

## Evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento: medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de beneficio de aceite de palma de Malasia\*

Maintenance Management Performance Evaluation: Measuring of Overall Equipment Effectiveness in Malaysian Palm Oil Mills

**CITACIÓN:** Baluch, N. (2016). Evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento: medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de beneficio de aceite de palma de Malasia. *Palmas*, 37(Especial Tomo II), pp. 69-78.

**PALABRAS CLAVE:** efectividad global de los equipos, evaluación del desempeño, gestión del mantenimiento, indicador clave del desempeño.

**KEYWORDS:** Global effectiveness of equipment, performance assessment, maintenance management, key performance indicator.

\*Artículo original recibido en inglés y traducido por Adriana Arias de Hassan.



**NAZIM BALUCH**

Escuela de Administración Tecnológica  
y Logística, Facultad de Negocios –  
Universiti Utara Malasia  
School of Technology Management and  
Logistics; College of Business -  
Universiti Utara Malaysia  
nazimbaluch@gmail.com

### Resumen

Una gestión de mantenimiento deficiente puede comprometer seriamente la competitividad de una organización manufacturera, ya que se reduce la productividad, aumenta el inventario y ocasiona un mal rendimiento. En la actualidad, el mantenimiento se considera una parte estratégica e integral del proceso comercial y se ha demostrado que “genera un valor agregado”. A medida que ha mejorado la comprensión sobre la importancia estratégica del mantenimiento, también han mejorado las iniciativas sobre el control, la medición y un mejor manejo de esta función. La gestión y medición del desempeño son importantes, ya que identifican las brechas entre los rendimientos actuales y los previstos, además de brindar un indicio del progreso alcanzado en cerrar dichas brechas. Los indicadores clave de desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) seleccionados cuidadosamente identifican con precisión las áreas sobre las que se debe actuar para mejorar dicho desempeño. La eficiencia

general de los equipos (EGE), un KPI esencial de la gestión de desempeño tecnológico, se utiliza para evaluar el desempeño de la gestión de mantenimiento; es un índice utilizado frecuentemente en las industrias manufactureras para calcular la efectividad de la EGE de un sistema de producción o de una parte del mismo.

Este artículo examina la importancia de la evaluación del desempeño en la gestión de mantenimiento, determina la importancia de la EGE como medida principal del desempeño, y explica sus tres factores principales, que componen el proceso de cálculo en el contexto de las plantas extractoras de aceite de palma en Malasia. El artículo también presenta el cálculo del EGE y las plantillas de las bitácoras de mantenimiento diario, elaboradas por el autor, específicamente para el caso de las plantas de aceite de palma.

## Abstract

Deficient maintenance management can severely affect competitiveness of a manufacturing organization by reducing production, increasing inventory, and leading to poor performance. Today maintenance is considered as a strategic and integral part of the business process and it is an established fact that “It creates additional value.” As the understanding of the strategic importance of maintenance has risen, so too has the efforts to control, measure, and better manage this function. Performance Management and measurement is important because it identifies performance gaps between current and desired performance and provides indication of progress towards closing those gaps. Carefully selected KPIs identify precisely where to take action to improve performance. Overall Equipment Effectiveness (OEE), a vital KPI of TPM, is used to evaluate the performance of maintenance management; it is an index frequently used in the manufacturing industries to calculate the OEE of a production system or part of it.

This paper examines the importance of maintenance management performance evaluation, determines the effectiveness of OEE as a primary performance metric and explains its three main factors that make up the calculation process in the context of Malaysian palm oil mills; the paper also presents OEE calculation and maintenance daily log templates, developed by the author, specifically for palm oil mills.

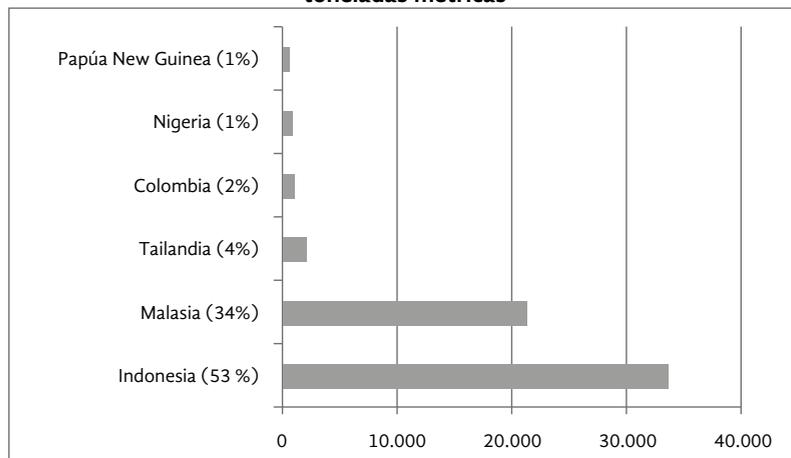
---

## Antecedentes

Malasia representa actualmente el 34 % de la producción mundial de aceite de palma (Figura 1) y el 40 % de las exportaciones de aceite de palma en el mundo. En 2014, la producción malasia de aceite de palma alcanzó una cifra sin precedentes de 21,3 millones de toneladas provenientes de 429 plantas de beneficio en todo el país. La cifra récord de área cosechada es 4,7 millones de hectáreas, con un aumento de 0,175 millones de hectáreas en comparación con el año anterior (USDA, 2015).

La industria de palma de aceite se ha convertido en el componente más grande del sector agrícola de Malasia, con más de 70 % de suelo agrícola sembrado en palma de aceite. En efecto, la industria de la palma de aceite es el pilar o el motor fundamental del sector agrícola, con una cifra de empleo de más de 620.000 trabajadores. La industria también ha contribuido sustancialmente a la lucha contra la pobreza y a la generación de empleo para la población rural (MPOC, 2015). Si bien el aceite de palma se destina principal-

**Porcentaje total de aceite de palma de Producción Global de 2014 (63.293 millones de toneladas), en porcentaje y en miles de toneladas métricas**



**Figura 1.** Participación en la producción global de aceite de palma para 2014.

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

mente a la producción de alimentos, su utilización por fuera de esa industria crece aceleradamente. La utilización de los aceites de palma y de palmiste en aplicaciones diferentes a los alimentos ocurre directamente o a través de la oleoquímica. Entre las aplicaciones directas se cuentan el uso de aceite de palma crudo (APC) como sustituto del diésel, para los lodos de perforación, jabones y productos de aceite epoxidado, polioles, poliuretanos y poliacrilatos.

## Importancia estratégica del mantenimiento

Según Baluch (2013), la definición de mantenimiento es la combinación de todos los actos técnicos y administrativos, incluida la supervisión, encaminados a retener un elemento o devolverlo a un estado en el cual pueda cumplir con la función requerida (IEC, 2006); mientras que la gestión del mantenimiento es el proceso de dirigir efectivamente la organización de mantenimiento. Por tanto, el alcance de la gestión del mantenimiento debe abarcar todas las etapas de la vida útil de los sistemas técnicos (planta, maquinaria, equipo e instalaciones físicas): especificación, adquisición, planeación, operación, desempeño y evaluación, mejoramiento y disposición (Murray *et al.*, 1996).

Desde la década de 1990 se ha venido reconociendo cada vez más la importancia estratégica del mantenimiento. Uno de los factores determinantes ha sido la

presión constante sobre los costos atribuibles al mantenimiento. También se ha intensificado la conciencia del rol del mantenimiento en la gestión del riesgo al que están expuestas las compañías. En algunos casos, el impulso proviene de cambios legislativos relativos a la seguridad y el medio ambiente; en otros, el motor es el mayor conocimiento del efecto decisivo que una gestión eficiente y efectiva del mantenimiento puede tener sobre la confiabilidad del equipo, la calidad del producto final y la rentabilidad total de la organización. En la actualidad, el mantenimiento se considera un componente estratégico e integral del proceso de negocios y es un hecho demostrado que “genera valor adicional” (Liyanage & Kumar, 2003). Con el creciente reconocimiento de la importancia del mantenimiento también han aumentado los esfuerzos por controlar, medir y manejar mejor esta función. No es posible manejar lo que no se puede controlar y no se puede controlar lo que no se puede medir; lo que se mide se puede mejorar (Drucker, 1994).

## Medición del desempeño de mantenimiento (MPM)

Baluch (2013) explica que la medición y evaluación del desempeño es el proceso de cuantificar la eficiencia y la efectividad de las actuaciones; es una aplicación sistemática, rigurosa y meticulosa de métodos científicos para evaluar el diseño, la ejecución y el mejoramiento o los resultados de un programa (Neely *et*

al., 1995, y Rossi *et al.*, 2004). El mantenimiento opera como función de apoyo importante para las operaciones de una empresa con inversión considerable en activos físicos, y contribuye de manera considerable a las metas de la organización (Tsang, 2002). Las dificultades y los problemas asociados con la medición del desempeño de mantenimiento (MDM) son los relativos a la pertinencia, interpretación, oportunidad, confiabilidad, validez, efectividad en tiempo y costo, facilidad de implementación y disponibilidad para los actores interesados. Algunos aspectos importantes que se buscan con la medición del desempeño son: medir el valor generado por la función de mantenimiento, justificar la inversión, ajustar la asignación de recursos, adaptarse a las nuevas tendencias en estrategias de operación y mantenimiento, y lograr cambios estructurales de la organización.

## Mantenimiento Productivo Total, una estrategia de renombre mundial

Baluch (2014) analiza que los productos, las prácticas y los métodos de Occidente se consideraron los mejores del mundo durante mucho tiempo. Esta percepción cambia constantemente como consecuencia de la nueva competencia y las presiones económicas. La arrogancia o el exceso de confianza ha devastado a sectores concretos de la base industrial de Occidente. Por ejemplo, los japoneses son ahora los dueños de la industria de productos electrónicos de consumo. Los cambios en la industria automotriz están bien documentados y, por primera vez, industrias dominadas por Occidente, como la de los computadores y la aviación enfrentan retos difíciles de la competencia extranjera. Otras compañías y culturas han demostrado poder competir exitosamente contra la manufactura occidental en el mercado mundial. Para enfrentar el reto, los líderes empresariales más sagaces comparan el desempeño de sus organizaciones y los procesos de mejoramiento con los de sus competidores nacionales e internacionales. Adaptan y adoptan las mejores prácticas y los mejores procesos de mejoramiento. Como resultado de esos esfuerzos de referenciación han identificado el Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés) como el mejor de su clase en procesos de mejoramiento de manufactura y en industria en general. El TPM se afianzó en la industria automotriz y

no tardó en formar parte de la cultura corporativa de compañías como Toyota, Nissan y Mazda y de sus proveedores como Nippon Denso.

También lo han incorporado otras industrias como la de electrodomésticos, microelectrónica, máquinas, herramientas, plásticos y muchas otras. Después de adoptar el mantenimiento preventivo y predictivo, las industrias de proceso comenzaron a implantar el TPM. Baluch (2014) ha citado varios estudios efectuados en el campo del TPM para investigar su relación con el desempeño de la manufactura y de las empresas (por ejemplo, Brah & Chong, 2004, Seth & Tripathi, 2005, Tsarouhas, 2007, Ahuja & Khamba, 2007, Ahuja & Kumar, 2009, Damiana & Ghirardo, 2010).

El TPM es un proceso complejo a largo plazo que se debe vender a los trabajadores como una metodología de mejoramiento continuo. A fin de tener éxito con el TPM en cualquier industria, tanto la gerencia como la fuerza laboral deben abordar los problemas estratégicamente y operar en un ambiente de confianza y organización. Es preciso reconocer que el proceso de mejoramiento beneficia tanto a la compañía como a los trabajadores. La responsabilidad última por el éxito o el fracaso del proceso de TPM descansa más en la gerencia que en los empleados de la fábrica.

## Correlación entre la implementación de la EGE y el TPM y la producción tipo *lean manufacturing*

En un estudio reciente, Binti Aminuddin *et al.*, (2015) determinan que el TPM sirve de fundamento para la filosofía de manufactura esbelta o *lean manufacturing* (LM) porque reduce los daños de los equipos y los defectos de producción (Nakajima, 1988, Chan *et al.*, 2005, Ljungberg, 1998). El objetivo de desplegar una iniciativa de TPM es desarrollar mejor productividad y calidad mediante el uso efectivo de los equipos de producción. Por tanto, la eficiencia global de los equipos (EGE) se derivó como indicador de desempeño para determinar la tasa de efectividad del equipo (Chan *et al.*, 2005). La evidencia sugiere que hay una conexión directa entre la EGE y el TPM y el mejoramiento *lean* y continuo, puesto que es uno de los mecanismos apropiados para habilitar la aplicación efectiva del TPM, y como consecuencia, la creación de

una cultura *lean* y de mejoramiento continuo (Belekoukias *et al.*, 2014, Pakdily Leonard, 2014). Por ejemplo, Ahuja & Khamba (2008) sugieren que la EGE es un indicador que apoya el resultado estratégico de una implementación del TPM a través de las diversas métricas de manufactura para reducir el desperdicio, lo cual es también el objetivo principal de la manufactura *lean*. Esto sugiere que hay una correlación positiva entre la implementación de la EGE y el TPM o iniciativas *lean*, lo cual podría indicar que es más probable que las compañías que han puesto en marcha estos dos enfoques de mejoramiento también hagan lo propio con la EGE como metodología para medir el desempeño de sus equipos de producción.

## Medición de la eficiencia global de los equipos (EGE)

Binti Aminuddin *et al.*, (2015) en su estudio de investigación caracterizan que a fin de tomar mejores decisiones para la gestión eficiente y efectiva de los sistemas de producción, los gerentes deben establecer métricas apropiadas para efectos de medición (Nachiappan y Anantharam, 2006). Dos de las métricas de desempeño más importantes y más utilizadas en las operaciones de manufactura son la productividad y la calidad (Garza-Reyes *et al.*, 2010). La EGE es una métrica cuantitativa que busca identificar los costos de productividad y calidad indirectos y “ocultos” expresados en pérdidas de producción. Esas pérdidas se formulan como función de los factores mutuamente excluyentes de disponibilidad (A), desempeño (P) y calidad (Q) (Huang *et al.*, 2003). La EGE es en esencia el resultado de multiplicar estos tres componentes juntos, como se demuestra en la ecuación: (1):  $EGE = A \times P \times Q$  (1)

El componente de disponibilidad mide el tiempo total durante el cual el sistema permanece fuera de operación por razones de montaje, averías, ajustes y otras paradas menores (Jonsson y Lesshammar, 1999).

El factor de desempeño mide el índice de la velocidad real de operación de un sistema (por ejemplo, la velocidad ideal menos las pérdidas de velocidad, paradas menores y operación improductiva) sobre la velocidad ideal (Jonsson y Lesshammar, 1999). Finalmente, el factor de calidad expresa la proporción de producción defectuosa sobre el volumen total de producción.

Hoy día se considera que la EGE es una de las métricas de desempeño más importantes utilizadas en las organizaciones manufactureras no solamente para monitorizar la productividad y la calidad del desempeño de la producción sino también como indicador y motor de un mejor desempeño (Garza-Reyes *et al.*, 2010, Andersson y Bellgran, 2011).

## Problemas y desafíos del acopio de datos

Deming dijo “Confiamos en Dios, todos los demás deben presentar datos” (Lynch & Stuckler, 2012); sin embargo, los datos se traducirán en resultados deseados solamente en la medida en que sean creíbles, precisos y verificables; la fiabilidad de los datos es de importancia crucial. La mayoría de los problemas de recopilación de datos se relacionan con el acopio de datos válidos susceptibles de verificarse por medio de “triangulación”, lo cual implica utilizar múltiples fuentes de datos en una investigación, al menos más de dos, a fin de producir comprensión.

El hecho de recopilar datos sobre el factor de desempeño tomando como fuente a los operarios no siempre se traduce en una medida confiable. Si la planta de beneficio opta por la recopilación manual de los datos, hay un problema hereditario porque los formatos suelen llenarse al final del turno y podrían no reflejar la realidad de lo que sucede. Esto no se debe a que los operarios de las máquinas sean deshonestos por naturaleza. El problema es que “recordar” lo sucedido en cuanto al tiempo de alistamiento de las máquinas, el tiempo de funcionamiento y el tiempo perdido, incluidas las razones, está sujeto al “efecto del testigo”. Esto se refiere al hecho de que cuando hay muchos testigos de un crimen es poco probable que todos describan al sospecho de la misma manera. Cuanto mayor sea el tiempo transcurrido entre el suceso y la recordación, mayor será la imprecisión. Algunas compañías podrán insistir en que se registren los datos al final de la jornada o al final del turno; otras, al final de la semana.

Ese método pone en peligro el factor que contribuye a la cifra de la EGE. Es probable que se sobreestime esa cifra y que la EGE de la planta aparezca más alta que lo que es en realidad. También existe la probabili-

dad de que las cifras registradas sean las correspondientes a la “meta”. Esto significa que si el operario está autorizado para dedicar 20 minutos a alistar una máquina se tome siempre los 20 minutos o ante 20 minutos, aunque el tiempo sea más corto. Esto importa, porque si las plantas no conocen la verdad es probable que no descubran la capacidad oculta que podrían utilizar para mejorar el desempeño (y la EGE) de su inversión. Por ejemplo, en algunas plantas de beneficio de aceite de palma podría parecer que la EGE mejora cuando se hacen cosas como adquirir equipo sobredimensionado, proveer sistemas redundantes de apoyo y aumentar la frecuencia de las reparaciones generales. Inversiones en mayor capacidad instalada de la planta y compra de equipos críticos redundantes de apoyo como “calderas”, “prensas”, “decantadoras” y turbinas de repuesto son algunos ejemplos de actuaciones para compensar las ineficiencias operativas.

Hay quienes propondrían que recopilar los datos manualmente a medida que se producen los eventos podría ser la respuesta, pero la realidad es que cualquier método manual también afectaría la cifra de la EGE por el simple acto de detenerse a registrarla. La so-

lución está en registrar todos los factores de manera automática o lo más desapercibida posible. Unos sensores apropiados, instalados estratégicamente, pueden proporcionar los datos requeridos. Esto se puede lograr instalando simplemente un sensor de “latidos” para monitorizar si la máquina está encendida o no y a qué velocidad. En caso de detenerse la máquina, el operario solo tendrá que registrar la razón de la parada con la ayuda de una lectura de código de barras. Con esta facilidad de uso, la planta obtendrá la “verdad sobre las máquinas”. Ese es el punto de partida no solamente para implementar la medición de la EGE sino para adquirir el poder de mejorar. Las anotaciones diarias en la planilla de mantenimiento también pueden utilizarse para verificar los tiempos perdidos (Tabla 1).

Hay sensores integrados más sofisticados que pueden reportar lo que sucede en la máquina en tiempo real, proporcionando conocimiento sobre el desempeño de la máquina a nivel de la actividad, el turno y la máquina. Un elemento crítico de los sensores es la pantalla de diodos emisores de luz (LED) ubicada cerca de la máquina para brindar retroalimentación al operario acerca del desempeño. La

**Tabla 1.** Plantilla de registro del servicio de mantenimiento diario.

Plantilla de registro del Servicio de mantenimiento diario											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	Hora inicial del problema o falla del equipo	Reporte inicial	Detalle del equipo (Activo #)	Llamada de asistencia técnica (Funcionario #)	Diagnóstico actual y detalles de reparación	Hora final o reinicio de servicio del equipo	Tiempo requerido para la reparación (minutos)	Tiempo de inactividad del equipo	Orden de trabajo # expedida luego de las reparaciones	Ingresado en CMMS	Observaciones
Sep-19	10:30	Conv. RFF detenido	#001	Ben #113	Límite de motor #25 ajustado al soporte	11:00	20	30	#001	Y	Nuevo soporte es necesario – Orden de material.
Sep-19	10:45	Esterilizador #A RFF sin especificaciones	#004-A	Zul #125	Vapor de baja presión. Sello de la puerta reemplazado	11:45	45	60	#002	Y	Último sello de la puerta usado – Por favor ordenar 3 de marca Goodyear.
Sep-19	11:30	Alarma de gases de combustión activada	#012	Abdul #045	Interruptor de identificación de carga del ventilador disparado - rodamientos lubricados para ejecutarlo	11:45	10	20	#003	Y	Rodamiento del motor con ataque de impacto. Se necesita nueva WO#003 emitida.
Sep-19	14:00	Pantalla de vibración activada	#008-B	Chen #096	Interruptor de seguridad dañado	14:55	45	60	#004	Y	Interruptor disponible. Por favor ordenar 2 unidades.
Sep-19	15:30	Decantador con ruido excesivo	#007-C	Ravi #049	Los pernos de anclaje estaban sueltos – se apretaron	15:50	15	15	#005	Y	Solicitar los nuevos pernos con arandelas de seguridad.

naturaleza de la retroalimentación sobre la tasa de producción del momento, el funcionamiento activo o improductivo de la máquina, la EGE actual y otros signos vitales les brinda la información requerida para que puedan manejar la máquina de una manera más eficiente. La mayoría de los operarios accogen gustosamente la medición objetiva y la retroalimentación de la pantalla de LED, la cual los motiva a alcanzar mayores eficiencias. Es importante señalar que la interfaz para el gerente de planta es muy intuitiva y, al presentar la información con significado, revela los aspectos que se pueden mejorar. Los datos recopilados en esa forma se pueden triangular; el tiempo de parada de una determinada máquina o línea de producción registrado en las planillas diarias de mantenimiento debe concordar con el tiempo de parada registrado en las planillas de disponibilidad operativa para producción. Cualquier discrepancia observada indicaría pérdidas no relacionadas con mantenimiento, como errores de los operarios debidos a falta de idoneidad.

También se pueden recopilar datos para calcular la EGE individual de cada máquina o equipo a través

de planillas diarias de producción y se pueden calcular para obtener un histórico de operación de las máquinas y de los equipos críticos en forma diaria, semanal, mensual o anual para efectos de comparación y mejoramiento.

Hay diversos aplicativos de *software* de mantenimiento y producción para llevar una historia de los tiempos de inactividad y reparación de las máquinas y los equipos, y también de líneas completas de producción a través de un sistema de gestión organizada de las planillas diarias de mantenimiento y de las órdenes de trabajo (Tabla 2). Hay un sistema computarizado de gestión del mantenimiento (CMMS) desarrollado en Malasia, “CWorks”, que es apropiado para la mayoría de las operaciones de producción, incluidas las plantas de beneficio de aceite de palma (también hay una versión gratuita de ‘CWorks’ disponible en <http://www.cworks.com.my/>). El sistema de gestión de las órdenes de trabajo (Work Order) es parte integral del CMMS y sirve para construir un histórico de la operación de las máquinas y los equipos críticos; ayuda a llevar un registro de los diversos costos relacionados con activos específicos como mano de obra, repuestos, etc. (Baluch, 2013).

**Tabla 2.** Registro de producción diaria por extractora & EGE.

Extractora individual Registro de producción diaria & EGE (tiempo en minutos) Septiembre de 2011																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fecha	Hora de cambio	Descanso y almuerzos	Hora de mantenimiento programado	Reuniones y otros. No en tiempo de producción	Instalación y ajustes	Paros menores	Averías	Pérdida de velocidad	Tiempo disponible de la extractora para la operación	Tiempo neto de trabajo de la extractora	RFF Procesados (toneladas)	Producción total de APC (toneladas)	APC fuera de las especificaciones y recuperación de lodo de aceite	Índice de disponibilidad	Índice de rendimiento	Índice de calidad	EGE = disponibilidad x rendimiento x calidad
19 Sep.	480	45	60	10	10	10	30	30	365	315	131.25	23.44	2.75	0.86	0.81	0.88	0.62
20 Sep.	480	45	10	5	8	15	20	40	420	377	157.08	26.68	2.50	0.90	0.92	0.91	0.75
21 Sep.	480	45	30	15	9	9	25	20	390	347	144.58	25.89	2.95	0.89	0.90	0.89	0.71
22 Sep.	480	45	20	5	11	12	30	35	410	357	148.75	25.49	3.00	0.87	0.88	0.88	0.68
23 Sep.	480	45	15	10	8	8	35	25	410	359	149.58	26.44	3.25	0.88	0.92	0.88	0.70

## Cuantificación del “costo de ineficiencia” del sector extractor de aceite de palma

Un estudio a fondo del desempeño de las plantas de aceite de palma en Malasia (Baluch, 2013) ilustra que es evidente a partir de los datos y la información relacionada, que el mantenimiento de los equipos sigue teniendo poca prioridad, como se muestra en las secciones siguientes. La EGE, la productividad, la tasa de extracción de aceite (TEA) son menores en comparación con las empresas que han adoptado las mejores prácticas de gestión.

### Eficiencia global de los equipos (EGE)

Se obtuvo una cifra de 62 % de la EGE en comparación con el referente de talla mundial de la industria de 85 % (Wireman, 2004) para análisis ulterior y para calcular las pérdidas anuales de la industria y el costo de la ineficiencia del proceso de extracción para el sector del aceite de palma (Tabla 3); hay una brecha de 23 % (85-62 %). La producción malasia de APC fue de 18.9 millones en el año del estudio (2011); a una tasa de EGE de 62 %, esto se traduce en 304.839 toneladas para 1 % de EGE. Para la brecha de 23 %, es impactante la cifra de 7.011.290 toneladas de APC al año, por

un valor de RM 22.440 millones, a la tasa prevaleciente de APC por tonelada de 3.200 (USD 1.000).

### Productividad

Si se logra cerrar la brecha de productividad entre el promedio nacional de 4 a 8 t/ha de APC de las plantas con las mejores prácticas, existe el potencial de producir 18,9 millones de toneladas adicionales de APC por un valor de más de RM 60.480 millones, lo cual equivaldría a unos ingresos de RM 83.400 millones por concepto de exportaciones de productos de valor agregado.

### Tasa de extracción de aceite (TEA)

La cifra promedio de 20 % obtenida a través de la encuesta de recuperación de aceite es baja, mientras que la TEA de las plantas con las mejores prácticas es de 30 % (MPOB, 2010). Si las plantas de beneficio de aceite de palma logran cerrar la brecha y mejorar su TEA hasta 30 %, podrían generar RM 30.240 millones al año. El total del costo potencial recuperable debido a las ineficiencias del sector de extracción de aceite de palma en Malasia es de RM 114,556 millones para el año. Esto representa 12 % del PIB malasio de USD 305.830 millones para 2011 (DFAT, 2011). Esto constituye una motivación fuerte para que las plantas

**Tabla 3.** Cuantificación del costo de la ineficiencia para el sector de extracción de aceite de palma.

Cuantificación del "costo de la ineficiencia" para el sector de extracción de aceite de palma en Malasia (2011-2012)							
Producto y referencia	Promedio presente	Potencial	Brecha %	Producción de APC	% de APC equivalente en toneladas	Potencial en toneladas de APC	Cantidad @ 3200 RM (USD 1000)/t de APC
% EGE	62	85	23	18.900.000	304.839	7.011.290	22.436.129.032
% TEA	20	30	10	18.900.000	945.000	9.450.000	30.240.000.000
Rendimiento de 4 t/ha (50 % de 8 t/ha – 100 %)	50	100	50	18.900.000	378.000	18.900.000	60.480.000.000
Gastos de mantenimiento 15 % de RAV de extracción del sector	n/a	15 %	15 %				1.399.500.000
Total RM para el 2012							114.555.629.032
Costo de la ineficiencia cuantificado en USD (miles de millones)	36.37	PIB Malasia 2011 USD (Miles de millones) 1 USD = 3.15 RM		305.83	Costo de la ineficiencia para el sector de extracción de aceite de palma compartido de PIB		12 %

Gastos de mantenimiento: con los activos totales del sector del aceite de palma de Malasia citado (MPOC, 2010) en 93.3 miles de millones RM; al 15 % en beneficios de la tasa de recuperación, la extracción de aceite de palma se estima en 10 % para el sector, potencialmente puede recuperar 1.399.500.000 RM. (Baluch, 2014)

de beneficio de aceite de palma adopten las mejores prácticas generadoras de las condiciones propicias para la implantación exitosa de la EGE.

## Advertencias y problemas relativos a la aplicación de la EGE

En vista del uso generalizado y de las diversas nociones sobre la EGE, es preciso plantear ciertas advertencias con respecto a su utilización (Baluch, 2013):

- La EGE calculada no es válida para comparar o referenciar activos, equipos o procesos diferentes. La EGE es un indicador relativo de la efectividad específica de un solo activo o proceso comparado consigo mismo durante un período de tiempo. Sin embargo, la EGE se puede utilizar para comparar equipos semejantes en situaciones similares en las que se producen productos semejantes.
- El cálculo del porcentaje de EGE se basa en el supuesto de que todas las pérdidas relacionadas con el equipo son igualmente importantes y que cualquier aumento de la EGE es una mejora positiva para la empresa. Pero esto podría no ser verdad en general. Por ejemplo, en el cálculo del porcentaje de la EGE no se toma en consideración que 1 % de aumento de la calidad puede tener un impacto mayor sobre el negocio que 1 % de mejora en la disponibilidad. También, en el cálculo de la EGE se toman equivocadamente como iguales tres unidades de medición: el tiempo cronológico, las unidades por tiempo y el conteo de unidades producidas, las cuales se convierten en porcentajes para efectos de comparación. En efecto, los porcentajes de EGE pueden aumentar mientras las pérdidas reales de calidad aumentan significativamente. Los porcentajes de EGE pueden deteriorarse mientras aumenta la producción; las pérdidas de eficiencia y calidad se reducen y se genera la misma producción planeada en menos tiempo, con lo cual se reduce el porcentaje de “disponibilidad” con tres turnos de producción en dos turnos.
- La única razón para medir y analizar algo es para mejorarlo. Si no se ha de utilizar todo el ciclo de mejoramiento, entonces no hay razón para medir la EGE. Nada le dice a la gerencia que esta ya no sepa. En términos generales, lo único que la EGE le

dice a la organización es cuánto producto se produce en comparación con la cantidad que podría haberse producido. Cuando se promedian las EGE para toda la planta, a veces se ocultan los problemas. La EGE es más efectiva como herramienta de mejoramiento cuando se aplica en proyectos específicos de mejoramiento. La peor forma de utilizar la EGE es para comparar procesos, plantas o máquinas diferentes. Es una medida de mejoramiento para las organizaciones que desean mejorar el desempeño de los equipos.

- Ante la falta de concordancia sobre la definición de la EGE entre los expertos reconocidos, y ante los años de uso y abuso, es poco probable la aceptación de una sola definición de la EGE en las empresas y la industria.
- Métricas comparables o similares: utilización de activos (UA); efectividad total de la planta (ETP) para las industrias; y desempeño de la efectividad total de los equipos (DETE) son derivaciones de la EGE original.
- Hace falta concordancia en cuanto a la definición de “Disponibilidad” como 24 horas, siete días, tiempo programado o tiempo real de operación (utilización).
- La naturaleza “global” de la EGE no lo abarca todo. En la medida en que haya datos confiables, otras métricas relacionadas que se deben considerar son los costos de operación y mantenimiento, el retorno sobre los activos netos, el tiempo promedio entre fallas, el tiempo promedio hasta la reparación y la utilización.

## Conclusión

La EGE forma parte integral del primero de los pilares originales del mantenimiento productivo total (TPM, por sus siglas en inglés); orienta todas las actividades del TPM y mide los resultados de estas actividades centradas en las pérdidas. Este uso de la EGE evolucionó hacia el pilar del mejoramiento focalizado, uno de los ocho pilares del TPM (Nakajima, 1989). El objetivo de medir la EGE es mejorar la efectividad y la confiabilidad de los equipos. Puesto que la efectividad de los equipos tiene un impacto principalmente sobre los empleados de la planta más que sobre cualquier otro

grupo, lo apropiado es que ellos participen en el seguimiento de la EGE y en la planeación y la implementación de las mejoras para reducir la efectividad perdida.

Con la recopilación de los datos de la EGE, los operarios aprenderán sobre los equipos, centrarán su atención en las pérdidas, y adquirirán mayor responsabilidad frente a las máquinas. Para el supervisor de turno o el gerente de línea que suele recibir los datos diarios de operación y del proceso para desarrollar la información sobre la EGE, el trabajo directo con los datos le brindará los hechos básicos y las cifras sobre los equipos; le servirá para brindar retroalimentación apropiada a los operarios y a las demás personas involucradas con el mejoramiento de los equipos; y le permitirá mantener informada a la gerencia sobre la condición de los equipos y los resultados del mejoramiento.

La EGE divide el desempeño de una unidad de producción en tres componentes medibles diferentes: disponibilidad, desempeño y calidad. Cada componente apunta a un aspecto del proceso que podrá escogerse para los esfuerzos de mejoramiento. La EGE se puede aplicar a cualquier centro de trabajo en

particular, o se puede desplegar a nivel de todo un departamento o una planta. La EGE es una medida importante de eficiencia y mejoramiento que tiene un efecto positivo directo sobre la rentabilidad; al comprenderla y mejorarla, las empresas consiguen mayor rendimiento sobre la inversión (ROI\*). Esta herramienta también permite ahondar en análisis específicos, como un producto en particular o un número de componente, un turno o uno de muchos otros parámetros. También le brinda a la empresa un indicador válido de comparación para toda la planta, entre distintas plantas, y posiblemente frente a los competidores también.

Para asegurar que la industria malasia del aceite de palma continúe siendo un sector económico estratégico, es imprescindible que el sector de extracción del aceite de palma eleve la función de la gestión del mantenimiento del nivel de centro de costo hasta el nivel de aliado estratégico del negocio.

---

\* ROI: acrónimo en inglés de *Return On Investment*, en español, Retorno sobre la inversión.

## Referencias

- Baluch, N.(2013). *Maintenance Management Performance of Malaysian Palm Oil Mills*. Germany: LAP Lambert Academic Publishing.
- Baluch, N.(2014). *Innovation Imperative - Actualizing Ingenious Ideas at a Canadian Auto Metal Stamping Plant*. Germany: Lap Lambert Academic Publishing.
- BintiAminuddin, N. A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Antony, J. and Rocha-Lona, L. (2015). An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. *International Journal of Production Research*, Volume 53, Issue 16, 2015.
- DFAT (2011). Recuperado enero 31, 2012, de <http://www.dfat.gov.au/geo/fs/mly.pdf>
- Drucker, P. F. (1994). The theory of business. *Harvard Business Review*, September-October.
- Liyanage, J. P., & Kumar, U. (2003). Towards a value-based view on operations and maintenance performance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(4), 333-350.
- Lynch, J., and Stuckler, D., (2012). 'In God we trust, all others (must) bring data', *Oxford Journals - Journal of Epidemiology*, Volume 41, Issue 6, pp. 1503-1506.
- MPOB(2010). Malaysian Palm Oil Board. Info retrieved on July 13, 2011, from <http://www.mpob.org.my>
- MPOC(2015) Malaysian Palm Oil Council. Info retrieved on July 13, 2015, from [http://www.mpoc.org.my/main\\_palmoil\\_01.asp](http://www.mpoc.org.my/main_palmoil_01.asp).
- Nakajima, S. (1989). *TPM development program: Implementing total productive maintenance*. Portland, OR: Productivity Press.
- USDA (2015). United States Department of Agriculture. Retrieved on 15 July 2015 from: <http://pecad.fas.usda.gov/highlights/2015/03/Malaysia/Index.htm>