

Capítulo 4. Análisis del OEE en una industria alimentaria de San Luis Potosí, México

Juan José Bravo Castillo*
Adriana Eugenia Ramos Ávila**
Azucena del Carmen Martínez Rodríguez***
Idalia Acosta Castillo****

Introducción

A partir del análisis de métodos y movimientos en cada una de las tareas que se llevan a cabo en una organización, la administración de operaciones es una herramienta que permite tomar decisiones estratégicas, a largo, mediano y corto plazos,

* Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Contaduría y Administración, Centro de Investigación y Estudios de Posgrado. Tel. 444 8261450, ext. 8316, maestriajjbc@gmail.com.

** Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Contaduría y Administración, Centro de Investigación y Estudios de Posgrado. Tel. 444 8261450, ext. 8316, adriana.ramos@uaslp.mx.

*** Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Contaduría y Administración, Centro de Investigación y Estudios de Posgrado. Tel. 444 8261450, ext. 8312, azucenardz@uaslp.mx.

**** Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Contaduría y Administración, Centro de Investigación y Estudios de Posgrado. Tel. 444 8261450, ext. 8312, idalia.acosta@uaslp.mx.

aplicando de manera eficiente los recursos humanos y económicos de la organización, e involucrando las áreas de administración, producción, logística y mejoramiento de procesos, con el propósito de satisfacer las necesidades del mercado (Arrieta, 2002). Es decir, la administración de operaciones es una pieza clave para el desarrollo estratégico de las organizaciones, porque le permite fortalecer su competitividad a través de la productividad; que contribuye a generar ganancias, a ser rentable, y a mantenerse en el mundo desafiante de los negocios demostrando su desempeño con un rendimiento eficiente. De ahí la importancia de elegir una estrategia de operaciones que favorezca optimizar los recursos y descubrir la ventaja competitiva que haga la diferencia entre los competidores (Jiménez León, 2020).

Asimismo, para llevar a cabo un control cuantitativo en la productividad y evaluar el desempeño o el grado en que una organización cumple con sus objetivos, existen indicadores que miden y sintetizan situaciones importantes de las que se desea conocer su evolución en el tiempo. Con estos se monitorean y ajustan las acciones de un proceso determinado, para lograr los objetivos establecidos en un contexto específico. Por lo tanto, es necesario contar con información disponible para que a partir de ella se puedan construir indicadores, que se derivan del producto de la selección y elaboración de un posible conjunto de datos, mismos que ayudan a reconocer y resolver problemas (Morales González *et al.*, 2013).

Tal es el caso del índice de Efectividad General de los Equipos (OEE, por sus siglas de Overall Equipment Effectiveness), que permite identificar problemas indirectos, como son las pérdidas en la producción, los costos de productividad y calidad, las barreras para su implementación, necesidades de información precisa, mantenimiento, capacitación y gestión, entre otros (Binti *et al.*, 2016). Esto contribuye a que el mantenimiento del equipo o maquinaria en las organizaciones se lleve a cabo con actividades proactivas y no reactivas, diseñando estrategias dirigidas a perfeccionar el estado de la gestión del mantenimiento, adoptando nuevas formas de pensar y actuar, implementando herramientas y métodos que sirvan como apoyo para la toma de decisiones que favorezca la competitividad de la organización (Consuegra Díaz *et al.*, 2017). De manera que el objetivo del presente trabajo es analizar la eficiencia operativa con el índice OEE, en tres áreas de una industria del sector alimentario, ubicada en el estado de San Luis Potosí, México.

Fundamentación teórica

Efectividad General de los Equipos (OEE)

De acuerdo con Dadashnejad y Valmohammadi (2019), el índice OEE es una métrica que ayuda a identificar la eficacia de los equipos de producción; se utiliza como un instrumento que permite estudiar y detectar las oportunidades de mejora para reducir los problemas en la maquinaria de producción: al realizar los cambios y los ajustes que favorecen de forma pertinente los procesos de producción; en el momento que disminuyen los costos, las pérdidas y los errores que se presentan; al mejorar la calidad del producto y la productividad; cuando se promueve el desempeño organizacional y en consecuencia se satisfacen las necesidades que los clientes demandan.

Es decir, la OEE es un indicador que evalúa el rendimiento del equipo mientras se encuentra en operación, lo que contribuye al conocimiento de la eficiencia productiva de una organización, motivo por el cual se utiliza en diversas industrias manufactureras como son las de procesos, la automotriz, la de semiconductores, la metalmecánica, entre otras de la industria manufacturera. Lo anterior tiene la finalidad de obtener un diagnóstico de sus sistemas de producción y de la dirección que siguen las acciones de la mejora continua, tomando en cuenta la vida útil del equipo y las condiciones de este relacionadas con la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, además de identificar los seis tipos básicos de pérdidas y su impacto en la composición de los tiempos del equipo, como se ilustra en la Tabla 1 (Busso y Ikuo, 2013; Canahua, 2021).

Tabla 1. Elementos para calcular el índice OEE

<i>Componentes de OEE</i>	<i>Tipos de pérdida</i>	<i>Composición de los tiempos del equipo</i>	
		Tiempo Calendario	
Disponibilidad	1. Averías en el equipo.	Pérdidas de	Tiempo de operación
D = (Tiempo de carga-Tiempo de parada)/Tiempo de carga	2. Fallas por configuración o ajuste.	disponibilidad	

	<i>Componentes de OEE</i>	<i>Tipos de pérdida</i>	<i>Composición de los tiempos del equipo</i>	
R =	Rendimiento (Tiempo de ciclo teórico–Cantidad procesada)/ Tiempo de operación	3. Paradas o interrupciones menores.	Pérdidas de rendimiento	Tiempo de operación líquido
		4. Reducción de la velocidad del equipo.		
C =	Calidad (Cantidad procesada– Defectos)/ Cantidad procesada	5. Producción defectuosa o retrabajo.	Pérdidas de calidad	Tiempo con valor agregado
		6. Defectos en el arranque.		

Fuente: adaptada de “An analysis of the application of indicators alternative to overall equipment effectiveness (OEE) in the management of a plant’s overall performance”, por C. Busso y D. Ikuo (2013), *Production*, 23(2), 208; e “Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica”, por N. Canahua (2021), *Industrial Data*, 24(1), 51.

Cabe señalar que, para aplicar una propuesta de mejora, como es el caso del índice OEE, se deben considerar tres fases conforme a la propuesta de Morales-González *et al.* (2013):

- *Fase inicial:* Es esencial esta fase, porque se dan a conocer los conceptos y las aplicaciones de las herramientas de manufactura esbelta, por medio de la capacitación que se ofrece al personal de la industria.
- *Fase de aplicación:* Consiste en utilizar las herramientas de manufactura esbelta que contribuyan a mejorar la disponibilidad del equipo, su rendimiento y con ello obtener productos de calidad.
- *Fase de aseguramiento:* En esta fase se implementa el sistema de mejora continua, para analizar y detectar de manera periódica las áreas de oportunidad en los procesos, con lo que se puede evitar que se repitan los errores anteriores.

Adicionalmente, las personas que toman decisiones deben reconocer los tipos de las pérdidas de producción y las causas de estas, para administrar de manera óptima los recursos de las organizaciones, como lo plantean Muchiri y Pintelon (2008):

- *Pérdidas por causas internas*: Suceden dentro del control de la organización, por lo que tienen que ser examinadas y corregidas para minimizar las pérdidas; éstas a su vez se subdividen en dos categorías.
- *Pérdidas relacionadas con el negocio*, como los problemas organizacionales internos, falta de logística, exceso de productos terminados almacenados, conflictos laborales, proyectos de inversión no terminados, malas condiciones de seguridad, higiene, salud y ambientales, entre otros.
- *Pérdidas relacionadas con la operación*, provocadas por el funcionamiento de la planta, de forma particular los inconvenientes que se presentan en el área de producción, la falta de tiempo y del mantenimiento oportuno en la maquinaria.
- *Pérdidas por causas externas*: Ocurren por factores que están fuera del control de la organización como la falta de demanda en el mercado que puede provocar el cierre de la planta o una menor producción; problemas de logística derivados de la escasez de suministros, transporte o servicios públicos; establecimiento de cuotas de producción por la normatividad ambiental debido a la degradación del medioambiente y las causas naturales como las malas condiciones propiciadas por el clima.

Industria alimentaria

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2019), considera que el sistema alimentario se integra por tres elementos:

- Las cadenas de suministros: Incluye todas las etapas que recorren los alimentos desde su producción, transformación, comercialización y consumo final.
- Los entornos alimentarios: Se refiere a todos los componentes involucrados en los contextos físicos, económicos, políticos y socioculturales que enmarcan la interacción del cliente para adquirir, preparar y consumir los alimentos.

- El comportamiento de los consumidores: Refleja la forma de elegir y las preferencias personales, para adquirir, almacenar, preparar, consumir y distribuir los alimentos en la familia.

Aunado a lo anterior, la industria de la transformación forma parte de un proceso económico, en donde se aprovechan las materias primas nacionales, la fuerza de trabajo y la capacidad instalada de las fábricas, con la finalidad de ofrecer una diversidad de productos como los alimentos industrializados, prendas de vestir, productos de madera, papelería, sustancias químicas, productos minerales, productos metálicos, además de otros productos derivados de la industria manufacturera (Bassols, 1995; Fabián *et al.*, 2001). En otras palabras, las actividades económicas que se llevan a cabo en la industria de la transformación tienen como propósito fabricar bienes materiales o mercancías que han tenido algún cambio durante el proceso productivo, como es el caso de los bienes de consumo no duraderos o bienes de demanda final que se generan en la industria alimentaria (Méndez, 2004).

Por su parte, Torres *et al.* (1997) definen a la industria alimentaria como el conjunto de productos que se obtienen de las diferentes actividades económicas del sector primario (agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, entre otras), que han pasado al menos por un proceso de transformación industrial, en donde, como mínimo, se le ha incorporado un insumo adicional a la materia prima básica; y que después de ser manufacturados, se distribuyen en diferentes establecimientos formales para el consumo humano, independientemente del tamaño de la organización, de su nivel tecnológico y de la forma en que se vincula con el mercado.

Sin embargo, en el ámbito de la globalización se fomenta la competencia en las organizaciones que integran la industria alimentaria, de manera que es necesario contar con recursos humanos capaces de afrontar los diversos retos, como el aumento en la difusión del cambio tecnológico, el acceso a diferentes fuentes de información y el incremento en la intensidad del conocimiento. En este sentido, algunas estrategias que pueden adoptar las organizaciones de la industria alimentaria se deben orientar en la vía de los precios, disminuyendo los costos y mejorando la calidad de los productos, desarrollando nuevos diseños, siendo innovadores, aplicando tecnologías de vanguardia, atendiendo las necesidades específicas de los clientes; condiciones para las cuales las organizaciones deben ser más eficientes y flexibles (Diéguez, 2000).

Asimismo, la FAO (2004) afirma que la industria alimentaria en México, para satisfacer los requerimientos de la población que demanda alimentos de calidad, comprende las siguientes actividades:

- Producción de insumos básicos y auxiliares, en donde los productos se encuentran de forma natural, son perecederos y tienen un ciclo de vida.
- Procesamiento o transformación industrial, necesaria para mantener la calidad de los productos y reducir las pérdidas.
- Distribución de los productos, para llegar al consumidor final.

Por otro lado, de acuerdo con las cifras de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) del INEGI (ECONOMEX, 2022), en 2021 el valor de la producción de la industria manufacturera sumó 9 010 744 millones de pesos y de este monto la industria alimentaria aportó 1 440 350 millones de pesos lo que representa 16.0%; tuvo un buen desempeño con un crecimiento de 4.9%, del 2019 al 2021. Además, conforme a los datos proporcionados por DataMéxico (2022), en 2021 la industria alimentaria registró 216 685 unidades económicas a nivel nacional, con una población ocupada de 2.15M (51.2% hombres y 48.8% mujeres), con un salario promedio mensual de \$4.11k MX y una edad promedio de 38.4 años; se observa que el mayor número de trabajadores se ocupó en la elaboración de pan, tortillas, repostería y otros productos de cereales y harinas, así como trabajadores de apoyo en la industria de alimentos, bebidas y productos de tabaco; empleados de ventas, despachadores y dependientes en comercio.

Adicionalmente, para el 2019 en San Luis Potosí había 3 638 unidades económicas, las cuales generaron 28 486 empleos, destacando las ramas en donde se elaboran productos de panadería, tortillería, azúcares, chocolates, dulces y similares, aportando 10% de la producción bruta total de la industria manufacturera del estado. Se observa que las empresas de la industria alimentaria se ubican principalmente en los municipios de San Luis Potosí, Ciudad Fernández, Matehuala y Soledad de Graciano Sánchez, en su área conurbada con San Luis Potosí; y que los productos alimenticios se exportan principalmente a países como Canadá, Colombia, Costa Rica, Estados Unidos de América, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Panamá (Secretaría de Desarrollo Económico, 2020).

Metodología

La metodología que se aplicó fue cuantitativa y descriptiva, porque se utilizó información numérica que permite un lenguaje unificado, la posibilidad de cuantificar y explicar el fenómeno estudiado, utilizar procedimientos estructurados y objetivos así como analizar y medir de manera concreta (Ugalde y Balbastre, 2013). Asimismo, se describe el comportamiento de la variable de OEE, la cual se observó en tres áreas de una industria del sector alimentario, ubicadas en el estado de San Luis Potosí, México, en un periodo multianual (2019-2021) para poder comparar los resultados que se obtienen de cada una de las áreas y evaluar su desempeño (Manterola *et al.*, 2019).

También, es un estudio longitudinal, debido a que se midió el índice OEE de manera mensual en cada una de las tres áreas que integran la industria del sector alimentario, ubicadas en el estado San Luis Potosí, México. Este periodo abarca a partir de 2019, año en que se implementó esta métrica, hasta 2021 (Arнау y Bono, 2008).

Adicionalmente, para calcular el índice OEE que, de acuerdo con Díaz-Contreras *et al.* (2020) y Morales-González *et al.* (2013), es un indicador porcentual que mide la efectividad productiva a través de la disponibilidad, rendimiento y calidad se aplicó la siguiente fórmula (Díaz-Contreras *et al.*, 2020, p. 159; y Silva y Oliveira, 2020, p. 7):

$$\text{OEE} = (\text{Disponibilidad})(\text{Rendimiento})(\text{Calidad})$$

donde

Disponibilidad = Tiempo realmente productivo.

Rendimiento = Aprovechamiento de la capacidad de la máquina durante el tiempo de operación.

Calidad = Cantidad de unidades producidas dentro de los parámetros de calidad establecidos respecto al total de producción realizada.

Cabe señalar que los valores de la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, se ubican entre 0 y 1; en consecuencia, los resultados del índice OEE se encontrarán en un rango de 0 y 1, y se expresarán en términos de porcentaje. Estos se pueden clasificar de la siguiente forma como se señala en la Tabla 2 (Díaz-Contreras *et al.*, 2020, p. 160; y Morales-González *et al.*, 2013, p. 136).

Tabla 2. Clasificación de los valores del índice de Efectividad General de los Equipos (OEE)

<i>Clasificación del índice de Efectividad General de los Equipos (OEE)</i>	<i>Valores (%)</i>
Inaceptable o Deficiente: Se producen importantes pérdidas económicas y existe muy baja competitividad.	$OEE < 65\%$
Regular: Aceptable sólo si se está en un proceso de mejora, hay pérdidas económicas y baja competitividad.	$65\% \leq OEE < 75\%$
Aceptable: Hay que mejorar para alcanzar valores de clase mundial, pocas pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.	$75\% \leq OEE < 85\%$
Buena: Los valores son de clase mundial y buena competitividad.	$85\% \leq OEE < 95\%$
Excelente: Cuenta con valores de clase mundial y excelente competitividad.	$95\% \leq OEE \leq 100\%$

Fuente: adaptado de “Efectividad General de Equipos (OEE) ajustado por costos”, por C. A. Díaz Contreras, D. A. Catari Vargas, C. D. J. Murga Villanueva, G. A. Díaz Vidal, y V. F. Quezada Lara (2020), *Interciencia*, 45(3), p. 160, y “Modelación de la cadena de suministro evaluada con el paradigma de manufactura esbelta utilizando simulación”, por Á. Morales González, J. Rojas Ramírez, L. M. Hernández Simón, A. Morales Varela, S. V. Rodríguez Sánchez, y A. Pérez Rojas (2013), *Científica*, 17(3), p. 136.

Aunque Gandhi y Deshpande (2018) afirman que un índice OEE del 85% lo tiene una organización de clase mundial, que cuenta con un 90% de Disponibilidad, 95% de Rendimiento y 99% de Calidad, Gupta y Vardhan (2016) consideran que la medición inicial del índice OEE, cuando se comienzan a establecer las iniciativas TPM (total productive maintenance), normalmente es inferior al 40% en la mayoría de las industrias, pero si es bien administrado el TPM se puede aumentar el índice OEE a un 85%, que es el estándar de las organizaciones de clase mundial, en un periodo de dos a tres años.

De forma complementaria, con en el trabajo que llevaron a cabo Valderrama *et al.* (2015), determinaron que los niveles de eficiencia técnica promedio en las industrias manufactureras mexicanas para el 2009 fue bajo por ser menor del 70%, razón por la cual recomiendan que para incrementar este valor, deben promover el conocimiento a través de programas de capacitación, invertir de manera estratégica para aumentar el capital, atraer capitales extranjeros, integrarse a cadenas de valor globales y utilizar nuevas tecnologías con personal calificado.

Aunado a lo anterior, se aplicó el análisis de varianza ANOVA para las pruebas estadísticas, porque permite hacer una comparación entre tres o más medias muestrales para explicar el comportamiento de una o más variables dependientes métricas; es decir, se busca describir una variable dependiente a partir de “n” variables independientes. También se tomó en cuenta que esta herramienta se ha utilizado en la mejora de procesos de manufactura, en el desarrollo de nuevos procesos, productos y en la mejora de otros ya existentes (Garza *et al.*, 2013; y Lind *et al.*, 2001). Para ello, se establecieron dos etapas en el análisis: en la primera se comparó por cada año el índice OEE en las tres áreas de producción, para revisar si no había diferencias entre las áreas producción en cada uno de los años. Y en la segunda etapa se revisó el índice OEE por cada una de las áreas de producción durante los tres años, para comprobar si en cada una de las áreas de producción no había diferencias durante los tres años. Por lo tanto, se establecieron las siguientes hipótesis.

Primera etapa

H1: El índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) promedio, es igual entre las tres áreas de producción, durante los años 2019, 2020 y 2021.

Segunda etapa

H2: El índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) promedio, es igual al interior de cada una de las tres áreas de producción, durante los años 2019, 2020 y 2021.

Resultados y discusión

Conforme a los datos que se muestran en la Tabla 3, encontramos que el índice OEE promedio en el Área 2 es aceptable por ser mayor a 75%; en el Área 3 y en la Planta es Regular por ser menor de 75%, y en el Área 1 es Deficiente por ser menor de 65 por ciento.

Tabla 3. Promedio del índice de Efectividad General de los Equipos (OEE)

Año	OEE Promedio (%)			
	Área 1	Área 2	Área 3	Planta
2019	65.58	71.94	73.49	70.34
2020	60.86	78.64	76.86	72.12
2021	60.52	83.01	73.25	72.26
Promedio	62.32	77.86	74.53	71.57

Nota: Los valores del índice OEE se encuentran entre 0 y 1, por lo que se expresan en porcentaje.

Es decir, que con los resultados obtenidos, se puede afirmar que el desempeño de la planta en términos generales es Regular, porque en promedio de los tres años y de las tres áreas el índice OEE es de 71.57%, menor de 75%, conforme a la clasificación de Díaz-Contreras *et al.* (2020) y Morales-González *et al.* (2013), pero mayor a 70% que encontraron Valderrama *et al.* (2015) en el estudio que llevaron a cabo de las industrias manufactureras mexicanas.

Asimismo, al realizar el análisis de varianza ANOVA para las pruebas estadísticas con un nivel de confianza de 95%, se encontró lo siguiente.

Primera etapa

Al comprobar las hipótesis:

H₁: El índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) promedio, es igual entre las tres áreas de producción, durante los años 2019, 2020 y 2021.

Encontramos que sólo en el año 2019, el Área 1, el Área 2 y el Área 3 de producción presentaron un índice OEE promedio igual (véase Tabla 4); a diferencia de los años 2020 y 2021 en donde el índice OEE promedio es diferente para el Área 1, el Área 2 y el Área 3 de producción (véanse tablas 5 y 6).

Tabla 4. Índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) 2019

2019	OEE Promedio (%)	Desviación Estándar	Tamaño de la muestra	F
Área 1	65.58	3.86	12	1.60
Área 2	71.94	6.33	12	
Área 3	73.49	7.28	12	

Nota: $\alpha=0.05$.

Tabla 5. Índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) 2020

2020	OEE Promedio (%)	Desviación Estándar	Tamaño de la muestra	F
Área 1	60.86	2.86	12	13.46
Área 2	78.64	5.36	12	
Área 3	76.86	5.75	12	

Nota: $\alpha=0.05$.

Tabla 6. Índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) 2021

2021	OEE Promedio (%)	Desviación Estándar	Tamaño de la muestra	F
Área 1	60.52	3.78	12	41.19
Área 2	83.01	2.03	12	
Área 3	73.25	3.45	12	

Nota: $\alpha=0.05$.

Segunda etapa

H2: El índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) promedio, es igual al interior de cada una de las tres áreas de producción, durante los años 2019, 2020 y 2021.

Con los resultados de las tablas 7, 8 y 9, observamos que al interior de cada una de las áreas de producción (Área 1, Área 2 y Área 3) el índice OEE promedio es igual durante 2019, 2020 y 2021.

Tabla 7. Índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) en el Área 1

Área 1	OEE Promedio (%)	Desviación Estándar	Tamaño de la muestra	F
2019	65.58	3.86	12	2.10
2020	60.86	2.86	12	
2021	60.52	3.78	12	

Nota: $\alpha=0.05$.

Tabla 8. Índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) en el Área 2

Área 2	OEE Promedio (%)	Desviación Estándar	Tamaño de la muestra	F
2019	71.94	6.33	12	4.19
2020	78.64	5.36	12	
2021	83.01	2.03	12	

Nota: $\alpha=0.05$.

Tabla 9. Índice de Efectividad General de los Equipos (OEE) en el Área 3

Área 3	OEE Promedio (%)	Desviación Estándar	Tamaño de la muestra	F
2019	73.49	7.28	12	0.41
2020	76.86	5.75	12	
2021	73.25	3.45	12	

Nota: $\alpha=0.05$.

Conclusiones

Con la información que se obtuvo de la prueba empírica, nos percatamos de que el índice OEE es una métrica con la que se puede evaluar la eficiencia y tomar decisiones en una organización, como fue el caso de este estudio que se llevó a cabo en una industria del sector alimentario, ubicada en el estado de San Luis Potosí, México. Aquí se identifican áreas de oportunidad para mejorar, como es favorecer el trabajo en equipo al interior de la organización, debido a que sólo

en el 2019 el índice OEE promedio fue igual para las tres áreas; sin embargo, es necesario señalar que al interior de cada una de las áreas de producción los resultados fueron consistentes al no presentarse diferencias en el índice OEE promedio, por lo que el trabajo colaborativo que hay dentro de cada una de las áreas de producción se debe hacer extensivo a toda la planta de producción. Para ello, se debe fortalecer la fase inicial en la implementación de herramientas que contribuyan a la mejora continua; llevar a cabo programas de capacitación e incentivos para el desarrollo y la motivación del capital humano involucrado; crear equipos multifuncionales; consolidar una cultura de innovación propia; invertir en infraestructura; acceder a nuevas tecnologías; atraer capitales extranjeros y crear redes para alcanzar a las economías de escala, con el propósito de alcanzar los estándares de las organizaciones de clase mundial.

Lista de referencias

- Arnau, J., y Bono, R. (2008). Estudios longitudinales. Modelos de diseño y análisis. *Escritos de Psicología*, 2(1), 32-41.
- Arrieta, J. G. (2002). La administración de operaciones y su papel central dentro de toda organización. *Revista Universidad EAFIT*, 127, 19-27.
- Bassols, Á. (1995). *Geografía económica de México* (7a. ed.). Trillas.
- Binti, N. A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Antony, J. y Rocha-Lona, L. (2016). An analysis of managerial factors affecting the implementation and use of overall equipment effectiveness. *International Journal of Production Research*, 54(15), 4430-4447. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1055849>
- Busso, C. M., y Ikuo, D. (2013). An analysis of the application of indicators alternative to overall equipment effectiveness (OEE) in the management of a plant's overall performance. *Production*, 23(2), 205-225. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0103-65132012005000068>
- Canahua, N. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49-76. Recuperado de <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Consuegra Díaz, F., Díaz Concepción, A., Cruz Bayo, A., Benítez Montalvo, R., Castillo Serpa, A., y Rodríguez Piñeiro, A. J. (2017). Diseño del método de

- disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*, 20(3), 122-128. Recuperado de <http://www.ingenieriamecanica.cujae.edu.cu>
- Dadashnejad, A.-A., y Valmohammadi, C. (2019). Investigating the effect of value stream mapping on overall equipment effectiveness: a case study. *Total Quality Management*, 30(3-4), 466-482. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1308821>
- DataMéxico. (2022). *Industria Alimentaria en México*. Recuperado de <https://Datamexico.Org/Es/Profile/Industry/Food-Manufacturing>.
- Díaz Contreras, C. A., Catari Vargas, D. A., Murga Villanueva, C. D. J., Díaz Vidal, G. A., y Quezada Lara, V. F. (2020). Efectividad general de equipos (OEE) ajustado por costos. *Interciencia*, 45(3), 158-163. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33962773006>
- Diéguez, M. (2000). Formación en la industria alimentaria: su importancia para la competitividad de las empresas. *Ciencia Tecnología Alimentaria*, 2(5), 253-264.
- ECONOMEX (2022). ECONOMEX. Recuperado de <https://economex.blog/2022/02/27/radiografia-de-la-industria-manufacturera-en-2021-y-retos-2022/>.
- Fabián, E., Escobar, A., Hamdan, J., y Hernández, E. (2001). *Geografía económica*. McGraw Hill.
- FAO (2004). *Calidad y competitividad de la agroindustria rural de América Latina y el Caribe. Uso eficiente y sostenible de la energía*.
- FAO (2019). *El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <http://www.wipo.int/amc/en/>
- Gandhi, D. N., y Deshpande, V. (2018). A review of TPM to implement OEE technique in manufacturing industry. *Industrial Engineering Journal*, XI(6), 36-46.
- Garza, J. de la, Morales, B., y González, B. (2013). *Análisis estadístico multivariante. Un enfoque práctico*. Mc Graw Hill.
- Gupta, P. y Vardhan, S. (2016). Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: A case study. *International Journal of Production Research*, 54(10), 2976-2988. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1145817>

- Jiménez León, F. G. (2020). Administración de operaciones: Análisis de las estrategias de operaciones en las empresas como elemento clave para la competitividad. *Polo Del Conocimiento*, 5(10), 551-559.
- Lind, D., Mason, R. y Marchal, W. (2001). *Estadística para Administración y Economía* (3ª. ed.). McGraw Hill.
- Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., y García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 36-49. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005>
- Méndez, J. (2004). *Problemas económicos de México* (5ª. ed.). McGraw Hill.
- Morales González, Á., Rojas Ramírez, J., Hernández Simón, L. M., Morales Varela, A., Rodríguez Sánchez, S. V., y Pérez Rojas, A. (2013). Modelación de la cadena de suministro evaluada con el paradigma de manufactura esbelta utilizando simulación. *Científica*, 17(3), 133-142.
- Muchiri, P. y Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46(13), 3517-3535. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Secretaría de Desarrollo Económico (2020). *Perfiles industriales del Estado de San Luis Potosí 2020*. Recuperado de <http://sdeslp.gob.mx/Documentos%20Web/SLPENDATOS/Perfiles%20Industriales%202020.pdf>
- Silva, D. M. y Oliveira, H. M. (2020). Application of the OEE tool as a proposed increase in productivity in grain drying systems. *Gestão & Produção*, 27(4), 1-18. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/0104-530X4964-20>
- Torres, F., Trápaga, Y., Gasca, J., Rodríguez, S., Rodríguez, D., Oseguera, D., Merino, A., Chías, L., Aguirre, J., Escobar, M., Pascual, P., Gastelum, J., Espinoza, J. y Castro, I. (1997). *Dinámica económica de la industria alimentaria y patrón de consumo en México*. Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM. Recuperado de <http://ru.iiec.unam.mx/1981/1/23DinamicaEconomica.pdf>
- Ugalde, N. y Balbastre, F. (2013). Investigación cuantitativa e investigación cualitativa: Buscando las ventajas de las diferentes metodologías de investigación. *Ciencias Económicas*, 31(2), 179-187.
- Valderrama, A., Neme, O. y Ríos, H. (2015). Eficiencia técnica en la industria manufacturera en México. *Investigación Económica*, LXXIV(294), 73-100.