



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE  
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO  
MANTENER  
2026



# Frecuencias de Mantenimiento

JESUS R. SIFONTE

22 de Abril de 2026

22 | 23 | 24 | **ABRIL**



# Frecuencias de Mantenimiento

Por: Jesús R. Sifonte/ Presidente Pdmtech

Líder destacado, conferenciante, consultor, instructor y coach sobre confiabilidad y mantenimiento de activos. Creador de RCM-R<sup>®</sup>, un enfoque optimizado de la metodología RCM original, y coautor de la publicación *Reliability Centered Maintenance - Reengineered (RCM-R<sup>®</sup>): Practical Optimization of the RCM Process with RCM-R<sup>®</sup>*.

Ingeniero Mecánico por la Universidad de Puerto Rico y posee un grado de Master of Maintenance and Reliability Engineering por la Monash University en Melbourne, Australia y tiene certificación de analista de vibración ASNT nivel 3A de ASNT, entre otras credenciales profesionales.

# Contenido



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

22 | 23 | 24 ABRIL



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE  
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO  
MANTENER  
2026



## Parte 1

# Fundamentos de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad



# 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

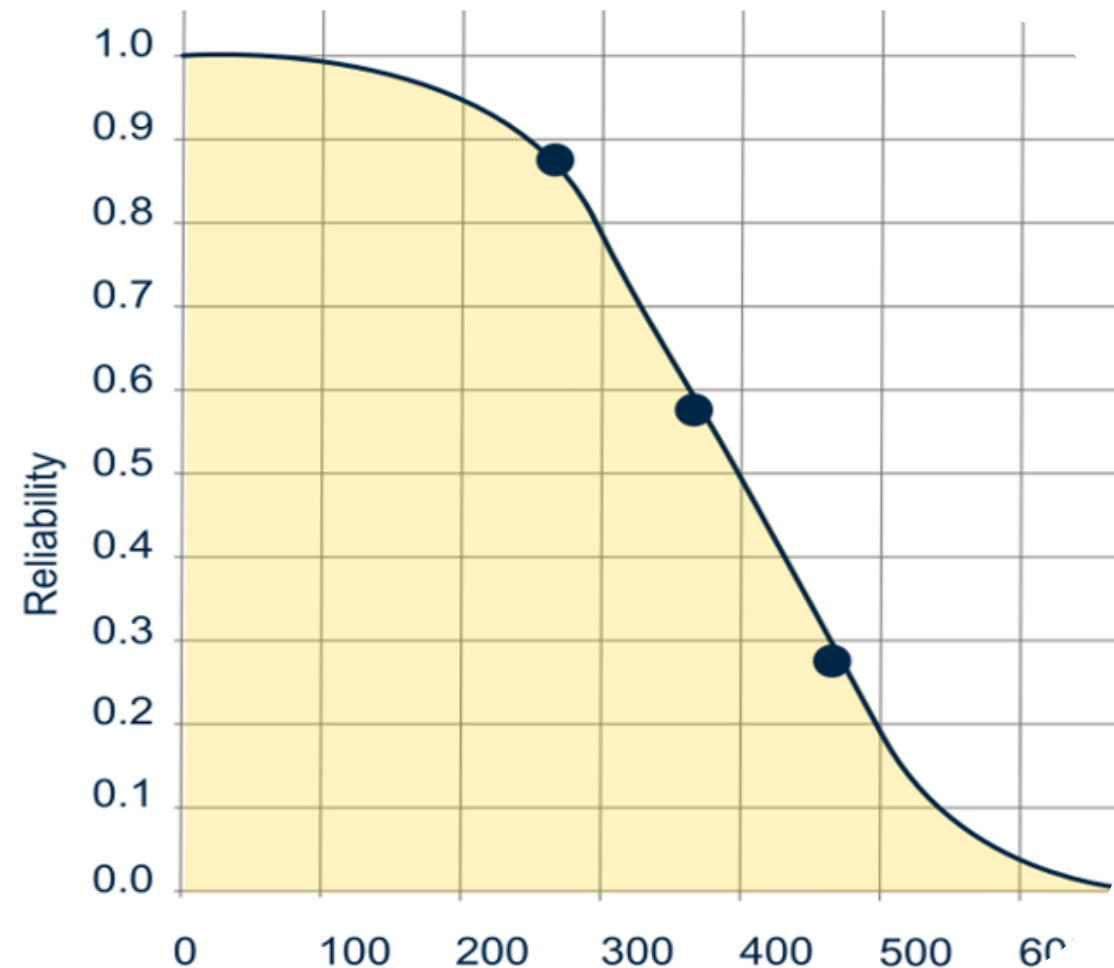
Certeza

Confianza

Garantía

# La Confiabilidad también es...

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



# Relación Entre Mantenimiento y Confiabilidad

- 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.

O Operator Performed Task

C Condition Monitoring Task

T Time Based Task

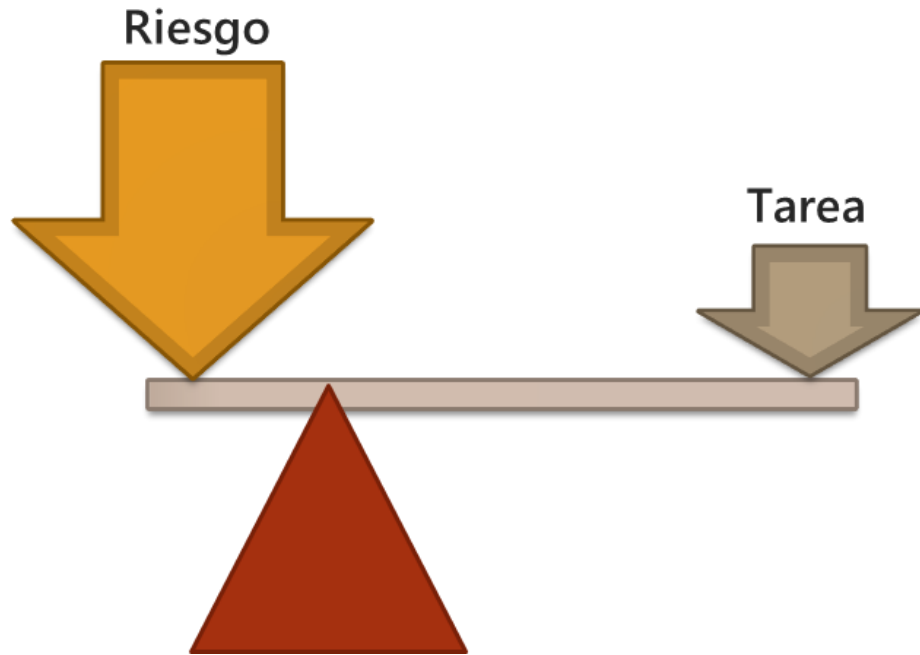
2 Combined Tasks

F Run to Failure

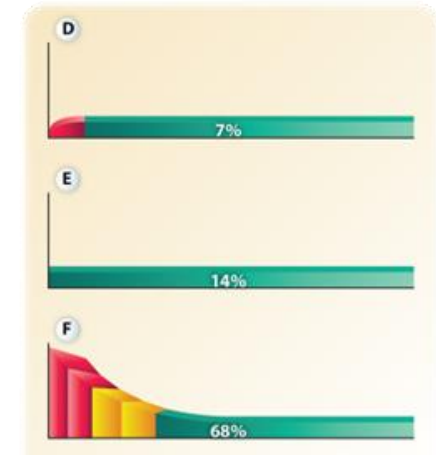
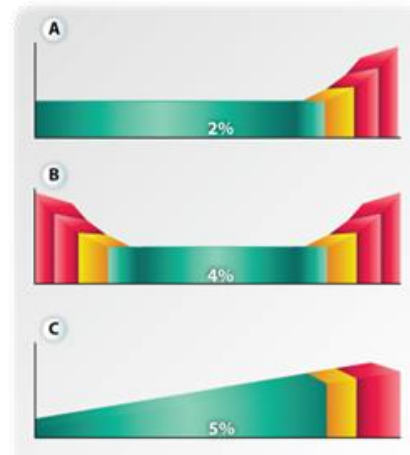
R Redesign Task

D Detection Task

# 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

22 | 23 | 24 ABRIL



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE  
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO  
MANTENER  
2026



## Parte 2

# Selección de Tareas Mediante Diagrama Decisional



# 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

# Tipos de Tareas



Monitoreo de Condiciones



Combinación



Restauración y Reemplazo por Tiempo



Rediseño



Detección



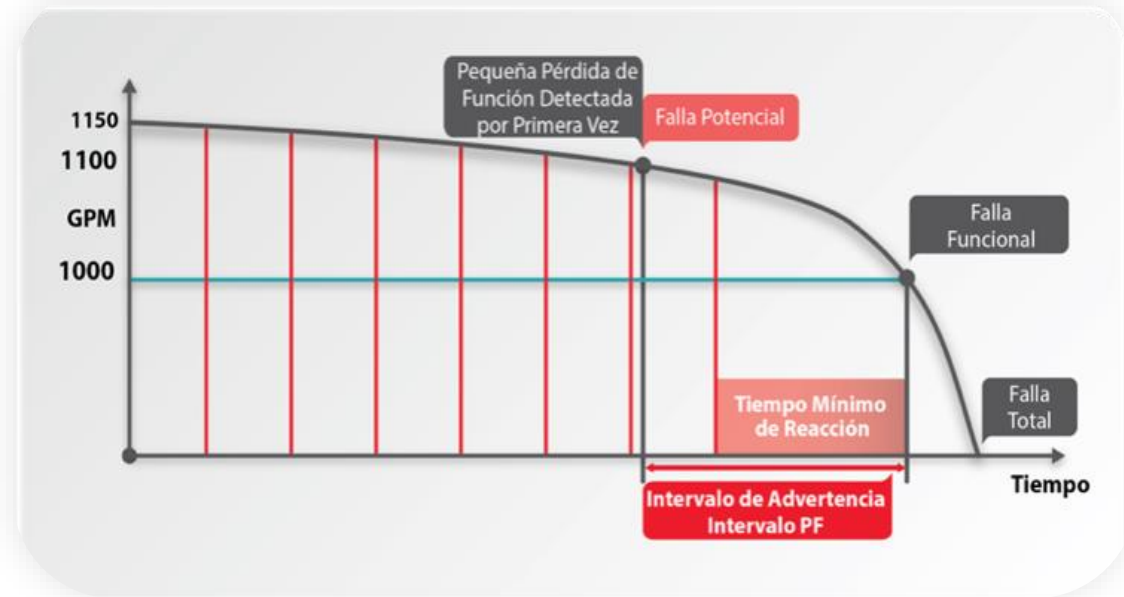
Dejar Fallar



Tareas Hechas por el Operador

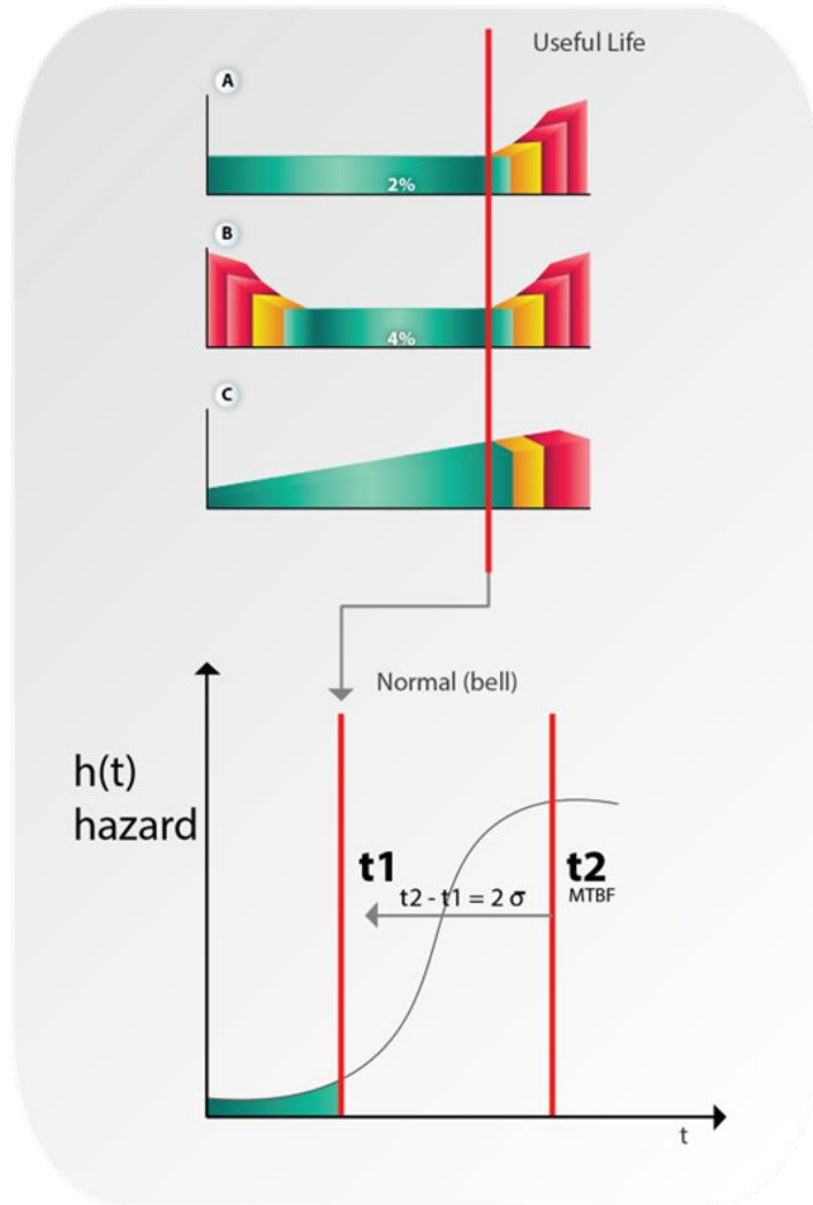
# Tareas Tipo C

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



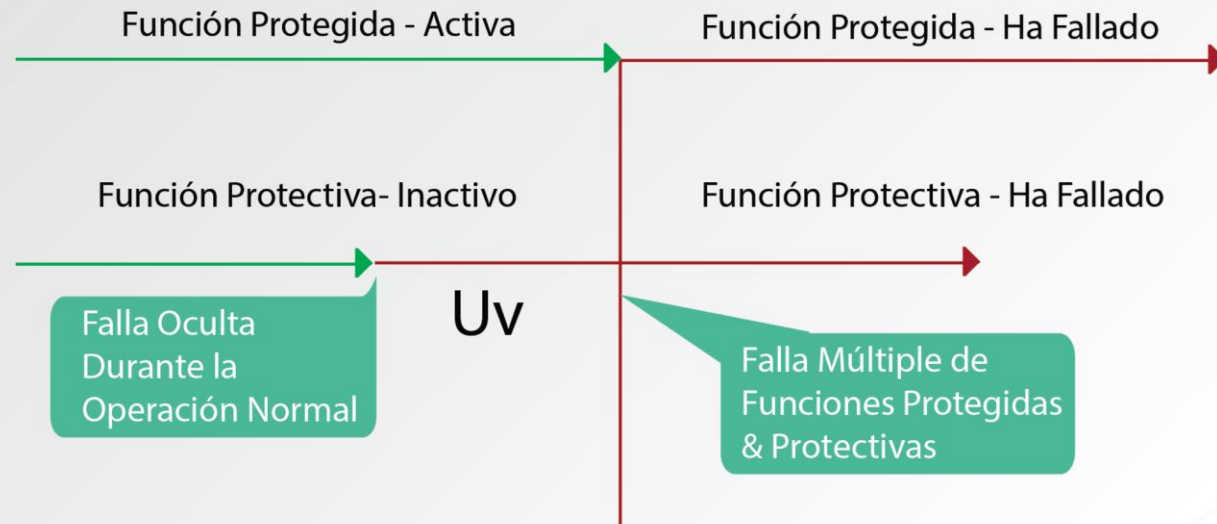
# Tareas Tipo T

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



# Tareas Tipo D

## Falla del Dispositivo de Protección

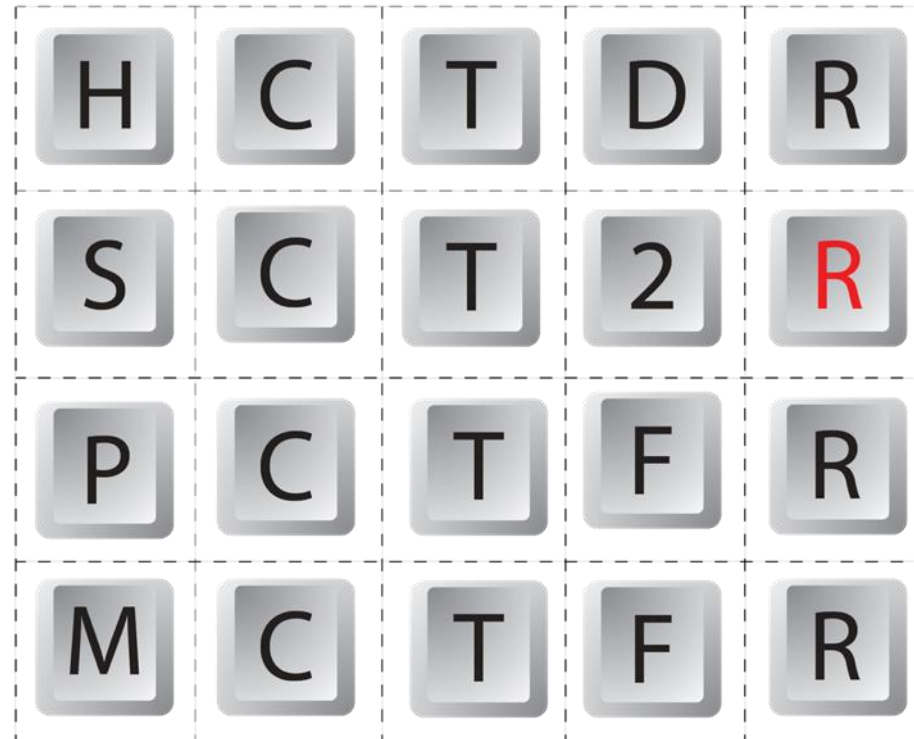


- Tipos de Funciones
- Uv
- Falla Múltiple

# Tipos de Consecuencias



# Concepto del Diagrama Decisional



# 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**

- Modo de Falla – Fatiga de Rodamiento por Vida Útil
- Consecuencia de Producción
- Alta Criticidad

- **Caso 2**

- Modo de Falla – Junta Partida por Error de Instalación
- Consecuencia de Seguridad
- 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.

22 | 23 | 24 ABRIL



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE  
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO  
MANTENER  
2026



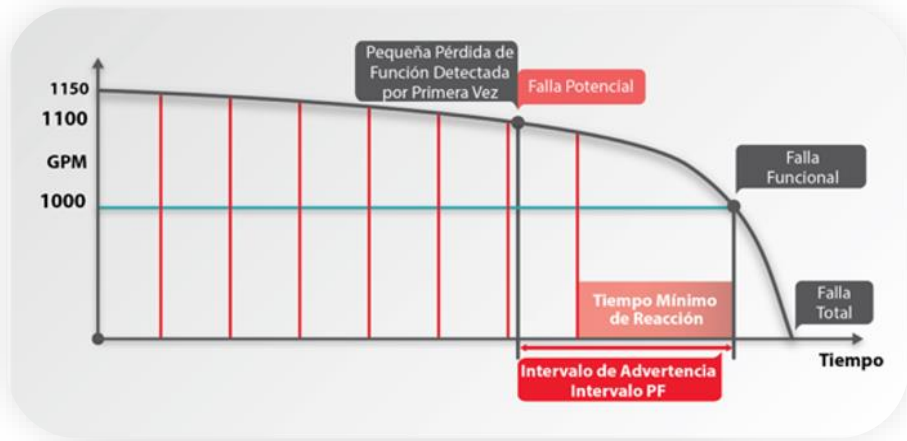
## Parte 3

# Ejemplos

# Ejemplo 1

## 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%



# Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia

## Método Sencillo. (Fórmula #1)

Frecuencia de Tareas =  $PF/2$

Frecuencia de Tarea C = 1 año / 2  
= 0.5 años o 6 meses

# 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

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

# Tareas Tipo C – Cálculo de Frecuencia

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

Frecuencia de Tarea =  $PF/n$

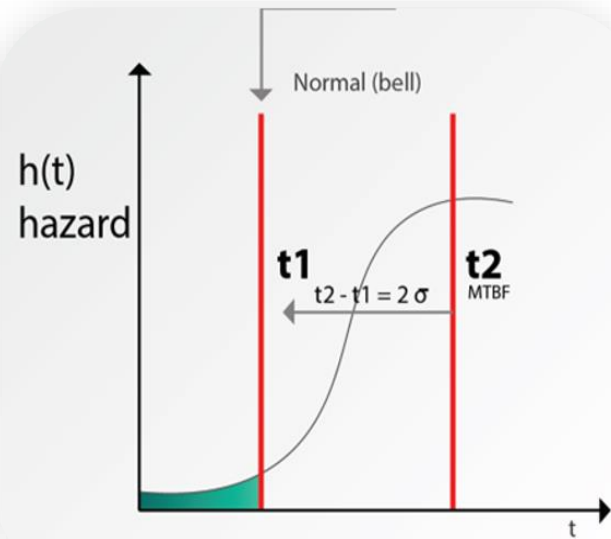
**Paso 1:** Cálculo de  $n = 1.35$

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

# 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



# Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

## Método Sencillo (Fórmula #3)

$$\text{Frecuencia de Tarea T} = \text{MTBF} / 2$$

$$\begin{aligned} \text{Frecuencia de Tarea T} &= 10 \text{ años} / 2 \\ &= 5 \text{ años} \end{aligned}$$

# Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

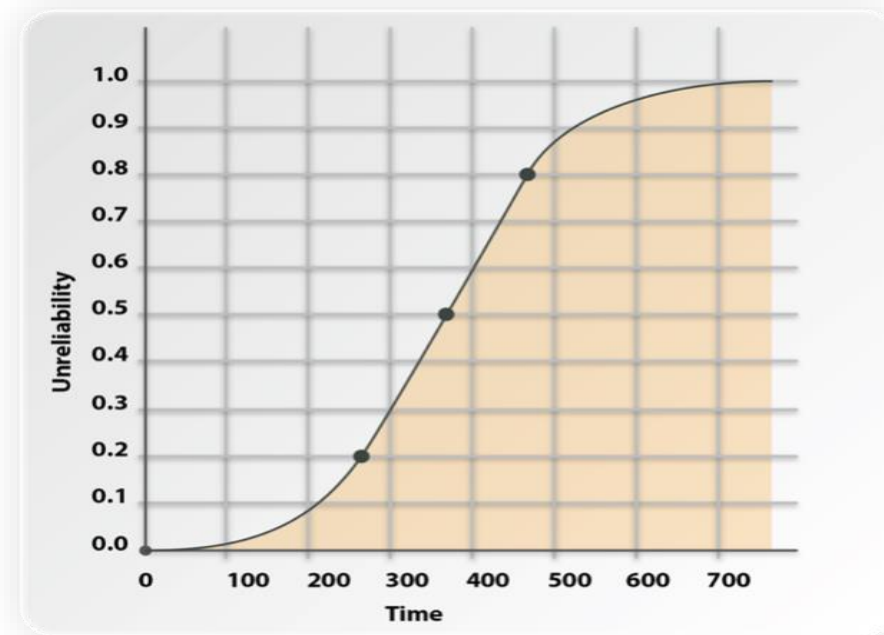
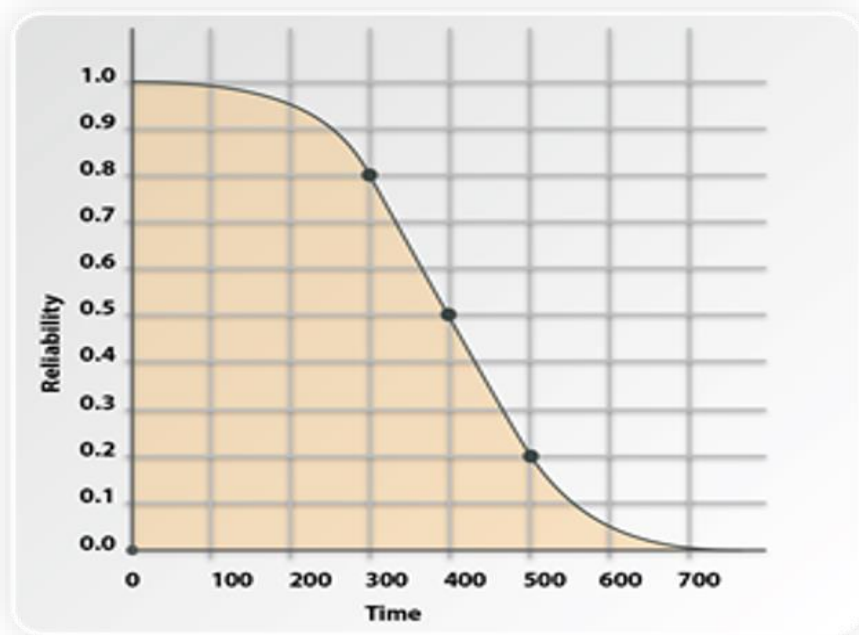
## Método Weibull

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

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

# Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

## Método Weibull



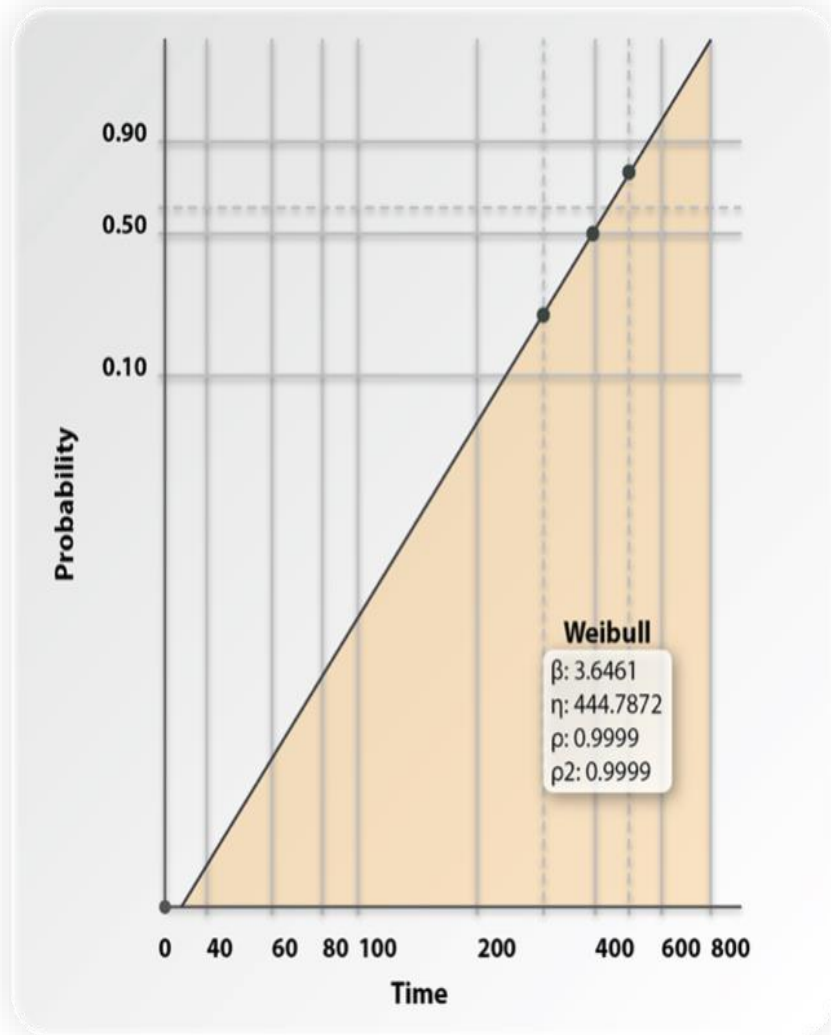
11.12  $R(t) + F(t) = 1$

# 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



# Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

## Método Weibull (Fórmula #4)

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

$t_p$  = T del Reemplazo Preventivo.

$C_f$  = Costo de Reemplazo en Falla

$G_{ABRP}$  = \$ Promedio Por Tiempo

$C_p$  = \$ de Reemplazo Preventivo

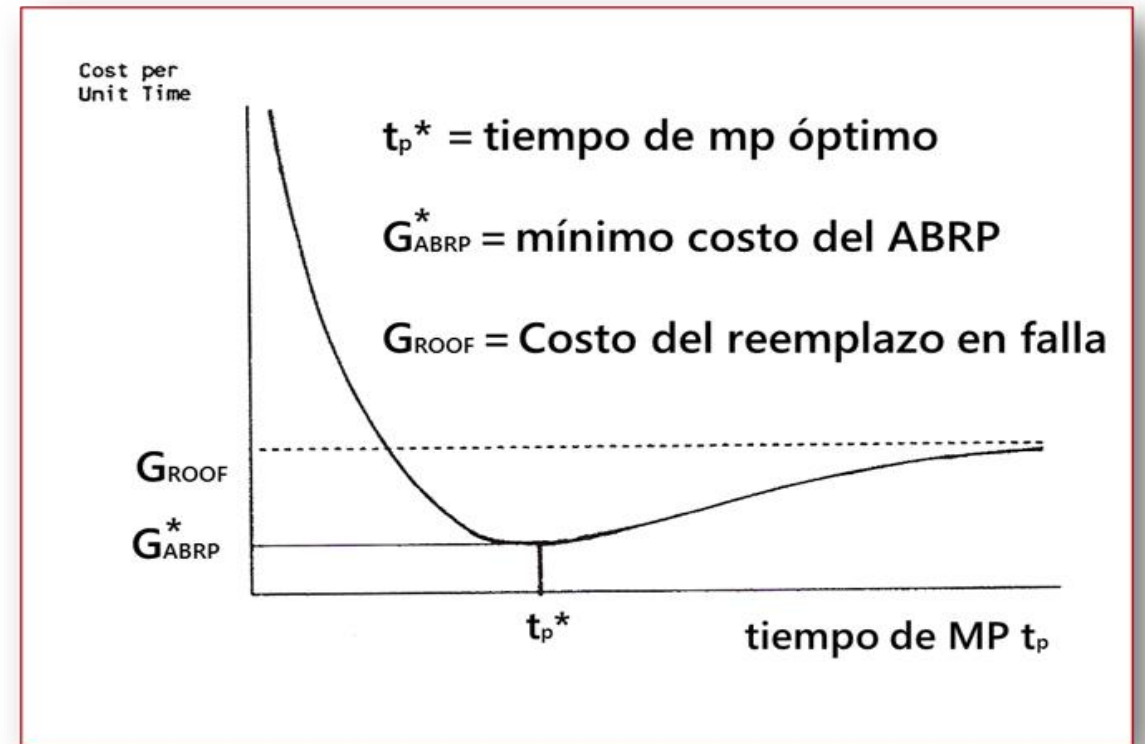
$F(t_p)$  = Prob. de Falla a  $t_p$

$R(t_p)$  = Conf, a  $t_p$

# Tareas Tipo T – Cálculo de Frecuencia

## Método Weibull

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



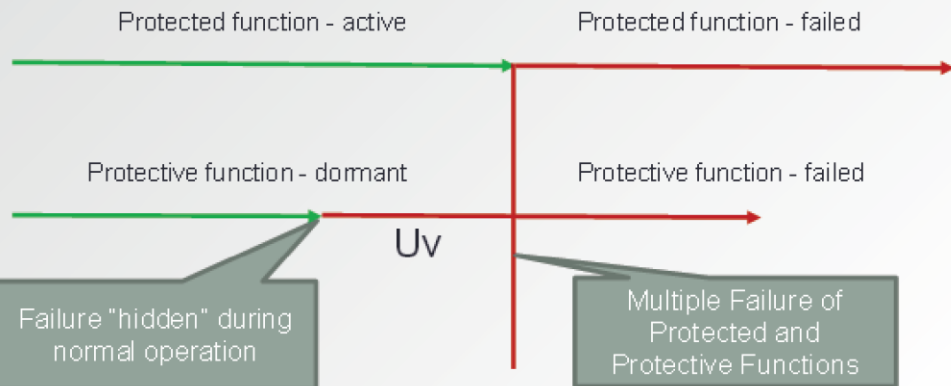


## Ejemplo 3

### 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**

#### Failure of protective device



# Tareas Tipo D – Cálculo de Frecuencia

## Caso General (Fórmula #5)



$$I = 2U_v M_v$$

Donde:

**I** = Intervalo de inspección

**U<sub>v</sub>** = Indisponibilidad tolerable de la función protectora

**M<sub>v</sub>** = MTBF del dispositivo protector

# Tareas Tipo D – Cálculo de Frecuencia

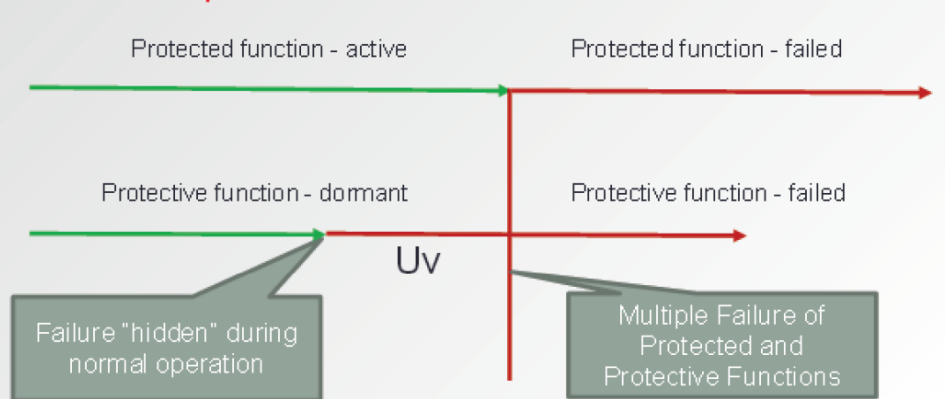
## Caso General (Fórmula #5)



$$I = 2UvMv$$

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

### Failure of protective device



22 | 23 | 24 ABRIL



28° CONGRESO INTERNACIONAL DE  
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS



EXPO  
MANTENER  
2026



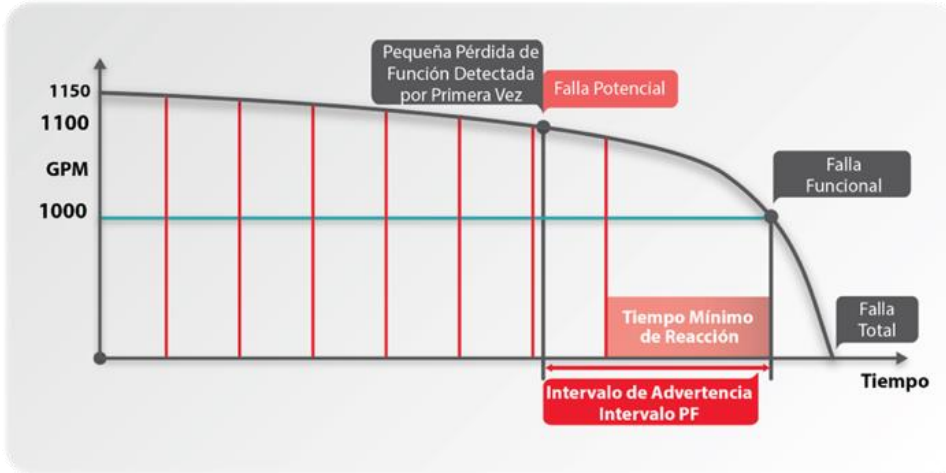
## Parte 4

# Ejercicios

# Ejercicio 1

## Tareas Tipo C - Datos

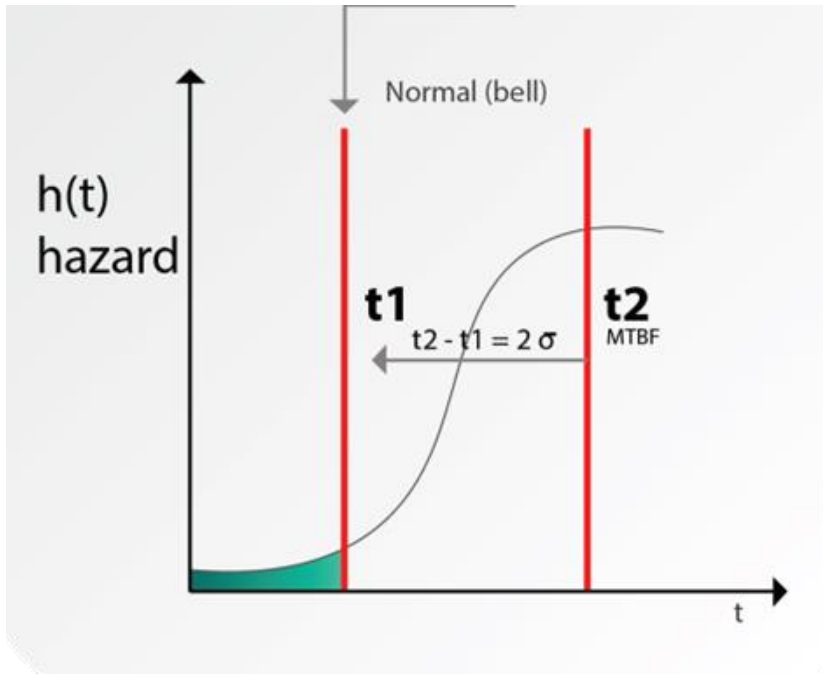
- MF: Exceso de Juego Lateral
- MTBF = 40,000 horas
- PF = 16,000 horas
- $C_i = 50$  USD ;  $C_{npm} = 30,000$
- $C_{pf} = 2000$
- $S = 0.95$
- **Determine la Frec. Tarea C con  $n=2$**
- **Determine la Frecuencia de la Tareas con Navair**



# Ejercicio 2

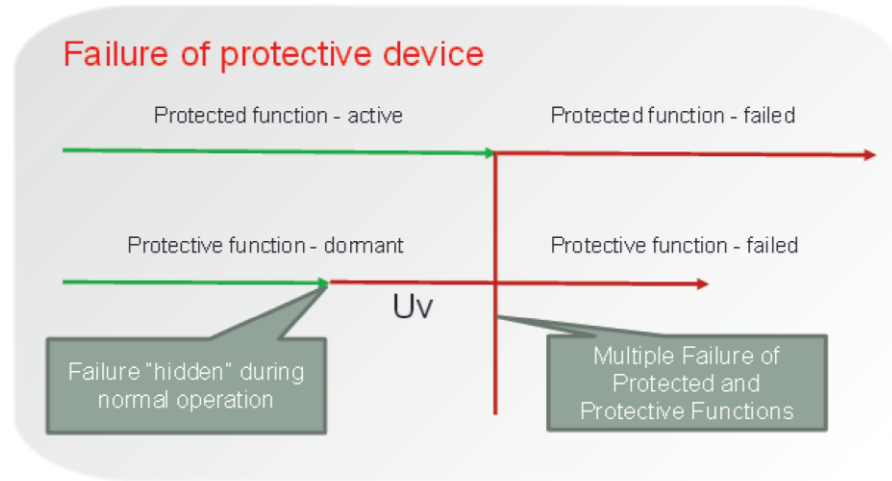
## Tareas Tipo T - Datos

- 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**



# 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**
- $Uv = 99.99 \%$
- Consecuencia: Seguridad
- **Determine Mv**
- **Determine I**

# ¡Gracias!