



Principales Indicadores de gestión en el mantenimiento Industrial



¿QUÉ ES EL UN INDICADOR?

Un indicador es una característica que se puede observar y se puede medir, se usa regularmente para mostrar o resaltar los cambios originados en un proceso, permite a una organización monitorear el estado de cada uno de sus procesos, identificar errores y anticiparse a eventos que atenten contra los resultados previstos, sirven para tomar decisiones basadas en la información.

INDICADOR DE MANTENIMIENTO

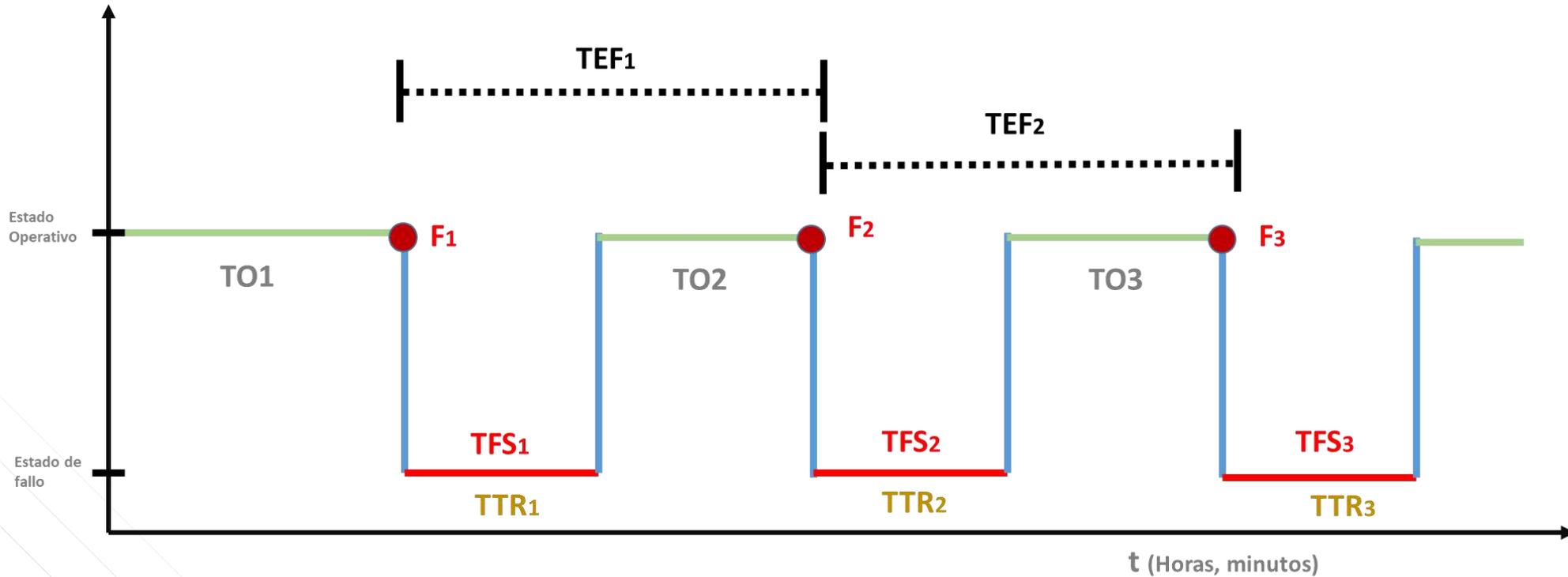
Los indicadores de mantenimiento son herramientas que se usan para medir el desempeño de un sistema de mantenimiento y ayudar a identificar áreas de mejora mediante el análisis de los datos obtenidos, son métricas que se utilizan para medir el rendimiento de una acción determinada



REGLAS PARA DEFINIR INDICADORES

1. indicadores deben medir lo que la empresa espera de un departamento de mantenimiento.
2. Los indicadores deben ser representativos y fáciles de medir.
3. Se recomienda de medir tiempos de ciclos y procesos en la organización de mantenimiento.
4. Los indicadores de resultado deben tener en cuenta todas las áreas de la compañía (producción, logística, gerencia, etc.).
5. Si es posible, se recomienda analizar los indicadores de la competencia o indagar en los indicadores de la actividad económica (especie de benchmarking).
6. Se debe implantar una cultura de medición o adquisición de datos en el equipo de mantenimiento.
7. Utilice solo e indispensablemente los indicadores que le interesen.
8. Se recomienda involucrar al equipo de mantenimiento en la definición del indicador.
9. Se debe analizar la eficacia de cada indicador.
10. Se debe eliminar o cambiar aquellos indicadores que lo requieran.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS INDICADORES



$$TFS_i = TFC_i + TPR_i$$

$$TEF_i = TO_{i-1} + TFS_i$$

- TEF=TBF tiempo entre fallos (time between failures)
- TO=TTF Tiempo operativo hasta el fallo (time to failure)
- TFS=DT Tiempo fuera de servicio (Downtime)
- TPR=TTR Tiempo para reparar (Time to repair)
- TFC=TOC Tiempo fuera de control (time out of control)

Tiempo promedio Operativo - TPO

Tiempo promedio hasta la falla

MTTF

Representa que tanto opera una maquina antes de fallar, mide el tiempo de actividad y sirve para programar un bache de producción y saber que probabilidad hay de terminarlo sin interrupción.

Aplicaciones:

- Componentes críticos (sello, rodamiento, rueda, etc.)
- Sistema/equipo (motobomba, intercambiador, motor, etc.)
- Planta y unidad

Nota: Aplica para equipos mantenibles

$$TPO = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{n}$$

TO: Tiempo operativos hasta un fallo-mantenimiento (preventivo, correctivo)

TO=Tiempo total-tiempo muerto-tiempo no usado

n= numero de mantenimientos del periodo evaluado

Tiempo: horas, días, semanas, meses, años

Ejemplo: Sistema de motobomba

Sello – 6 meses

Rodamiento – 3 meses

Sello – 2 meses

Acople – 2 meses

Sello – 4 meses

Rodamiento – 4 meses

Sello – 3 meses

Acople – 4 meses

Sello – 2 meses

$$TPO = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{n}$$

$$TPO = \frac{6 + 3 + 2 + 2 + 4 + 4 + 3 + 4 + 2}{9}$$

TPO= 3.3 meses/f.

Frecuencia de fallos (FF)

Representa una frecuencia de fallos, es expresada en fallos hora.

$$TPO = \frac{n}{n \sum_{i=1}^n TO}$$

$$FF = \frac{1}{TPO = MTTF}$$

Ejemplo: Sistema de motobomba

Sello - 6 meses

Rodamiento - 3 meses

Sello - 2 meses

Acople - 2 meses

Sello - 4 meses

Rodamiento - 4 meses

Sello - 3 meses

Acople - 4 meses

Sello - 2 meses

$$TPO = \frac{\sum_{i=1}^n TO}{n}$$

$$TPO = \frac{6 + 3 + 2 + 2 + 4 + 4 + 3 + 4 + 2}{9}$$

TPO = 3.3 meses/f.

Ejemplo: Sistema de motobomba

$$FF = \frac{1}{TPO}$$

$$FF = \frac{1}{3.3 \text{ meses/fallo}}$$

FF = 0.303 fallos/mes

FF = 3.636 fallos/año

Tiempo promedio fuera de servicio TPFS / MTTR – Mantenibilidad

Es el tiempo que toma para resolver un problema y que el equipo esté operando de nuevo Incluye el tiempo de notificación, desplazamiento, diagnostico, espera (ubicar materiales y repuestos, enfriamiento, limpieza), reparación, y pruebas. Mide también cuanto tiempo estaremos sin producción. Puede usarse para medir MTTR para fallas o MTTR para paldas programadas.

$$TPFS = \frac{\sum_{i=1}^n TFS_i}{n}$$

$$TFS_i = TFC_i + TPR_i$$

TFS= tiempo fuera de servicio por mantenimiento

TPFS= MDT (Mean Down Time)

Ejemplo:

Tiempo muerto no programado= 232 horas

Numero de correctivos= 12

Tiempo programado= 160 horas

No de preventivos, correctivos programados= 6

Ejemplo:

$$TPFS_{N.P} = \frac{232 \text{ horas}}{12 \text{ fallos}} \quad TPFS_{N.P} = 19.3 \text{ horas/fallo}$$

$$TPFS_P = \frac{160 \text{ horas}}{6 \text{ fallos}} \quad TPFS_{N.P} = 26.66 \text{ horas/fallo}$$

$$TPFS = \frac{232+160 \text{ horas}}{12+6 \text{ fallos}} \quad TPFS_{N.P} = 21.8 \text{ horas/fallo}$$

Disponibilidad

El indicador de disponibilidad se refiere al porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto para su uso y en operatividad. No es afectado por la falta de demanda del producto.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTTF}{MTTF + TPFS} \times 100\%$$

Ejemplo:

MTTF programado=4 días

MTTF no programado= 6 días

TPFS programado=1 días

TPFS no programado=2 días

Ejemplo:

$$D = \frac{(4 + 6)\text{días}}{(4 + 6)\text{días} + (1 + 2)\text{días}} \times 100\%$$

$$D = 76,92\%$$

$$\text{Indisponibilidad} = 1 - D$$

$$I = 23,07\%$$

Indisponibilidad por mantenimiento preventivo

El indicador de indisponibilidad se refiere al porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra indisponible en un periodo determinado por causas de eventos planificados.

$$I(pm) = \frac{TPFS_P}{MTTF + TPFS} \times 100\%$$

Ejemplo:

MTTF programado=4 días

MTTF no programado= 6 días

TPFS programado=1 días

TPFS no programado=2 días

Ejemplo:

$$D = \frac{1 \text{ dias}}{(4 + 6) \text{ dias} + (1 + 2) \text{ dias}} \times 100\%$$

$D = 7,69\%$

Indisponibilidad por mantenimiento correctivo

El indicador de indisponibilidad se refiere al porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra indisponible en un periodo determinado por causas de eventos correctivos (fallos).

$$I(pm) = \frac{TPFS_c}{MTTF + TPFS} \times 100\%$$

Ejemplo:

MTTF programado=4 días

MTTF no programado= 6 días

TPFS programado=1 días

TPFS no programado=2 días

Ejemplo:

$$D = \frac{2 \text{ dias}}{(4 + 6) \text{ dias} + (1 + 2) \text{ dias}} \times 100\%$$

$D = 15.38\%$

Confiabilidad

Se refiere a la probabilidad de que un equipo cumpla una misión bajo condiciones determinadas

$$R(t) = e^{-\gamma t}$$

$$Q(t) = 1 - e^{-\gamma t}$$

$$\gamma = \frac{1}{MTTF}$$

Ejemplo: Sistema de motobomba con MTBF o TPO de 4000 horas

$$FF = \frac{1}{TPO}$$

$$FF = \frac{1}{4000 \text{ horas/fallo}}$$

FF= 0.00025 fallos/hora

Tiempo= 30 días (720 horas)

$$R(1) = e^{-0.00025*(720)}$$

$$R(1) = 83,52\%$$

$$Q(1) = 16,47\%$$

Uso de mano de obra

También denominado Llave en Mano porque mide el tiempo real dedicado a las tareas de mantenimiento del equipo como un porcentaje del tiempo total de mano de obra.

$$\text{Uso de mano de obra} = \frac{\text{Tiempo llave en mano}}{\text{Tiempo Total}} \times 100\%$$

*Ejemplo: 32 personas, Tiempo Total 2088 horas x persona
Tiempo Llave en mano 46100 horas*

$$\text{Uso de mano de obra} = \frac{46100 \text{ horas}}{32 \times 2088 \text{ horas}} \times 100\%$$

$$\text{Uso de mano de obra} = \frac{46100 \text{ horas}}{66816 \text{ horas}} \times 100\%$$

$$\text{Uso de mano de obra} = 69\%$$

Backlog

Este indicador muestra la relación entre las ordenes de trabajo vencidas y las finalizadas. Es decir, toda la suma de las actividades pendientes de finalización. Este indicador muestra la relación entre la demanda de trabajos y la capacidad de poder atenderlos.

La productividad se puede entender por el porcentaje de tiempo que realmente el operario de mantenimiento esta realizando la tarea.

$$Backlog = \frac{\sum H.H (Planificados + programados + ejecutados + pendientes)}{\sum H.H Disponibles \times Productividad}$$



MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS

Victor José zapata Correa – vzapatacr@sura.com.co
Experto SURA – Empresas SURA