

## **Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad**

Durante la docencia en postgrado y también en congresos, seminarios y otros eventos, he notado que muchos profesionales consideran la confiabilidad y disponibilidad como sinónimos, seguramente porque sus definiciones son muy similares, aunque con ciertas sutilezas que hacen que su diferencia sea ponderable; consecuentemente, se expresan inapropiadamente y peor aún llegan a conclusiones erróneas.

La Norma Europea EN 13306 “Terminología del Mantenimiento” incluye aproximadamente un centenar de términos genéricos usados en todos los tipos de mantenimiento y en la gestión del mantenimiento; sin embargo, no hay duda que 3 de estos términos son fundamentales: Confiabilidad, Disponibilidad y mantenibilidad. Evidentemente estos conceptos son y seguirán siendo fundamentales para el control y evaluación de la gestión de mantenimiento en cualquier parte del mundo, precisamente por eso estos términos constituyen a la vez 3 de los 6 “indicadores de clase mundial”

Desde el punto de vista de la sociología o psicología organizacional, la confianza es la opinión favorable en que una persona o grupo será capaz y deseará actuar de manera adecuada en una determinada situación y pensamientos. Desde el punto de vista técnico la confiabilidad es similar, pero para evitar interpretaciones subjetivas, es necesario recurrir a las normas

Según la Norma Europea EN 13306:

**Disponibilidad:** Capacidad de un elemento de encontrarse en un estado para desarrollar una función requerida bajo unas condiciones determinadas en un instante dado o bien durante un intervalo de tiempo determinado, asumiendo que se proveen los recursos externos requeridos

**Fiabilidad:** Capacidad de un elemento de desarrollar una función requerida bajo unas condiciones dadas durante un intervalo de tiempo determinado.

Según el Estándar ISO/DIS 14224 – 2004:

**Disponibilidad:** Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

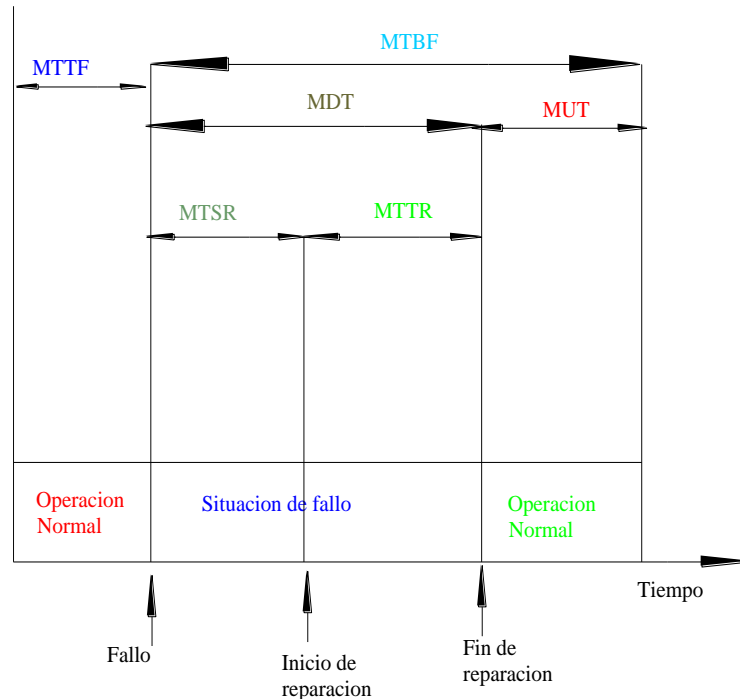
**Confiabilidad:** Es la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.

Resalta que una de las normas hace referencia a la fiabilidad y la otra a la confiabilidad, para un mismo concepto. Al respecto, la Norma IEC60300 “Sistemas de Gestión de la Confiabilidad, aclara que la fiabilidad es un subconjunto de la confiabilidad porque define la confiabilidad como “Conjunto de propiedades utilizadas para describir la disponibilidad y los factores que la condicionan: fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento” Esta norma también define la fiabilidad como capacidad de un elemento de cumplir la función exigida en condiciones dadas durante un tiempo dado

Dejando de lado el detalle de la norma IEC 60300 respecto a la fiabilidad Vs. Confiabilidad, cuando hablamos de confiabilidad realmente debemos tener claro que el componente trabaja continuamente durante un periodo de tiempo dado, en otras palabras la función del componente no se interrumpe, el componente se pone en operación y se mantiene operando; sin embargo, cuando hablamos de disponibilidad incluye el estado de ese componente para

ingresar en operación aunque su función no sea requerida, pero está claro que el componente está listo para ingresar en operación

Desde el punto de vista matemático ambos parámetros pueden ser calculados:



Funciones de valor medio en una secuencia de operación de un sistema

La confiabilidad:  $C = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)}$

La disponibilidad:  $D = \frac{MUT}{(MUT+MTTR)}$

Donde:

MTBF (Mean Time Between Failures): Es el Tiempo promedio entre Fallas (no confundir con el MTTF (Tiempo promedio para fallar))

MTTR (Mean Time To Repair): Es el Tiempo Promedio para Reparar

MUT (Mean Up Time): es Tiempo Promedio en Operación o Tiempo promedio para fallar (MTTF)

Surge otra confusión, nuevamente por la similitud de sus acrónimos y definiciones, que son muy similares: MTBF (Mean Time Between Failures) y MTTF (Mean Time to Fault), confusión que ha implicado interpretaciones antojadizas, por ejemplo en la compra venta de accesorios o partes e inclusive equipos

De las ecuaciones anteriores podemos concluir que la de Confiabilidad está regida por el tiempo entre fallas (MTBF) mientras que la de Disponibilidad tiene que ver con los tiempos de operación (MUT) y los tiempos luego de una salida intempestiva del servicio (MTTR), que en gestión del mantenimiento se conoce como mantenibilidad. ¿Ahora bien, que es la mantenibilidad?

Mantenibilidad es definida por la ISO/DIS 14224, como la capacidad (o probabilidad si hablamos en términos estadísticos), bajo condiciones dadas, que tiene un activo o

componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados.

La ecuación clásica de la Mantenibilidad es:

$$M(t) = 1 - e^{-(\mu t)}$$

Cuando  $\mu$  o rata de reparación es constante.

El MTTR (Mean Time To Repair) es el tiempo promedio para reparar un componente cuando éste falla, y es otro de los 6 indicadores de clase mundial.

Podemos definir la rata de reparación ( $\mu$ ) en función del MTTR como:

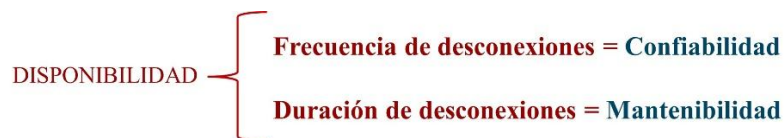
$$\mu = 1/\text{MTTR}$$

Podemos concluir entonces que la confiabilidad ideal es 100% pero en la práctica los equipos fallan y cuando fallan la Mantenibilidad está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido para realizar las actividades de Mantenimiento necesarias para que el equipo ingrese nuevamente en operación.

¿Cuál es la relación entre estos 3 términos?

¿Si la disponibilidad es próxima al 100% se puede inferir que la confiabilidad también es próxima al 100%?

Al contrario, ¿si la confiabilidad es próxima al 100% se puede inferir que la disponibilidad también es próxima al 100%?



Con algunos colegas tratamos de responder a la siguiente consulta ¿Dónde conviene invertir para mejorar la disponibilidad?



La respuesta es: ¡Depende!

Evidentemente depende del tipo de industria porque habrá que analizar básicamente su criticidad, si el producto puede ser almacenado para cubrir los periodos de indisponibilidad, etc.

Si la criticidad no es elevada y la falta de producción puede ser cubierta previendo un stock razonable del producto, además si los tiempos de reparación son gestionables, entonces

probablemente será más económico invertir en mantenibilidad; es decir personal técnico entrenado para reparaciones, que cuenten con los instrumentos, equipos y repuestos adecuados; caso contrario, por ejemplo para una empresa que produce energía eléctrica (la energía eléctrica no puede almacenarse, salvo pequeñas cantidades), salvo que tengan personal permanente para las emergencias, lo más probable que la presencia del personal de emergencias sufra demoras, a causa de su desplazamiento:

$$TMRA = \frac{\sum(t_c + t_p + t_d + t_R)}{N_f}$$

Donde:

- $N_f$  = Número de líneas, equipos o sistemas que tuvieron falla
- $t_c$  = Tiempo en horas de comunicación COT para convocatoria al personal de turno
- $t_p$  = Tiempo en horas de preparación para viaje
- $t_d$  = Tiempo en horas de desplazamiento por viaje y localización de avería.
- $t_r$  = Tiempo en horas de reparación o reemplazo hasta eliminar la indisponibilidad

En definitiva, para una buena gestión del mantenimiento, hace falta contar con al menos 6 indicadores:

1. Tiempo medio entre fallas
2. Tiempo medio para reparación
3. Tiempo medio para la falla
4. Disponibilidad
5. Costo de Mantenimiento por Facturación
6. Costo de Mantenimiento por el valor de reposición

Recordemos que **“No se puede mejorar lo que no se mide”**. Para la toma de decisiones, es necesario elaborar informes concisos y específicos, formados por tablas de índices y gráficos, que faciliten el análisis. En general la regla básica es que los indicadores deben ser simples, objetivos, sucintos, inequívocos y fáciles de obtener.