

Lean six sigma para solución de problemas logísticos: caso real terminal de contenedores en Michoacán

Claudia Marlin Pano Nava
cmarlinpano@gmail.com

Federico Núñez Piña
fnunez@uplc.edu.mx

José Manuel Zapien Rodríguez
zapien_jomazaro@uplc.edu.mx

Gabriela Lazcano Cortes
gabriela.lazcano@uplc.edu.mx

Francisco Augusto Núñez Pérez
academico@uplc.edu.mx

Universidad Politécnica de Lázaro Cárdenas Michoacán
Lázaro Cárdenas - México

RESUMEN

Para los líderes empresariales el tema de hoy es la combinación de filosofías para la mejora continua. El Lean Six Sigma. Actualmente las empresas de servicios logísticos se enfrentan ante la sobredemanda y escasez mundial de contenedores, el cual afecta a nivel estado y nacional. En base a un caso real en una terminal de contenedores dentro del área operativa se centró el problema principal la falta de planeación y control en procesos y procedimientos. Como primer paso en el desarrollo del proyecto se abordó la eliminación de desperdicios por medio de la herramienta Value Stream Mapping. El siguiente paso se empleó la metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) para la eliminación de defectos y fallas durante el proceso operativo, así mismo se utilizó el Diagrama Causal e Ishikawa para el diagnóstico de causas y efectos. Finalmente, los gráficos de control para el análisis de variables. En los resultados obtenidos un nivel Six Sigma de 4.3 con un rendimiento de 99.74%, reducción de tiempo ciclo, plazos de entregas y tiempo agregado en cada etapa del proceso, y una minimización de costos operativos del 10% y del 5% en costos de almacenamiento y suministros.

Palabras clave: manufactura esbelta; seis sigma; terminal de contenedores; logística.

Lean six sigma to solve logistics problems: real case container terminal in Michoacán

ABSTRACT

For business leaders today the topic is the combination of philosophies for continuous improvement. The Lean Six Sigma. Actually, logistics service companies are faced with a worldwide over demand and lack of containers which it affects the state and national level. Based on a real case in a container terminal within the operative area. The main problem was focused on the lack of planning and control in processes and procedures. In a first step, the development of project was addressed the elimination of waste through the Value Stream Mapping tool. The next step was to use the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) methodology for the elimination of defects and failures during the operative process. In addition, the Causal and Ishikawa Diagram was used to the diagnostic of causes and effects. Finally, control charts were used for the analysis of variables. In the results obtained a six sigma level of 4.3 with a yield of 99.74%, reduction of cycle time, delivery times and extra time in each stage of the process, and a minimization of operating costs of 10% and 5% in storage and supply costs.

Key words: lean manufacturing; six sigma; container terminal; logistics.

Artículo recibido: 30 noviembre. 2021

Aceptado para publicación: 29 diciembre 2021

Correspondencia: cmarlinpano@gmail.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

1. INTRODUCCIÓN

En primer lugar surgió el primer pensamiento del Lean Manufacturing en Japón a finales del siglo XIX por parte de Sakichi Toyoda, quien fue fundador de Grupo Toyota junto con su hijo Kiichiro Toyoda quien se convirtió en presidente de Toyota Motor Corporation entre 1941 y 1950. Kiichiro fue el pionero en el desarrollo esta filosofía y apostó en crear una situación ideal donde maquinaria, instalaciones y personas trabajaban juntos para añadir valor a los procesos sin generar desperdicios, el resultado fue el Just in Time. (Progressa Lean, 2015). Así el Lean Manufacturing es una metodología y cultura de mejora hacia las empresas el cual tiene como objetivo principal minimizar el desperdicio y maximizar el rendimiento en un proceso agregando valor añadido. (Canal Innova, 2021).

Por otra parte, el Six Sigma es una filosofía que inicia en los años ochenta como estrategia de mercado y de mejoramiento de la calidad en la empresa Motorola. El ingeniero Mikel Harry promovió como meta estimable en la organización, la evaluación y el análisis de la variación de los procesos de compañía como una manera de ajustarse más a la realidad. No obstante, en esta época con el auge de la globalización las empresas del sector industrial y comercial se empezaron a desarrollar técnicas más eficientes que le permitieran optimizar los procesos para mejorar su competitividad y productividad lo que involucró como objetivo principal reducir la variabilidad de los factores o variables críticas que de una u otra forma alteraban el normal desempeño de los procesos. (Herrera Acosta, Roberto José, 2016).

El Lean Six Sigma fue creado por la fusión de los aspectos de manufactura eficiente y Six Sigma, iniciativas de gestión de calidad en su propio derecho. Cada uno de estos ha evolucionado a su vez una serie de iniciativas anteriores en diferentes industrias y empresas de todo el mundo. (Heidi Wiesenfelder, 2018). De este modo la metodología Lean Six Sigma se puede aplicar exitosamente en actividades logísticas a condición de que las empresas no conozcan las causas de sus problemas y no tengan apuro en lograr soluciones. De igual importancia el territorio mexicano cuenta con una infraestructura en las terminales portuarias de primer mundo como Lázaro Cárdenas en el pacífico, Veracruz en el Golfo de México y Atlántico. Asimismo, es importante mencionar que los puertos en el país son una gran ventaja para ejecutar de manera eficaz y eficiente las cadenas de suministro al comercio exterior.

Sobre la presente investigación tuvo lugar en el Puerto de Lázaro Cárdenas ubicado en el estado de Michoacán México. Es uno de los cinco principales puertos comerciales a nivel nacional e internacional. Su localización hacía la Cuenca del Pacífico le confiere carácter geoestratégico al tener acceso a las naciones de esta zona comercial y participar en las cadenas de transporte marítimo más importantes. A partir de lo antes mencionado resulto conveniente investigar el área de operación en terminal de contenedores ubicada en la ciudad de Lázaro Cárdenas, dentro de sus procesos y procedimientos internos. Donde se desarrolló la metodología Lean Six Sigma, la primera fase fue la eliminación de desperdicios por medio del Lean Manufacturing y la segunda parte corresponde a la eliminación de defectos y fallas con la filosofía del Six Sigma

De esta manera una vez desarrollado y completado el proyecto de la metodología Lean Six Sigma, el fin de esta investigación es brindar a los lectores información precisa, logren reflejarse y encontrar soluciones para la mejora de procesos, asimismo identificando áreas de oportunidad con casos reales similares a este presenta trabajo.

2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS O MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Fase UNO eliminación de desperdicios por medio del Lean Manufacturing

En la **primera fase** se centró en el desarrollo de la metodología Lean Manufacturing donde se encuentran las principales herramientas tales como el Value Stream Mapping su función es observar y entender los procesos para la identificación de desperdicios permitiendo detectar fuentes de ventaja competitiva. (Rafael C. Cabrera Calva 2017). Asimismo la eliminación de los desperdicios se enfocó en los principios básicos: definir valor, identificar actividades con y sin valor añadido, creando la mejora y flujo continuo.

2.1.1. Herramientas utilizadas

- Value Stream Mapping
- Value Proposition
- Sistema de Marcapasos de Procesos con PEPS
- Estallidos Kaizen

2.1.2. Definir de valor

Dentro del primer principio **definición de valor** por medio de la herramienta Propuesta de Valor (Value Proposition) se diseñó un mapa el cual está compuesto por dos elementos dinámicos: el primero la propuesta de valor por parte de la empresa el cual contiene el servicio, aliviadores de las frustraciones y creadores de alegrías para el cliente. El segundo

es la segmentación del cliente representado por: trabajo del cliente, alegrías y frustraciones, con el fin de descubrir lo que se oferta y se espera entre empresa y cliente. Una vez concluida la definición y creado el valor del servicio se continuó con identificación de la familia de productos, para este caso se ajustó hacia la empresa de servicios con el objetivo de reconocer el interés del cliente. Enseguida se construyó la matriz familia de servicios de contenedores vacíos (véase Tabla 1) permitiendo identificar aquellos servicios y contenedores vacíos tipo alimenticio y carga general los altamente demandados por el cliente.

Tabla 1.

Matriz familia de servicios de contenedores vacíos en terminal

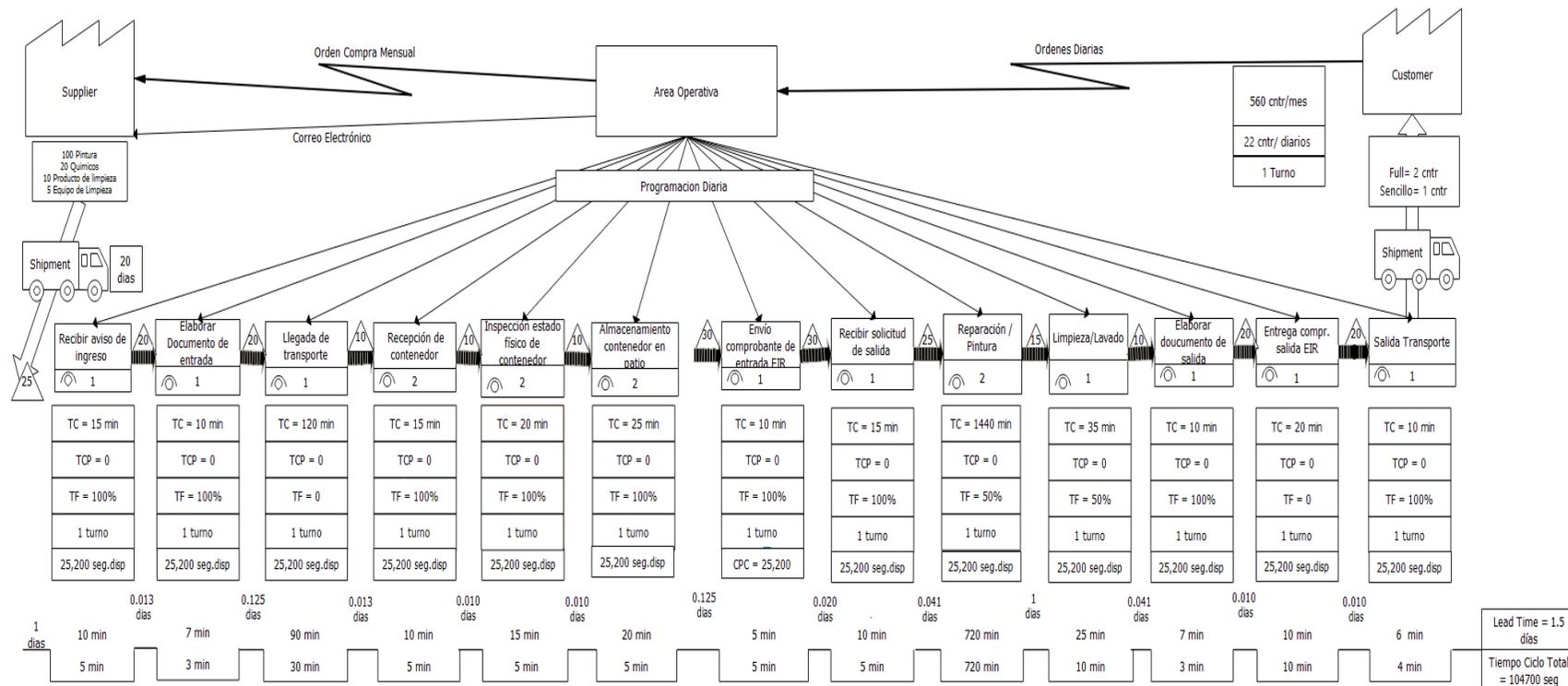
Productos	Servicios a Contenedores				
	Reparación	Inspección	Maniobras Carga y Descarga	Lavado y Limpieza	Pintura
Contenedor Tipo A		X	X	X	X
Contenedor Tipo B		X	X	X	X
Contenedor Tipo C		X	X	X	
Contenedor Tipo D	X	X	X		X

2.1.3. Identificar actividades con valor y sin valor añadido en el proceso

Por consiguiente dentro del principio **identificación de actividades** se realizó el trazado del estado actual (véase Figura 1) donde se encuentra compuesto por: la entrada (proveedor de materias primas), proceso operativo y la salida (cliente). Una vez construido el mapeo actual se determinan los desperdicios obteniendo lo siguiente: largos tiempos de respuesta al cliente, pérdida de tiempo por tardía inspección, largos tiempos de secado de pintura, duración en colocado de sellos de limpieza, traslado extra por recolección de documentación física y espacio

Figura 1.

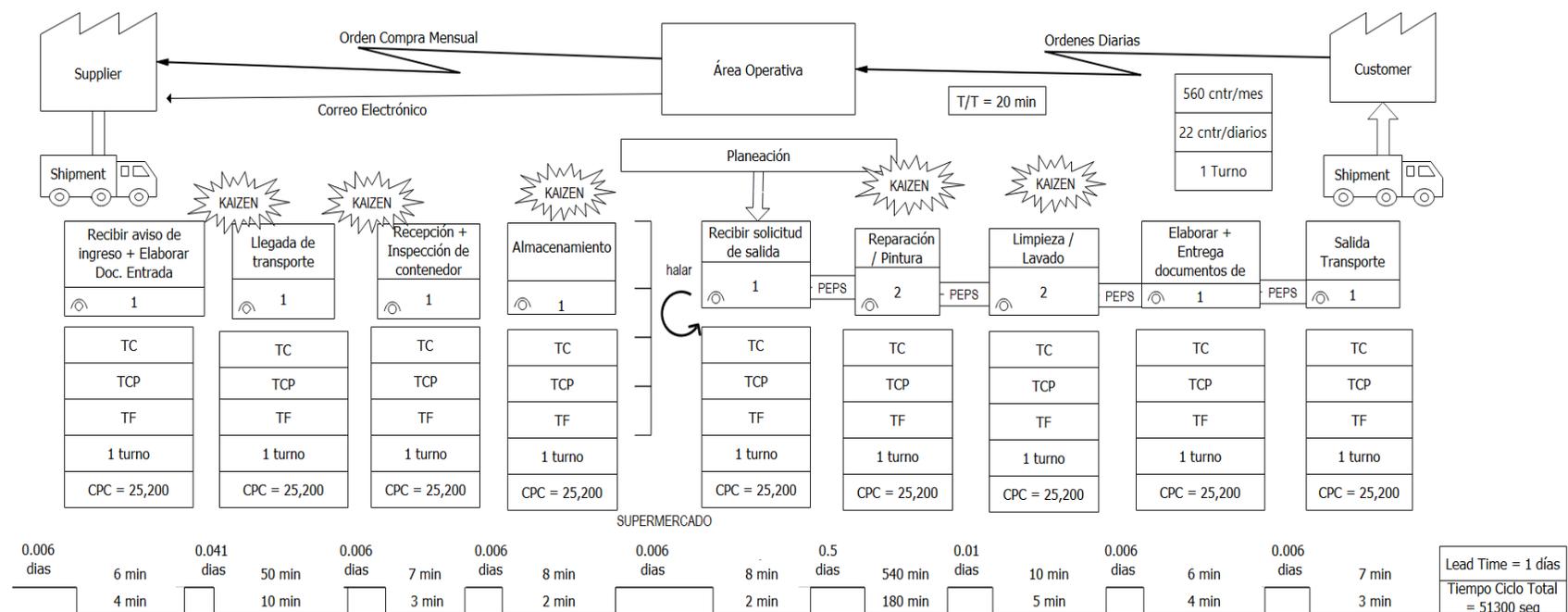
Mapeo estado actual del proceso operativo



insuficiente por alto nivel de stock de contenedores dañados. Enseguida se continuo en la construcción de mapeo del estado futuro (véase Figura 2) con la selección del sistema para un flujo continuo donde se seleccionó el Sistema de Marcapasos de Procesos con PEPS (Primero en entrar, primero en salir) buscando la eliminación de desperdicios, la reducción de los tiempos ciclos mayores al Tiempo Takt de 20 minutos, que es el indicador de frecuencia en la que el cliente solicita un servicio y la reducción del tiempo Lead Time (Plazos de entrega) del total del mapeo actual contra el futuro.

Figura 2.

Mapeo estado actual del proceso operativo

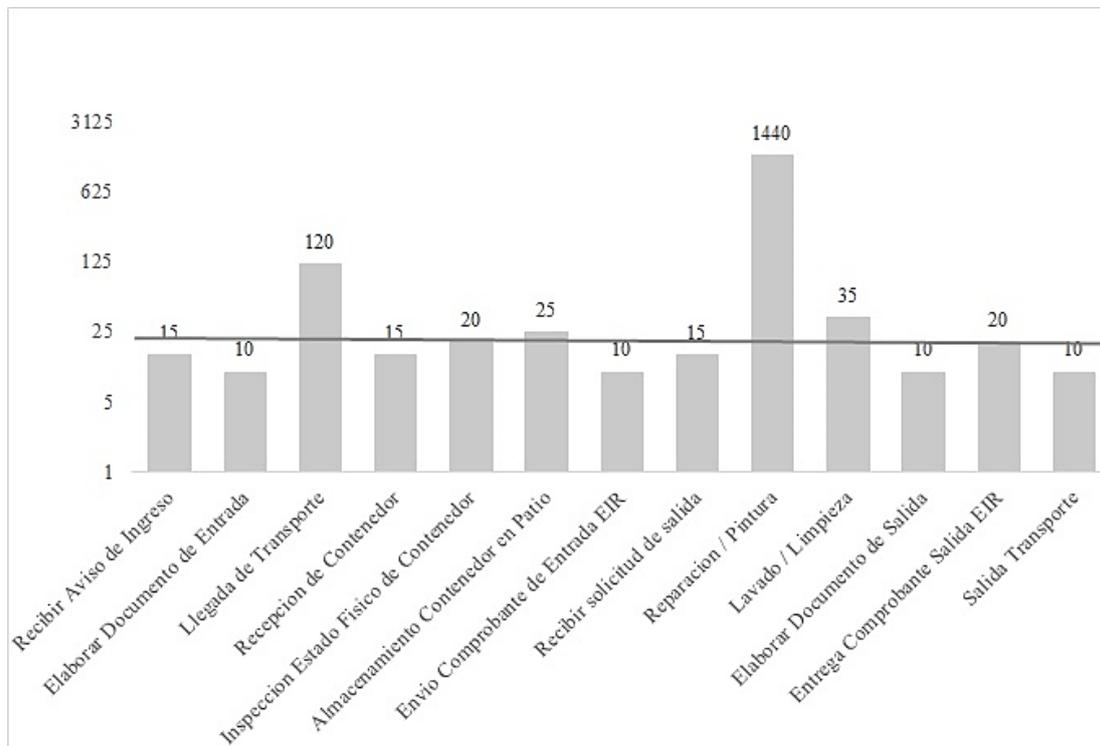


Asimismo, se graficó las etapas del proceso en un grafica de barras. Se logró identificar en base a los tiempos de ciclos mayores del Tiempo Takt (véase Figura 3) de veinte minutos debido a que si la empresa opera en tiempos extras al turno de 8 horas la empresa eleva sus costos de operaciones y maquinaria lo ideal es ajustar los tiempos debajo del Tiempo Takt.

Por ende, las etapas dentro del límite de tiempo son: recibir aviso, elaborar documentación de entrada, recepción del contenedor, inspección, generar documento de ingreso, recibir solicitud de salida, elaboración y entrega de documento de salida, y salida del transporte. Fuera del límite de tiempo se encuentra el tiempo de espera a la llegada del transporte, el almacenamiento de contenedores ya que el reacomodo de estibas dentro del patio de contenedores genera largos tiempos y costos adicional de maniobras, largo proceso de reparación y pintura por falta de insumos y retrasos de suministros, y por último en la etapa de lavados y pintura por la falta de control de información de primeras entradas y primeras salidas de contenedores a esto se nombró “desperdicios en el ciclo del proceso operativo”.

Figura 3.

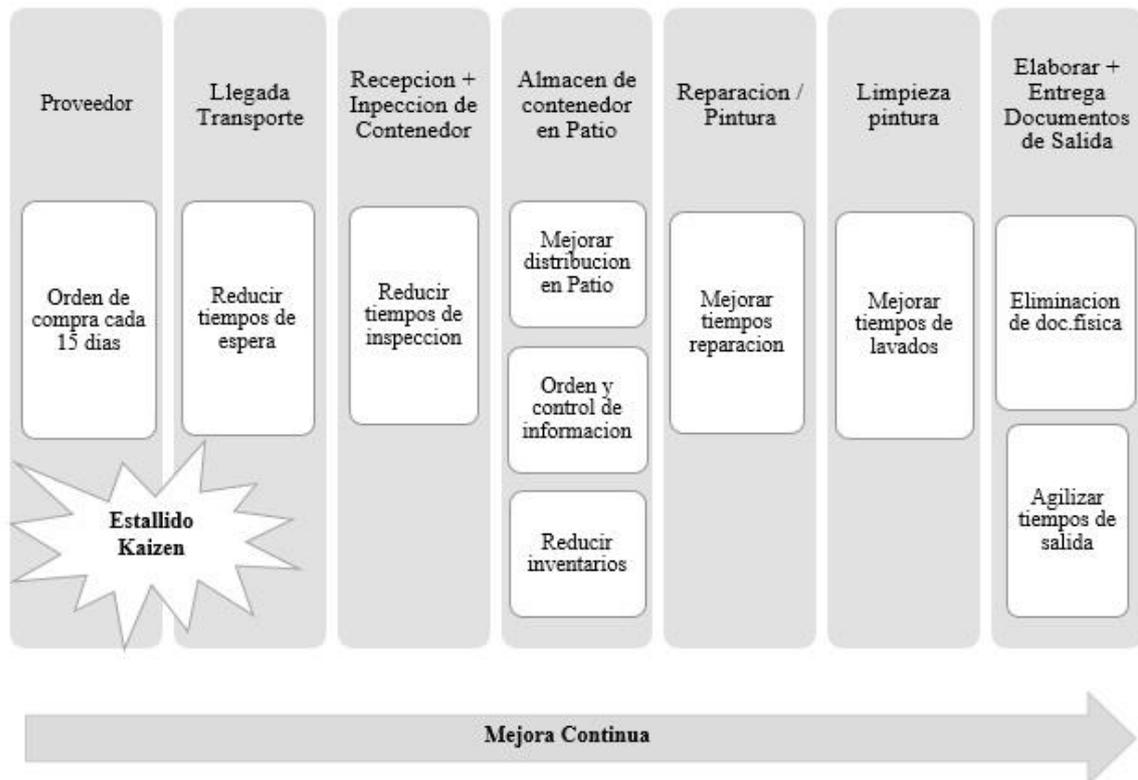
Tiempo ciclo real de actividades en el proceso operativo



Enseguida se desarrolló las propuestas de mejora (véase figura 4) para la eliminación de desperdicios dentro de las actividades del proceso utilizando los “estallidos Kaizen” en cada fase, este método está enfocado a la filosofía japonesa, KAIZEN significa mejoramiento por otra parte significa mejoramiento continuo que involucra a todos gerentes y trabajadores en una organización. Para completar el desarrollo de la metodología Lean Manufacturing, se planteó un plan de acción para la implementación de la propuesta presentada.

Figura 4.

Propuesta de mejorar continúa para la eliminación de desperdicios modelo Kaizen



2.2. Fase DOS Eliminación de defectos y fallas por medio del Six Sigma

2.2.1. Herramientas utilizadas:

- Voz del cliente
- Diagrama de Ishikawa
- Diagrama Causal
- Risk Assessment
- Gráfico de NP

2.2.2. Define

Es la fase inicial donde se centró el objetivo y propósito del desarrollo de la metodología Six Sigma para la eliminación de defectos y fallas.

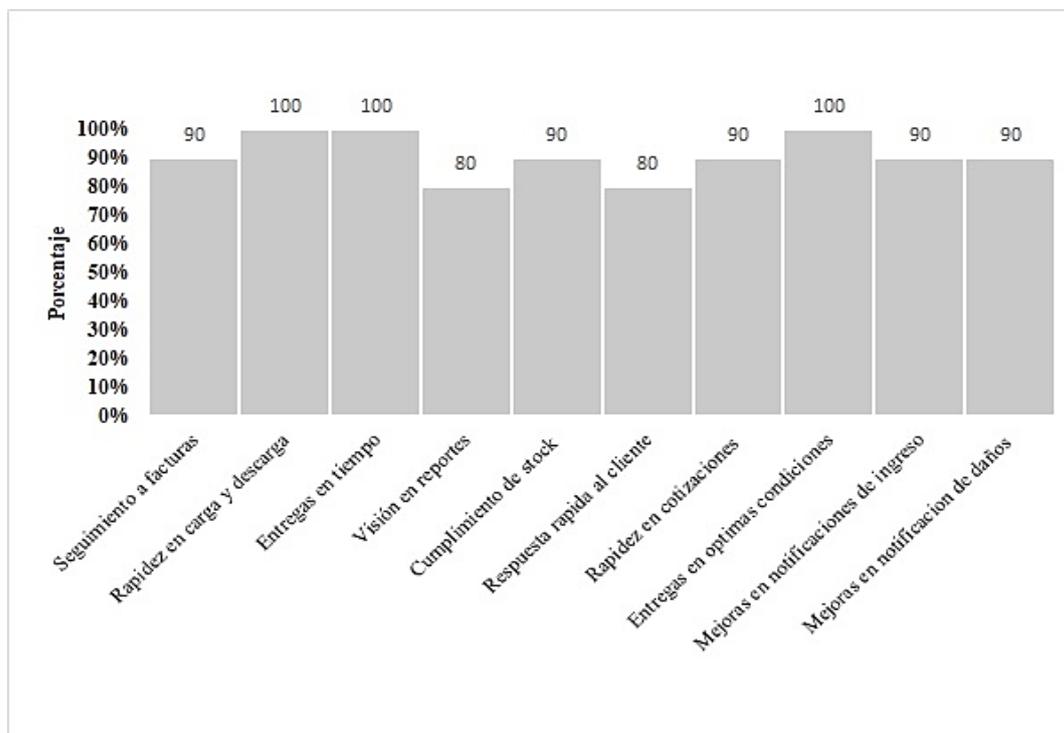
El **objetivo** fue aumentar la capacidad del servicio y la reducción de variación del proceso operativo.

El **propósito** fue incrementar la rentabilidad que enmarca una pieza clave de los servicios ofertados por la empresa.

En el paso de **identificar requerimientos del cliente** (véase Figura 5) se realizaron encuestas del nivel del servicio a través de la herramienta voz del cliente al top 10 con mayor número de movimientos de contenedores vacíos en la organización donde se identificaron los requerimientos de los clientes actuales y futuros, asimismo se obtuvo como resultado el 80% en la mejora del servicio y el 20% aumentar la visión en los sistemas internos operativos donde la empresa ofrece al cliente.

Figura 5.

Requerimientos en los servicios solicitados por el cliente



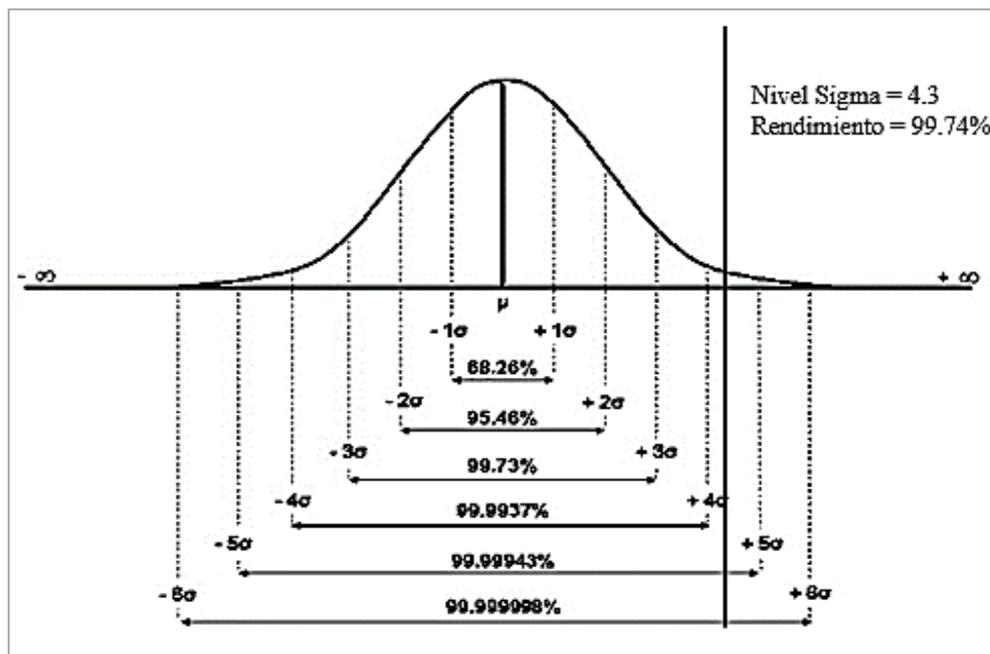
Fuente: Datos recolectados por encuestas del nivel de servicio al top 10 de clientes

2.2.3. Measure

De este modo en la siguiente etapa consiste en localizar el origen de la variación que se está produciendo en el proceso donde se obtuvo la eficiencia operativa. Las fórmulas utilizadas para encontrar los resultados fueron DMPO, defectos por millón de oportunidades = $1.000.000$ (defectos) / (tamaño de la muestra) (oportunidades defectos por unidad). DPO defectos por unidad = defectos (tamaño de la muestra) (oportunidades defectos por unidad).

Para el cálculo del rendimiento del proceso operativo fue $YIEL = (1 - \text{defectos por unidad})$ (100). El nivel sigma obtenido fue de 4.3 (véase Figura 6) con defectos por un millón de oportunidad de 2222 y un rendimiento del proceso de 99.74%

Figura 6.
Grafica Nivel Six Sigma



2.2.4. Analyze

Una vez identificado el desempeño actual y rendimiento del proceso interno en cada una de las fases se analizó el origen de los errores y defectos y se planteó la búsqueda de causas y subcausas responsables de los resultados obtenidos en la etapa de medición. Para este análisis se utilizó la herramienta Diagrama de Ishikawa también llamado “Diagrama Causa-efecto es una herramienta representada en forma gráfica para identificar y reparar las causas de un problema. Se utiliza para relacionar los efectos con las causas que lo producen. (Rojas, 2009). Las causas obtenidas (véase Figura 7) fueron la falta de

mediciones, altos costos por maniobras especiales, retrasos de materias primas, fallas mecánicas en grúas, plantilla de colaboradores incompleta, falta de espacio en terminal, falta de evaluación al colaborador y procedimientos de actividades sin validar.

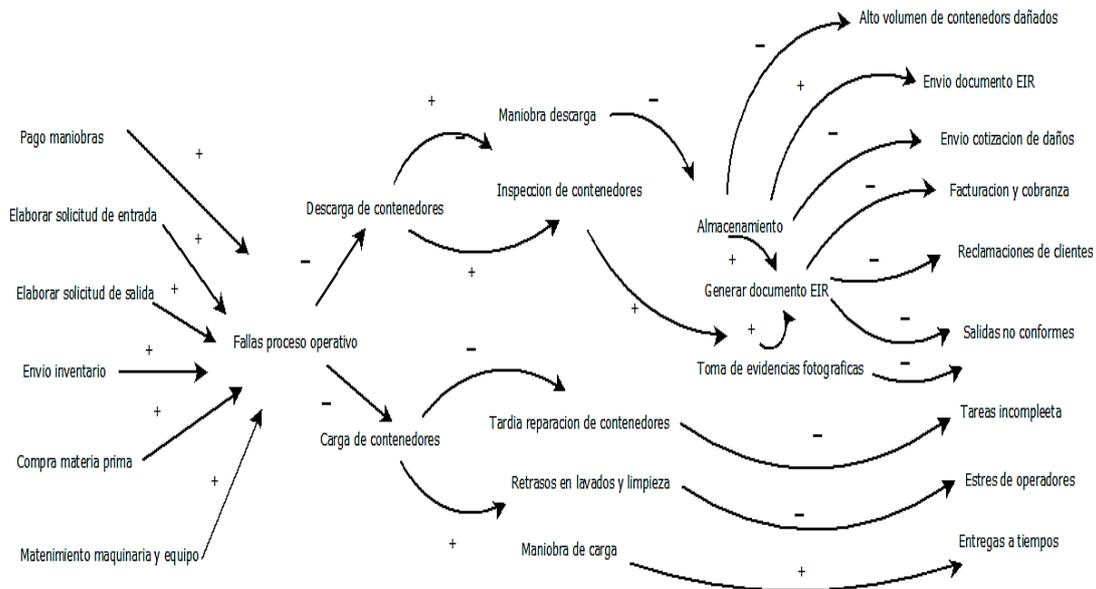
Figura 7.

Diagrama Ishikawa causas y efectos de fallas en el proceso operativo



Figura 8.

Diagrama causal para el diagnóstico del nivel de impacto de fallas en el proceso operativo



Con la ayuda del diagnóstico del origen de las fallas en el proceso operativo, se continuó con el siguiente paso la cual es el diagnóstico de las causas y subcausas identificadas en diagrama de Ishikawa, para la realización del diagnóstico se seleccionó la mitología Diagrama Causal está basada en el pensamiento estratégico en la observación para abordar situaciones complejas, aplicando la observación. Además representa la variación, impacto y comportamiento de una variable la cual impacta de forma positiva o negativa a tal situación o caso. (Cema, 2020)

2.2.5. Improve

Por consiguiente dentro de esta etapa se aplicaron las mejoras para eliminación de defectos y fallas las cuales fueron identificadas dentro del proceso, del mismo modo se presentó la evaluación de riesgos que describe el plan de acción, impacto, listado de solución, clasificación de nivel de gravedad y la participación de la organización nivel gerencia y colaboradores involucrados al proceso operativo. Con el fin de implementar cada una de las posibles soluciones en un corto plazo y concluir todas aquellas mejoras en proceso de desarrollo. En la (véase Tabla 2) muestra la construcción de la evaluación de riesgos para la solución de defectos y fallas dentro del proceso operativo.

Tabla 2.

Evaluación de riesgos para la eliminación de defectos y fallas

Risk Assessment						
Defectos y fallas	Listado de solución	Impacto	Nivel Gravedad	Plan de Acción	Responsable	Fecha
			(1 Bajo - 10 Alto)			
1. Falta de mediciones en el proceso	Solución: Construir indicadores (KPI'S) para la obtención de información histórica	a) Se desconoce el rendimiento del proceso	5	Definir responsabilidades y fijar objetivos para cada indicador (KPI)	Gerencia	Enero 2022
2. Altos costos en maniobras especiales	Solución: Presentar al cliente la reutilización de partes de contenedores dañados para que estos sean colocados a contenedores operables	a) Alto volumen de contenedores dañados	6	Presentar proyecto de mejora al cliente	Proyectos	Enero 2022
3. Retrasos en envíos de materia prima	Solución: Implementar el método PEPS (Primeras entradas, primeras salidas) de contenedores al área de pintura y reparación	a) Retrasos en envíos de materia prima b) Entregas no conformes	10	Enviar órdenes de compra semanal	Operaciones	A la brevedad

4. Fallas mecánicas en grúa	Solución: Eliminar la entrega de documentación original del transporte al ingreso y salida de contenedores a entregas masivas	a) Retrasos operaciones de carga y descarga b) Congestión de transporte	10	Realizar estudio de tiempos y movimientos	Operaciones	A la brevedad
5. Plantilla de colaboradores incompleta	Solución: Agregar en el proceso la actividad de planeación de tareas diarias al comienzo de la jornada de trabajo	a) Altos costos operativos por tiempos extras	9	Realizar planeación de actividades diarias	Operaciones	A la brevedad
6. Falta de espacio en terminal de contenedores	Solución: Verificar el acomodo actual del patio y planificar una nueva ubicación de estibas, se sugiere utilizar un Layout para facilitar la distribución.	a) Costos adicionales por reacondo de patio	9	Presentar proyecto de expansión de instalaciones	Operaciones	A la brevedad
7. Falta de evaluaciones a colaboradores	Solución: Implementar y evaluar metas trimestrales en áreas de administración, logística, operaciones y atención a clientes	a) Se desconoce el desempeño de los colaboradores	4	Realizar evaluaciones semestrales de conocimiento lógico	Gerencia	A la brevedad
8. Procedimientos de actividades sin validar	Solución: Documentar y validar alcance y procedimiento de carga y descarga de contenedores	a) No se tiene conocimiento del procedimiento correspondiente	4	Definir procedimientos correspondientes para aprobación y validación	Gerencia	Noviembre 2021

2.2.6. Control

En último lugar la etapa del Six Sigma donde se centró en la propuesta de seguimiento para la observación de mejora. La idea es garantizar algunos indicadores operativos y estos sean medidos mensualmente (véase Figura 9 y 10) dentro de una determinada muestra de contenedores y a su vez continúen dentro de los rangos aceptables del proceso. La herramienta utilizada fue la Gráfica de control NP (número de unidades defectuosas) este tipo de gráficos permite analizar el número de artículos defectuosos para así poder detectar la posible existencia de causas especiales en el proceso productivo (Sánchez, 2014) asimismo se propuso la medición de los siguientes indicadores: fallas de grúas, salidas no conformes, contenedores dañados, tiempos extras, retorno de contenedores, demoras, transporte no atendido, reclamaciones, chatarra, retrabajos, merma y stock disponible.

Figura 9.

Indicadores operativos parte uno

KPIs	Fallas Grúas	Salidas no conformes	Contenedores dañados	Tiempos extras	Retorno de contenedores	Demoras
Proposito	Detectar costo de reparación	Corregir defectos	Implementar la reutilización y reciclaje	Aumentar la plantilla de trabajo	Eliminar costos adicionales	Eliminar tiempos muertos
Componente	Numero de grúas operativas en patio	Contenedores no conformes	Contenedores declarados perdida total y accidentados	Total de tiempos extras por temporada alta	Cantidad de retorno de contenedores fuera de los requerimientos del cliente	Total de tiempo perdidos por retrasos de entrega en minutos y horas
Frecuencia de medicion	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual

Figura 10.

Indicadores operativos parte dos

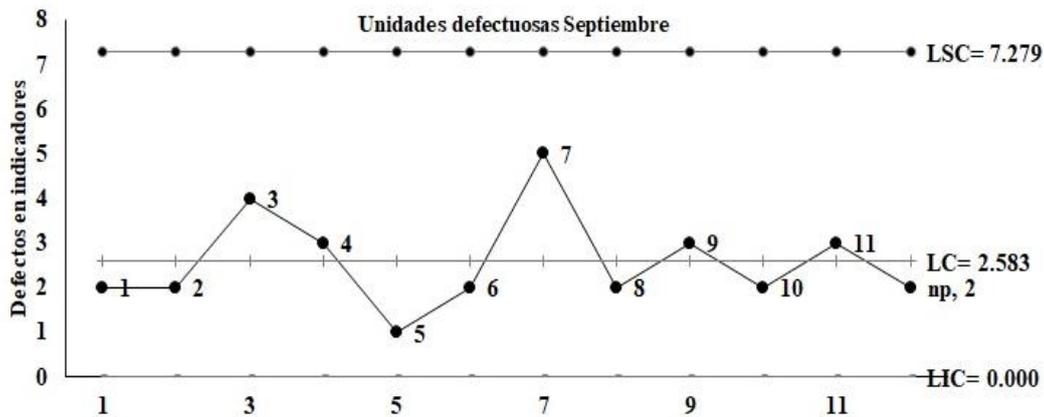
KPIs	Transporte no atendidos	Reclamos	Chatarra	Re trabajos	Mermas	Stock disponible
Proposito	Mejora la calidad en atención al cliente	Mejora en servicio al cliente	Reducir costos de almacenamiento	Agilizar tiempos administrativos	Reducir pérdida de costos	Cumplimiento solicitudes del cliente
Componente	Numero de quejas por falta de atención al transporte	Numero de reclamos por falta de atención al cliente	Cantidad por toneladas de chatarra de piezas de contenedores	Numero de veces en la realización de las mismas actividades	Cantidad de material sobrante de suministros no cumple con las especificaciones técnicas	Numero de contenedores semanales en stock disponible a los requerimientos de cliente
Frecuencia de medicion	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual

2.2.7. Primer prueba

Por lo tanto se realizó la primera prueba (véase Figura 11) de la medición de indicadores operativos del mes nueve, tomando una muestra de 100 contenedores atendidos a solicitud del cliente obteniendo un total de 35 defectos con un promedio de 2.583 entre la cantidad de defectos encontrados.

Figura 11.

Grafico np prueba uno de unidades defectuosas en proceso operativo del mes septiembre

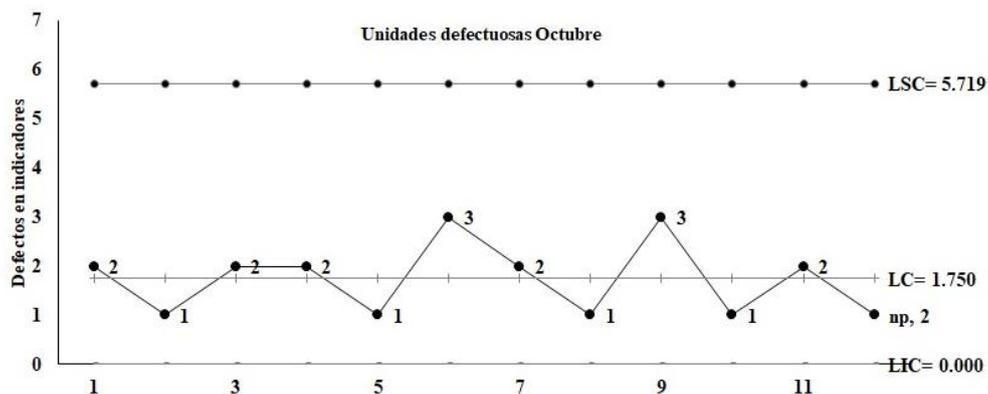


2.2.8. Segunda prueba

Asimismo, se continuó con la búsqueda de mejora en el siguiente mes obteniendo de una muestra de 100 contenedores atendidos el 21 los defectos con un promedio de 1.750 entre la cantidad de defectos encontrados. Se puede observar una reducción (véase Figura 12) de 14 errores eliminados en la mitad de muestras tomadas el anterior mes.

Figura 12.

Grafico np prueba dos de unidades defectuosas en proceso operativo del mes octubre



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro la primera etapa de la eliminación de desperdicios se obtuvo la reducción de los tiempos de ciclos de cada fase dando como resultado una reducción de 0.5 días en plazos de entrega de servicio de contenedores vacíos. Asimismo, se obtuvo una reducción del 5% en costos de almacenamiento y suministros. En ese mismo contexto con la ayuda de

la herramienta Propuesta de Valor se logró definir el impacto de los servicios tales como: reparación de contenedores, inspección, maniobras de carga, maniobras de descarga, lavado, limpieza y pintura los cuales son ofertados por la empresa, permitiendo segmentar los clientes en base a las actividades y búsqueda de un beneficio mutuo entre organización y cliente. En efecto en el trazado de estado actual del proceso operativo se obtuvo un plazo de entrega de 1.5 días desde la recepción, almacenamiento, transformación y salida de un contenedor vacío. Así pues, gracias al trazado del estado futuro se logró identificar actividades que no agregaban valor añadido, llegando a la meta de 1 día desde el ingreso hasta la salida alrededor de ciclo operativo. Por consiguiente, dentro de los principios básicos utilizados en el desarrollo de Lean Manufacturing se demostró hacia la empresa la identificación de la familia de productos utilizando una tabla matriz obteniendo como resultado los tipos de contenedores altamente demandados tipos a, b y c los cuales son requeridos con cada uno de los servicios. Así permitió a la organización enfocarse al tipo de servicios continuamente solicitados para el cumplimiento de objetivo meta mensual. En la segunda etapa de la eliminación de defectos y fallas se obtuvo un nivel six sigma de 4.3 donde se observó la posición de la organización en un nivel bajo dentro de la zona de peligro, pero este resultado no elimina la posibilidad de aumentar su nivel sigma a 5. Es así como se obtuvo la reducción de costos operativos al 10% y la posición del top 10 de proveedores seleccionados por el cliente con mayor movimiento con la empresa. Vinculado a esto en la etapa mejora por medio de la técnica evaluación de riesgos se logró identificar las fallas y riesgos expuestos en el proceso donde se destacan por nivel de gravedad bajo y alto. Se llevó a cabo la evaluación de cada una de las fallas donde se permitió en listar las posibles soluciones y plan de acción para la eliminación de las mismas. Igualmente, dentro de la misma fase en la sección de proyectos de mejora del área operativa se determinó el desarrollo de la puesta en marcha tales como: reacomodo de patio de contenedores obteniendo un mejor control y flujo continuo de movimientos operativos de ubicación de estibas según el tamaño y tipo de contenedor, mismo el comienzo de la reducción de la entrega física de documentación al transporte donde se redujo a un 70 por ciento únicamente entregando documentos al transporte foráneo.

4. CONCLUSIÓN O CONSIDERACIONES FINALES

Con respecto a la filosofía Lean Manufacturing es una metodología de trabajo arduo con origen en el sistema producción de Toyota en Japón a mediados del siglo XX. A su vez

esta metodología está centrada en satisfacer al cliente mediante un proceso continuo de transformación y mejora para la generación de valor añadido de forma óptima haciendo al cliente y perseverando en la mejora continua hacia la perfección (García 2021). Acerca del Six Sigma ha probado ser una metodología de éxito en la implementación en varias compañías de renombre de clase mundial en donde se han logrado beneficios favorables desde la mejora en la satisfacción del servicio al cliente hasta la reducción de costos pasando un cambio cultural externo e interno, donde la buena práctica de administración se han convertido en una pieza significativa. En cuanto algunas empresas mexicanas que han adoptado para reducción de costos y la mejora en sus procesos tales como GE Mabe Quantum, Lear Corporation y empresa compañía Motorola (Silva 2004). Finalmente, luego de analizar el desarrollo de la metodología Lean Six Sigma se observó el cumplimiento del objetivo principal de este proyecto el cual era la eliminación de defectos, fallas y desperdicios por medio de las herramientas de la metodología en cada una de sus fases para la mejora del nivel de servicio al cliente. Gracias a esta propuesta y el desarrollo de los principios básicos de las filosofías, la organización logro conocer su rendimiento actual y futuro para mejorar su nivel de servicio, tomando en cuenta que la metodología Lean Six Sigma se convirtió en buen gestor del tiempo y de mejora en el proceso operativo.

5. LISTA DE REFERENCIAS

- Aguilar, Primitivo Reyes. 2002. "Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma En Empresas Mexicanas: Experiencias y Reflexiones." *Contaduría y Administración* (205): 51–69.
- Asep, Ridwan. 2016. "Six Sigma Model to Improve the Lean Supply Chain in Ports by System Dynamics Approach." 210.
- Cabrera Calva, Rafael Carlos. 2015. "Value Stream Mapping." *Lean Solutions*: 1–37.
- Estad, Fortalecimiento. "Guía Para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores."
- Felizzola Jiménez, Heriberto, and Carmenza Luna Amaya. 2014. "Lean Six Sigma En Pequeñas y Medianas Empresas: Un Enfoque Metodológico." *Ingeniare* 22(2): 263–77.
- Fernandez, S., and F. Iglesias. 2015. "Infraestructuras Portuarias: Gestión y Logística.": 77.

- Hernández, Cuauhtemoc, and Ignacio Martínez. 2015. "Universidad Veracruzana a la Metodología Lean Seis Sigma, sus herramientas".
- Instituto de Turismo de España, and Desconocido. 1999. "Capítulo 10: Principios de Six Sigma.": 1–88.
- Mantilla, Olga, and José Sánchez. 2012. "A Technological Approach to the Development of Logistic Projects Using "Lean Six Sigma." *Estudios Gerenciales* 28(124): 23–43.
- Montoya, Leonel Arias, Liliana Margarita Portilla, and Juan Carlos Castaño Benjumea. 2008. "Aplicación De Six Sigma En Las Organizaciones." *Scientia Et Technica* XIV(38): 265–70.
- Ocampo, Jared, and Aldo Pavón. 2012. "Integrando La Metodología DMAIC de Seis Sigma Con La Simulación de Eventos Discretos En Flexsim." *LACCEI: Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*: 1–10.
- Portman, Tavistock. 2018. "Conducting a Risk Assessment Procedure." *NHS Foundation trust* (March 2015): 21.
- Reyes, M C Laura Vidal. 2018. 10 *Análisis De Las Herramientas Lean Manufacturing*.
- Rojas Jauregui, Anggela Pamela, and Víctor Gisbert Soler. 2017. "Lean Manufacturing: Herramienta Para Mejorar La Productividad En Las Empresas." 116–24.
- Sánchez, Eduardo Alonso. 2005. "Seis Sigma, Filosofía de Gestión de La Calidad: Estudio Teórico y Su Posible Aplicación En El Perú." : 102.
- Silva, Adriana Baltazar. 2004. "Academia de Ciencias Administrativas, A.C. Congreso Anual Internacional 5 Al 7 de Mayo, 2004."
- Sophie, Anne. 2011. "Mejoras de Lean Manufacturing En Los Sistemas Productivos." *Ciencia y Sociedad* XXXVI: 36.
- Spiridonova, Ekaterina. 2017. "Analysing Distribution Operations Using the Methods of Lean Six Sigma for Company X."
- Osterwalder, Alexander et al. 2015. "Diseñando la propuesta de valor: 40–47.
- Ung, S. T., and Y. T. Chen. 2010. "A Practical Application of 'Six Sigma' to Port Operations." *Journal of Marine Engineering and Technology* 9(2): 13–21.