



1



2

## Taller práctico con herramientas para mejorar la confiabilidad de tu planta

La Sesión Toolbox es un taller donde aprenderás conocimientos prácticos y útiles que te servirán en tu trabajo en planta, aquí el ponente explica el objetivo de la herramienta a aprender y facilita el modelo de aprendizaje mediante ejemplos y ejercicios.

Adicional proporciona herramientas, formatos, hojas de cálculo y consejos, para que adquieras las competencias que mejorarán tu desempeño en el día a día.



# TOOLBOX



## Cómo Seleccionar Correctamente las Frecuencias de las Tareas Preventivas, Predictivas y Detectivas

**Jesús R. Sifonte Díaz**

Presidente de PdMtech /Co-Fundador Conscious Reliability

3



## Contenido



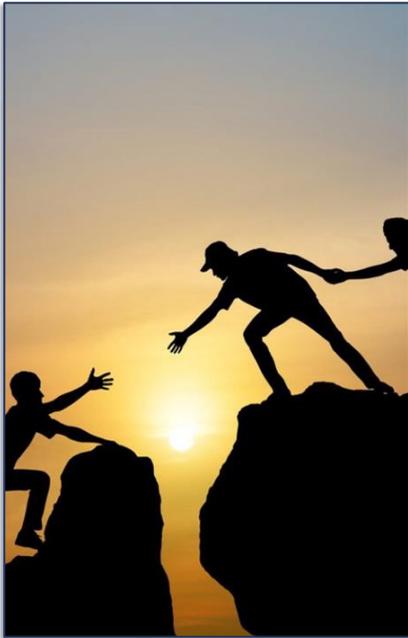
1. Fundamentos de Ingeniería de **Mantenimiento y Confiabilidad**
2. Proceso de Selección de Tareas Mediante Diagrama Decisional
3. Ejemplos
  - Tareas Tipo **C**
  - Tareas Tipo **T**
  - Tareas Tipo **D**
4. Ejercicios de Práctica
5. Resumen

4

# Parte 1

## Fundamentos de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad

5



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
C W I L E 5<sup>a</sup>  
EDICIÓN

### Confiabilidad es...

- El nivel de certidumbre que tenemos de que un activo cumplirá sus funciones conforme lo requiere su usuario
- Tiene que ver con:

Esperanza

Certeza

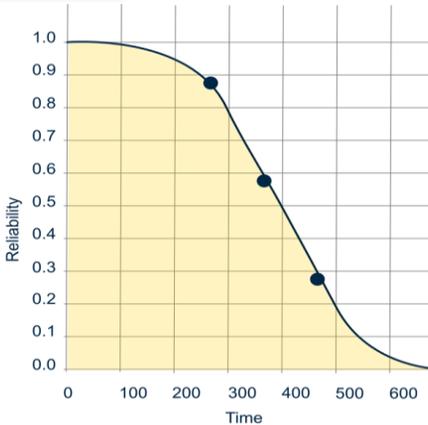
Confianza

Garantía

3M  
TECH

6

## La Confiabilidad también es...



- Medible
- Disminuye con el tiempo
- Relacionada al Diseño del Activo
- Recuperada por el Mantenimiento
- Mejorada con un diseño más Robusto

7

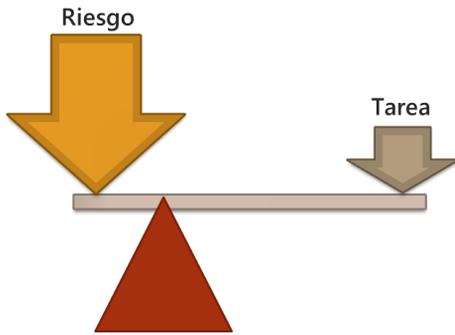
## Relación Entre Mantenimiento y Confiabilidad

- O** Operator Performed Task
- C** Condition Monitoring Task
- T** Time Based Task
- 2** Combined Tasks
- F** Run to Failure
- R** Redesign Task
- D** Detection Task

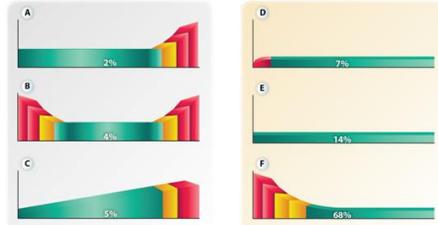
- La Confiabilidad se Define en la Fase de Proyecto
- El Mantenimiento se Aplica Principalmente en la Fase Operacional
- Las Estrategias de Mantenimiento se Definen con Análisis de Confiabilidad

8

## Toda Tarea Debe ser.....



- **Técnicamente Viable**



- **Justificable**



## Parte 1 – Quiz Cierto o Falso

1. Es posible medir la confiabilidad.
2. La confiabilidad es definida en la fase operacional del activo.
3. El mantenimiento mejora la confiabilidad si se hace bien.
4. Todos los eventos de fallas requieren tareas proactivas
5. Las tareas de mantto. se definen con análisis de confiabilidad

# Parte 2

## Selección de Tareas Mediante Diagrama Decisional

11



CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
C W I E 5ª  
EDICIÓN

### Tareas de Equipos Críticos

- Deben ser Priorizadas de Acuerdo a la Consecuencia de los Eventos de Fallas
- Deben Ser Dirigidas a Causas Específicas
- Identifique 3 Tipos de Modos de Fallas

Deterioro Normal

Defectos de Diseño

Errores Humanos



12

# Tipos de Tareas

- C Monitoreo de Condiciones
- 2 Combinación
- T Restauración y Reemplazo por Tiempo
- R Rediseño
- D Detección
- F Dejar Fallar
- O Tareas Hechas por el Operador

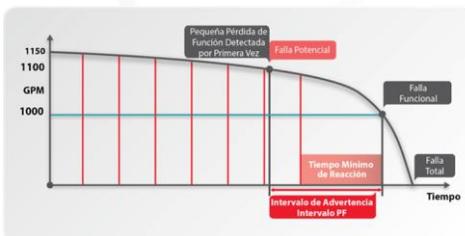


13

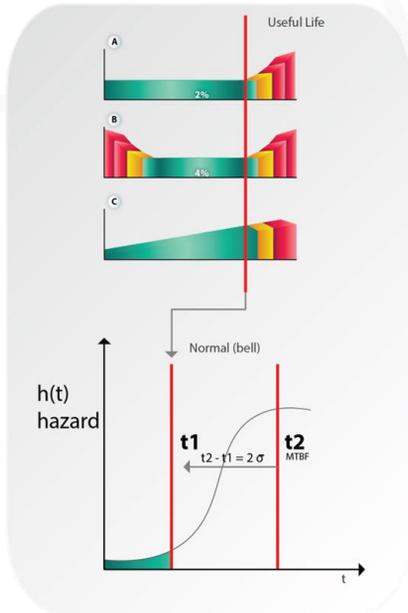


## Tareas Tipo C

- Familias de Tareas Tipo C
- Falla Potencial e Intervalo PF



14

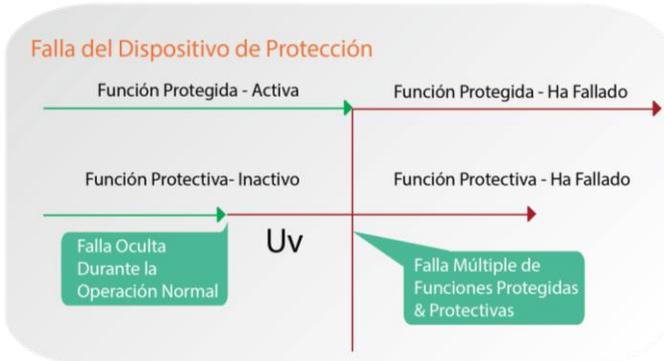


## Tareas Tipo T

- Desgaste Agudo Según Análisis Estadístico
- Distribución Gaussiana
- MTBF
- Vida Útil



15



## Tareas Tipo D

- Tipos de Funciones
- Uv
- Falla Múltiple



16

# Tipos de Consecuencias



# Concepto del Diagrama Decisional



H	C	T	D	R
S	C	T	2	R
P	C	T	F	R
M	C	T	F	R



## Ejemplo de Selección de Tarea

H	C	T	D	R
S	C	T	2	R
P	C	T	F	R
M	C	T	F	R

- **Caso 1**
  - a. Modo de Falla – Fatiga de Rodamiento por Vida Útil
  - b. Consecuencia de Producción
  - c. Alta Criticidad
- **Caso 2**
  - a. Modo de Falla – Junta Partida por Error de Instalación
  - b. Consecuencia de Seguridad
  - c. Alta Criticidad

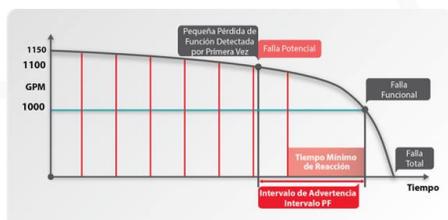
## Parte 2 – Quiz Cierto o Falso

1. Las tareas van dirigidas a la falla funcional.
2. Las tareas tipo C encuentran fallas potenciales.
3. La vida útil es lo mismo que el MTBF.
4. Las tareas tipo T son proactivas.
5. Las tareas tipo D encuentran fallas ocultas y no son consideradas proactivas.

# Parte 3

## EJEMPLOS

21



### Ejemplo 1

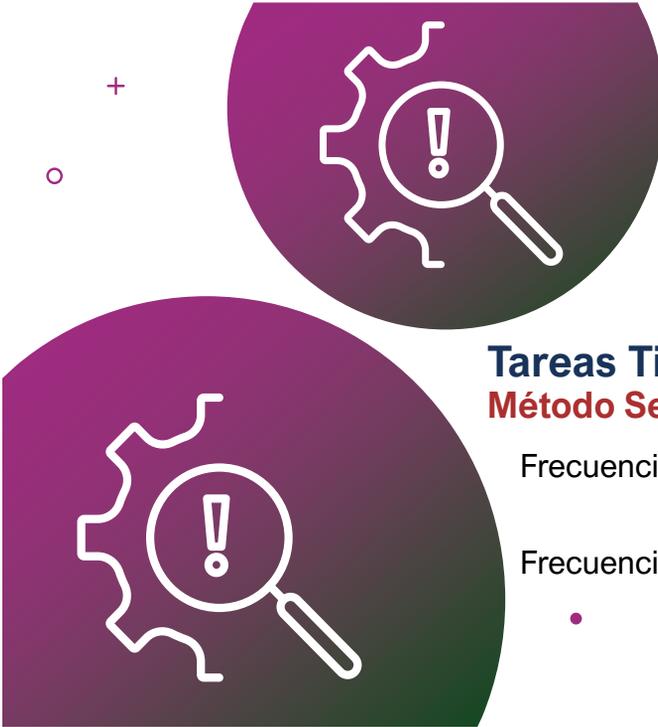
CONGRESO DE  
MANTENIMIENTO  
& CONFIABILIDAD  
C W I L E | 5ª  
EDICIÓN

## Tareas Tipo C - Datos

- Modo de Falla: Desgaste Rodamiento
- MTBF = 10 años (3 Fallas en 30 años)
- Consecuencia: Mantenimiento
- PF = 1 año
- Costo de la Falla: \$10,000.00
- Costo de Inspección = \$50.00
- Costo de Corrección Proactiva = \$500
- Probabilidad de Detección = 95%



22



## Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia Método Sencillo. (Fórmula #1)

Frecuencia de Tareas =  $PF/2$

Frecuencia de Tarea C =  $1 \text{ año} / 2$   
= 0.5 años o 6 meses



23



## Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia Método Navair 00-25-403

Donde:

**n** = Número de inspecciones dentro del intervalo PF

**PF** = Intervalo de tiempo entre P y F

**C<sub>i</sub>** = Costo de la inspección o tarea

**C<sub>npm</sub>** = Costo de la falla

**C<sub>pf</sub>** = Costo de corregir la falla potencial

**S** = Prob. de detectar la falla potencial

$$n = \frac{\ln \left[ \frac{-\frac{MTBF}{PF} C_i}{(C_{npm} - C_{pf}) \ln(1 - S)} \right]}{\ln(1 - S)}$$



24



## Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia

### Método Navair 00-25-403 (Fórmula #2)



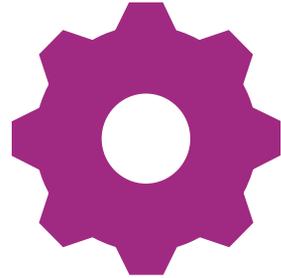
Frecuencia de Tarea =  $PF/n$



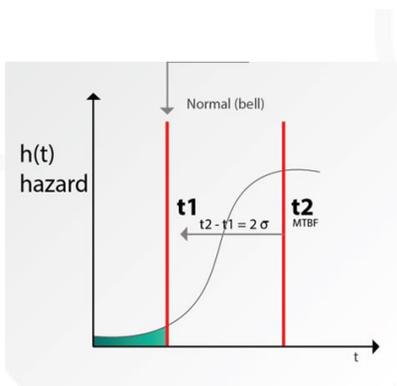
**Paso 1:** Cálculo de  $n = 1.35$



**Paso 2:** Frecuencia de Tarea =  $1/1.35 = 0.74$  año o 270 días



25



## Ejemplo 2

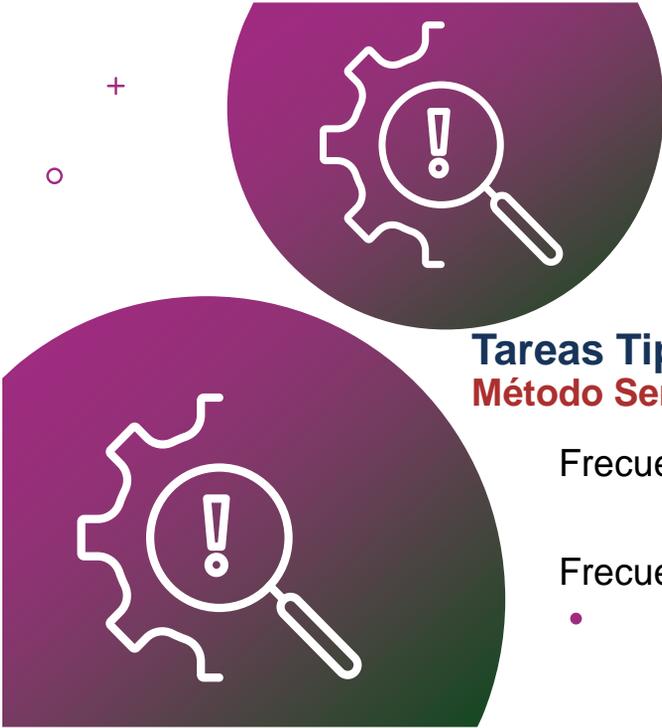


### Tareas Tipo T - Datos

- Modo de Fallas: Desgaste de Buje
- MTBF = 10 años (3 Fallas en 30 años)
- Consecuencia: Mantenimiento
- Costo de la Falla: \$10,000.00
- Costo del Reemplazo = \$50.00
- Datos de Weibull : Beta = 3.3 Eta = 12



26



## Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia Método Sencillo (Fórmula #3)

Frecuencia de Tarea T = MTBF/2

Frecuencia de Tarea T = 10 años / 2  
= 5 años



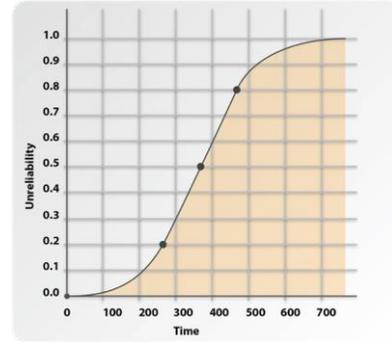
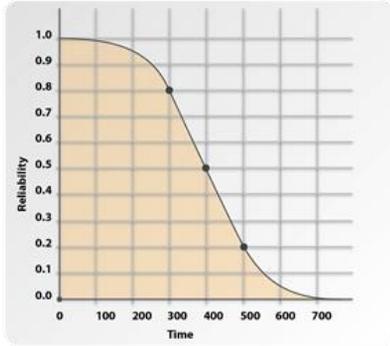
## Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia Método Weibull

**11.10**  $R(t) = e^{- (t/\eta)^\beta}$  Función de Confiabilidad

**11.11**  $F(t) = 1 - e^{- (t/\eta)^\beta}$  Función de Prob. de Falla



# Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia Método Weibull

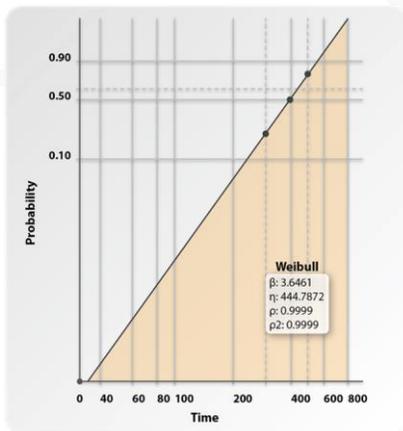


11.12  $R(t) + F(t) = 1$



29

# Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia Método Weibull



Un cedazo de la línea de succión de una bomba de agua ha fallado 3 veces:

- **Falla #1** – 401 horas
- **Falla #2** – 298 horas
- **Falla #3** – 505 horas



30

## Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

### Método Weibull (Fórmula #4)

$$G_{ABRP} = \frac{C_f \times F(t_p) + C_p \times R(t_p)}{\int_0^{t_p} R(t_p) dt}$$

**tp** = T del Reemplazo Preventivo.    **Cf** = Costo de Reemplazo en Falla  
**GABRP** = \$ Promedio Por Tiempo    **Cp** = \$ de Reemplazo Preventivo  
**F(tp)** = Prob. de Falla a tp    **R(tp)** = Conf, a tp

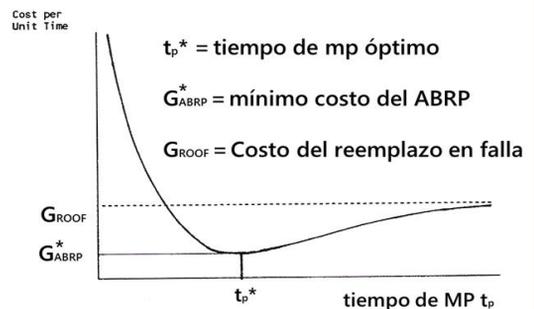


31

## Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

### Método Weibull

$$G_{ABRP} = \frac{C_f \times F(t_p) + C_p \times R(t_p)}{\int_0^{t_p} R(t_p) dt}$$



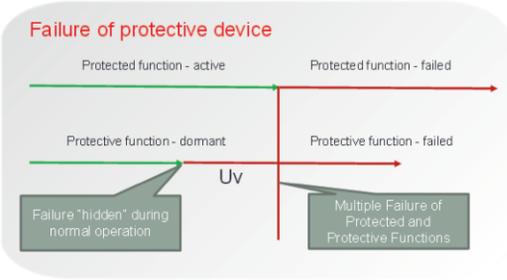
32



## Ejemplo 3 Tareas Tipo D - Datos

- Modo de Falla: Falsa Alarma
- $Mv = 5$  años
- $Uv = 95\%$
- Consecuencia: Producción

Se Detiene el Proceso por 3 h  
Sin Riesgo a la Seguridad



33

## Tareas Tipo D – Cálculo de Frecuencia Caso General (Fórmula #5)



$$I = 2UvMv$$

Donde:

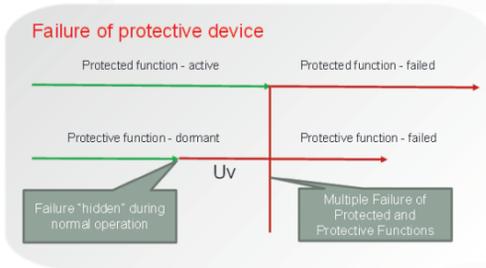
- I** = Intervalo de inspección
- Uv** = Indisponibilidad tolerable de la función protectora
- Mv** = MTBF del dispositivo protector



34



# Tareas Tipo D – Cálculo de Frecuencia Caso General (Fórmula #5)



$$I = 2UvMv$$

$$I = 2 \times 0.05 \times 5 = 0.5 \text{ años o } 180 \text{ días}$$

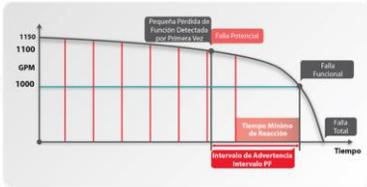


# Parte 4

# EJERCICIOS

## Ejercicio 1

### Tareas Tipo C - Datos



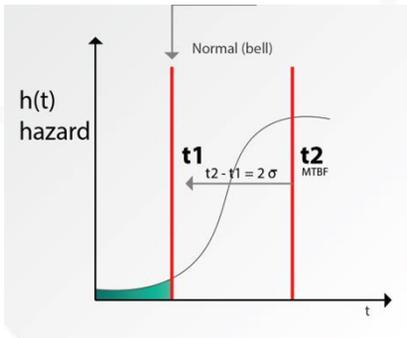
- MF: Exceso de Juego Lateral
- MTBF = 40,000 horas
- PF = 16,000 horas
- Ci = 50 USD ; Cnpm = 30,000
- Cpf = 2000
- S = 0.95
- Determine la Frec. Tarea C con  $n=2$
- Determine la Frecuencia de la Tareas con Navair



37

## Ejercicio 2

### Tareas Tipo T - Datos



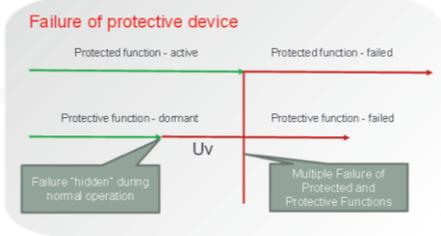
- Modo de Fallas: Saturación de Filtro
- MTBF = 2 años
- Consecuencia: Mantenimiento
- PF = 1 año
- Costo de la Falla: \$500.00
- Costo del Reemplazo = \$50.00
- Determine Frecuencia de T
- Use Método Sencillo



38

## Ejercicio 3

# Tareas Tipo D - Datos



- Modo de Falla: Sensor Fuera de Rango
- Sensor a fallas 3 veces a:
  - 30,000 horas
  - 20,000 horas
  - 40,000 horas
- $U_v = 99.99 \%$
- Consecuencia: Seguridad
- **Determine  $M_v$**
- **Determine  $I$**

# iGracias!

Jesús R. Sifonte Díaz  
[jsifonte@pdmtechusa.com](mailto:jsifonte@pdmtechusa.com)