

MÓDULO 6

OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) Y EL MANTENIMIENTO

EFICACIA, EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD

Es muy frecuente escuchar comentarios relacionados con eficacia, eficiencia y productividad. Expresiones tales como: "debemos aumentar la eficacia de las operaciones", "si realizamos esa inversión, aumentaremos la productividad" o "por razones de eficiencia, el mantenimiento se está subcontratando", se utilizan como si fueran sinónimos.

¿Cuál es la relación entre eficiencia, eficacia y productividad y cuál es el camino que se puede seguir para lograr una "mejora"?

La eficiencia está determinada por la cantidad de recursos, que son necesarios para obtener ciertos resultados. Por ejemplo, con el fin de cumplir con la cuota de producción diaria, se utiliza una máquina específica que consume energía, materias primas y que tiene a disposición los operadores y el personal de mantenimiento. Si se satisface los requerimientos de producción diaria con menos energía y menos operadores, se ha operado de manera más eficiente.

La eficacia se determina comparando lo que un proceso o instalación puede producir con lo que realmente producen; Por lo tanto, la eficacia no dice nada sobre la eficiencia (la cantidad de recursos que hay que comprometer para obtener esa producción). La eficacia aumentará si se tiene éxito en la fabricación de productos de mejor calidad en el mismo período de tiempo.

La productividad se determina considerando la producción obtenida (eficacia) versus el esfuerzo invertido para lograr el resultado (eficiencia), es decir, si podemos lograr más con menos esfuerzo, aumenta la productividad. La figura 6.1 muestra la relación descrita entre eficiencia, eficacia y productividad.

Para comprender mejor estos conceptos, imagínese una línea de producción y utilicemos las relaciones matemáticas que los definen. Las entradas se convierten en salidas mediante un proceso de transformación, por ejemplo, las materias primas se transforman en productos terminados, pero las materias primas no son los únicos

recursos utilizados, también se utiliza energía y mano de obra que forman parte de esas entradas.

Eficacia --- Eficiencia --- Productividad

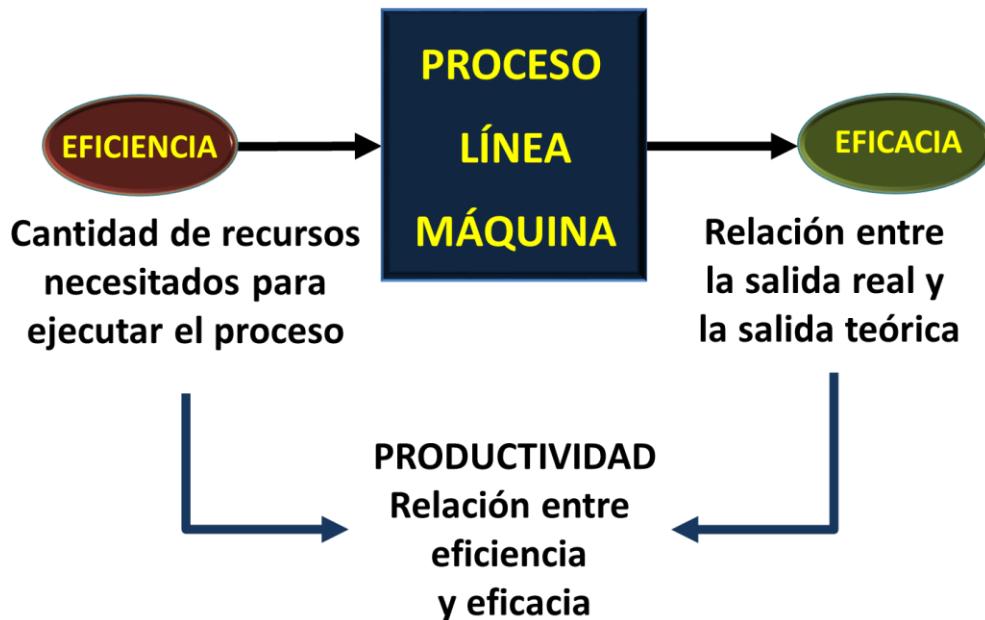


Figura 6.1. Relación entre eficiencia, eficacia y productividad

La productividad se define como la salida real entre la entrada real, es decir, lo que se está produciendo con los recursos utilizados, por ejemplo, el número de unidades producidas por empleado. La eficacia es la salida real entre la salida de referencia, es decir, lo que se está produciendo comparado con lo que se debería estar produciendo. La eficiencia es la entrada real entre la entrada de referencia, es decir, la cantidad de recursos utilizados con respecto a la cantidad que se debería estar utilizando. La productividad está influenciada, tanto por la eficacia como por la eficiencia. Estas relaciones pueden verse claramente en la figura 6.2.

El concepto “Efectividad” también ha tenido muchas acepciones, siendo una de las más utilizadas la que lo considera como sinónimo de la eficacia. En algunos casos también se le utiliza como sinónimo de eficiencia. Esta ambigüedad no ha sido mal intencionada y simplemente surge por las diferentes formas de interpretar una palabra sin conocer en profundidad su verdadero significado.

En este documento se utiliza la palabra “Efectividad” como traducción de la palabra inglesa “Effectiveness” y se interpreta como una medida del desempeño operacional en la cual están involucrados los conceptos de eficacia y eficiencia.

Eficacia --- Eficiencia --- Productividad

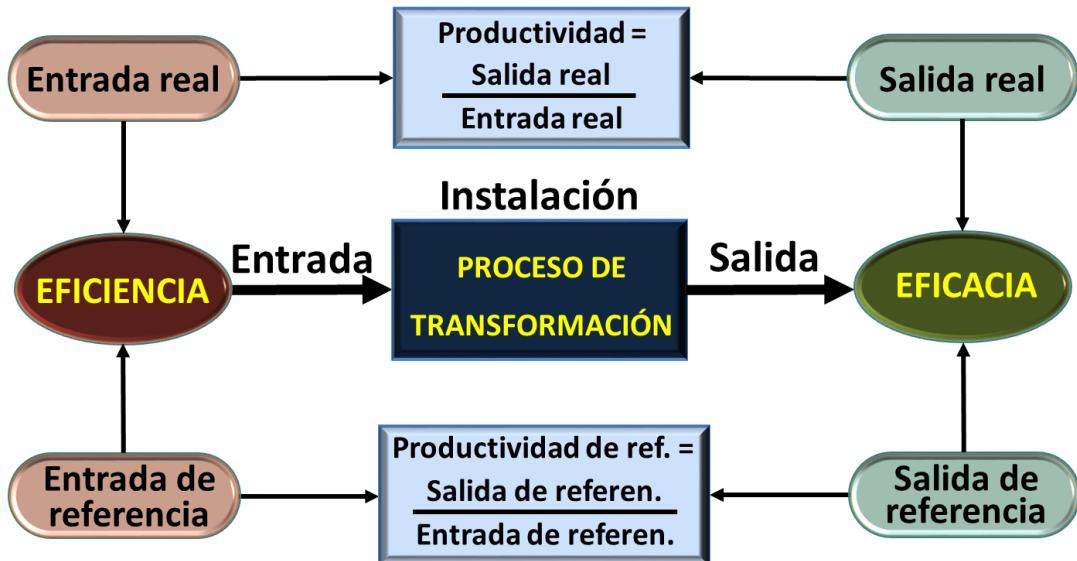


Figura 6.1. Relación entre eficiencia, eficacia y productividad

DEFINICIÓN DE OEE

La OEE por sus siglas en inglés, Overall Equipment Effectiveness, se podría traducir como “Efectividad Global del Equipo” y que, por su universalidad como concepto, aquí utilizaremos simplemente como OEE, es una medida de cuan efectivas son sus instalaciones para alcanzar los objetivos de producción.

Si buscamos en wikipedia el concepto de OEE, encontramos que es una razón porcentual que sirve para medir la efectividad productiva de la maquinaria industrial. La ventaja de la métrica OEE frente a otros indicadores, es que mide con un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de los tres indicadores que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), rendimiento (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas). Sus inicios son inciertos, aunque parece ser que

fue creado por Toyota. Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo.

TIPOS DE PÉRDIDAS

La OEE es una métrica de desempeño en fabricación que se utiliza para identificar oportunidades perdidas y medir los esfuerzos de mejoramiento. Explica toda la producción que se ha perdido, determinando la cantidad de productos elaborados que cumplen los requisitos de calidad en comparación con la cantidad que se debería haber producido en el tiempo disponible. Esencialmente, la OEE cuantifica la efectividad de un proceso midiendo el porcentaje de tiempo que es realmente productivo. Las pérdidas de producción se producen cuando la máquina no está funcionando (tiempo de inactividad no planificado), funcionando a una velocidad reducida (pérdida de velocidad) o produciendo productos que están fuera de especificación (pérdida de calidad). La figura 6.3 representa los diferentes tipos de pérdidas que comprende la OEE.

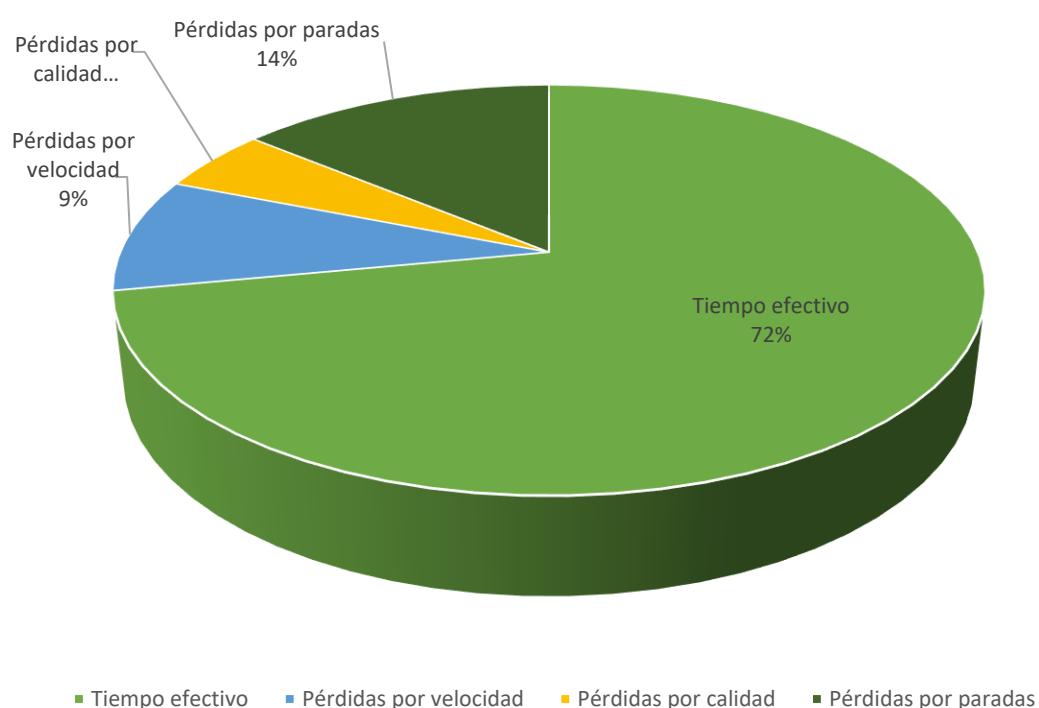


Figura 6.3. Pérdidas que comprende el cálculo de la OEE y el tiempo realmente efectivo

Analizando la salida de una instalación de producción durante un período de tiempo determinado, pueden ocurrir varias situaciones:

- Si la salida es cero, la instalación no produce nada. Los segmentos de tiempo no utilizados, son pérdidas de tiempo o tiempos de inactividad.
- Si la salida es menor que la salida de referencia, se denominan pérdidas de velocidad. Cuando se consideran pérdidas de velocidad, no se comprueba si la salida cumple con las especificaciones de calidad.
- Se verifica si la producción obtenida cumple o no con las especificaciones de calidad. Si no cumple, esto se considera una pérdida de calidad. Si la salida cumple con las especificaciones de calidad y corresponde al volumen esperado con el rendimiento de referencia, significa que no hay pérdidas y que corresponde a una utilización del cien por ciento.

Los productos irreparablemente defectuosos son pérdidas obvias. Las pérdidas generadas por productos parcialmente defectuosos que requieren horas de trabajo adicionales en la reanudación o reparación son menos evidentes. Debido a que pueden ser reparados, los defectos parciales, generalmente no se cuentan como defectos. En un programa exitoso para reducir las pérdidas de calidad, todos los resultados defectuosos deben tratarse con igual preocupación, y se debe medir el volumen total producido (incluidos los rechazos, los elementos reelaborados y las pérdidas de puesta en marcha) en comparación con el número de productos aceptables. Un esquema más detallado de los diferentes tipos de pérdidas en los sistemas de producción se puede ver en la figura 6.4.

TIPOS DE PÉRDIDAS

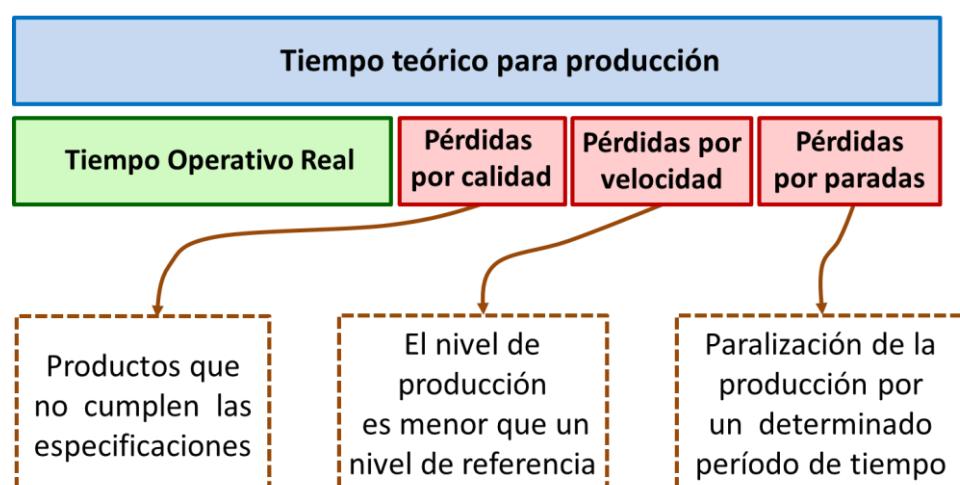


Figura 6.4. Detalles de los tipos de pérdidas existentes en los sistemas de producción

CAUSAS DE LAS PÉRDIDAS

Las pérdidas también pueden clasificarse en función de sus causas. Para todas las pérdidas, se puede encontrar tres causas diferentes: por funcionamiento de la máquina, por los procesos y causas externas.

Las definiciones de estas pérdidas son las siguientes:

- Funcionamiento de la máquina: Relacionadas con el mal funcionamiento y los tiempos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento.
- Procesos: Relacionadas con la forma como se utiliza y se trata la instalación durante la producción, lo que provoca pérdidas.
- Externas: Pérdidas que no pueden ser alteradas ni dependen de los equipos de producción y mantenimiento.

Las causas externas son ajenas para producción y mantenimiento, quienes pueden atacar solamente las pérdidas causadas por el funcionamiento de la máquina y los procesos. Esta división hace posible encontrar las causas que originan las pérdidas y la organización que es responsable de ellas. Así, la gestión diaria de producción y mantenimiento puede asumir su responsabilidad sin tener problemas con el resto de la organización que no esté dispuesta a realizar cambios. En la figura 6.5 se representa las causas de las pérdidas que se deben considerar para el cálculo de la OEE.

CAUSAS DE LAS PÉRDIDAS

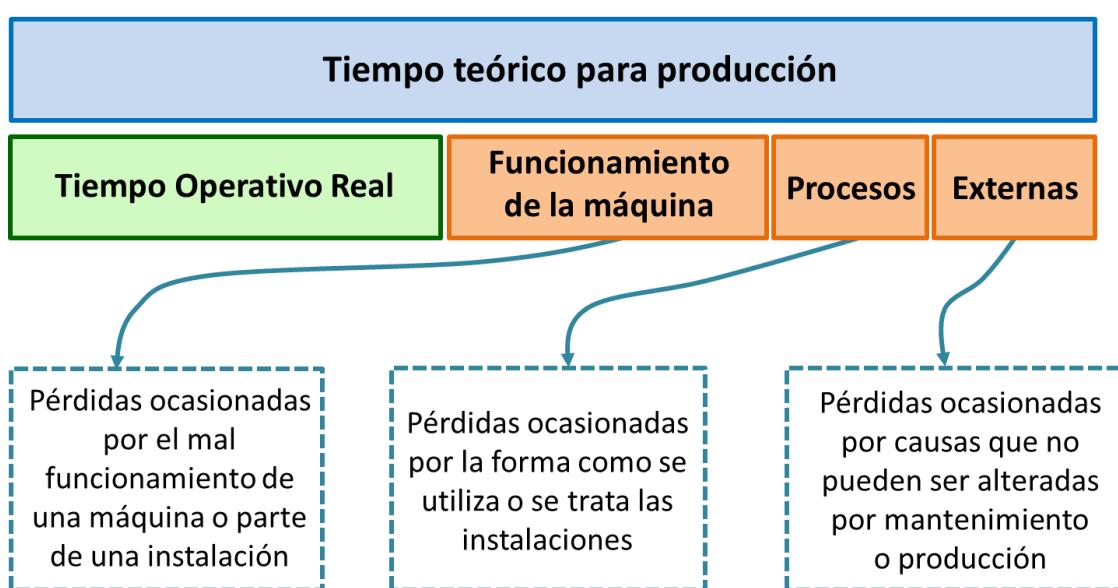


Figura 6.5. Causas de las pérdidas que comprende el cálculo de la OEE

El diagrama de la figura 6.6 muestra el tiempo de producción disponible. Este es el tiempo por el cual la producción y el mantenimiento son responsables. Consiste en las pérdidas causadas por el funcionamiento de los procesos o de la máquina. A estas pérdidas se les denomina pérdidas técnicas.

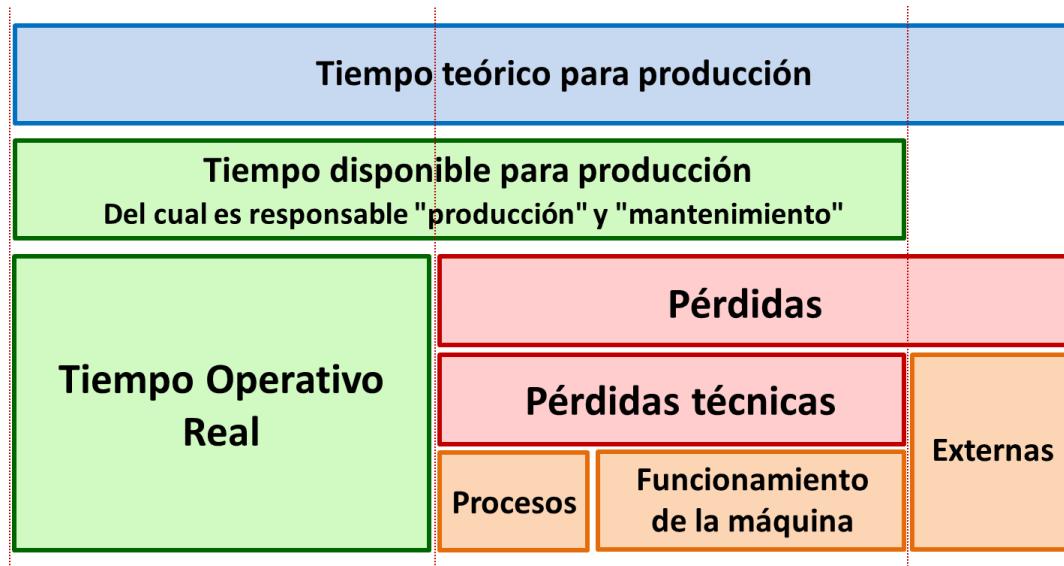


Figura 6.6. Pérdidas técnicas y tiempo disponible para producción

Pérdidas externas

Existen dos tipos de pérdidas externas: planificadas y no planificadas, como se muestra en la figura 6.7.



Figura 6.7. Pérdidas externas: Planificadas y no planificadas

Ejemplos de pérdidas externas no planificadas son:

Medio ambiente

Por ejemplo, la compañía ha hecho convenios con otras empresas en áreas industriales comunes para el cumplimiento de requisitos ambientales que implican la reducción del rendimiento o incluso detener la producción.

Falta de materias primas y materiales de soporte (calidad o cantidad)

Estas pérdidas están asociadas con el mal funcionamiento de las organizaciones que apoyan la producción y el mantenimiento o los proveedores (internos o externos). Estas pérdidas son la consecuencia de la escasez de materias primas o materiales de soporte o materiales que no cumplen con las especificaciones.

Falta de personal

Una falta temporal de personal puede ocasionar que las instalaciones se detengan o produzcan a una velocidad menor. La falta de personal puede ser causada por una epidemia, huelga, problemas económicos, sociales, etc.

Ejemplos de pérdidas externas planificadas pueden ser:

Régimen laboral

Producir o no continuamente o producir durante fines de semana, días de fiesta, etc. Es una opción de política empresarial con una implicación social. Producir continuamente puede ser una necesidad debido al tipo de proceso de producción, pero también puede ser la consecuencia de la política de hacer pleno uso de la instalación.

Demanda limitada

Si las ventas planificadas (demanda del mercado) son menores que la capacidad de las instalaciones, la producción se detendrá durante cierto tiempo o se trabajará a velocidad reducida.

Paradas de planta, mantenimientos mayores, modificaciones

Entre éstas se encuentran las pérdidas causadas por las actividades de mantenimiento sobre una base anual o mayor. Esas actividades requieren la parada completa de la instalación y están destinadas a mantener las pérdidas durante el tiempo de producción disponible dentro de los límites en el período comprendido entre dos revisiones.

Tenga en cuenta que las inspecciones y actividades de mantenimiento preventivo en general, normalmente pertenecerían a las pérdidas causadas por "funcionamiento de la máquina". Definir como pérdidas externas los mantenimientos mayores y las paradas de planta, evita que la gestión cotidiana tenga la sensación de que las pérdidas ocurren por actividades de las que son responsables. Por lo general, la alta dirección tomará decisiones sobre estas inspecciones en consulta con las demás funciones corporativas

(incluyendo marketing, ventas, logística) con respecto al tiempo y la duración más favorable. Este tipo de decisión nunca será tomada aisladamente por el departamento de mantenimiento debido al impacto en las otras funciones corporativas y en la propia empresa.

Debe quedar claro que las pérdidas externas son de gran importancia para la alta dirección por lo que deben ser examinadas con mucho cuidado. La reducción de las pérdidas influirá positivamente directamente en los ingresos y beneficios si las necesidades del mercado no son satisfechas.

Los plazos relativos a paradas de planta, mantenimientos mayores y modificaciones tienen que ver más con el futuro y menos con la producción actual. Esto está claramente relacionado con la política de la alta dirección. Recuerde que no todas las pérdidas externas son pérdidas de tiempo de inactividad. Tal como se mencionó, se pudiera justificar producir a velocidad reducida en lugar de detener la instalación. También pueden aparecer pérdidas de calidad debido a una causa externa, por ejemplo, una pérdida de calidad ocasionada por la elección de un proveedor defectuoso.

Seguidamente se mostrará cómo se puede subdividir cada uno de los tres tipos de pérdidas (calidad, velocidad, tiempo de inactividad) dependiendo de si la causa es el funcionamiento de la máquina o el proceso.

Pérdidas por paradas (tiempo de inactividad)

Se analizan las pérdidas por tiempo de inactividad durante el tiempo disponible para la producción. Esto significa que no se consideran las pérdidas externas.

Las razones más comunes de paradas asociadas con el funcionamiento de la máquina:

- Funcionamiento anormal
- Trabajo de mantenimiento preventivo planificado que debe realizarse durante el tiempo programado para producir

Las razones más comunes de paradas asociadas con el proceso de producción:

- Tiempo de preparación causado por cambio de producto (industria de procesos, metalmecánica, alimentos y manufactura en general)
- Tiempo para Intercambio de equipos y componentes (por ejemplo, catalizador, filtros, etc., en industrias petroquímicas y de procesos)

- Actividad de inicio/fin de semana (preparatoria o terminal) como limpieza (industria de alimentos, imprenta)

Pérdidas por velocidad

Las razones más comunes de pérdidas de velocidad asociadas al funcionamiento de la máquina:

- Mal funcionamiento de la máquina, que origina una disminución de la velocidad
- Pequeñas imperfecciones técnicas que pueden ser corregidas por el operador, por ejemplo, material de embalaje atascado.
- Falta de pinzas en la cinta transportadora de las máquinas de embalaje (todas las industrias)
- Algunas posiciones de moldes que no reproducen la forma completa de un producto
- Reducción del rendimiento debido a la puesta en marcha o apagado de la instalación
- A una intervención de mantenimiento que requiere una parada de la instalación

Las razones más comunes de pérdidas de velocidad asociadas al proceso:

- Rendimiento ajustado inconscientemente más bajo que el rendimiento de referencia
- Parámetros de proceso no ajustados al estándar
- Reducción del rendimiento debido a la puesta en marcha o parada de la instalación para la producción, como la transición a un producto diferente, puesta en marcha de la instalación debido a unas vacaciones, fines de semana, etc.

La pérdida de velocidad causada por el arranque y apagado debido que en muchos casos la instalación no puede llevarse de cero al rendimiento de referencia, por ejemplo, por el riesgo de posibles daños durante el arranque. El aumento/disminución gradual del rendimiento produce una pérdida que se traduce en unidades no producidas que se reportarán como una pérdida de velocidad.

Pérdidas por calidad

Razones más comunes para las pérdidas de calidad causadas por un mal funcionamiento de la máquina:

- Puesta en marcha o parada del proceso de producción causada por una intervención de mantenimiento para restaurar el mal funcionamiento de la máquina. Las pérdidas de calidad se producen porque una instalación, en el tiempo entre la puesta en marcha y el rendimiento completamente estable, produce productos que no cumplen con los requisitos de calidad.
- El funcionamiento incorrecto de la máquina, como la incapacidad para enfriar lo suficiente o mantener la presión adecuada, puede resultar en una pérdida de calidad, posiblemente combinada con pérdidas de velocidad.

Razones más comunes para las pérdidas de calidad causadas por el proceso:

- Ajuste inconsciente a un rendimiento más bajo que el rendimiento de referencia
- Parámetros de proceso no ajustados a la norma (por ejemplo: la temperatura o presión de un proceso)
- Pérdidas de calidad debidas a la paralización y/o arranques por cambios en la producción

OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

Normalmente se reconoce una sola OEE, pero en realidad se puede hablar de dos tipos: OEE (Overall Equipment Effectiveness) y TEEP (Total Effective Equipment Performance). La OEE refleja la efectividad de la instalación con respecto al tiempo disponible para producción mientras que la TEEP refleja la efectividad con la que se ha utilizado la máquina comparada con la máxima capacidad teórica de utilización. La TEEP refleja todas las pérdidas, tanto internas como externas, por ejemplo, las consecuencias de no trabajar los fines de semana o trabajar sólo uno o dos turnos de 8 horas, en vez de tres. Por su parte, la OEE refleja solamente las pérdidas internas que están relacionadas con las paradas, la velocidad y la calidad.

El diagrama de la figura 6.8 muestra la diferencia en cuanto al tiempo de referencia utilizado para el cálculo de los dos valores mencionados. La OEE se calcula dividiendo el tiempo operativo real entre el tiempo disponible para producción y su valor se

interpreta como el porcentaje de utilización del tiempo disponible para producción y quedará determinado por el impacto de las pérdidas internas. La TEEP se calcula dividiendo el tiempo operativo real entre el tiempo teórico para producción y su valor se interpreta como el porcentaje de utilización del tiempo teórico para producción y quedará determinado por el impacto de las pérdidas totales, es decir, internas más externas.

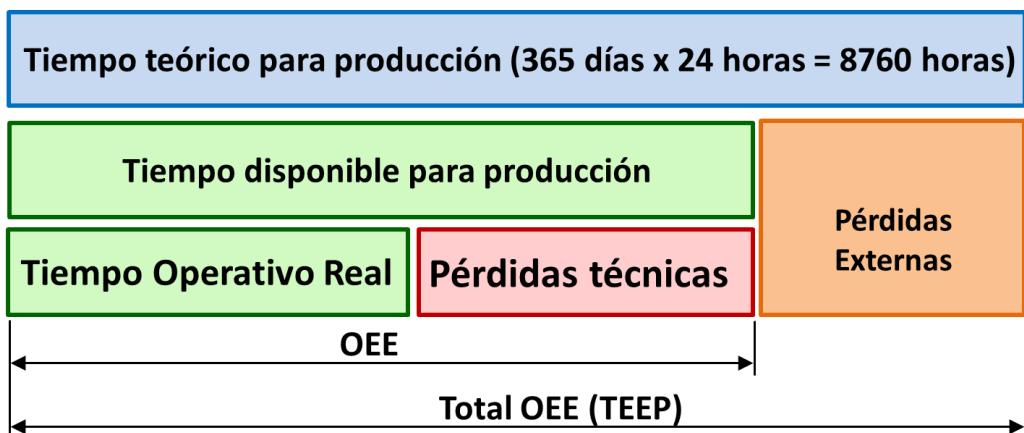


Figura 6.8. Tiempos de referencia para el cálculo de la OEE y la TEEP

Las fórmulas de las definiciones dadas anteriormente serán:

$$\text{OEE} = \frac{\text{TIEMPO OPERATIVO REAL}}{\text{TIEMPO DISPONIBLE PARA PRODUCCIÓN}}$$

$$\text{TEEP} = \frac{\text{TIEMPO OPERATIVO REAL}}{\text{TIEMPO TEÓRICO PARA PRODUCCIÓN}}$$

Factor de Planificación (FP)

Otro concepto importante es el Factor de Planificación (FP), que se calcula dividiendo el tiempo disponible para producción entre el tiempo teórico para producción y se interpreta como una medida de la utilización de la instalación con respecto al tiempo total posible para producción. La fórmula para el factor de planificación es:

$$FP = \frac{\text{TIEMPO DISPONIBLE PARA PRODUCCIÓN}}{\text{TIEMPO TEÓRICO PARA PRODUCCIÓN}}$$

El factor de planificación indica el porcentaje del tiempo total de producción teórico planificado para producir, sin considerar nada sobre la forma en que se ha utilizado la instalación en términos de efectividad. Es un indicador de la medida en que no se utiliza la instalación.

El tiempo de producción disponible es el tiempo que normalmente se planifica para la producción. El lapso del tiempo de producción disponible o el realmente utilizado puede variar para el valor planificado. Depende de la cantidad de pérdidas externas (planificadas y no planificadas) que a su vez dependen de las necesidades del mercado.

El tiempo teórico de producción es la máxima cantidad de unidades de tiempo (horas/día) disponible en el período observado y es una constante en el tiempo. Un día siempre consta de 24 horas de 60 minutos. Una semana siempre consta de 7 días de 24 horas. Un año siempre consta de 52 semanas.

Con un aumento de las pérdidas externas (planificadas y no planificadas) el valor del factor de planeación disminuirá inevitablemente, el tiempo de producción teórico es un valor constante para un período observado fijo.

Se debe tener en cuenta que el factor de planificación como designación no es completamente correcto ya que puede ser cambiado por un evento no planificado, por ejemplo, la falta de materia prima o un problema social.

Combinando las ecuaciones anteriores, la TEEP se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{TEEP} = \text{OEE} \times \text{FP}$$

FACTORES DE LA EFECTIVIDAD

Con el factor de efectividad, La OEE podrá ser examinada con más detalle si se analizan individualmente los factores que la determinan. Es importante destacar que el tiempo analizado es el tiempo disponible para producción y no el tiempo teórico para

producción. El diagrama de la figura 6.9 muestra claramente los diferentes tipos de pérdidas que se producen desde el tiempo teórico de producción, que es el tiempo máximo posible, hasta el tiempo finalmente disponible, denominado tiempo operativo real.

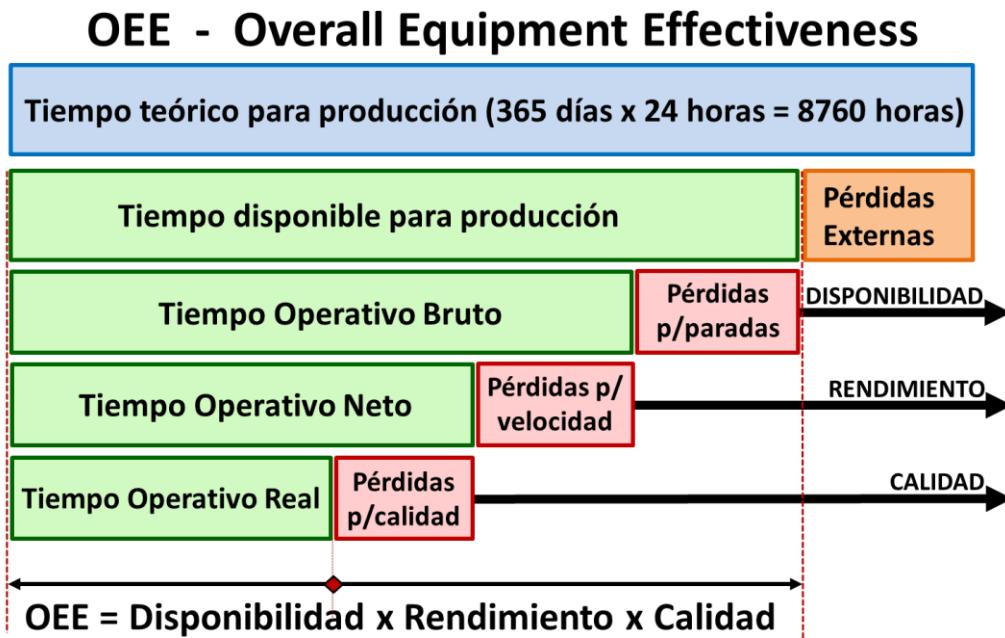


Figura 6.9. Diferentes tipos de pérdidas y los factores que determinan la OEE

Disponibilidad

La disponibilidad es una medida de las pérdidas de tiempo de inactividad o pérdidas por paradas. Cuando estas pérdidas son iguales a cero, la disponibilidad es 100%, el tiempo operativo bruto es igual al tiempo disponible para la producción. En otras palabras, la producción nunca es igual a cero durante el tiempo disponible para producción, continuamente hay una salida y sin interrupción. La disponibilidad puede ser calculada mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo Bruto}}{\text{Tiempo disponible para producción}}$$

Rendimiento

El rendimiento sólo se refiere al tiempo operativo bruto. Una propiedad importante de este intervalo de tiempo es que la velocidad es mayor a cero en cualquier momento y no hay pérdidas de tiempo por paradas o tiempos de inactividad.

El factor de rendimiento es una medida para las pérdidas de velocidad y se cuantifica como sigue:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo Operativo Neto}}{\text{Tiempo Operativo Bruto}}$$

Las pérdidas de velocidad se pueden calcular como:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\frac{\text{Tiempo Operativo Bruto}}{\text{Tiempo del ciclo Ideal de Producción}}}$$

Con el fin de cuantificar las pérdidas de velocidad, el tiempo de ciclo teórico no es necesariamente el tiempo de ciclo de diseño. El tiempo de ciclo teórico depende de la instalación y del producto. Es importante prestar atención a su valor ya que, si se calcula erróneamente, parte de las pérdidas no son visibles y se muestra una mejor efectividad que la real. Estas son, por ejemplo, las pérdidas inevitables causadas por las actividades de limpieza:

- Impuestas desde un punto de vista jurídico / higiénico (industria alimentaria)
- Necesarias para prevenir la contaminación de productos

Por lo general, no hay que preocuparse demasiado por la forma de calcular el tiempo del ciclo ideal de producción, se debe tomar conciencia de la importancia de cuantificar correctamente el tiempo teórico del ciclo y las consecuencias si esto no se hace correctamente. En principio ser determinado por una instancia neutra. Es necesario que se consulte la producción y el mantenimiento.

Calidad

El tiempo operativo neto es el tiempo para el que no se producen pérdidas de tiempo o de velocidad porque ya se han descontado. En otras palabras, la producción correspondiente al tiempo operativo neto es el producto del rendimiento de referencia (unidades por unidad de tiempo) por el número de unidades de tiempo del tiempo operativo neto. Sin embargo, no es seguro que la producción total producida esté conforme con las especificaciones de calidad. Para comprender esto, se define el factor de calidad:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo Real}}{\text{Tiempo Operativo Neto}}$$

La calidad también se puede expresar como:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad de producción sin defectos}}{\text{Cantidad total producida}}$$

Las especificaciones y la planificación del producto (momento en el que el producto debe ser producido) son los puntos de partida para la cuantificación de las pérdidas de calidad. De esta forma, sólo hay productos aprobados y rechazados. Producir productos que no están incluidos en la planificación de la producción o que no cumplan las especificaciones del producto significa que serán rechazados.

Debe tomarse una decisión consciente para diferenciar las pérdidas de calidad. En principio, la producción obtenida fuera de la planificación del producto (otros productos que no sean los requeridos/acordados) debe considerarse "no conforme". Pero qué hacer con el producto que está en la categoría "no conforme" por incumplimiento de las especificaciones. Por ejemplo: Se produce un producto que no se ajusta a la especificación original, pero es aceptable para una especificación diferente (de menor costo), entonces este producto de bajo costo puede ser vendido. En este caso, el producto no es una pérdida completa, y algo se puede recuperar. Sin embargo, hay algunas pérdidas, ya que la máquina y las herramientas utilizadas para fabricar este producto están diseñadas para ofrecer un producto diferente. Seguramente la inversión es mayor en este caso, por lo que tiene que calcular algunas pérdidas. Esto debe abordarse en la planificación de las especificaciones del producto.

Se debe tomar una decisión cuando un producto es rechazado por completo y debe determinarse los diferentes niveles de calidad con las respectivas especificaciones del producto. Al determinar el número de niveles de calidad, se debe contar con lo que todavía se puede negociar en el mercado (interno o externo). Deberá hacerse una tabla de resumen por producto indicando:

- Los diferentes niveles de calidad
- La especificación de calidad por nivel
- El factor por nivel para cuantificar las pérdidas

Cálculo de la OEE

La OEE se definió anteriormente como el tiempo operativo real sobre el tiempo disponible para producción. Una segunda forma de cuantificar la OEE es multiplicando los tres factores de la efectividad, tal como se expresa en la siguiente fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

El valor individual de los tres factores de efectividad está entre 0 y 1. Estudiando cada uno de los factores de efectividad independientemente, un valor satisfactorio sería de 0,9 o 90%. El valor de la OEE es en este caso específico = $0,9 \times 0,9 \times 0,9 = 0,73$. El tamaño de las pérdidas técnicas en este caso es aproximadamente el 27% del tiempo disponible para la producción, que es una cantidad importante. Esto se debe principalmente al efecto multiplicador de los tres factores.

Se debe tener en cuenta que, en muchos casos, pérdidas por paradas también causan pérdidas de velocidad y calidad. El desempeño de referencia no se alcanza inmediatamente después de un tiempo de inactividad del equipo y los primeros productos no cumplen necesariamente con las especificaciones de calidad.

OEE Y EL MANTENIMIENTO

Con base en la división previa de las pérdidas, es posible definir los factores que son indicadores de las pérdidas que han de imputarse en el mantenimiento.

El mantenimiento es responsable de dos tipos de pérdidas:

- Pérdidas técnicas debidas al mal funcionamiento de la máquina o actividades de mantenimiento programadas para ser ejecutadas durante el tiempo disponible para producción.
- Las pérdidas externas necesarias para actividades de mantenimiento general, mantenimiento mayor o paradas de planta que son programadas para ser ejecutadas durante un tiempo que no estaba previsto producir.

El esquema de la figura 6.10 muestra las diferentes pérdidas que se utilizarán para definir esos factores y se explicarán posteriormente.

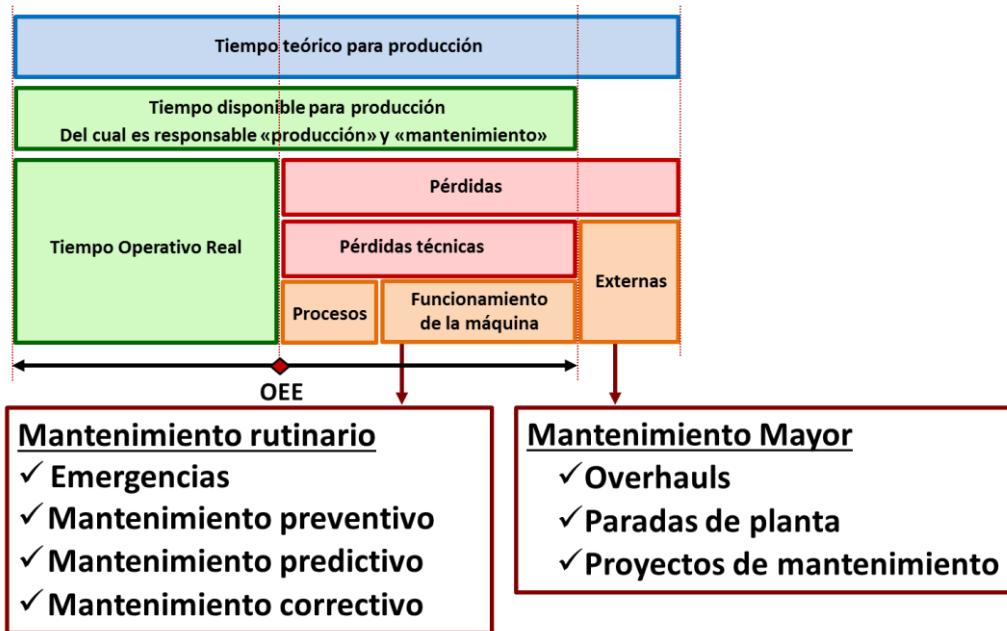


Figura 6.10. Pérdidas atribuibles a las actividades de mantenimiento

Efectividad del mantenimiento

Si se divide el tiempo dedicado a las actividades de mantenimiento relacionadas con el funcionamiento de la máquina entre el tiempo disponible para producción se obtiene una indicación de las pérdidas técnicas debidas al mantenimiento.

También es útil definir un parámetro que indique las pérdidas debidas a mantenimientos mayores o paradas de planta que normalmente ocurren en períodos en los que no se planea ninguna producción que se indica como "pérdidas externas".

REFERENCIAS

Hansen, R.C. (2001). *Overall Equipment Effectiveness. A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profit.* Industrial Press Inc.

Koch, A. (2003). **OEE INDUSTRY STANDARD.** Blom Consultancy. NL

Vorne Industries Inc. (2002 – 2008). **The Fast Guide to OEE.** Vorne Industries Inc., Itasca, IL USA.

Wauters, F., Mathot, J. (2002). **OEE - Overall Equipment Effectiveness.** ABB Inc.