



CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD

★ PERÚ ★



TOOLBOX
SESSION

ORGANIZADO POR:





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ PERÚ ★



SELECCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO

Santiago Sotuyo Blanco

Gerente Ingeniería Latino América – ARMS Reliability



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ PERÚ ★

Ejercicio

Selección y Optimización de Tareas de Mantenimiento

Optimización en Base a Datos Cuantificados



Alcance del Taller

1. Este Taller guía a los estudiantes a través de una serie de Ejercicios para ilustrar cómo evaluar diferentes escenarios de mantenimiento.
2. El propósito de este Taller es que los alumnos se familiaricen con las variables que influyen en la elección de una tarea óptima de mantenimiento.



Objetivos de Aprendizaje

1. Comprender el cálculo para evaluar el costo de Mantenimiento Correctivo.
2. Conocer los pasos para la construcción de una tarea de Mantenimiento Correctivo.
3. Saber calcular el costo de una tarea PM eficaz.
4. Conocer los pasos para la construcción de un PM optimizado.
5. Saber cuando usted ha encontrado una solución eficaz
6. Reconocer los factores sensibles que influyen las decisiones de mantenimiento tales como el costo de las fallas y el costo de repuestos.



Mantenimiento Correctivo

- Costo de Mantenimiento Correctivo = Numero de Fallas en el Tiempo de Vida de un Sistema x {Costo de la Tarea de Mantenimiento + Costo de la Falla}
 - Numero de Fallas en el Tiempo de Vida de un Sistema = **Tiempo de Vida del Sistema/MTBF dado por la simulación durante el tiempo de vida especificado**
 - Costo de la Tarea de Mantenimiento = **duración x costo de trabajo por hora + costo de repuestos + costos operacionales**
 - Costo de Trabajo = **numero de personas x costo/hora**
 - Costo de Repuesto = **numero de repuestos x costo por unidad**
 - Costo de la Falla = **{tiempo de parada + retraso logístico} x costo unitario por parada + costos de única vez**



Mantenimiento Correctivo

Ejercicio 1:

- Calcular el Costo de Mantenimiento Correctivo sobre 10.000 horas usando los siguientes datos.
 - Numero de fallas = Tiempo de Vida del Sistema/ MTBF = $10.000 / 2.500 = 4$
 - Duración de la tarea = 8 horas
 - Costo por hora de trabajo \$100
 - Repuestos = \$5.000
 - Costo de tareas operacionales = \$2.000
 - Retraso logístico = 0
 - Costo unitario por parada= \$175 / hora
 - Costos de falla de vez única = \$10.000.



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ PERÚ ★

Mantenimiento Correctivo



Mantenimiento Correctivo

Respuesta Ejercicio 1:

- **Costo de Mantenimiento Correctivo = Numero de Fallas en el Tiempo de Vida del Sistema x {Costo de la tarea de mantenimiento + Costo de la Falla}**

Respuesta:

$$\begin{aligned} &= 4 \times \{(8 \times \$100/\text{hr} + \$5.000 + \$2.000) + (8 \times \$175/\text{hr} + \$10.000)\} \\ &= \$76.800 \end{aligned}$$



Mantenimiento Preventivo

- Mantenimiento Preventivo = {Número de tareas completadas x Costo de la tarea PM} + Costo de fallas
 - Numero de tareas = **Tiempo de Vida del Sistema / Intervalo**
 - Costo del PM = **Duración de tarea PM x costo de trabajo + costos de repuestos + costos operacionales**
 - Costo de fallas
 - Para PM efectivos = el costo de la falla es cero
 - Para PM inefectivos = numero de fallas x costo por parada + costo de vez única.



Mantenimiento Preventivo

Ejercicio 2:

- Calcular el costo total sobre 10.000 hrs. usando datos de PM adicionales.
 - Intervalo de PM = 1.650 horas
 - Duración de tarea PM = 6 horas
 - Repuestos \$5.000
 - Costo operacional \$2.000
 - El costo de la falla supone que el PM es efectivo en restaurar la vida



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ PERÚ ★

Mantenimiento Preventivo



Mantenimiento Preventivo

Respuesta Ejercicio 2:

- $6 \times (6 \times \$100 + \$5.000 + \$2.000) + 0 = \45.600
- Numero de tareas = $10.000 \text{ hrs} / 1.650 \text{ hrs} = 6$
 - Costo de PM = $6 \times \$100\text{phr} + \$5.000 + \$2.000 = \$ 7.600$
 - Costo de falla por tarea de PM efectiva = cero



Mantenimiento Preventivo

Ejercicio 3:

- **Intente el mismo ejemplo con un intervalo PM de 4.900 horas.**
 - Calcular el costo total sobre 10.000 horas usando datos de PM adicionales.
 - Intervalo de PM = 4.900 horas
 - Duración de tarea PM = 6 horas
 - Repuestos \$5.000
 - Costo operacional \$2.000
 - El costo de la falla supone que el PM es efectivo en restaurar la vida



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ PERÚ ★

Mantenimiento Preventivo



Mantenimiento Preventivo

Respuesta Ejercicio 3:

Mantenimiento Preventivo = {Número de tareas completadas x Costo de la tarea PM} + Costo(s) de la falla(s)

- Numero de tareas = 0
- Costo del PM = \$0
- Costo de la falla
 - **En este caso el intervalo de PM es demasiado largo y la falla ocurre antes de la parada programada, entonces el costo de la falla será el mismo que el del Mantenimiento Correctivo.**
- Costo del Mantenimiento Correctivo incluyendo parada = \$76.800



Discusión: Mantenimiento Preventivo

- La reducción de costos de mantenimiento mediante la extensión del intervalo más allá de la edad de desgaste, conduce a mayores costos generales
- Sensibilidad
 - Si el costo del tiempo de parada es bajo, pero el costo de los repuestos es alta, el Correctivo probablemente sea mas eficaz que el PM.
 - Si el costo de los repuestos es bajo, entonces los programas PM son probablemente mas eficaces.
 - Con certeza la edad de desgaste puede ser un factor significativo en determinar la efectividad de las tareas PM



Mantenimiento Predictivo

Ejercicio 4:

- Calcular el costo total sobre 10.000 horas usando datos PdM adicionales.
 - **Tarea Predictiva:**
 - Intervalo PdM = 500 horas
 - Intervalo P-F = 750 horas
 - Duración de la tarea = 0,5 horas
 - **Acción Secundaria:**
 - Repuesto \$5.000
 - Costo operacional \$2.000



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ PERÚ ★

Mantenimiento Predictivo



Mantenimiento Predictivo

Respuesta Ejercicio 4:

- Numero de reemplazos
 - MTBF = 2.500 horas
 - Tarea PdM @ 500 horas con 750 PF
 - Atraparemos las fallas @ 2.000 horas, entonces $10.000 \text{ hs} / 2.000 \text{ horas} = 5$ reemplazos
- Numero de PdM's
 - $10.000 \text{ horas} / 500 \text{ horas} = 20$ PdM's
 - Costo de falla para un efectivo CbM = cero
- Costo Total = Reemplazo + Costo PdM
 - $5 \times \$7,600/\text{reemplazo} + 20 \text{ PdM's} [0.5 \text{ horas} \times \$100/\text{hora}]$
 - Costo Total = \$39.000



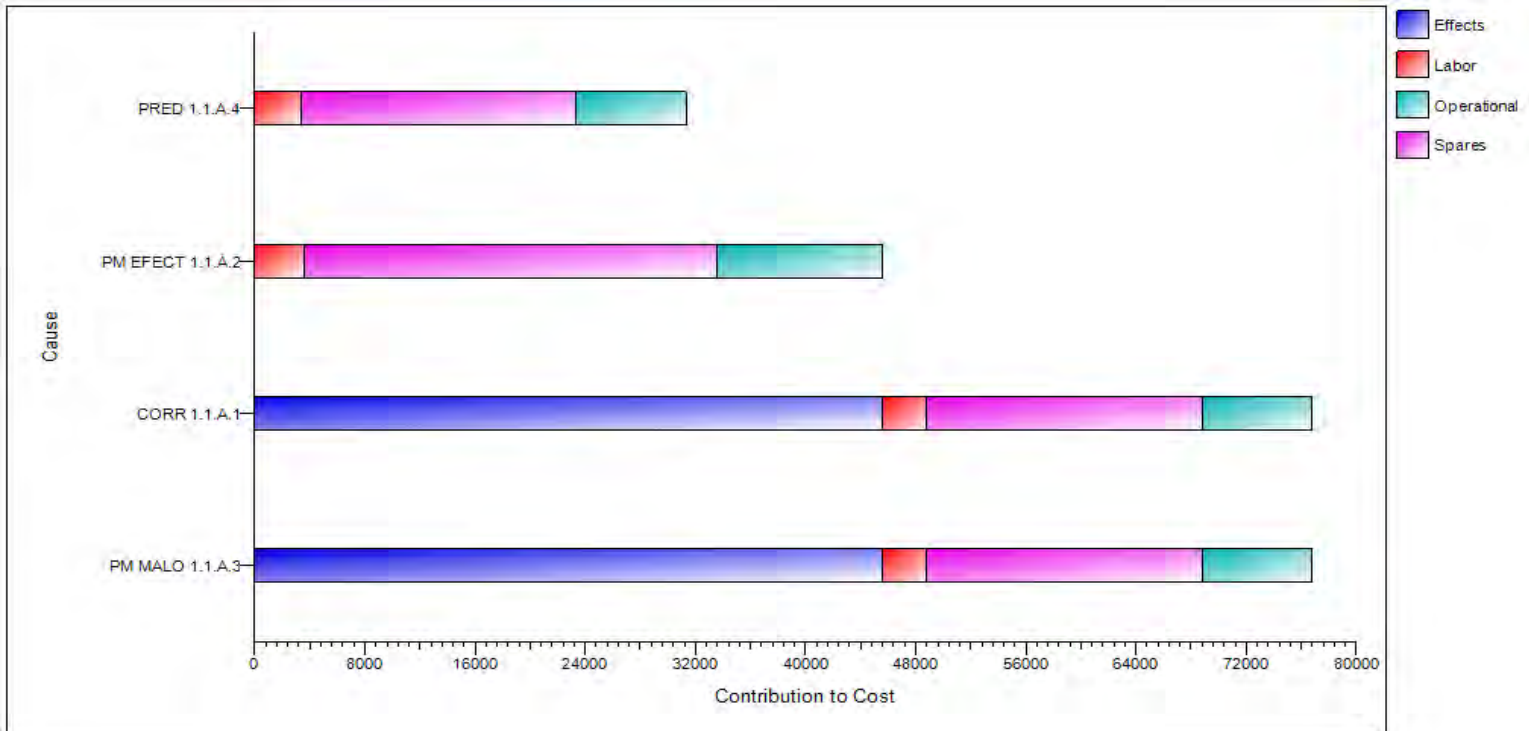
Discusión: Mantenimiento Predictivo

- El Mantenimiento Predictivo puede reducir los costos de mantenimiento mas allá, al permitir a los activos alcanzar el desgaste fuera de la curva y ser mantenidos antes de la falla.
- Sensibilidad
 - PdM esta restringido por las tecnologías o la capacidad humana de percibir señales de una falla inminente
 - No todas las Tareas Preventivas pueden ser reemplazadas por una inspección
 - No todos los Modos de Falla son mejor mitigados con una tarea preventiva
 - Los intervalos P-F deben ser suficientemente largos para ser rentable y permitir a las inspecciones identificar fallos prematuros



Resumen – Tareas de Mantenimiento

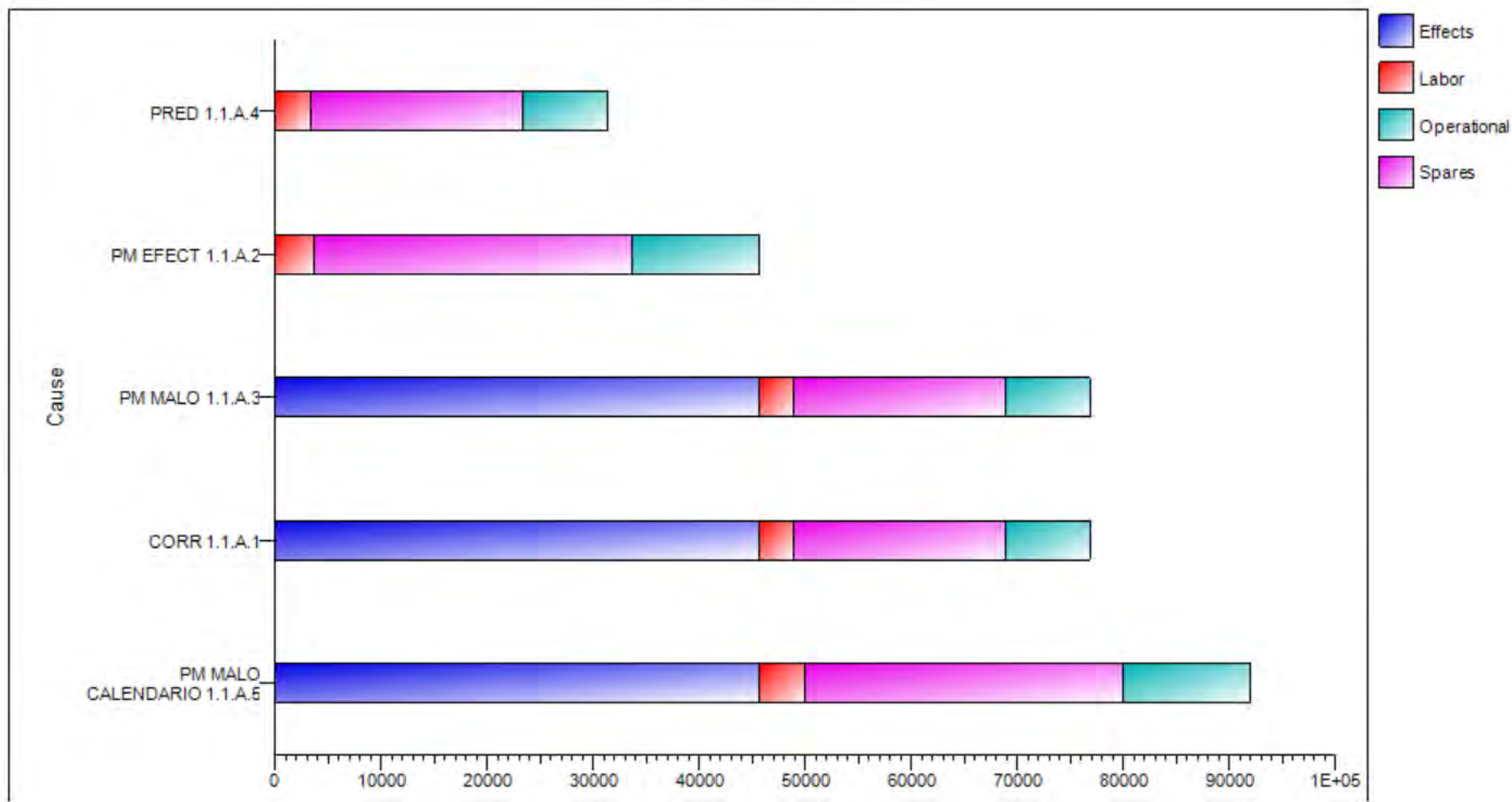
Estrategia	Costo Total
Correr a la Falla	\$76.800
PM Efectivo (1650 hr)	\$45.600
PM Inefectivo	\$76.800
Monitoreo Basado en la Condición (CbM)	\$39.000





Y si el PM malo fuera Calendario?

Contribution





CONCLUSIONES

- COMENZAR SIEMPRE REALIZANDO LOS FMECA/RCM PARA CADA EQUIPO A ESTUDIAR
- COMPLETAR LOS DATOS MAESTROS: EFECTOS DE FALLA, FRECUENCIAS DE FALLA (WEIBULL), TAREAS ALTERNATIVAS
- TODO DEBE ESTAR CUANTIFICADO (EFECTOS, FRECUENCIAS, TAREAS)
- SIEMPRE COMPARAR ESCENARIOS ANTES DE TOMAR LA DECISIÓN (CORRECTIVO, PREVENTIVO, PREDICTIVO)
- RECORDAR QUE LAS DECISIONES SON A NIVEL DE MODOS DE FALLA
- RECORDAR LA DIFERENCIA ENTRE PLANES BASADOS EN HORAS REALES MAQUINA Y CALENDARIO

POR SU ATENCIÓN

¡GRACIAS!

ORGANIZADO POR:



Santiago Sotuyo Blanco

Gerente Ingeniería Latino América – ARMS Reliability

ssotuyo@armsreliability.com

www.armsreliability.com