

**Aplicación Lean Manufacturing en empresas
Paleteras de la Provincia de “El Oro”**

**Lean Manufacturing application in Paleteras
companies in the Province of “El Oro”**

Mirian Isabel Caraguay-Caraguay¹
Universidad Tecnica de Machala-Ecuado
mcaraguay2@utmachala.edu.ec

Jorge Patricio Mora-Chávez²
Universidad Tecnica de Machala-Ecuado
jorge.p.m.ch@gmail.com

Wilton Eduardo Romero-Black³
Universidad Tecnica de Machala-Ecuado
weromero@utmachala.edu.ec

Norman Vinicio Mora-Sánchez⁴
Universidad Tecnica de Machala-Ecuado
nmora@utmachala.edu.ec

doi.org/10.33386/593dp.2022.4-1.1290

V7-N4-1(ago) 2022, pp.553-566 | Recibido: 29 de julio de 2022 - Aceptado: 12 de agosto de 2022 (2 ronda rev.)
Edición especial

1 Estudiante egresada de la Carrera de Administración de Empresas de la Universidad Técnica de Machala

2 Egresado de la Carrera de Administración de Empresa en la Universidad Técnica de Machala

3 Ingeniero Industrial, Docente investigador de la Universidad Técnica de Machala
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5200-1361>

4 Doctorado PhD en Administración de Empresas, Docente investigador de la Universidad Técnica de Machala
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2814-2751>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

La mejora continua debe convertirse en una filosofía para toda empresa, atacando directamente todo tipo de retraso, pérdida de operatividad o cualquier fallo que limite o restrinja el flujo normal de la cadena de valor; ante lo expuesto se plantea como objetivo “Aplicar las herramientas Lean Manufacturing en la reducción tiempos y Mudas de la cadena de valor en las empresas paletteras de la provincia de El Oro”, la metodología aplicada en la investigación es de tipo descriptiva - explicativa, con un enfoque cualitativo y-cuantitativo, con la ayuda de herramientas de producción esbelta y de confiabilidad de procesos, con la finalidad de mejorar y optimizar los recursos y procesos; se realiza toma de tiempos en cada proceso, y como resultado se realiza el análisis de factibilidad para la introducción de tecnologías que disminuyan los tiempos de ejecución de las actividades, así como también la fusión de dos actividades o procesos en uno, mediante el reacondicionamiento de la máquina y método de trabajo que ayudaron a mejorar la productividad; se puede concluir que las herramientas de lean manufacturing, permiten a las empresas analizar la información obtenida y tomar decisiones para la aplicación de acciones de mejora que les permitan seguir siendo productivas.

Palabras clave: lean manufacturing, desperdicios, value stream mapping, procesos

ABSTRACT

Continuous improvement must become a philosophy for every company, directly attacking any type of delay, loss of operability or any failure that limits or restricts the normal flow of the value chain; Given the above, the objective is to “Apply Lean Manufacturing tools in the reduction of times and shifts in the value chain in the palettera companies of the province of El Oro”, the methodology applied in the research is descriptive – explanatory, with a qualitative - quantitative approach and with the help of lean production and process reliability, in order to improve and optimize resources and processes; time is taken in each process, and as a result, the feasibility analysis is carried out for the introduction of technologies that reduce the execution times of the activities, as well as the merger of two activities or processes into one, through the reconditioning of the machine and work method that helped improve productivity; it can be concluded that lean manufacturing tools allow companies to analyze the information obtained and make decisions for the application of improvement actions that allow them to continue being productive.

Key words: Lean Manufacturing, Waste, Value Stream Mapping, Processes

Introducción

Desde la revolución industrial, la industria se ha convertido en el polo de desarrollo de los países desarrollados y en vías de desarrollo; su proceso evolutivo en el tiempo ha generado que la tecnología evolucione a la par con la industria, con la finalidad de comercializar sus productos a nivel interno y/o externo.

En la actualidad la dinámica comercial, se ha convertido en la razón principal para que las empresas nacionales e internacionales apliquen acciones que sean traducidas en ganancias y de manera fundamental la optimización de sus recursos como la reducción de desperdicios durante la cadena de valor productiva y de suministros.

La presencia de sistemas productivos aplicados por las empresas, ha permitido cubrir las demandas productivas de acuerdo a las necesidades de los mercados locales e internacionales con la finalidad de cubrir la demanda mundial; en definitiva, la industria y la tecnología han permitido el crecimiento económico, la generación de empleo y el aumento de una variedad de productos por las empresas productivas en el mundo (Martínez Sarnago, 2016).

Para el mejoramiento de los procesos productivos, las industrias toman la decisión de aplicar filosofías o metodologías que ayuden a optimizar sus procesos, reducir sus costos, bajar el nivel de inventario, reducir el desperdicio siempre con la visión de mejorar su productividad sin descuidar la satisfacción de las necesidades del mercado y de sus clientes.

Lean Manufacturing se la considera como una filosofía o metodología cuyo enfoque es la eliminación o reducción de los despilfarros en los procesos productivos (Soler, 2015); también es conocida como una filosofía de trabajo basada en las personas, la cual define la forma de cómo se aplica las acciones de mejora y cómo establecer mecanismos para la optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios (Figueredo Lugo, 2015).

La aplicación de las herramientas Lean es muy favorable para todo tipo de organización sea esta productiva, comercial o de servicios ya que se ajusta al tipo de actividad económica de ejerza; además cuenta con herramientas de fácil comprensión tales como; takt time, 5S, Ocho desperdicios, Control visual o gestión a primera vista, Células de Manufactura, Poka Yoke, Jidoka, Automatización inteligente como, Kaisen, Kanban, SMED, Heijunka TPM o mantenimiento productivo total, VSM o mapa de flujo de valor, JIT o justo a tiempo (Tapia Coronado et al., 2017).

El sector productivo palettero local, provincial y nacional no requiere de certificaciones internacionales para su comercialización interna como externa, ya que es un producto utilizado por las empresas como medio de transporte y que como requisito mínimo es el cumplimiento de las normas técnicas ecuatorianas, como también de las normativas fitosanitarias para su producción y comercialización.

Es el caso de las empresas paletteras de la provincia de El Oro, que de acuerdo con la superintendencia de compañías existen un total de 5 empresas, distribuidas: 4 empresas en el cantón Machala y 1 empresa en el cantón Pasaje; tomando como referencia dos empresas del cantón Machala para su estudio, considerando que el proceso productivo es el mismo.

La problemática que aqueja este sector son los desperdicios o mudas, reprocesos, los excesos de tiempos en los ciclos productivos en las etapas de cada proceso, los procesos se encuentran definidos pero no estandarizados; así como también el exceso de cantidad (volumen) y tiempo de almacenamiento, que se generan en toda la cadena de suministros y producción, ocasionando pérdidas de tiempo así como también la baja productividad en la ejecución de las actividades en cada proceso, lo que pone en riesgo el cumplimiento de los objetivos organizacionales como también la satisfacción de sus clientes.

Ante lo expuesto en el párrafo anterior, se plantea como objetivo de investigación "Aplicar las herramientas Lean Manufacturing en la reducción tiempos y Mudras de la cadena de suministros y producción en las empresas paleteras de la provincia de El Oro"; considerando aspectos importantes como la aplicación de procesos de inspección y ensayo para la aceptación y/o rechazo de los materiales comprados, así como también la estandarización de cada proceso agregador de valor con la finalidad de reducir y/o eliminar los desperdicios generados en los procesos productivos como también en el producto terminado.

Para dar relevancia a la investigación se puede tomar como referencia el estudio realizado por (Sánchez et al., 2016) en la cual presenta una propuesta de mejora en el tiempo de atención al paciente, con la aplicación lean manufacturing en la unidad de emergencias ginecológicas de la clínica Bogotá, cuyo problema son los excesivos tiempos de espera de los pacientes para ser atendidos en relación a la normativa establecida en la atención, la cual mediante la aplicación del Value Stream Mapping, la aplicación del diagrama de spaghetti y el estudio de tiempos, permitieron identificar las áreas que no agregan valor en la prestación de servicios médicos ginecológicos, obteniendo como resultado mejoras considerables hasta del 56%, demostrando que la aplicación de esta herramienta ayuda a mejorar los procesos y eliminar lo que no aporta valor, disminuyendo los tiempos de atención a los pacientes.

Otro caso de aplicación de técnicas Lean Manufacturing es en una empresa peruana de plásticos desarrollado por (Poves-Calderno et al., 2019) which decrease the index of the overall equipment effectiveness (OEE identificando problemas de tiempos improductivos o desperdicios en el proceso de extrusión disminuyendo la productividad; para su resolución se aplica un enfoque sistemático combinando el SMED y las técnicas de mantenimiento preventivo de la metodología de manufactura esbelta y cuyo objetivo es reducir los tiempos improductivos para mejorar el índice de efectividad global del equipo (OEE); los

resultados obtenidos de la propuesta, demostraron la reducción de los tiempos improductivos en un 36.37% y la mejora del índice OEE en un 9.02%

Desarrollo

En las últimas décadas aparecen un sin número de estrategias orientadas al mejoramiento de los procesos desde el TQM (Total Quality Management), atravesando por el (Business Process Reengineering (BPR), y culminando con las estrategias competitivas de Porter; la aparición de la Lean Manufacturing o comúnmente denominada Manufactura Esbelta, filosofía o metodología cuya finalidad es que las empresas obtengan la excelencia industrial (Bilalis, Alvizos, Tsironis, & Van Wasseenhove, 2007); ser competitivo es más complicado con el pasar del tiempo debido a las exigencias del mercado y los clientes ya que demandan productos con menor precio y tiempo de respuesta; así como también el entorno en el cual se desempeña, requiere de mayor responsabilidad social por parte de las empresas y quienes lo conforman (Gabriela et al., 2018).

De acuerdo a (León et al., 2017) expresa que la filosofía Lean, es un modelo o método de organización y gestión del sistema de fabricación, personas, materiales, máquinas y métodos que mediante la mejora continua se orienta en la búsqueda de la calidad, el servicio y la eficiencia, de igual manera expresa (Vargas et al., 2016) que esta metodología tiene como objetivo eliminar el desperdicio o despilfarro, entendiéndose como toda actividad que no aporta valor al producto o servicio.

La expresión de Juan Carlos Hernández Matías investigador de la Universidad politécnica de Madrid citado por (Businesses, 2017) expresa que la cultura Lean es una filosofía que debe tratarse como una transformación cultural si se proyecta a que sea duradera y sostenible compuesta de un conjunto de técnicas que están centradas en el valor agregado y en las personas.

Lean manufacturing y sustentabilidad

La manufactura sustentable basada en los principios de sustentabilidad y desarrollo sustentable, a diferencia de la manufactura esbelta fundamentada en la aplicación de procesos de mejoras continuas, reducir o eliminar desperdicios o mudas, persigue eliminar los despilfarros ambientales en los procesos productivos (Monge et al., 2013).

En este apartado se analiza las relaciones entre lean manufacturing LM y las dimensiones de la sostenibilidad, en las cuales las empresas han alcanzado excelentes resultados y mejor competitividad mediante la ejecución del LM; sin embargo, también existen empresas que no lo han logrado a causa de no poder mantener los resultados en el mediano y largo plazo.

La sostenibilidad es calificada como la nueva frontera de LM; la productividad y el ahorro de costos son indispensables para la estabilidad económica de las organizaciones; sin embargo, estas actividades deben alcanzarse de forma sostenible, mitigando los impactos ambientales y sociales negativos y contribuyendo a una sociedad sostenible.

Influencia del Lean Manufacturing en la dimensión económica

Tabla 1

Influencia del LM en la dimensión económica de la sostenibilidad

Dimension	Influence	References
Economic	Increase profits	Pampanelli et al. (2014) [28]
	Increase turnover	Not identified
	Increase market share of the products	Wilson (2010) [29]
Decrease operational costs		Zhu, et al., 2008 [30]; Mollenkopf et al., 2010 [31]; Sezen et al., 2011 [32]; Lozano and Huishsingh, 2011 [33]; Azevedo et al., 2012 [34]; Diaz-Reza, et al., 2016 [35]; Gupta, et al., 2018 [36];
		Shah and Ward, 2007 [37]; Sezen, et al., 2011 [38]; Ng, et al., 2015; Diaz-Reza, et al., 2016 [35].
	Increase process performance	

Nota: Elaborado con la información de CEPAL

La tabla 1, presenta un ejemplo de la influencia de Lean Manufacturing en la dimensión económica, mediante la aplicación de iniciativas que logren alcanzar el ahorro de costos y mayores rendimientos en los procesos.

Influencia del Lean Manufacturing en la dimensión ambiental

Tabla 2

Influencia del LM en la dimensión medioambiental

Sustainability Dimension	Influence	References
Environmental	Decrease industrial waste	Souza and Alves, 2017 [26]; Wilson, 2010 [29]; Torielli, et al., 2011 [43]; Vinodh, et al., 2011 [44]; Gupta, et al., 2018 [36]; Azevedo, et al., 2012 [34]; Hajmohammad, et al., 2013 [45].
	Decrease energy consumption of non-renewal energy sources	Ioppolo, et al., 2014 [46].
	Increase the production of renewal energy	Not identified
	Increase the practice of circular economy	Nunes and Bennett, 2010 [47]; Zhao and Chen, 2011 [48]; Ming and Xiang, 2011 [49]; Ashish, et al., 2011 [50]; Liao, et al., 2013 [51].
	Increase the collaboration with partners that follow good environmental practices	Not identified

Nota: Elaborado con la información de CEPAL

La tabla 2, demuestra la influencia de LM en la dimensión medio ambiental, donde se observa que LM reduce el impacto ambiental aumentando los beneficios ambientales; de igual forma se observa la relación entre las actividades del LM, la gestión ambiental y el desempeño empresarial y cuyo resultado propone aspectos positivos de la relación medio ambiental y el LM. En estudio desarrollado por (Blanco et al., 2011) expresa que Lean Manufacturing favorece directamente a la sostenibilidad y mejora medio ambiental mediante el ahorro de materias primas y energía y la minimización de residuos y contaminantes.

Influencia del Lean Manufacturing en la dimensión social

Tabla 3

Influencia del LM en la dimensión social

Dimension	Influence	References
Social	Increase the number of employees	Not identified
	Increase the salary remuneration	Not identified
	Increase the quality of work conditions	Ng, et al., 2015 [41]; Taubitz, 2010 [53]; Lozano and Huishsingh, 2011 [33]; Vinodh, et al., 2011 [44]; Ioppolo, et al., 2014 [46];
	Increase the conditions of the surrounding society	Not identified
	Decrease working accidents	James, et al., 2013 [54]; Taubitz, 2010 [53];
	Increase the participation of its employees in decision-making	Vinodh, et al., 2011 [44]; Jabbour, et al., 2012 [39].
	Increase the number of employees with some degree of disability.	Not identified
	Increase the contract duration of its collaborators	Not identified

Nota: Elaborado con la información de CEPAL

La tabla 3, representa la influencia de LM en lo social, la cual describe la necesidad de estudiar el lado humano de forma completa,

así como la necesidad de aplicar una métrica integrada, soportada de un sistema de medición para evaluar la relación entre el desempeño lean y la sustentabilidad Cherrafi et al. (2016); de acuerdo con Navarro (2008) citado por (Cruz-mejía & Olvera, 2015) expresa, que es la respuesta de una empresa de manera satisfactoria y definitiva a metas relativas a responsabilidades económicas, sociales y medioambientales

Lean Manufacturing se ha convertido en una herramienta de apoyo a la mejora continua de las empresas independientemente del tipo de actividad económica que desarrolle, ya que sus herramientas que lo conforman son flexibles y se adaptan a las condiciones de las empresas; estas técnicas o herramientas se desglosan de la siguiente manera.

- Kaisen, cuyo principio es la mejora continua y progresiva de todos los procesos y es la esencia del sistema de producción de Toyota (Oliveros et al., 2018)
- Mapas de Cadena de Valor (Value Stream Maps), se fundamenta en la elaboración del mapa que refleje el flujo del producto como de la información, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto terminado (Garay et al., 2009)
- 5S, es una filosofía cuyo fin radica en el comprometer a los colaboradores y al desarrollo de habilidades tales como: organización, disciplina, orden/limpieza y la detección de anomalías que garanticen la calidad y seguridad en el puesto de trabajo (Piñero et al., 2018)
- Las 8 mudas o despilfarros, es todo aquello que no aporta valor al proceso de manufactura y son: sobreproducción, espera, transporte innecesario, procesamiento incorrecto, inventarios, movimiento innecesario, defectos o reparaciones y talento no utilizado (Blanco Gutiérrez et al., 2014)
- Justo a tiempo (JIT), esta metodología define como la empresa debe analizar y optimizar todos y cada uno de los recursos dentro de un sistema de producción (Mendoza Vega & Vega Palomino, 2014)
- Reducción de tiempo perdidos

por preparación (SMED), denominada también (Single Minute Exchange Die); orientada a la reducción de tiempos mediante la preparación de las máquinas por lotes de producción más reducidos o más cortos (Ald et al., 2018)

- Mantenimiento Productivo Total (TPM), es una técnica que se fundamenta en que los mismos operarios participen del mantenimiento preventivo y ayuden a los técnicos o responsables del mantenimiento en las reparaciones de las máquinas (Marín & Martínez, 2014)
- Takt Time, denominada también ritmo de trabajo y se fundamenta en establecer el ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda y se establece a partir de la demanda del mercado y el tiempo disponible para la producción (Vieira, 2017)

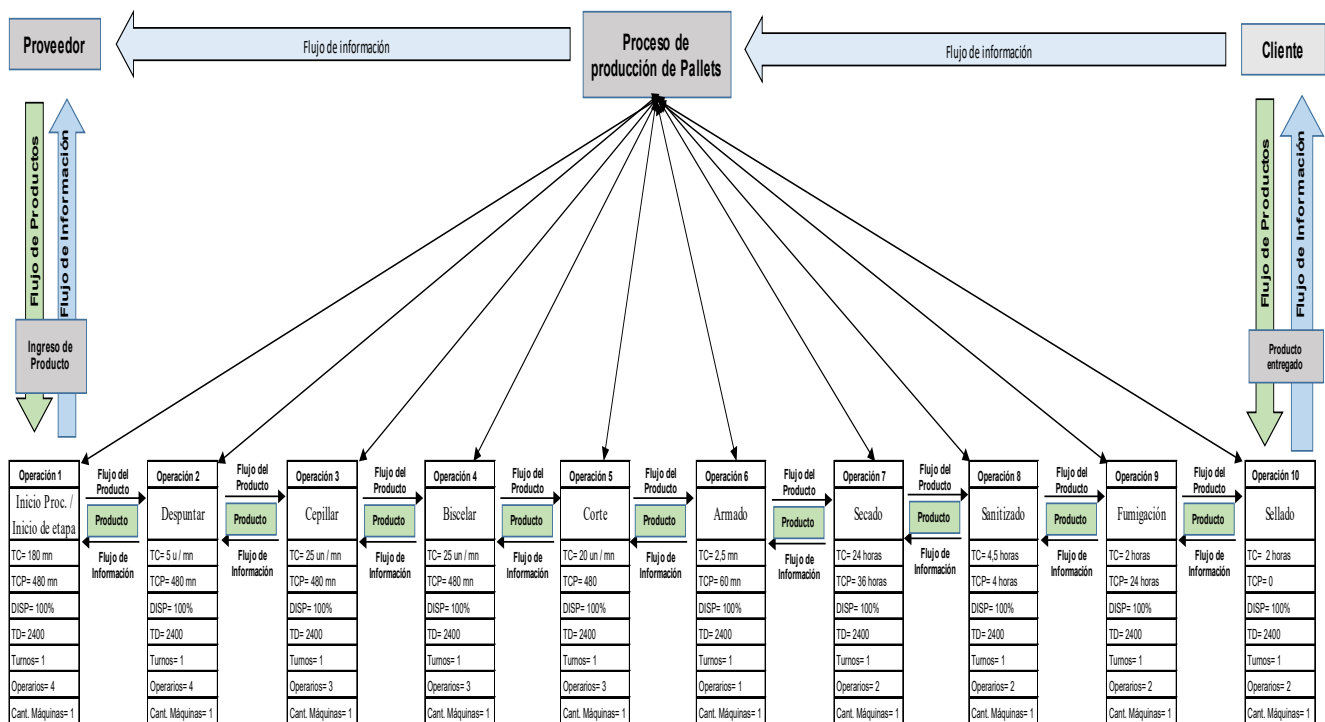
Metodología

La presente investigación es de tipo descriptiva ya que se desea describir características fundamentales del comportamiento del fenómeno de estudio, posee enfoque documental, cualitativo y cuantitativo; documental, ya que se realiza revisión de fuentes disponibles en la red (Guevara et al., 2020); cualitativo, porque asume la realidad subjetiva del objeto de estudio que permite describir detalladamente los procesos administrativos, operativos y de servicios del objeto de estudio (Sánchez Flores, 2019); y cuantitativa, porque se centra en mediciones numéricas, es decir, se realizará toma de tiempos de cada uno de los procesos que posee el objeto de estudio para su estandarización (Otero-ortega & Atlántico, 2018).

Para la aplicación de la metodología descrita, se cuenta con el apoyo de herramientas como el formato de estudio de métodos y tiempos, fichas de observación y las herramientas lean manufacturing que permitirán la obtención de los resultados esperados.

Figura 1

Value Stream Mapping actual de las Empresas Palleteras de la Provincia de El Oro.



Elaborado por: Autor

El Mapping Value Stream (MVS) de la figura #1, permite apreciar a simple vista los procesos que conforma la fabricación de pallets, los tiempos de ciclo en minutos y horas, el tiempo de cambio de producto, la disponibilidad en cada máquina, el tiempo disponible, el número de turnos, los números de operarios que laboran en cada proceso y la cantidad de máquinas que se utilizan en cada proceso. En base al Mapping Value Stream se procede a realizar el análisis de tiempos en cada proceso para identificar las mudas o despilfarros que generan improductividad.

Tabla 4

Toma de tiempos de cada proceso

Proceso 1 (45 mn)						Proceso 2 (12 seg)					Proceso 3 (2,4)					Proceso 4 (2,4)				
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	46	45	44	46	45	12	13	14	12	12	2,3	2,4	2,3	2,4	2,3	2,6	2,3	2,2	2,6	2,3
2	45	45	45	45	45	14	12	14	13	11	2,3	2,5	2,4	2,6	2,3	2,4	2,6	2,1	2,4	2,6
3	46	47	46	46	47	15	12	13	12	12	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3	2,5	2,5
4	44	47	44	44	47	13	12	11	10	13	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,5	2,4	2,3	2,5	2,5
5	44	46	46	44	46	12	13	12	12	11	2,4	2,6	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,3	2,4	2,4
6	45	46	44	45	46	11	13	12	13	12	2,3	2,6	2,3	2,4	2,3	2,3	2,3	2,4	2,5	2,3
7	46	46	45	45	46	11	11	11	13	11	2,3	2,5	2,3	2,3	2,3	2,4	2,3	2,5	2,3	2,3
8	45	43	45	46	43	12	12	10	12	12	2,3	2,4	2,2	2,3	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,3
9	45	43	44	45	43	10	11	11	11	11	2,4	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,4
10	43	44	46	43	44	12	12	11	13	13	2,3	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,6	2,4	2,4
11	45	44	44	45	43	11	11	12	13	13	2,5	2,1	2,5	2,4	2,5	2,4	2,4	2,6	2,5	2,2
12	44	45	46	43	45	10	13	11	12	12	2,5	2,3	2,5	2,5	2,5	2,4	2,6	2,4	2,3	2,6
13	45	45	45	46	44	12	12	13	11	12	2,5	2,3	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3	2,5
14	46	44	45	46	46	13	11	13	11	12	2,4	2,3	2,4	2,3	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
15	46	45	46	46	45	12	12	12	12	13	2,6	2,2	2,6	2,3	2,6	2,3	2,4	2,4	2,3	2,4
3375						900					180					180				
45						12					12					2,4				
Proceso 5 (3,00)						Proceso 6 (2,5)					Proceso 9 (15 seg)					Proceso 10 (0,12)				
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2,9	3	3,1	3	3	2,5	2,4	2,6	2,4	2,5	15	14	14	16	15	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12
2	3	2,9	3,1	2,9	3	2,5	2,4	2,6	2,5	2,6	14	14	15	15	14	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13
3	2,9	3,1	3	2,9	3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,4	15	15	16	14	16	0,12	0,12	0,11	0,11	0,13
4	3,1	3,1	3	2,9	3	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	15	16	15	14	15	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12
5	3	3	3	3	3	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	16	15	14	15	16	0,11	0,12	0,11	0,12	0,11
6	3,1	3	2,9	3	3	2,6	2,5	2,4	2,6	2,6	15	16	15	14	15	0,11	0,13	0,12	0,11	0,12
7	3,2	2,9	2,8	3,1	3	2,5	2,6	2,5	2,4	2,4	14	16	16	16	16	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
8	3,1	3,1	3	3,1	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	15	15	14	15	15	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13
9	3,1	2,9	3,1	3,2	3	2,4	2,5	2,6	2,4	2,4	16	16	15	16	14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13
10	3	2,9	3,1	3,1	3	2,4	2,6	2,6	2,6	2,6	15	14	15	16	15	0,13	0,12	0,11	0,12	0,11
11	3	3,1	3,2	3	3	2,5	2,6	2,5	2,5	2,5	15	15	16	15	14	0,12	0,11	0,12	0,11	0,12
12	2,9	3	3	3,1	3	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	16	14	15	16	15	0,13	0,11	0,13	0,12	0,12
13	2,9	3	3	2,9	3	2,5	2,5	2,4	2,4	2,6	15	14	16	15	16	0,12	0,12	0,12	0,13	0,11
14	2,9	2,9	2,9	2,9	3	2,6	2,4	2,5	2,6	2,5	14	15	14	14	15	0,11	0,12	0,13	0,13	0,12
15	3	3,1	2,9	2,9	3	2,6	2,4	2,4	2,5	2,4	15	16	15	14	14	0,12	0,12	0,11	0,12	0,11
225						187,5					1125					9				
3,0						2,5					15					0,12				

Elaborado por: Autor

Cómo se observa en la tabla 4, toma de tiempos de cada proceso se debe manifestar que el proceso 7 (Secado) de pallets, estos son secados al ambiente y depende de las condiciones climáticas y que son variables; por lo tanto, el tiempo de secado de los pallets varía entre 24 a 48 horas; el proceso 8 (Sanitizado) al ser proceso estandarizado ya que debe cumplir con la Norma Internacional NIMF # 15 para la exportación de madera, proceso que ya está establecido y que es de obligatoriedad dichos requisitos.

En la toma de tiempos se pudieron identificar mudas o despilfarros que generan improductividad y pérdidas de tiempos tales como:

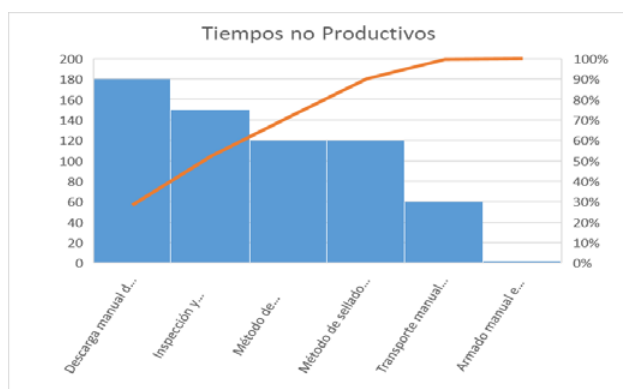
Tabla 5

Tabla de tiempos no productivos

TIEMPOS NO PRODUCTIVOS H – H Detenidas		Resumen en minutos
1	Descarga manual de la materia prima	180 mn
2	Inspección y selección de materia prima.	150 mn
3	Transporte manual de materia prima a áreas de producción	60 mn
4	Armado manual e individual de pallets	2.5 mn
5	Método de Fumigación inapropiado	120 mn
6	Método de sellado inapropiado	120 mn
TOTAL		632.5 mn

Figura 2

Diagrama de Pareto de tempos no productivos



Resultados

Tabla 6

Situación actual del despilfarro y optimización

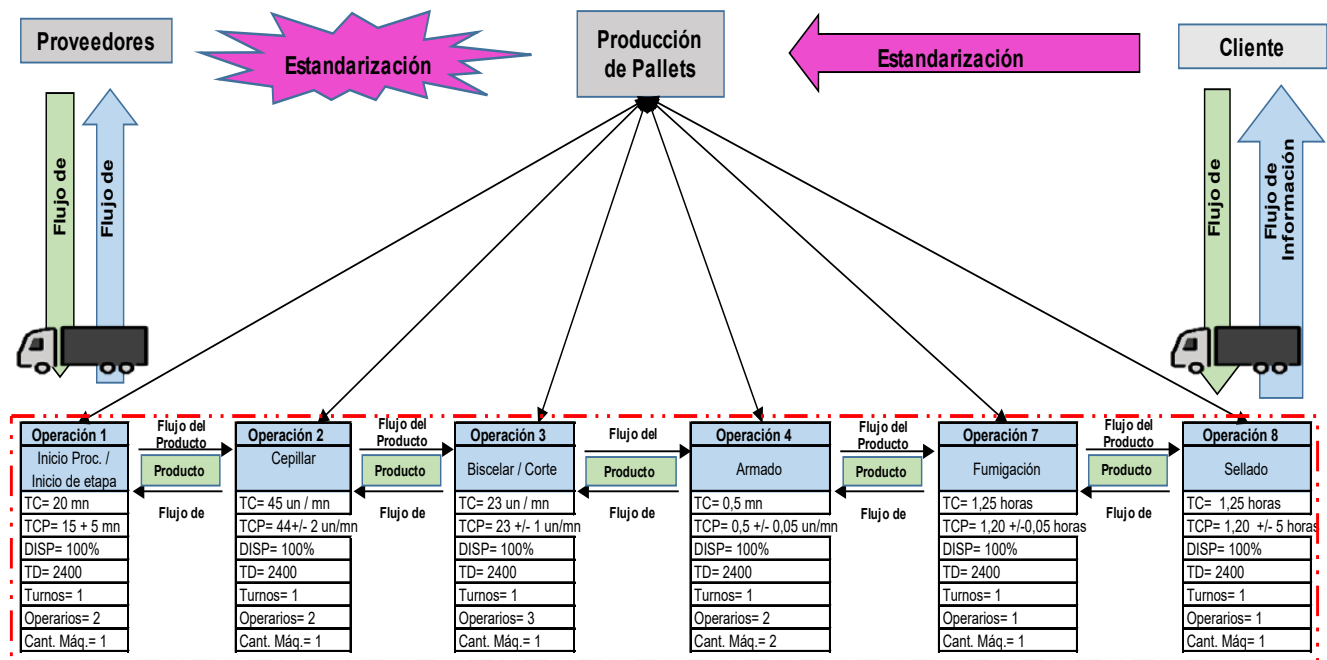
SITUACIÓN DE MEJORA					
ACTIVIDADES	RESUMEN EN MINUTOS				
	DESPILFARRO		OPTIMIZACIÓN		
	TIEMPO	%	T.T.	Tpo. Opt	%
Descarga de materia prima	180	28.46	20	160	88.88
Inspección y selección de materia prima	150	23.72	10	140	93.33
Transporte de materia prima	60	9.49	10	50	83.33
Armado de pallets	2.5	0.40	0.0083	2.4917	99.67
Fumigación	120	18.97	75	45	37.5
Sellado	120	18.97	75	45	37.5
TOTAL	632.5	100	190.0083	442.4917	69.96

La tabla 6, describe los tiempos de desperdicios o despilfarros generados en la producción de pallets, teniendo como resultado un total de 632.5 minutos o 10.54 horas desde el ingreso de la materia prima a la planta hasta el sellado de los pallets. La toma de tiempos en las actividades realizadas por los operarios en la ejecución de las actividades en cada uno de los procesos permite identificar el origen de las demoras también conocidos como desperdicios o despilfarros.

La aplicación de tecnologías sencillas permitirá aumentar la productividad de los procesos productivos como la adquisición de montacargas, martillos neumáticos, la mejora y mantenimiento de la maquinaria, el implantar matrices o moldes para el armado de los pallets.

Figura 3

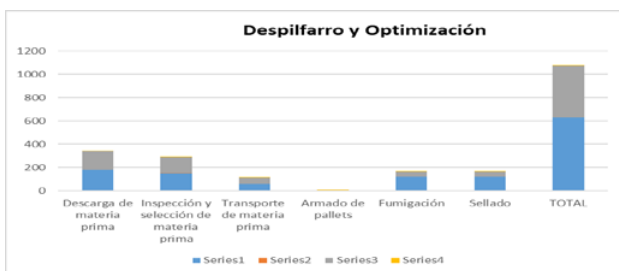
Value Stream Mapping propuesto de las Empresas Palleteras de la Provincia de El Oro



Elaborado por: Autor

Figura 4

Comparación del Despilfarro y Optimización



Aplicación del Value Stream Mapping, esta herramienta es diseñada para comprender los procesos que involucran la cadena de valor del flujo de materiales, así como también del flujo de información; demostrando durante su aplicación visualizar las etapas de los procesos, los ciclos, la tecnología utilizada, el personal involucrada en cada proceso y la disponibilidad del tiempo para la ejecución de las actividades (Shou et al., 2017)

Takt Time, Hoop y Spearman, 2008 citado por (Abbasi et al., 2020) indican que el Takt Time se define como la “unidad de tiempo

dentro del cual se debe producir un producto”; de acuerdo a (Mönch et al., 2020) pandemics, and political nationalism force companies toward more responsive, flexible, and resilient assembly systems. For manufacturers, adaptability of the assembly process and local production ensure short product lead times even during supply chain disruptions. Yet one downside of regional production is that fixed takt time assembly lines become overburdened, especially when customisation is unlimited. In this context, variable takt time groups (VTGs expresa que “es el ritmo de producción necesario para satisfacer la demanda”; la aplicación de esta herramienta facilita la identificación del inicio y fin de cada proceso para después estandarizarlos, la toma datos (tiempos) al desarrollar las actividades en cada proceso se los realiza a causa de los micro movimientos, es realizada por ciclos como se demuestra en la tabla 4.

Tabla 7

Toma de tiempos de ciclo para la estandarización

Proceso 1 (15 mn)					Proceso 2 (1.33 seg)					Proceso 3 - Combinado (2.60)					Proceso 10 (0.12)					
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	15	14	15	14	15	1.32	1.33	1.33	1.32	1.33	2.62	2.61	2.60	2.59	2.60	0.12	0.13	0.12	0.11	0.12
2	15	15	15	15	15	1.33	1.33	1.34	1.33	1.32	2.60	2.60	2.60	2.60	2.59	0.12	0.11	0.12	0.12	0.13
3	14	15	15	15	14	1.33	1.34	1.33	1.34	1.33	2.61	2.60	2.61	2.60	2.60	0.12	0.12	0.11	0.11	0.13
4	15	14	15	15	15	1.33	1.33	1.32	1.34	1.33	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12
5	14	14	14	15	16	1.32	1.34	1.34	1.32	1.34	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11
6	15	15	15	16	15	1.34	1.32	1.33	1.33	1.32	2.60	2.60	2.59	2.61	2.61	0.11	0.13	0.12	0.11	0.12
7	16	16	15	15	15	1.33	1.33	1.32	1.33	1.33	2.59	2.59	2.59	2.60	2.59	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12
8	16	16	15	16	16	1.34	1.33	1.33	1.34	1.33	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13
9	15	15	16	16	16	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	2.60	2.59	2.60	2.59	2.59	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13
10	15	16	15	15	15	1.33	1.32	1.32	1.34	1.32	2.60	2.61	2.61	2.59	2.60	0.13	0.12	0.11	0.12	0.11
11	16	15	16	14	14	1.32	1.34	1.34	1.32	1.34	2.59	2.60	2.60	2.60	2.60	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12
12	15	15	16	15	15	1.34	1.33	1.33	1.33	1.33	2.59	2.61	2.61	2.61	2.61	0.13	0.11	0.13	0.12	0.12
13	14	15	15	15	14	1.34	1.33	1.34	1.33	1.34	2.60	2.60	2.60	2.61	2.60	0.12	0.12	0.12	0.13	0.11
14	15	15	14	15	15	1.33	1.32	1.33	1.33	1.33	2.59	2.59	2.60	2.60	2.60	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12
15	15	14	15	14	15	1.32	1.33	1.32	1.32	1.33	2.61	2.60	2.59	2.60	2.61	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11
1125					99,75					195					9					
15					1,33					2,60					0,12					

Elaborado por: Autor

La tabla 7, demuestra que aplicando Lean Manufacturing en la producción de Pallets, se aprecia la mejora considerable en los tiempos de ciclos o ejecución de las actividades en cada proceso; en base a los datos obtenidos y las mejoras aplicadas permitieron su estandarización.

Los resultados de la aplicación de las mejoras son las siguientes.

Operación 1. Tiempo de ciclo 15 +/- 5 mn

Operación 2. Debido a los micro tiempos, se promedia el total de piezas por minuto 44 +/- 1 unidades / minuto.

Operación 3. Este proceso se fusiona (biselado y corte) dos actividades en una misma máquina logrando reducir el tiempo 23 +/- 1 unid / minuto

Operación 4. Con la implementación de la matriz o molde para el armado de pallets y la adquisición de martillos neumáticos, se estandariza el proceso a 2 unidades / minuto.

Operación 5. Al ser un proceso que depende de las condiciones climáticas, se pide al proveedor la entrega de materia prima (madera) seca cuando exista aumento de producción, pero cuando la producción sea baja, se recepta la materia prima semi seca.

Operación 6. Sanitizado, este proceso se encuentra estandarizado debido al cumplimiento de normativas internacionales para la producción de pallets.

Operación 7. Fumigado, en este proceso se implementa el fumigado mediante aspersión mecánica lo que disminuye el tiempo de aplicación en el pallet.

Operación 8. Este proceso se realiza en base a los requisitos establecidos por el cliente, el sellado será de dos a cuatro sellos y la optimización del tiempo, se logra mediante disposición y/o ubicación adecuada en la distribución y ubicación en planta de cada pilo de pallets sanitizados y fumigados.

Tabla 8

Ficha de observación, eficacia y eficiencia

ETAPAS / PROCESOS	Fecha de Inicio	Tiempo programado	Fecha Fin	Tiempo real/minutos	Retraso	Eficacia	Costo Programado	Costo utilizado	Eficiencia	Productividad
Descarga de materia prima	14/12/2021	10 días	30/12/2021	4800	60	98,75%	28600	28600	1	1
Cepillado	14/12/2021	10 días	30/12/2021	4800	45	99,06%	1500	1500	1	1
Biselado/corte	14/12/2021	10 días	30/12/2021	4800	75	98,44%	3000	3000	1	1
Armado de pallets	14/12/2021	10 días	30/12/2021	4800	45	99,06%	200	200	1	1
Fumigación	14/12/2021	10 días	30/12/2021	4800	55	98,85%	150	150	1	1
Sellado	14/12/2021	10 días	30/12/2021	4800	60	98,75%	100	100	1	1

Elaborado por: Autor

33550

La tabla 8 representada en la ficha de observación, describe la eficacia y eficiencia en la aplicación de la mejora continua en las etapas de cada proceso; el proceso 1, se toma de decisión de adquirir un montacargas que facilite la carga del producto terminado (pallets) y descarga de materias primas e insumos, reduciendo el número de personas en la ejecución de las tareas, así como también se pide a los proveedores que la materia prima esta seca y que cumpla con lo establecido en las normas fitosanitarias que garanticen la calidad del producto reduciendo considerablemente la inspección y selección de la materia prima, proceso 2; se procede a dar mantenimiento a la máquina y se mejora su funcionamiento mediante la adaptación de condensadores que repotencia su funcionamiento y la eficiencia de la máquina, proceso 3; se decide reacondicionar y fusionar dos procesos en uno en una misma máquina eliminando un

proceso, reduciendo el tiempo de ejecución y la mejora de la productividad de la planta, proceso 4; mediante análisis de tiempos y método de trabajo se procede a diseñar una matriz o molde para el armado de los pallets, así como también la adquisición de martillos neumáticos más eficientes logrando estandarizar el proceso con la producción de dos pallets por minuto y ejecutado por dos operadores, proceso 5, al solicitar a los proveedores la entrega de la materia prima seca, el tiempo de secado después del armado estará condicionado al número de lote que ingresa para el sanitizado, proceso 6; este proceso se encuentra estandarizado debido al cumplimiento de la Norma Internacional NIMF # 15 para la exportación de madera, proceso 7; mediante la adquisición de un equipo mecánico para la fumigación, optimizando en un 35%, proceso 8; el ciclo de ejecución de este proceso dependerá de los requerimientos del cliente en la colocación de dos a cuatro sellos.

La inversión realizada para lograr la mejora continua en cada uno de los procesos es de \$33550 y el costo del producto disponible para la venta en madera semidura \$7.25 y en pino \$ 9.50, los precios varían dependiendo del volumen de venta, considerando una producción mensual en temporada baja de 4000 unidades y en temporada alta de 10000 unidades con un total de producción anual de 78000 pallets.

Tabla 9

Ingresos anuales por venta de Pallets

	Cantidad	Precio	TOTAL
Promedio Semiduro	46800	7.25	339300
Promedio Pino	31200	9.5	296400
Total	78000		635700

Tabla 10

Estado de resultados de la inversión

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ingresos	635700	635700	635700	635700	635700	3178500
Egresos	6710	6710	6710	6710	6710	33550
	628990	628990	628990	628990	628990	3144950

La tabla 10 permite apreciar, la proyección total de ingresos con el sistema estandarizado a cinco años es de 3144950.00 dólares, en relación con el monto de inversión que es de 33550 dólares.

Discusión

Los resultados obtenidos de la presente investigación permitieron determinar la relevancia e importancia en la aplicación de las herramientas lean manufacturing; la aplicación del Value Stream Mapping o mapa del flujo de valor (VSM) es una herramienta de diagnóstico y optimización de procesos productivos que ayudó a identificar en cada proceso los tiempos de ciclo, la disponibilidad, el tiempo disponible, el número de empleados y el número de máquinas que se emplean en cada uno de los procesos; su análisis permite concluir que se debe realizar el respectivo estudio de tiempos y movimientos para identificar las causas de los despilfarros en cada uno de los procesos identificados, y con la aplicación de Takt Time, se logra optimizar el proceso de producción de pallets en 15%. En el caso desarrollado por (Quishpe & Morocho, 2021) an analysis and optimization proposal is presented in the cylindrical cardboard packaging manufacturing line, which allows meeting delivery times and improving the level of service. The data was obtained from the main source of the production process through direct observation and subsequently analyzed with a Value Stream Mapping as a diagnostic tool and as a proposal in the design of future optimization processes. Among the main findings, the bottlenecks that delay the process, the delivery times that affect the level of service due to a production deficit that is evident by the difference in the trakt time and the cycle time were identified. Also, it was possible to establish an intervention proposal

through short-term solutions, predicting a reduction in waiting times by 100%, without this implying an optimization of the system in the same proportion, since an increase in the 15% production.”, "author": [{"dropping-particle": "", "family": "Quishpe", "given": "Fernando Javier", "non-dropping-particle": ""}, {"dropping-particle": "", "family": "Morocho", "given": "Flavio Arroyo", "non-dropping-particle": ""}], "parse-names": false, "suffix": ""}, {"dropping-particle": "", "family": "Morocho", "given": "Flavio Arroyo", "non-dropping-particle": ""}], "container-title": "Universidad y Sociedad", "id": "ITEM-1", "issue": "3", "issued": {"date-parts": [{"2021"}]}, "page": "536-542", "title": "Analysis and optimization in the production of cardboard packaging, using value stream mapping", "type": "article-journal", "volume": "13", "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=3013f4b0-4288-4c03-975f-afdc02d665f0"}]}, "mendeley": {"formattedCitation": "(Quishpe & Morocho, 2021 en la cual se aplica el VSM, esta herramienta permite identificar los cuellos de botella que limitan el flujo normal de proceso productivo, así como también los tiempos de entrega afectando el nivel de servicio generando evidente déficit de producción en relación al tiempo de ciclo y el takt time; bajo estos antecedentes con el estudio de tiempos y movimientos ayuda a mejorar el takt time y el tiempo de ciclo logrando optimizar sustancialmente en un 100% los tiempos de espera aumentando su producción en un 15%.

Conclusiones

De acuerdo con la revisión bibliográfica se puede concluir que la filosofía Lean Manufacturing o también denominada manufactura esbelta, ayuda a las empresas a mejorar los sistemas pertenecientes a la cadena de suministro, así como también a eliminar o reducir todo tipo de despilfarro o desperdicio que se generen en cada uno de los diferentes procesos, logrando mejorar y aumentar su productividad organizacional. Así mismo, la mejora de los procesos tiene implicaciones tecnológicas tales como adquisición de maquinaria, mantenimiento, mejora y acondicionamiento que ayuden a mejorar su eficiencia en el proceso productivo, reduciendo considerablemente los tiempos en

la ejecución de las actividades operacionales; en cambio las implicaciones económicas es disponer de estos recursos para poder apoyarse de la tecnología, reduciendo incluso en ciertos procesos la utilización de personal, para ser aprovechado en otros procesos que se requiera.

Además, lean manufacturing a más de la mejora de los procesos, la reducción de los despilfarros permite identificar el flujo del recorrido que posee la cadena de valor (recursos), herramienta de mucha relevancia ya que permite a simple vista, evaluar cada una de las etapas para la toma de decisiones y la aplicación de las respectivas acciones correctivas a los problemas identificados en el mapa y que su continua aplicación conllevará mayores réditos para las empresas.

La relevancia en la aplicación de Lean Manufacturing en este tipo de empresas, es que cada herramienta orientada a la manufactura esbelta permite mejorar sustancialmente los procesos, reducir costos y tiempos improductivos, así como también la mejora de la productividad traducido en rentabilidad.

Finalmente se puede concluir y realizando el respectivo análisis de costo beneficio, se aprecia en la tabla #9 que la implementación de las mejoras permitirá a la empresa mejorar su productividad y recuperar la inversión en el corto plazo, a pesar de que la empresa tiene toda la potestad de decidir si de forma contable, la recuperación de la inversión sea en el mismo año.

Referencias bibliográficas

- Abbasi, S., Taghizade, K., & Noorzai, E. (2020). BIM-Based Combination of Takt Time and Discrete Event Simulation for Implementing Just in Time in Construction Scheduling under Constraints. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(12), 04020143. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001940](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001940)
- Ald, D. S., Molina, P., Andr, B., Dar, C. G., &

- Polit, E. S. (2018). *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda" Gestión de los tiempos de preparación en aparado con la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED) en industrias de manufactura de calzado de cuero ISSN 1989-6794 , N° 53-Mayo 2018.*
- Blanco Gutiérrez, J. B., Pérez Olguín, I. J. C., & Pérez Limón, J. A. (2014). Herramientas De Manufactura Esbelta Aplicadas En Mejoramientos Del Flujo De Materiales. *Congreso Universitario 2014: Publicaciones En Extenso, February*, 130–135. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34379.80165>
- Blanco, I. L., Sánchez, C. V., & Santos, J. F. (2011). *Estudio de la relación entre Lean manufacturing y gestión medioambiental (Lean and green) en la industria Catalana.* 800–808.
- Businesses, P. I. N. (2017). *MANUFACTURING : HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA.* 116–124.
- Cruz-mejía, O., & Olvera, E. N. P. (2015). Manufactura esbelta y responsabilidad social empresarial. *Nova Scientia*, 7(3), 14.
- Figueredo Lugo, F. J. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias, IV(15)*, 7–24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215047546002>
- Gabriela, J. G. V., Teresa, M. M., Castillo, J., & Muratalla-bautista, G. (2018). *COMPETITIVE PRODUCTION SYSTEMS THROUGH THE IMPLEMENTATION OF THE LEAN MANUFACTURING TOOL.*
- Garay, D., Armando, J., Cicedo, F., Cadavid, R., Armando, J., Garay, D., Cicedo, P. F., & Cadavid, L. R. (2009). *Manufacturing learning.*
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- León, G. E., Marulanda, N., & González, H. H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias*, 18(1), 85. <https://doi.org/10.22267/rtend.171801.66>
- Marín, J., & Martínez, R. (2014). Barreras y facilitadores en la implementación del TPM. *Intangible Capital*, 9. <https://www.intangiblecapital.org/index.php/ic/article/view/360>
- Martínez Sarnago, C. (2016). Informe mensual - La Caixa. *Informe Mensual - La Caixa, ISSN 1134-1947, N°. 406, 2016 (Ejemplar Dedicado a: Industria 4.0)*, Págs. 32-33, 406, 32–33. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5736936>
- Mendoza Vega, L., & Vega Palomino, K. M. (2014). Teoría de las restricciones y proceso de mejora continua vs metodología justo a tiempo (jit) y costos abc. *Dictamen Libre, 14–15*, 07–13. <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.14-15.3126>
- Mönch, T., Huchzermeier, A., & Bebersdorf, P. (2020). Variable takt time groups and workload equilibrium. *International Journal of Production Research*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1864836>
- Monge, C., Cruz, J., & López, F. (2013). Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México. *Informacion Tecnologica*, 24(4), 15–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400003>

- Oliveros, B. A., Granja, A. D., & Dionisio, S. R. (2018). *An initial evaluation of a method for adopting kaizen events in the construction sector Evaluación inicial de un método para adoptar eventos kaizen en el sector de la construcción*. 33, 173–182.
- Otero-ortega, A., & Atlántico, U. (2018). *Enfoques de investigación*. August.
- Piñero, E. A., Vivas, F. E., & Flores, L. K. (2018). *Programa 5S ' s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo 5S ' s program for continuous improvement , quality and productivity in the*.
- Poves-Calderno, I. G., Ramirez-Mendoza, J. A., Nunez-Ponce, V. H., & Alvarez-Merino, J. C. (2019). Application of Lean Manufacturing Techniques in a Peruvian Plastic Company. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 546–550. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978813>
- Quishpe, F. J., & Morocho, F. A. (2021). Analysis and optimization in the production of cardboard pac-kaging, using value stream mapping. *Universidad y Sociedad*, 13(3), 536–542.
- Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, 13, 101–122. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Sánchez, P. M., Flores, J. M., De La Parra, P. N., & Arroyo, J. C. (2016). Mejora en el tiempo de atención al paciente en una unidad de urgencias gineco-obstétricas mediante la aplicación de Lean Manufacturing. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(2), 46–56. <https://doi.org/10.22507/rli.v13n2a5>
- Shou, W., Wang, J., Wu, P., Wang, X., & Chong, H. Y. (2017). A cross-sector review on the use of value stream mapping. *International Journal of Production Research*, 55(13), 3906–3928. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1311031>
- Soler, V. G. (2015). Lean Manufacturing, Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación mas usuales. *3C Tecnología*, 4, 42–52.
- Tapia Coronado, J., Escobedo Portillo, T., Barrón López, E., Martínez Moreno, G., & Estebané Ortega, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia & Trabajo*, 19(60), 171–178. <https://doi.org/10.4067/s0718-24492017000300171>
- Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, V(17), 153–174. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>
- Vieira, E. L. (2017). Signatures factory: A dynamic alternative for teaching - learning layout concepts and waste disposal. *Production*, 27(Specialissue). <https://doi.org/10.1590/0103-6513.221716>