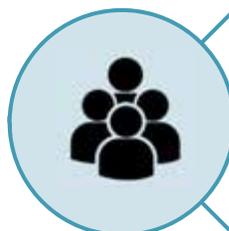
Los procedimientos



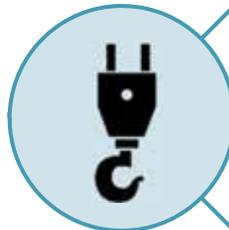
El tiempo requerido de ejecución.



El tiempo requerido de paro.



Las personas requeridas.



Las herramientas mayores requeridas.

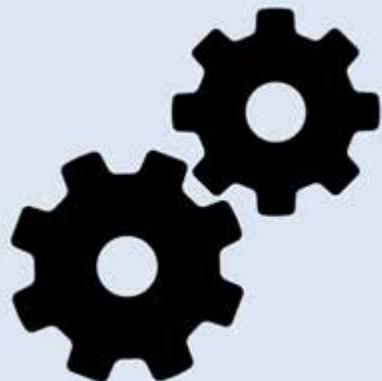


Los repuestos y materiales requeridos.

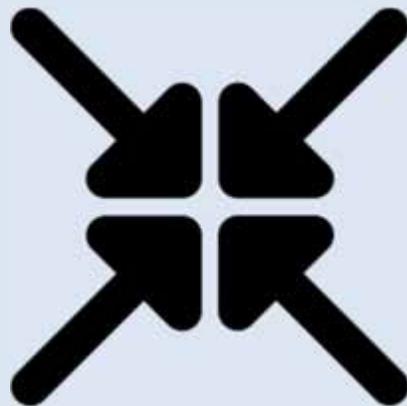


Los contratistas requeridos.

LINEAMIENTOS



El plan de mantenimiento es para equipos en buen estado, no para reconstruir activos



Los planes de mantenimiento se deben generar de manera integral



Un plan de mantenimiento está bien generado si incluye los recursos, procedimientos y análisis de riesgos

LINEAMIENTOS

¿En qué consiste definir un plan de mantenimiento?

Identificar las causas
de falla

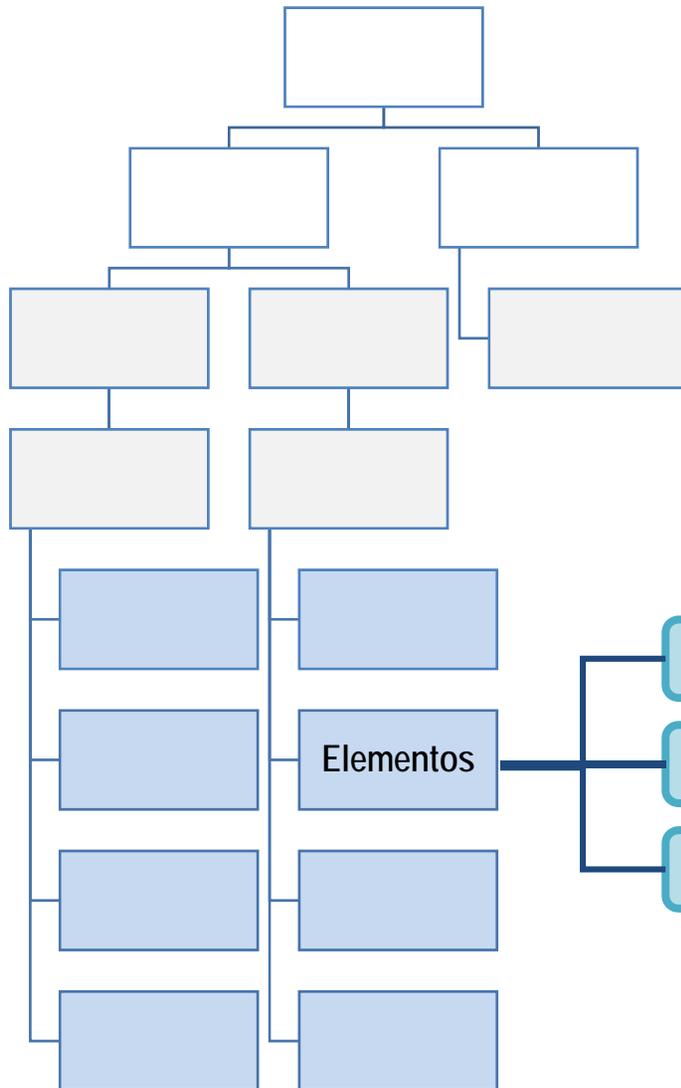


Definir las estrategias
para manejarlas



ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD

Taxonomía



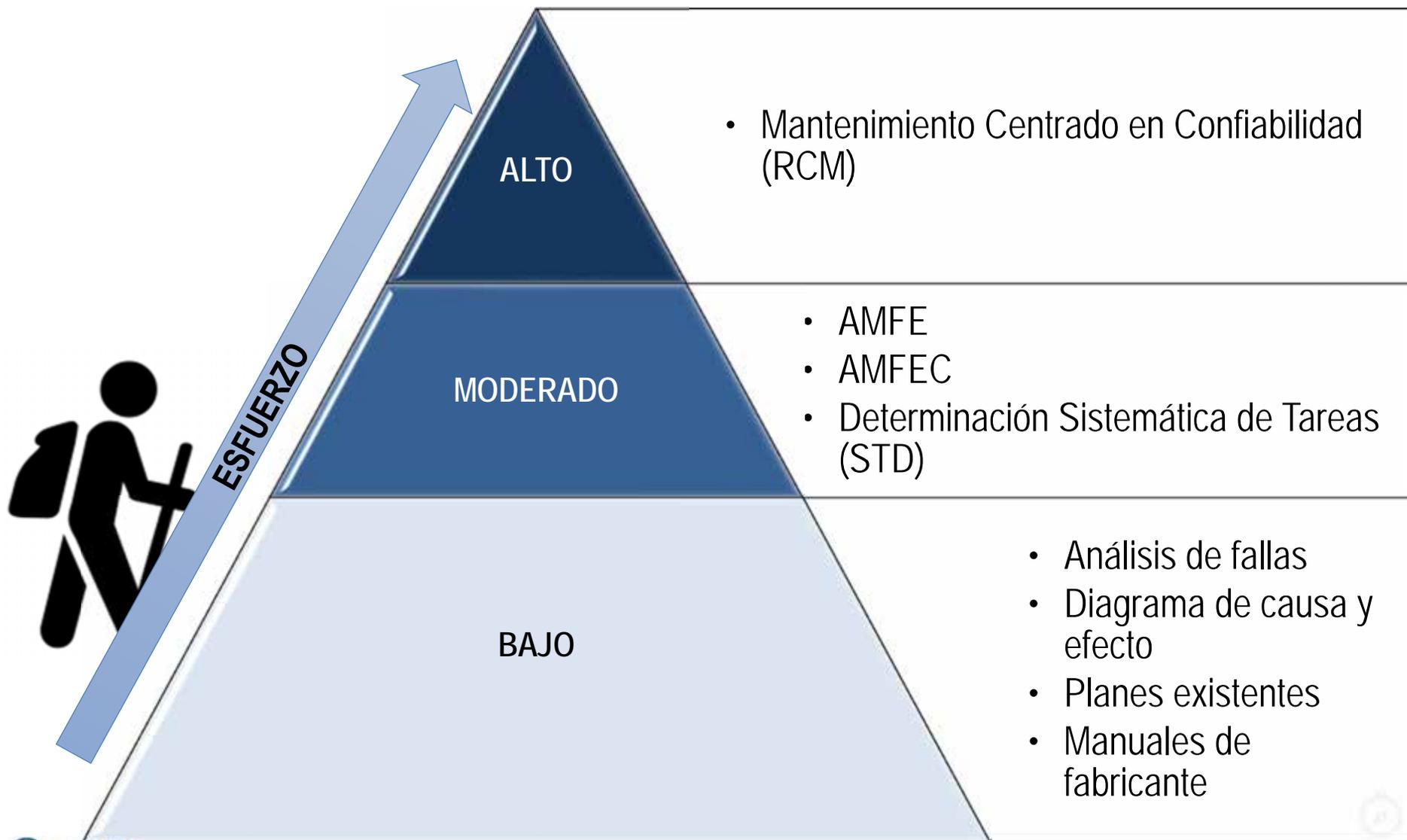
- RCM
- AMFE
- Catálogo de fallas
- Análisis de datos/fallas



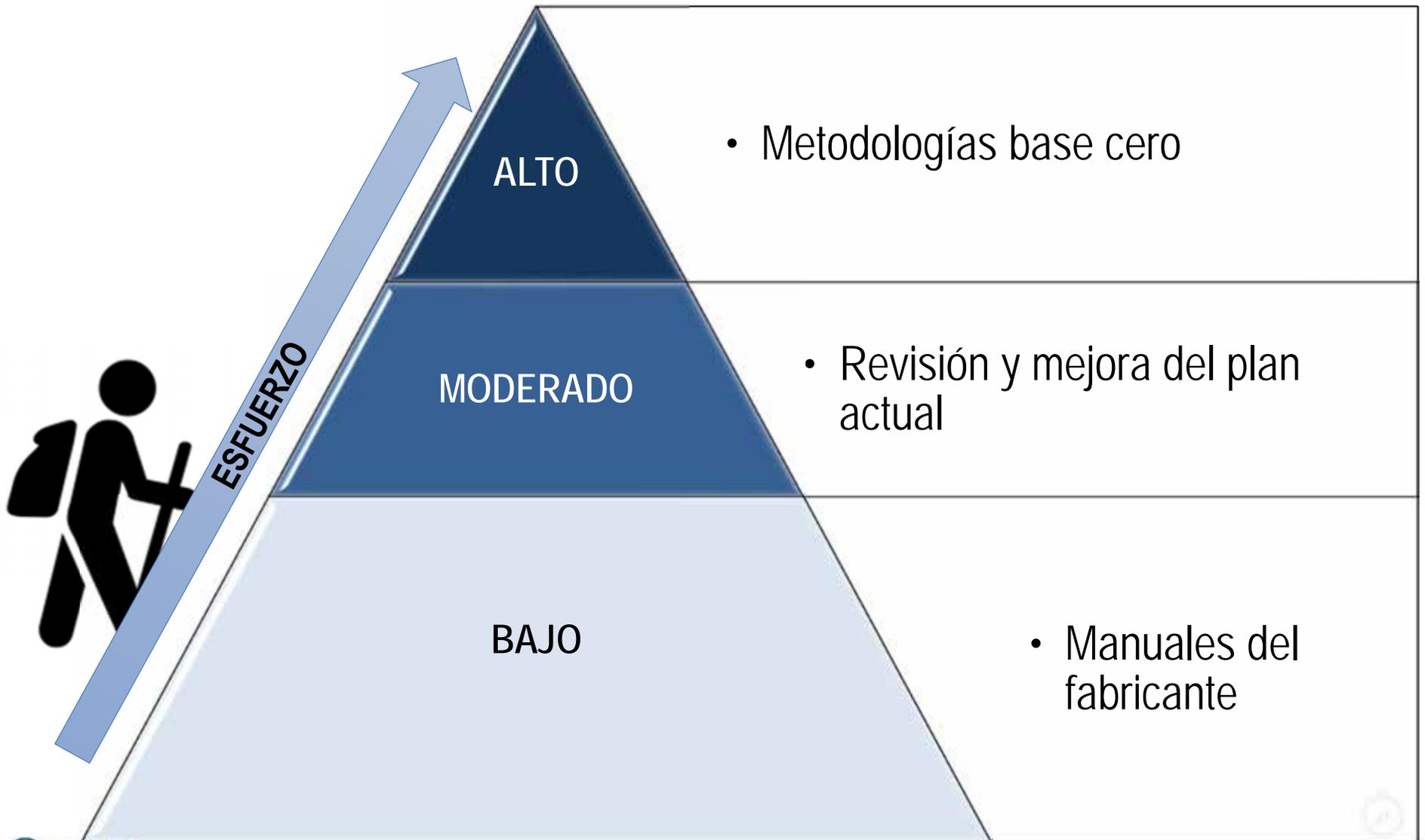
Plan de mantenimiento

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

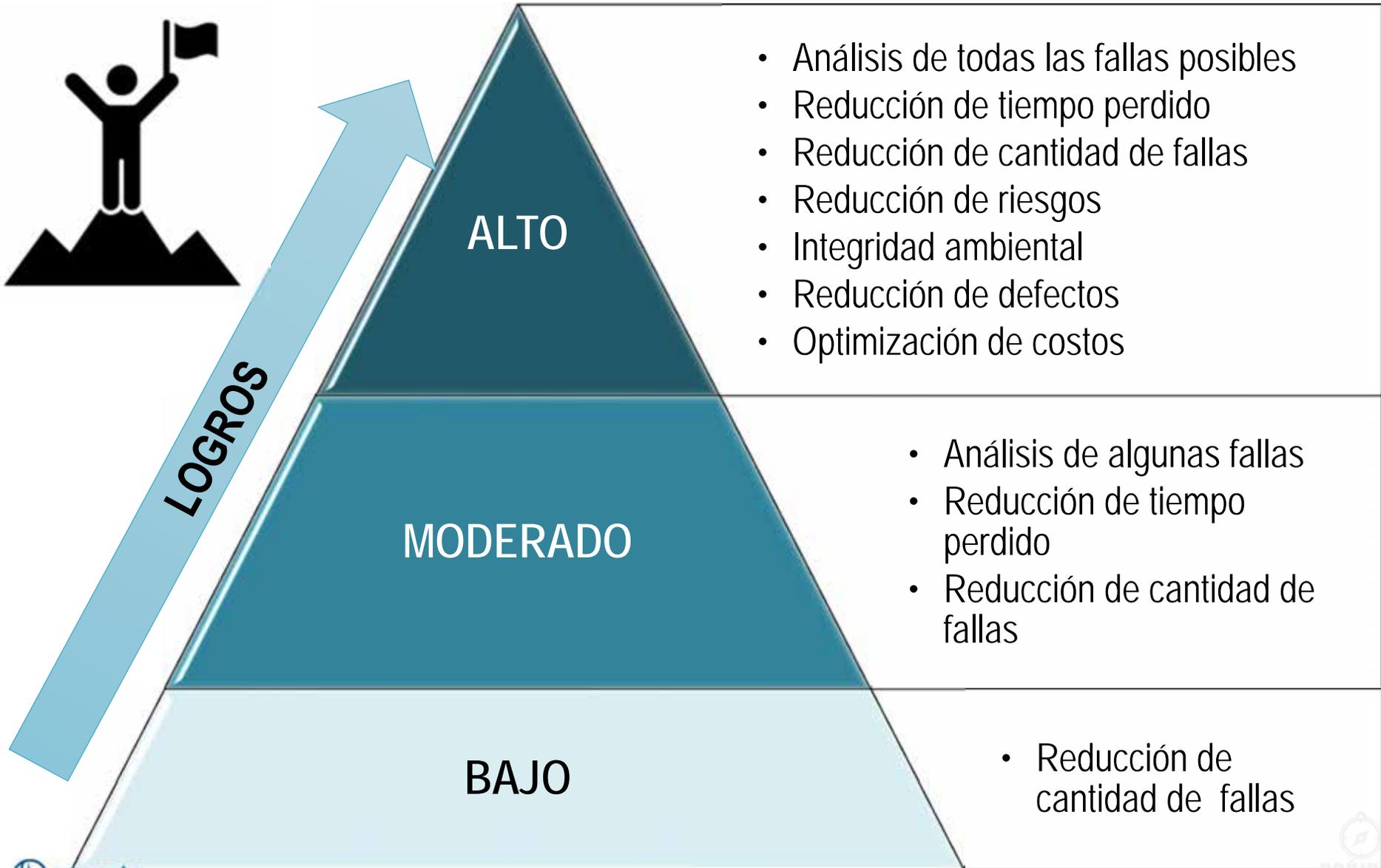
MÉTODO VS ESFUERZO



MÉTODO VS ESFUERZO



MÉTODO VS LOGROS



APLICACIÓN

Métodos

Manuales

Análisis de
causa raíz -
ACR

Análisis de modos de
falla y efectos - AMFE

- Experiencia
- Conocimiento
- Investigación
- Análisis

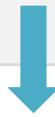
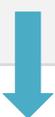
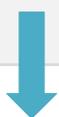
Por elemento

Por funciones



COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS

AMFE	AMFEC	Determinación Sistemática de Tareas	AMFE para RCM
1. Elemento	1. Elemento	1. Elemento	1. Función
2. Función	2. Síntoma	2. Síntoma	2. Falla funcional
3. Causa de falla	3. Causa de falla	3. Causa de falla	3. Modo de falla
4. Efectos	4. Efecto de falla	4. Comportamiento de la falla en el tiempo	4. Efecto de falla
5. Tareas	5. Análisis de criticidad	5. Tareas	5. Análisis de consecuencias
	5.1 Clasificación de severidad		 <p>EL DIAGRAMA DE DECISION DE RCM! Riaden</p>
	5.2 Probabilidad de ocurrencia		
	5.3 Facilidad de detección		
	5.4 Índice Prioritario de Riesgo		
	6. Tareas		6. Tareas



PASOS PARA DEFINIR UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Aplicación de metodologías

1. Definir las causas de falla
2. Entender cómo ocurre la causa de falla en el tiempo
3. Entender el impacto causado por la falla
4. Definir la tarea o acción para manejar las causas de falla
5. Definir las frecuencias de las tareas



Implementación del plan de mantenimiento

6. Agrupar las tareas en actividades
7. Asignar los recursos a las actividades definidas
8. Generar la demanda planeada de recursos
9. Alinear las actividades
10. Evaluar el plan de mantenimiento



DEFINIR LAS CAUSAS DE FALLA

Deben incluirse las causas de falla:

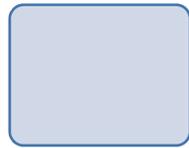
- Que han ocurrido
- Que razonablemente pueden ocurrir
- Que de ocurrir tendrían consecuencias graves
- Que actualmente son controladas



CATEGORÍAS DE CAUSAS DE FALLA



Desgaste



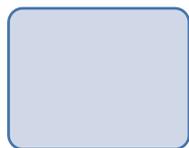
Sobrecarga



Suciedad



Movimiento



Ambiental



Procedimientos



Errores humanos



Diseño



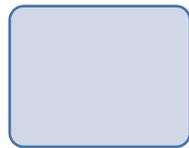
Lubricación



Montaje

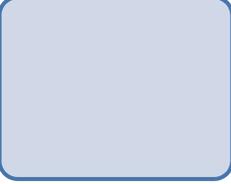


Proveedor - Fabricante



Súbita

ENTENDER CÓMO OCURREN LAS FALLAS EN EL TIEMPO

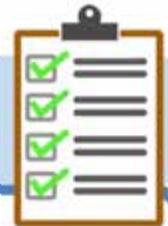
-  Cíclicas 
-  Aleatorias súbitas 
-  Aleatorias progresivas 
-  Mortalidad infantil 

DEFINIR LAS TAREAS O ACCIONES PARA MANEJAR LAS CAUSAS DE FALLA

Definir las acciones

Es una tarea o actividad orientada a prevenir, predecir, detectar o evitar el impacto de una causa de falla.

¿Cuándo una tarea es apropiada ?



Cuando después de ejecutarla el activo es más confiable

INTERVENCIONES TÍPICAS

- Inspecciones
- Ajustes
- Lubricación
- Alineaciones
- Cambios
- Limpiezas
- Pintura
- Reparaciones
- Pruebas de funcionamiento
- Calibraciones

Basado en condición 

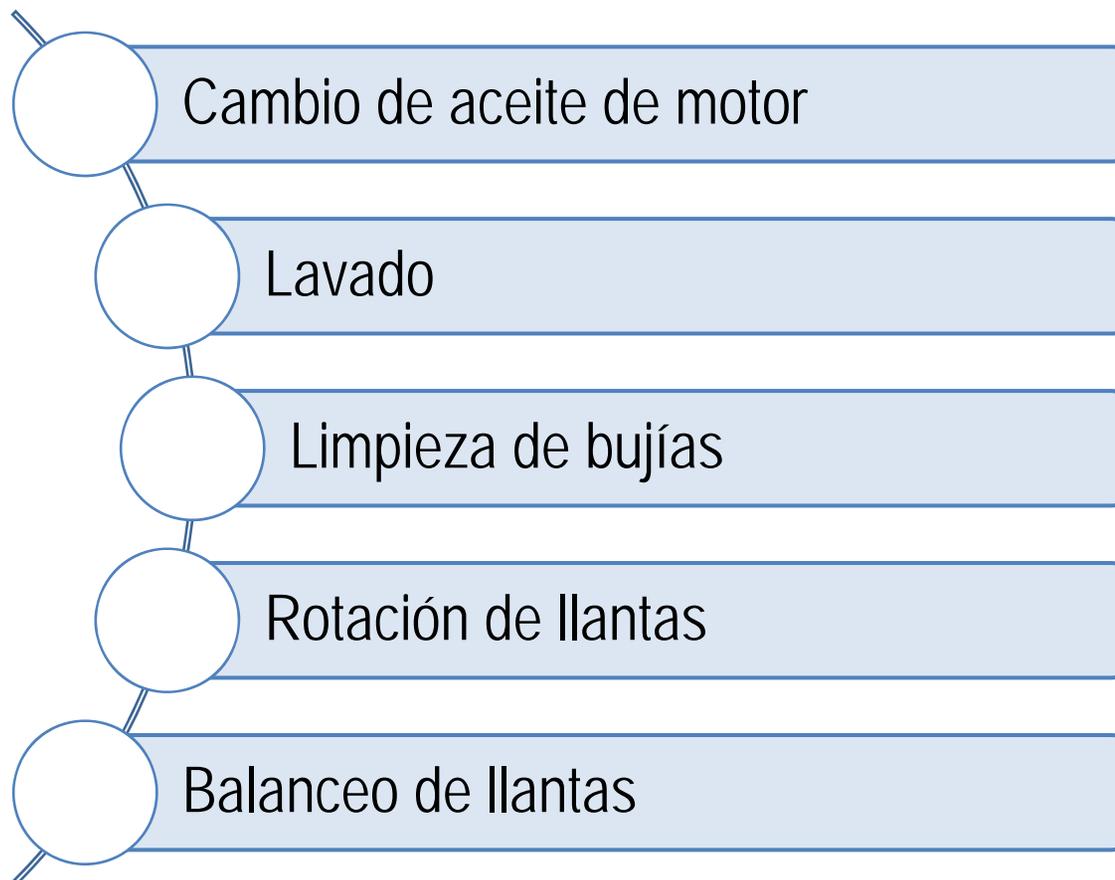
Preventivo



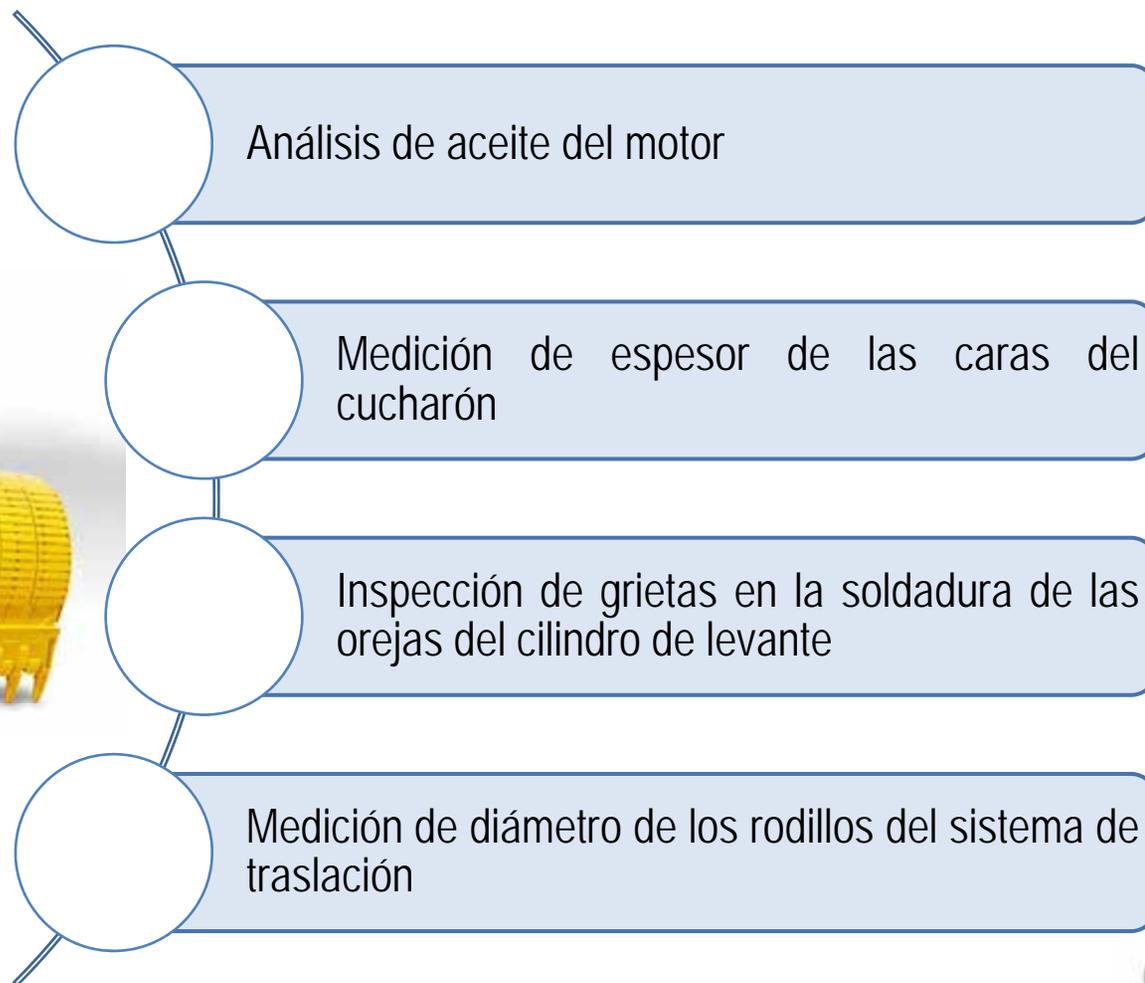
Detectivo



TAREAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO – EJEMPLO



TAREAS DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIÓN – EJEMPLO



MANTENIMIENTO DETECTIVO - EJEMPLO



Verificar funcionamiento de parada de emergencia

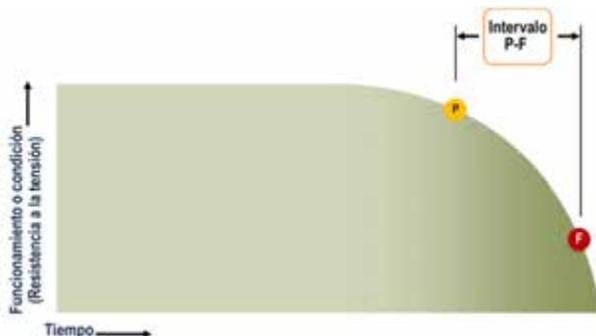
Comprobar el funcionamiento de la alarma de bajo nivel de aceite

Verificar el funcionamiento de la bocina

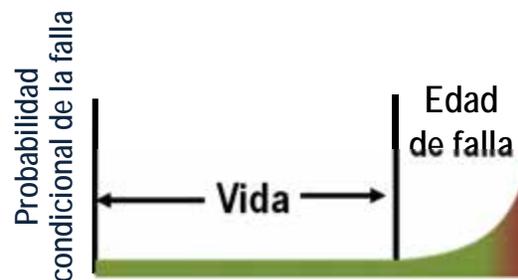
Comprobar el funcionamiento de la alarma de bajo nivel de combustible

DEFINIR LAS FRECUENCIAS DE LAS TAREAS

Tarea basada en
condición



Reacondicionamiento o
sustitución cíclica



Búsqueda de
fallas

*Cálculos de
probabilidad*

FALLAS Y ESTRATEGIAS

Distribución del tipo de fallas



Tareas del plan de mantenimiento

Basadas en condición

Preventivas

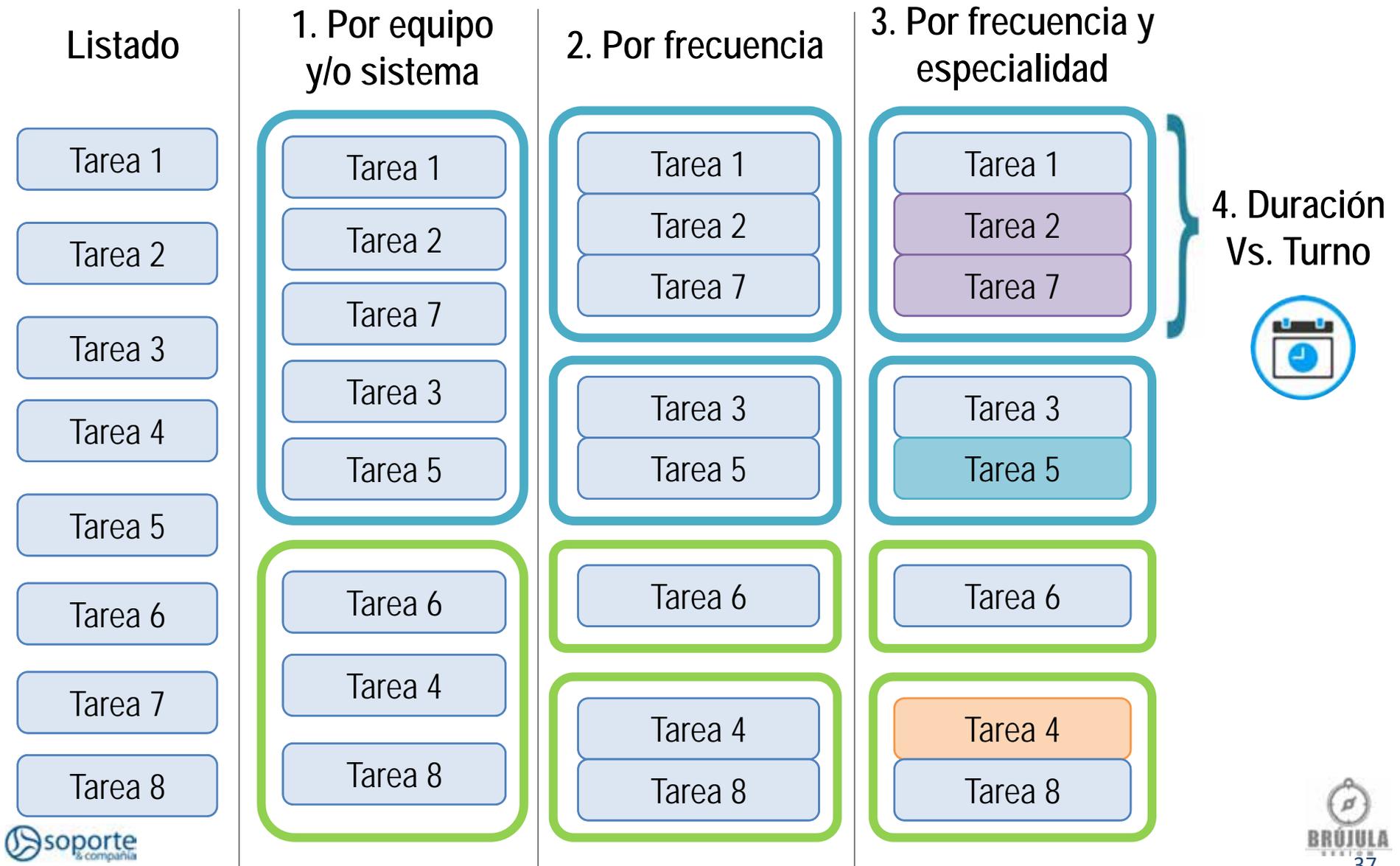
Detectivas

Detectivas

Otras estrategias

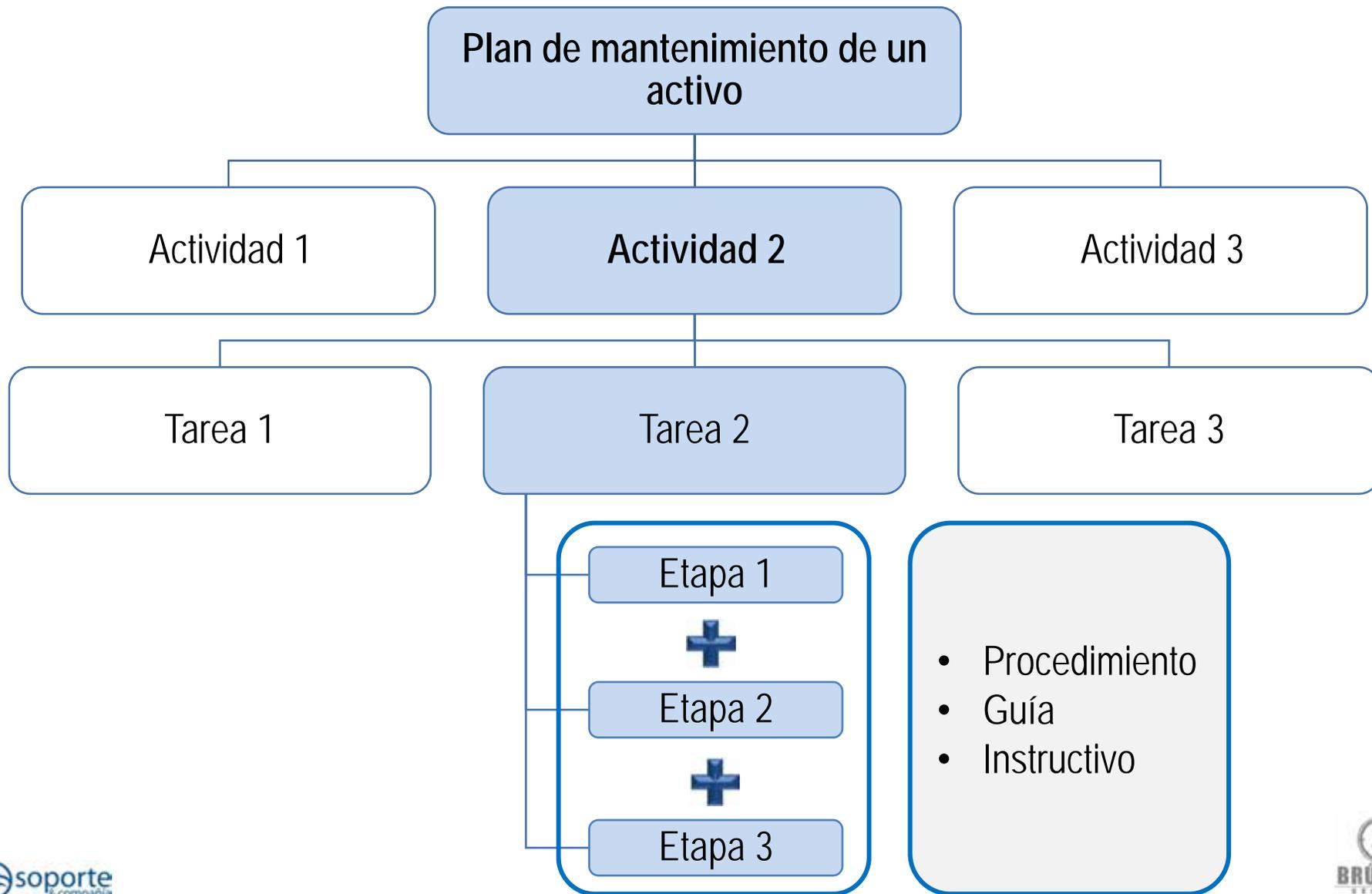
- Entrenamiento
- Supervisión
- Procedimientos
- Rediseño
- Repuestos
- Rediseños
- Equipos de reserva
- Seguros

CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?



CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?

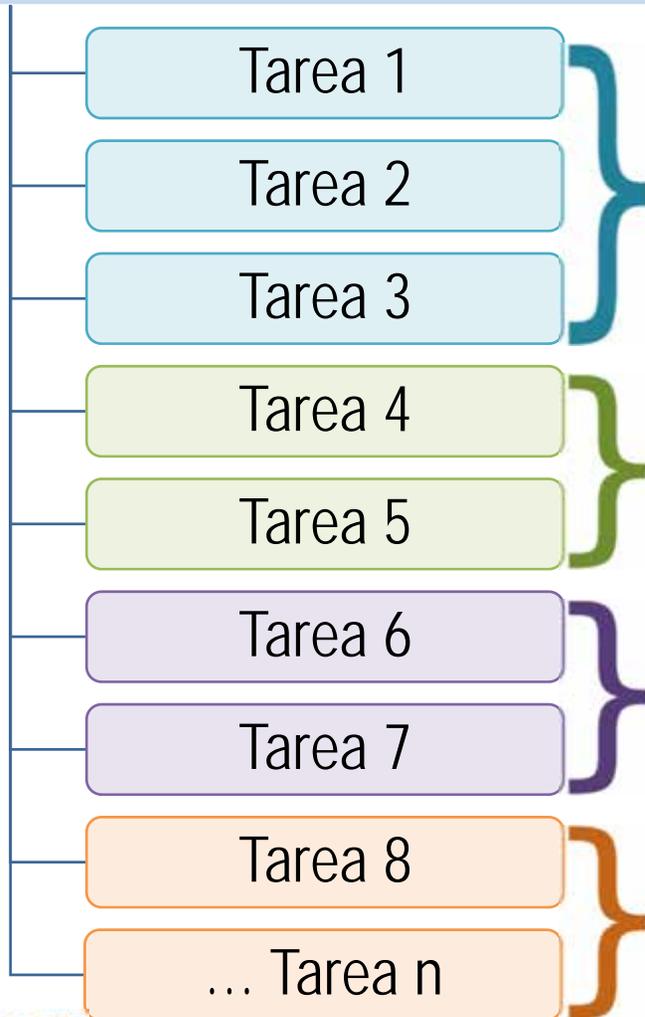
1. IDENTIFICAR LA ESTRUCTURA DE TAREAS



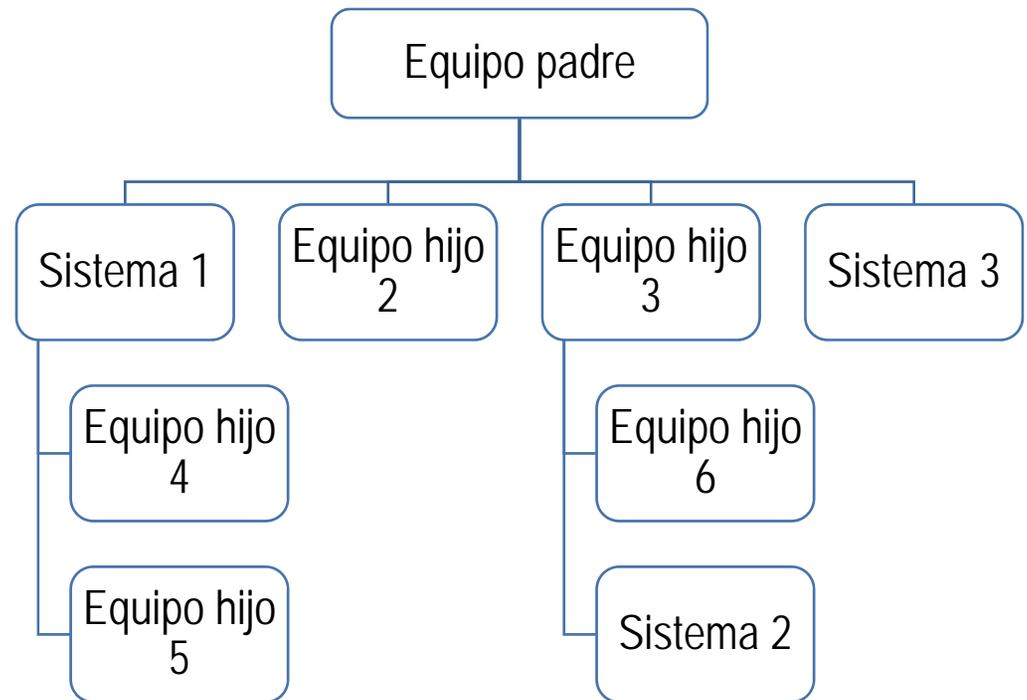
CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?

2. AGRUPAR LAS TAREAS POR EQUIPO O SISTEMA

Listado de tareas resultantes

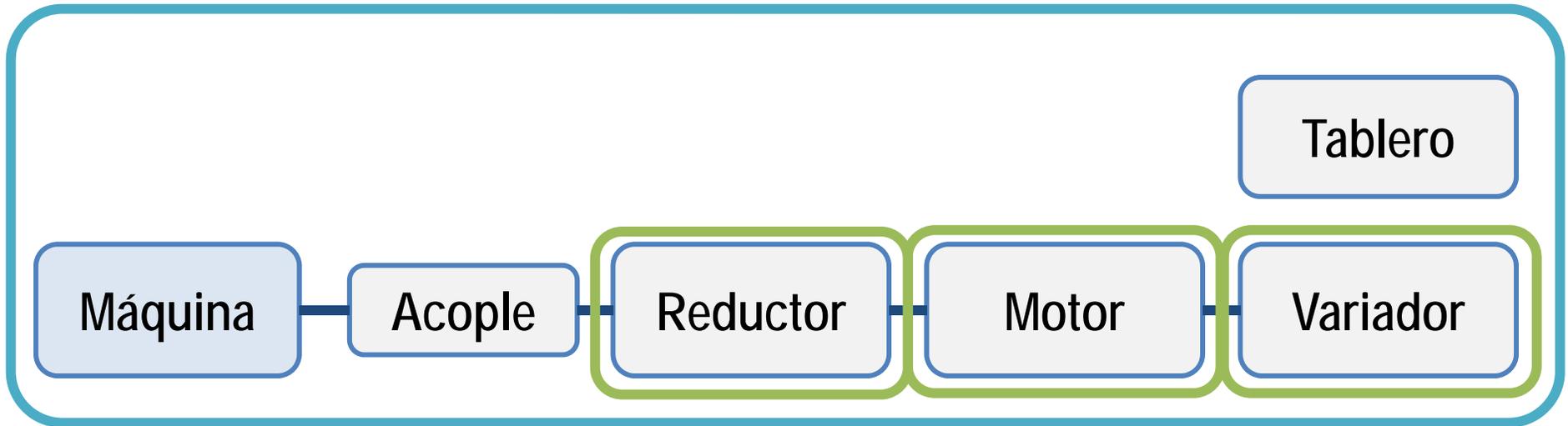


Taxonomía – Catálogo de equipos



CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?

2. AGRUPAR LAS TAREAS POR EQUIPO O SISTEMA



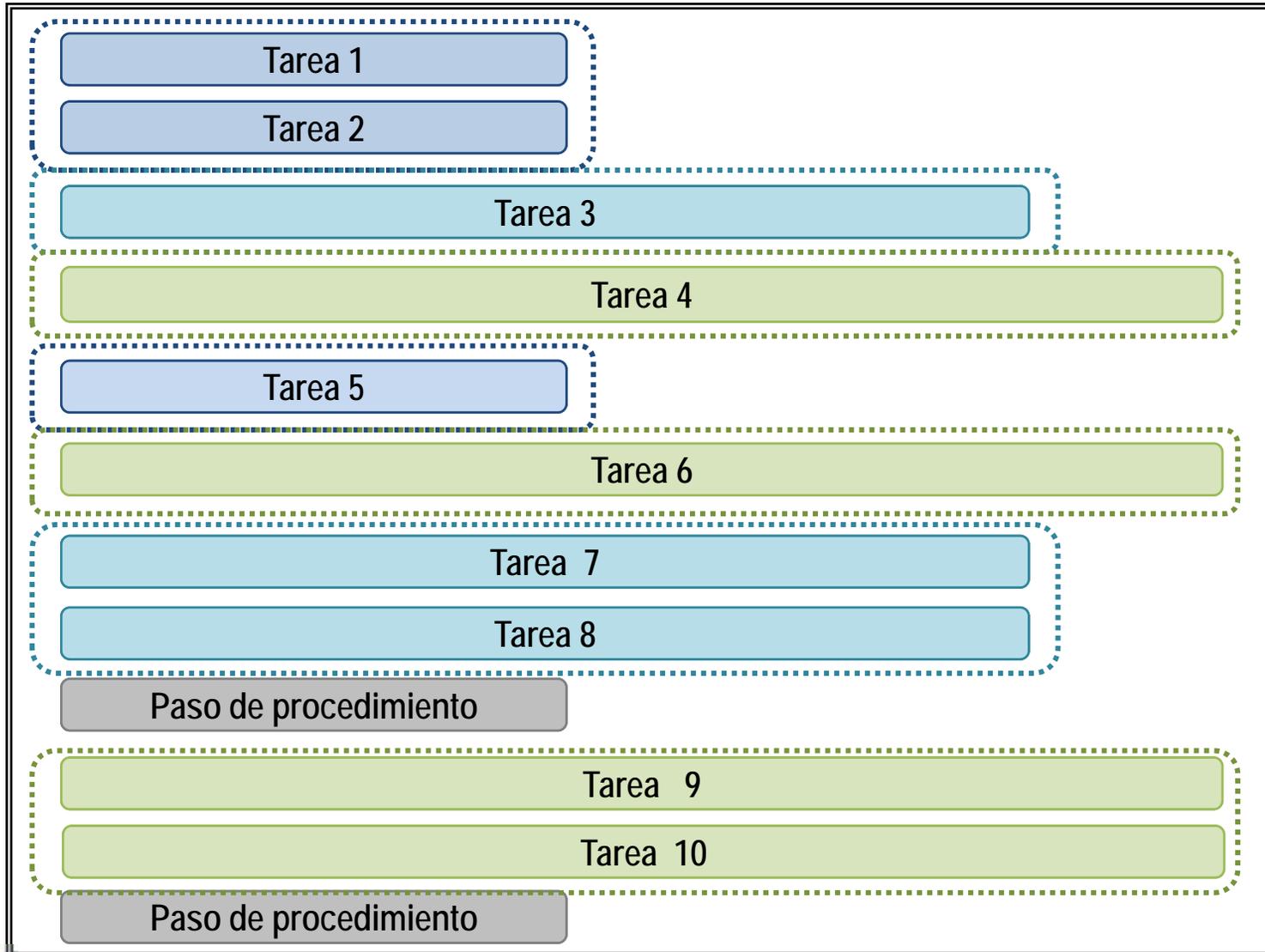
Opción 1
Una sola actividad
para el equipo padre

Opción 2
Una sola actividad
por activo hijo

CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?

3. AGRUPAR TAREAS POR FRECUENCIA

Identificar las frecuencias



CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?

3. AGRUPAR TAREAS POR FRECUENCIA

Agrupación por frecuencias

Paquete de tareas – Frecuencia 1

Tarea 1

Tarea 2

Tarea 5

Paquete de tareas – Frecuencia 2

Tarea 3

Tarea 7

Tarea 8

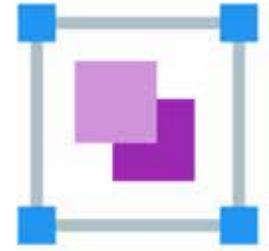
Paquete de tareas – Frecuencia 3

Tarea 4

Tarea 6

Tarea 9

Tarea 10



CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?

4. AGRUPAR TAREAS POR ESPECIALIDAD

Listado de tareas por especialidad -
paquetes por frecuencia

Tareas mecánicas – Diarias	
Tarea 4	
Tareas instrumentación – Diarias	
Tarea 5	
Tareas eléctricas – 28 días	
Tarea 6	
Tarea 8	
Tareas instrumentación – 28 días	
Tarea 7	
Tareas mecánicas – 168 días	
Tarea 1	
Tarea 3	
Tareas eléctricas – 168 días	
Tarea 2	

Diaria	Tarea 4 
	Tarea 5 
28 días	Tarea 6 
	Tarea 7 
	Tarea 8 
168 días	Tarea 1 
	Tarea 2 
	Tarea 3 

CÓMO ARMAR LAS ACTIVIDADES?

5. AGRUPAR POR DURACIÓN

Definir la actividad (paquete de tareas) de acuerdo a la duración total de la intervención y el turno.

Actividad 1

Tarea 1

Duración: 2.5 horas

Tarea 2

Duración: 1 hora

Tarea 3

Duración: 1 hora

Tarea 4

Duración: 1.5 horas

Total actividad 1 = 6 horas

≤6 horas: ✓

Para un turno de 8 horas

Actividad 2

Tarea 1

Duración: 3 horas

Tarea 2

Duración: 2 horas

Tarea 3

Duración: 1.5 horas

Tarea 4

Duración: 1 hora

Tarea 5

Duración: 1.5 horas

Total actividad 2 = 9 horas

≤9 horas: ✓

Para un turno de 12 horas

ASIGNAR LOS PROCEDIMIENTOS

	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS EN MOTORES PROPULSORES CAT 3512C - APAGADO	Fecha: 21-02-2017
		Versión: 01

1. HISTORIAL DE CAMBIO

Versión No.	Fecha	Detalles del cambio	Cambio realizado por:	Cambio aprobado por:
01	21-02-2017	Creación del documento	Pushboats Maintenance Supervisor	Maintenance Manager

2. OBJETIVO

Describir los pasos para realizar de forma segura el cambio de aceite y de filtros de aceite de los motores propulsores Caterpillar 3512C cuando el motor se encuentre apagado.

3. ALCANCE

Este instructivo aplica para para realizar el cambio de aceite incluyendo el cambio de filtros de aceite de los motores propulsores CAT 3512C en los remolcadores KP3400.

4. RESPONSABILIDADES

Este instructivo aplica para el maquinista del remolcador o el técnico de mantenimiento.

5. DESCRIPCIÓN DEL INSTRUCTIVO

5.1 Verificar los requerimientos de seguridad

- Verificar que las herramientas y los equipos estén en buenas condiciones.
- Realizar el análisis de riesgo en el sitio de trabajo.
- Asegurar que todo el personal tenga y use obligatoriamente su equipo de protección personal:
 - EPP básicos: Casco, gafas de seguridad, botas de seguridad, guantes, protector auditivo (consultar "Matriz de EPP")
- Conservar el área de mantenimiento/operación ordenada para la ejecución del trabajo. Al ingresar al área, verifique el acceso al equipo y haga contacto con la tripulación para que lo estén monitoreando en caso de alguna eventualidad.
- Diligenciar permisos de trabajo que apliquen a la tarea.
- Tener a la mano paños absorbentes y elementos para recolección de fluidos.

NOTA: Se debe diligenciar el "Reporte de avería de equipo/sistema" en caso de presentarse una falla o avería.

Página 1 de 13

Los documentos impresos se consideran copias no controladas

	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS EN MOTORES PROPULSORES CAT 3512C - APAGADO	Fecha: 21-02-2017
		Versión: 01

8.4	Cerrar la válvula de drenaje de la carcasa de filtros principales	
8.5	Colocar tapón de desaire de la carcasa	
8.6	Soltar y retirar los tornillos de la tapa de la carcasa de filtros principales	
8.7	Retirar los 3 elementos filtrantes usados	

Página 5 de 13

Los documentos impresos se consideran copias no controladas

ASIGNAR LOS RECURSOS

Recurso humano

Total horas hombre necesarias por especialidad

Actividad 0001: Mantenimiento general motor – 336 días		
Especialidad	Cantidad	Horas
Electricista	2	3
Mecánico	1	1
Ayudante	2	1.5



ASIGNAR LOS RECURSOS

Repuestos y materiales

Repuestos y materiales requeridos, con código u otro identificador

Actividad 0001: Mantenimiento general motor – 336 días

Código del repuesto	Descripción	Cantidad requerida
3475678	Rodamiento 6201ZZ	2
0987654	Pernos de fijación 3/8" – 2"	4
4567890	Contactador Allen Bradley	1



ASIGNAR LOS RECURSOS

Herramienta y equipo mayor

Equipos (grúas, vehículos, entre otros) y herramienta especial necesaria

Actividad 0001: Mantenimiento general motor – 336 días

Código de herramienta	Descripción	Cantidad requerida	Horas
3475678	Megger 600 V	1	1
0159961	Montacarga 3TN	1	2



ASIGNAR LOS RECURSOS

Contratos

Servicios contratados con proveedores externos, incluyendo el tiempo de entrega del código del proveedor y costo del servicio

Actividad 0001: Mantenimiento general motor – 336 días			
Servicio	Proveedor	Tiempo requerido	Costo
Meggeeo de motor	Motco Corp	2 días	USD 2,500



DEMANDA PLANEADA DE REPUESTOS

Actividad 1 – Cambio de aceite

2 galones de aceite
por equipo



Equipos: 100

Cada 14 días

Total aceite requerido –
Actividad 1

$$2 \frac{\text{galones}}{\text{equipo}} * 100 \text{ equipos}$$

$$= 200 \text{ galones/cambio}$$

$$26 \frac{\text{cambios}}{\text{año}}$$

$$\frac{200 \text{ galones}}{\text{cambio}} * 26 \frac{\text{cambios}}{\text{año}}$$

$$= 5,200 \text{ galones/año}$$

DEMANDA PLANEADA DE MANO DE OBRA

Actividad 1 – Cambio de aceite

Duración: 1 hora de
mecánico por equipo

$$1 \frac{\text{hora mecánico}}{\text{equipo}} * 100 \text{ equipos}$$

$$= 100 \text{ horas mecánico/cambio}$$

Equipos: 100

Cada 14 días

$$26 \frac{\text{cambios}}{\text{año}}$$

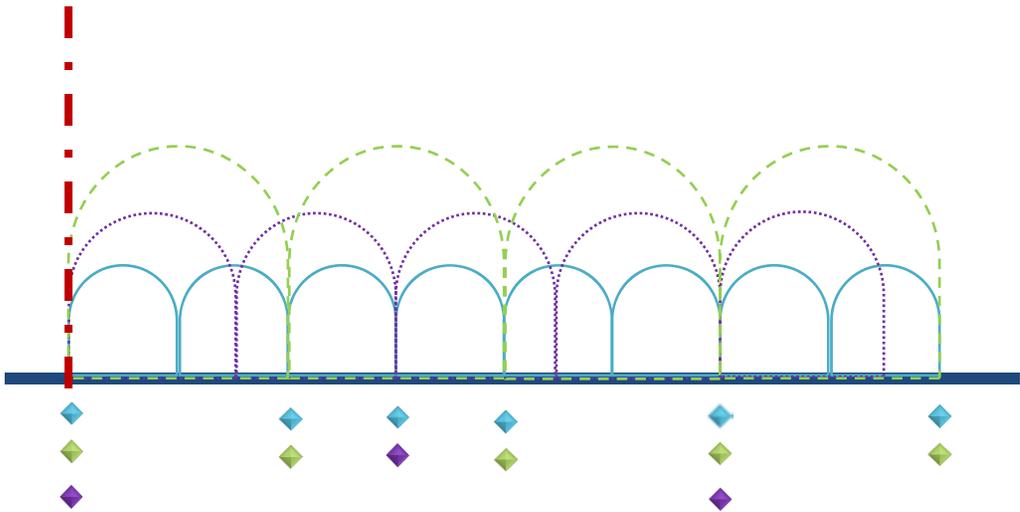
Total horas mecánico
año – Actividad 1

$$\frac{100 \text{ horas mecánico}}{\text{cambio}} * 26 \frac{\text{cambios}}{\text{año}}$$
$$= 2,600 \text{ horas mecánico} \approx 433 \text{ días}$$
$$\approx 2 \text{ personas}$$

ALINEACIÓN DE ACTIVIDADES

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
	Tarea 1	
	Frecuencia: 1,000 horas	
	Tarea 2	
	Frecuencia: 1,500 horas	
	Tarea 3	
	Frecuencia: 2,000 horas	

ALINEACIÓN DE ACTIVIDADES

EQUIPO	ACTIVIDAD	ALINEACIÓN DE FRECUENCIAS
	Tarea 1	
	Frecuencia: 1,000 horas	
	Tarea 2	
	Frecuencia: 1,500 horas	
	Tarea 3	
	Frecuencia: 2,000 horas	

EFFECTIVIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Antes

100 fallas/mes

Después

30 fallas/mes





METODOLOGÍA PARA LA REVISIÓN Y MEJORA DE PLANES DE MANTENIMIENTO

1. LISTAR LAS TAREAS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO ACTUAL



Plan de mantenimiento: Bus

Alineación de dirección	10,000 km	Inspección de tiempo de respuesta de puertas	Diario	Inspeccionar empaque de la válvula de la línea de succión	Mensual
Balaceo de llantas	10,000 km	Inspección de estado de carrocería	Semanal	Inspección de estado de muelles de suspensión	10,000 km
Revisión de pastillas de frenos (balatas)	5,000 km	Inspección de estado de limpiaparabrisas	5,000 km	Verificación de funcionamiento de paro de emergencia	Diario
Toma de muestra de aceite	5,000 km	Inspección de recorrido de pedal de frenos	Diario	Verificación de existencia de avisos de tipo de combustible	Semanal
Cambio de aceite	10,000 km	Inspección de nivel de electrolito de batería	Semanal	Inspección de estado de empaques de vidrios	5,000 km
Cambio de filtro de aire	10,000 km	Inspección estado de luces	Semanal	Cambio de filtro de aceite de motor	20,000 km
Lavado externo	Semanal	Inspección de estado de barras superiores de sujeción	Semanal	Ajuste de presión de aire	Diario

2. CLASIFICAR LAS TAREAS POR ACTIVO, SUBSISTEMA O EQUIPO HIJO, Y CONFIRMAR QUE SEAN COHERENTES

Plan de mantenimiento: Bus

Motor



Toma de muestra de aceite

Cambio de aceite

Cambio de filtro de aire

Cambio de filtro de aceite de motor

Dirección

Alineación de dirección

Ajuste de presión de aire

Balanceo de llantas

Suspensión

Inspección de estado de muelles de suspensión

Carrocería

Inspección de estado de empaques de vidrios

Lavado externo

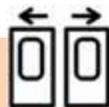
Inspección de estado de limpiaparabrisas

Inspección de estado de carrocería

Inspección de estado de barras superiores de sujeción

Verificación de existencia de avisos de tipo de combustible

Puertas



Inspección de tiempo de respuesta de puertas

Frenos



Revisión de pastillas de frenos (balatas)

Inspección de recorrido de pedal de frenos

Verificación de funcionamiento de paro de emergencia

Sistema eléctrico

Inspección de estado de luces

Inspección de nivel de electrolito de batería

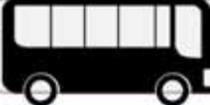
No corresponde al bus

Inspeccionar empaque de la válvula de la línea de succión



2. CLASIFICAR LAS TAREAS POR ACTIVO, SUBSISTEMA O EQUIPO HIJO, Y CONFIRMAR QUE SEAN COHERENTES

Al clasificar las tareas confirme que sean coherentes para el activo o sistema analizado

Sistema de transmisión del bus 	
Tareas	Es coherente para el sistema?
• Verificar el nivel de aceite de la caja de cambios, si se encuentra por debajo del indicativo, ajustar	
• Cambiar el aceite lubricante de caja de cambios	
• Verificar que no existan fugas por la tapa de la diferencial, si se observan fugas, reemplazar la junta	
• Lubricar el piñón del motor eléctrico de la puerta delantera	
• Verificar el estado del empaque de la tapa del motor, si se encuentra gastado, cambiar	

3. AGRUPAR LAS TAREAS CLASIFICADAS POR FRECUENCIA Y OFICIO

<p>Motor</p> 	<p>5,000 km</p> <p>Mecánico</p> <p>Toma de muestra de aceite</p>	<p>10,000 km</p> <p>Mecánico</p> <p>Cambio de aceite</p> <p>Cambio de filtro de aire</p>	<p>20,000 km</p> <p>Mecánico</p> <p>Cambio de filtro de aceite de motor</p>
<p>Dirección</p> 	<p>Diario</p> <p>Mecánico</p> <p>Ajuste de presión de aire</p>	<p>10,000 km</p> <p>Mecánico</p> <p>Alineación de dirección</p> <p>Balanceo de llantas</p>	
<p>Frenos</p> 	<p>Diario</p> <p>Mecánico</p> <p>Inspección de recorrido de pedal de frenos</p> <p>Verificación funcionamiento de paro de emergencia</p>	<p>5,000 km</p> <p>Mecánico</p> <p>Revisión de pastillas de frenos (balatas)</p>	

4. IDENTIFICAR Y CLASIFICAR EN TAREAS, ACTIVIDADES Y PASOS DE PROCEDIMIENTOS

- Utilizar el equipo de protección personal adecuado

Paso de procedimiento



- Avise al operador que va a dar mantenimiento al equipo

Paso de procedimiento



- Verifique que la cadena de transmisión esté operando de forma correcta y que no esté perdiendo alineación

Tarea



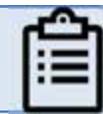
- Verifique que los eslabones de la cadena no estén fracturados o con anomalías en los pernos de sujeción

Tarea



- Verifique que la holgura de la cadena sea la adecuada

Tarea



- Realizar mantenimiento a la cadena

Actividad



- Reemplazar tablillas que se encuentren fracturadas y la tornillería completa

Tarea



5.1 REVISAR EL CUMPLIMIENTO DE CADA TAREA

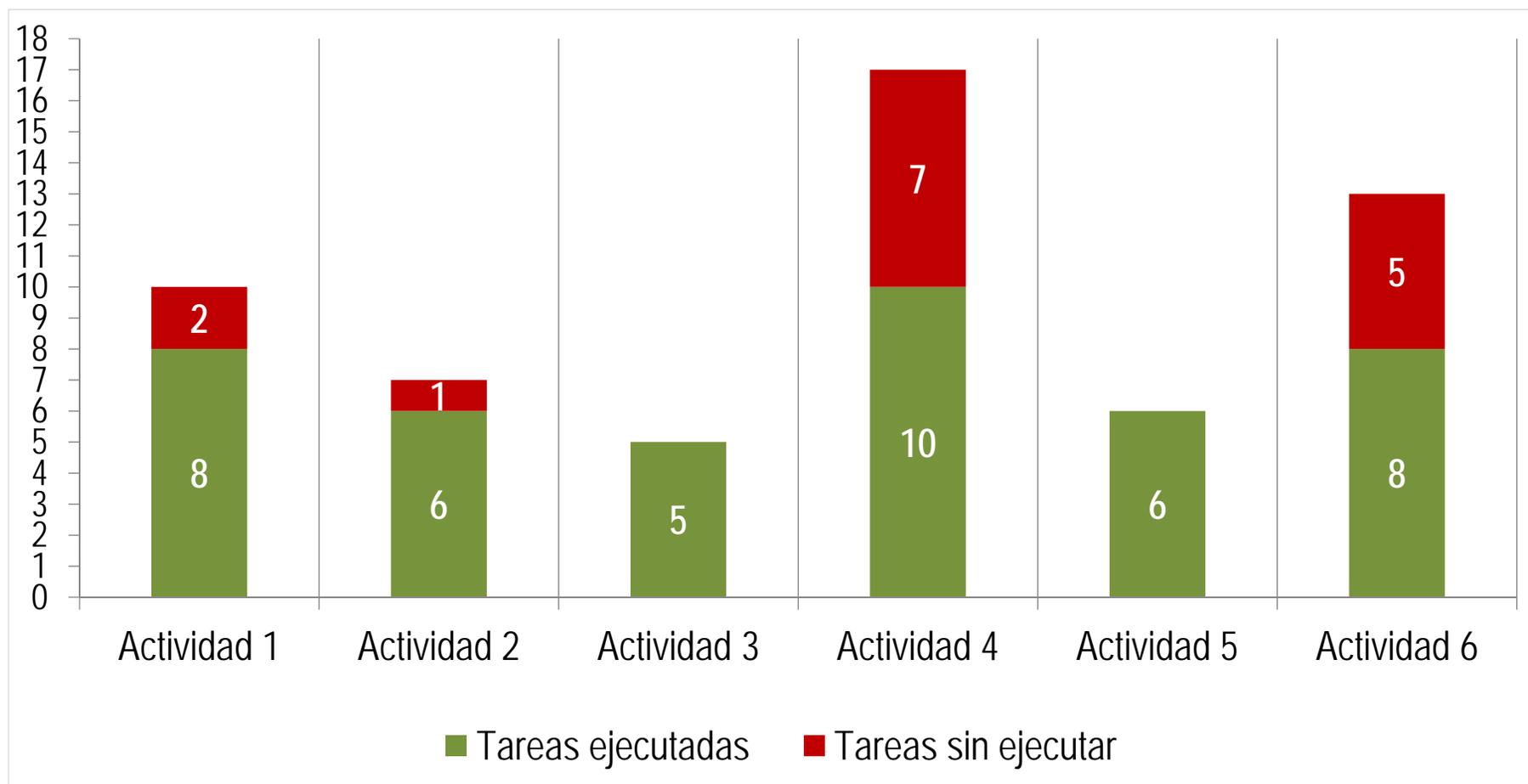
Tareas del plan de mantenimiento: Bus

 Cumplimiento de la frecuencia	 Ejecutada	 No ejecutada										
Revisar el nivel de aceite lubricante de motor.	Diario	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										
												
Inspeccionar la presión de las ruedas, si es inferior a 65 lbs, calibrar.	Semanal	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										
												
Inspeccionar el voltaje de la batería, si es menor a 12V, verificar si recibe carga, sino reemplazar	Semanal	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										
												
Inspeccionar visualmente el estado de la pintura de la carrocería	Mensual	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										
												
Inspeccionar el estado de las soldadura de los soportes de las sillas de los pasajeros,	Trimestral	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										
												
Inspeccionar la presión en el sistema de dirección, si es inferior a 40 bar, reemplazar la bomba.	Semestral	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										
												

Porqué no se está realizando la tarea en la frecuencia definida?

5.1 REVISAR EL CUMPLIMIENTO DE CADA TAREA

Agrupar los resultados por actividad



5.2 REVISAR LAS FRECUENCIAS DE LAS TAREAS

Tareas preventivas			
Cambio de aceite		10,000 km	?
Cambio de filtro de aire		10,000 km	?
Cambio de filtro de aceite de motor		20,000 km	?
Alineación de dirección		10,000 km	?
Balaceo de llantas		10,000 km	?

Cómo fueron definidas?

Corresponde a la frecuencia a la que ha ocurrido la falla?



5.3 REVISAR SI LAS TAREAS TIENEN LOS RECURSOS DEFINIDOS

Actividad	Mano de obra 		Repuestos y materiales 	Herramientas mayores 	Servicios 
Cambio de revestimiento de caucho y pernos de fijación	Mecánico (1)	14 horas	Recubrimiento neopreno 4x4m (4 unidades)	Camión boom (8 horas)	No requeridos
	Ayudante general (2)	17 horas			
Inspección termográfica de tableros de potencia	Electricista (1)	45 horas	No requeridos	Cámara termográfica (45 horas)	No requeridos
Cambio de empaques y sellos.			Empaquetadura 5P8775 (2 unidades)		
			Sellos (5 unidades)		

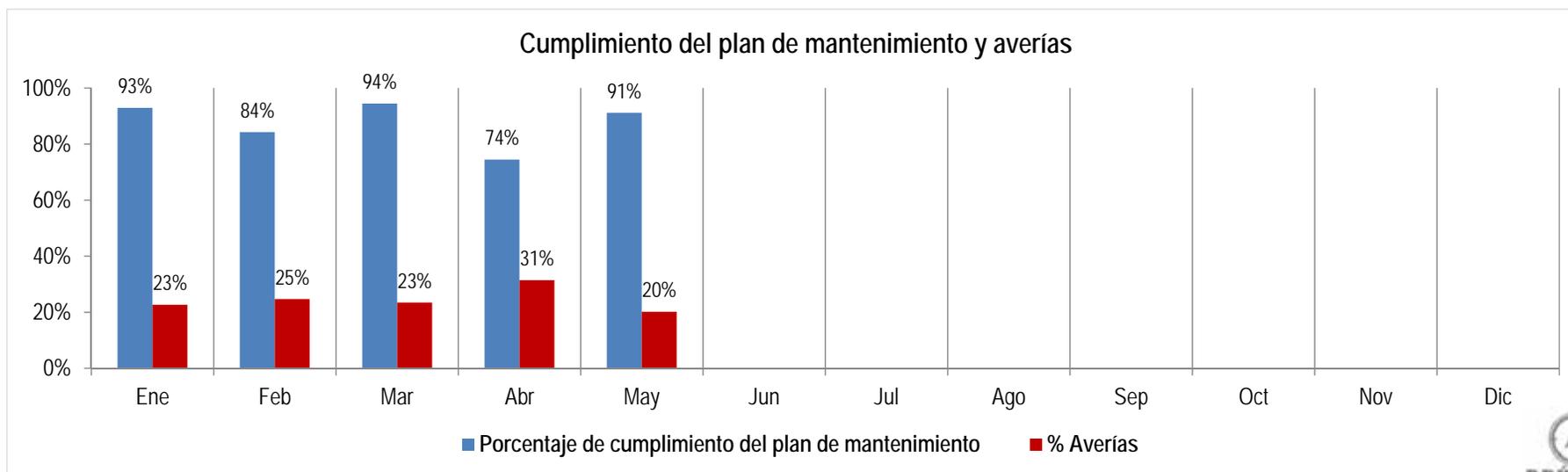
6. VALIDAR SI LA TAREA ACTUAL ES EFECTIVA

Para cada una de las tareas verifique si:

Hace al activo más confiable?

Reduce la cantidad de fallas?

Consultar información de cantidad de averías, versus el cumplimiento de las tareas y analizar su efectividad.



7. ENCONTRAR LA CAUSA DE FALLA PARA CADA TAREA Y VERIFICAR SI SON REQUERIDAS NUEVAS TAREAS

Tarea: Inspeccionar que no existan fugas de aceite en los amortiguadores, si se observan fugas reemplazar los sellos.

Causa de falla: Sellos de los amortiguadores gastados

Tarea: Inspeccionar los tornillos de la caja de dirección, si se encuentran con un torque inferior a xxx Nm, ajustarlos.

Causa de falla: Tornillos de sujeción de la caja de dirección flojos.



Tarea: Verificar que el pedal del freno mantenga la presión al dejarlo pisado, si el pedal desciende hasta el fondo, cambiar la bomba de freno

Causa de falla: Bomba de freno gastada

Tarea: Cambiar el aceite de lubricación del motor

Causa de falla: Aceite de lubricación del motor pierde propiedades



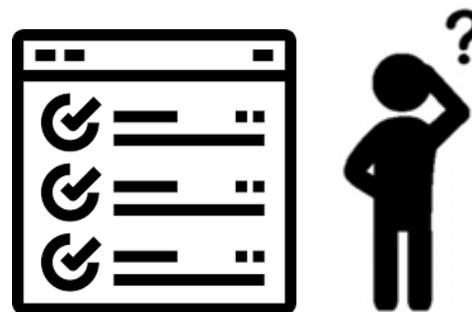
7. ENCONTRAR LA CAUSA DE FALLA PARA CADA TAREA Y VERIFICAR SI SON REQUERIDAS NUEVAS TAREAS

Tarea: Revisar el estado de los soportes de la caja de dirección. Si se observa desgaste, reemplazarlos.

Causa de falla: Soportes de la caja de dirección fatigados

Clasificar el tipo de causa de falla y su comportamiento en el tiempo y contestar:

- *La tarea sí está asociada a una causa de falla?*
- *La tarea es coherente con la causa de falla identificada?*
- *Debe cambiarse?*
- *Debe eliminarse?*



8. LISTAR LOS ELEMENTOS DE LAS CAUSAS DE FALLA IDENTIFICADAS

Motor del bus		 
Causas de falla identificadas		
<input type="checkbox"/> Eje del turbo gastado	➔	• Eje del turbo
<input type="checkbox"/> Filtro de aire obstruido con polvo	➔	• Filtro de aire
<input type="checkbox"/> Filtro de combustible obstruido por sedimentación	➔	• Filtro de combustible
<input type="checkbox"/> Rosca del tapón del cárter gastada	➔	• Tapón del cárter
<input type="checkbox"/> Aceite lubricante agotado	➔	• Aceite lubricante
<input type="checkbox"/> Bomba de aceite gastada	➔	• Bomba de aceite
<input type="checkbox"/> Ventilador golpeado por objeto extraño	➔	• Ventilador
<input type="checkbox"/> Manguera de baja presión cristalizada	➔	• Manguera de baja presión
<input type="checkbox"/> Placa del motor sucia	➔	• Placa
<input type="checkbox"/> Bujías gastadas	➔	• Bujías
<input type="checkbox"/> Dientes del piñón fatigados	➔	• Piñón

9. ANALIZAR CÓMO MÁS PUEDEN FALLAR ESTOS ELEMENTOS Y DEFINIR NUEVAS TAREAS

Tarea: Verificar la holgura de la cadena.

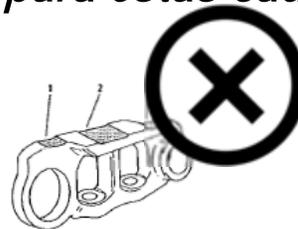
Causa de falla inicial identificada: Cadena gastada

Elemento: Cadena

De qué otra forma puede fallar la cadena?

- Cadena fatigada
- Cadena elongada

Es necesario definir otra tarea para estas causas de falla?



9. ANALIZAR CÓMO MÁS PUEDEN FALLAR ESTOS ELEMENTOS Y DEFINIR NUEVAS TAREAS

Tarea: Verificar la holgura de la cadena

Qué otras causas de falla y elementos pueden relacionarse con la tarea?

Elemento: Eslabones



- Pernos de eslabones gastados
- Pernos de eslabones flojos
- Eslabones gastados en las uniones con pernos

9. ANALIZAR CÓMO MÁS PUEDEN FALLAR ESTOS ELEMENTOS Y DEFINIR NUEVAS TAREAS

Es necesario definir nuevas tareas?



Medir la profundidad entre rodillo de carga y eslabones, si la medición es 99 mm, cambiar las cadenas

Inspeccionar la cadena en el retorno, si se encuentra holgura, corregir

Inspeccionar los pernos de los eslabones, si se encuentran gastados o flojos , programar cambio de cadenas

Inspeccionar las uniones entre eslabones, si se encuentra desgaste y juego entre las caras, programar cambio de cadenas



10. LISTAR LAS FALLAS QUE HAYAN OCURRIDO

Recopilar y analizar las fallas registradas, que hayan ocurrido en el activo.

Utilizar herramientas como:



Top Five



Gráficos de Pareto



10. LISTAR LAS FALLAS QUE HAYAN OCURRIDO

Fallas de un bus en un período

- Bomba hidráulica gastada
- Tubo de presión fatigado
- Manguera del sistema de frenos cristalizada
- Tornillos del bloque del cigüeñal mal ajustados
- Tornillos de la caja de dirección flojos



11. VERIFICAR SI LAS FALLAS IDENTIFICADAS ESTÁN INCLUIDAS EN LA ESTRATEGIA ACTUAL

Causas de falla	Existe una tarea en el plan actual para la causa de falla?
Bomba hidráulica gastada	 Inspeccionar la presión de la bomba hidráulica, si es inferior a 40 bar, reemplazar la bomba hidráulica.
Tubo de presión fatigado	 Definir tarea y su frecuencia
Manguera del sistema de frenos cristalizada	 Definir tarea y su frecuencia
Tornillos del bloque del cigüeñal mal ajustados	NA Error humano: Procedimiento, entrenamiento
Tornillos de la caja de dirección flojos	 Verificar el apriete de los tornillos de la caja de dirección, si se encuentran con un torque inferior a xxx Nm, ajustarlos

11. VERIFICAR SI LAS FALLAS IDENTIFICADAS ESTÁN INCLUIDAS EN LA ESTRATEGIA ACTUAL

Si la tarea existe y la falla ocurre muy frecuentemente.....

¿La frecuencia es la adecuada?



¿Si se está realizando?

Indicadores de cumplimiento.



¿Se está realizando correctamente?

Procedimientos y entrenamiento.



12. ORGANIZAR, DEPURAR Y REGRUPAR TODAS LAS TAREAS



Listar todas las tareas: actuales (confirmadas) y nuevas por equipo padre, sistema o equipo hijo



Eliminar tareas duplicadas



Actualizar las actividades: agrupar las tareas por frecuencia y especialidad

13. ESTANDARIZAR LA DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS RESULTANTES

Sinónimos

- Revisar
- Verificar
- Inspeccionar
- Chequear
- Monitorear

- Reemplazar
- Sustituir
- Cambiar
- Reponer

Términos seleccionados

- Inspeccionar

- Cambiar



14. ASIGNAR RECURSOS Y DURACIÓN A TODAS LAS ACTIVIDADES RESULTANTES

- Tiempo requerido para su ejecución



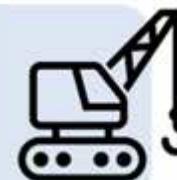
- Mano de obra: Especialidades, cantidad de personas y horas



- Repuestos



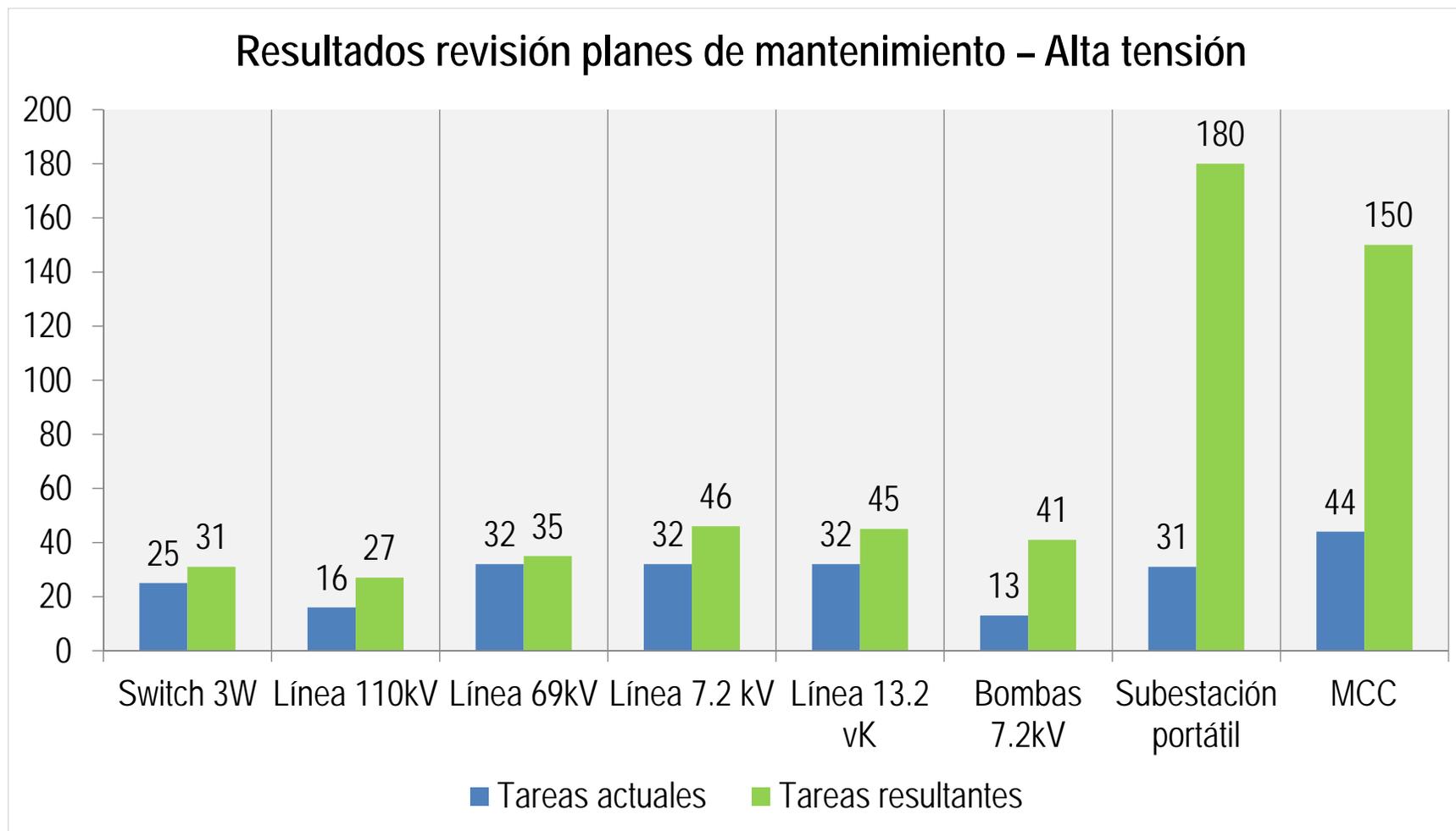
- Herramientas mayores



- Servicios contratados



MEDICIÓN DE LOS RESULTADOS





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD | 2^a
CHILE | EDICIÓN

POR SU ATENCIÓN

¡GRACIAS!

¡Sigue este camino y encuentra el tuyo!

