

# Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica.

## *Application of Lean Manufacturing to a small metal foundry company.*

Ing. Fernando Rene Flores Benítez <sup>1\*</sup> & Ing. Gualberto Bolívar Núñez Silva <sup>2</sup>

1.\* Magíster en Diseño Mecánico Mención en Fabricación de Autopartes de Vehículos. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urququí, Ecuador. Email: [fflores@ist.edu.ec](mailto:fflores@ist.edu.ec)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5969-1051>

2. Master Universitario en Sistemas Integrados de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, la Calidad, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social Corporativa. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urququí, Ecuador. Email: [gnunez@ist17dejulio.edu.ec](mailto:gnunez@ist17dejulio.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8233-9248>

Destinatario: [fflores@ist.edu.ec](mailto:fflores@ist.edu.ec)

Recibido: 08/Abril/2022

Aceptado: 10/Mayo/2022

Publicado: 30/Junio/2022

**Como citar:** Flores Benítez, F. R., & Núñez Silva, G.B. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. Revista E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar, 4 (11), 18-30. <https://doi.org/10.53734/mj.vol4.id216>

**Resumen:** La manufactura esbelta también conocida como Lean Manufacturing, es un enfoque de gestión centrado en las mejoras incrementales en las operaciones. La industria manufacturera está utilizando diferentes estrategias del Lean Manufacturing para mejorar el rendimiento de los procesos del sistema de manufacturas actuales. Este estudio tiene como propósito explicar de manera teórica y documental la aplicación del Lean Manufacturing en una pequeña empresa de fundición metálica, describiendo de la filosofía Lean Manufacturing la herramientas o sistema 5S y Six sigma, enfocando en las acciones a realizar y considerar al momento de su implementación, además se documenta a través de los diversos trabajos de investigación consultado la importancia de las diferentes herramientas lean, los beneficios que se pueden lograr, en todos los aspectos involucrados en una empresa de fundición, esta investigación es de tipo teórica documental y descriptiva.

**Palabras claves:** 5S, Lean Manufacturing, Six Sigma, empresa fundición.

**Abstract:** Lean Manufacturing, is a management approach focused on incremental improvements in operations. The manufacturing industry is using different Lean Manufacturing strategies to improve the performance of current manufacturing system processes. The purpose of this study is to explain in a theoretical and documentary way the application of Lean Manufacturing in a small metal foundry company, describing the Lean Manufacturing philosophy of the 5S and Six Sigma tools or system, focusing on the actions to be carried out and considered when its implementation, in addition, is documented through the various research works consulted on the importance of the different lean tools, the benefits that can be achieved, in all the aspects involved in a foundry company, this research is theoretical, documentary and descriptive.

**Keywords:** 5S, Lean Manufacturing, Six Sigma, foundry company.

## INTRODUCCIÓN

**E**n el dinámico mercado global, las industrias manufactureras de pequeña y mediana escala enfrentan cada día retos para mantener su subsistencia y rentabilidad en el tiempo, en consecuencia, las industrias necesariamente precisan trabajar de forma eficiente actualizando e implementando nuevas técnicas, desarrollo de innovaciones entre otro.

Las empresas en busca de ser más competitivas, han comenzado adoptar e implementar estrategias que contribuyan a mejorar la productividad y al mismo tiempo garantizar la calidad en los productos y servicios que ofrecen. Asimismo, plantea Palange y Dhatrak (2021) que cualquier organización, podrá lograr mantener competitiva y rentable si es lo suficientemente flexible para responder de manera continua y sistemática a las necesidades de los clientes y, en consecuencia, agrega valor al producto, esto se puede lograr entregando un producto de calidad, justo a tiempo y a un costo razonable.

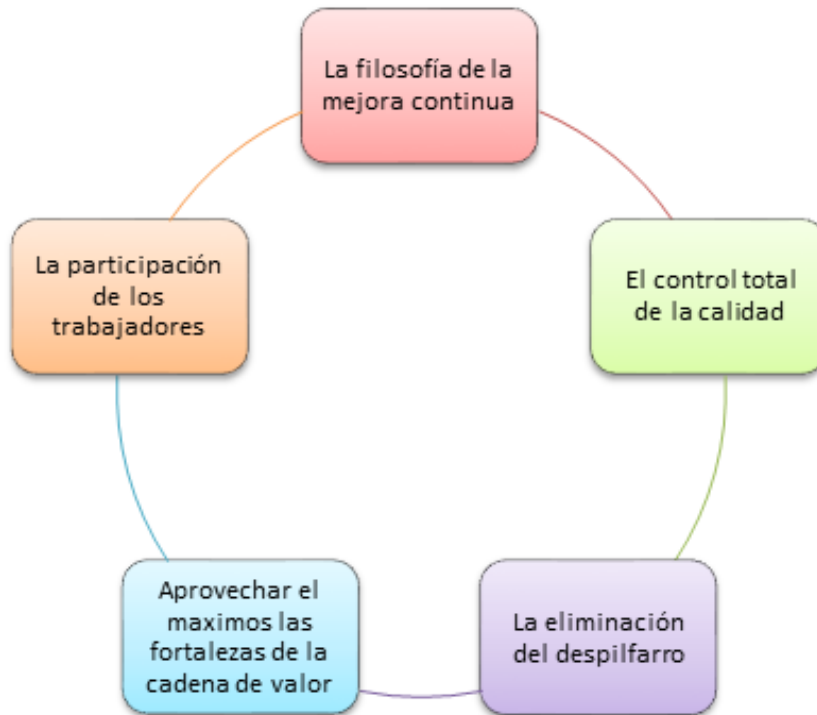
Distintas investigaciones como las presentadas por de Oliveira et al. (2018), así como Ari y León (2019), complementa Bustamante (2019), de la misma manera plantea Marodin et al. (2018) en las que expresan que existen diferentes teorías, métodos y/o metodologías que permiten mejorar la productividad, consiguen optimizar la rentabilidad de cualquier organización.

Es por lo antes planteados que, las organizaciones para mantenerse sustentable, cada vez adoptan la filosofía de manufactura esbelta como modelos, que ha ido ganando terreno en la industria, marcada, principalmente y entre otras cosa, la búsqueda de reducción de costes a través de la eliminación de residuos en diferentes áreas, así como actividades desarrolladas en el proceso de producción, tales como: sobreproducción, transporte o transferencia, espera (tiempo a disposición), defectos, procesamiento excesivo o procesamiento incorrecto, exceso de inventario, movimiento innecesario y falta de uso de la creatividad de los empleados. (Palange y Dhatrak, 2021).

Maware et al. (2021) expresa que la manufactura esbelta termino que proviene de la traducción de Lean Manufacturing (termino en inglés) es un modelo de gestión cuyo objetivo es minimizar perdidas de los procesos de producción, y al mismo tiempo aportar valor a los productos y servicios, logrando finalmente la satisfacción del cliente. En la Figura 1 se muestra los pilares en la que se sostiene la Lean Manufacturing.

**Figura 1**

*Pilares de Lean Manufacturing.*



**Autor:** elaboración propia basado en lo expresado por (Jácome, 2021)

Investigaciones como las realizadas por Maware et al. (2021), empresas manufactureras en el entorno de estudio, han logrado mejorar la productividad gracias a la aplicación del Lean Manufacturing. En consecuencia, concluye que es evidente que establecer el Lean Manufacturing genera beneficios a las organizaciones industriales, y adicionalmente, expresa que en ningún caso documentado se encontró un desarrollo negativo en las empresas que adoptaron el Lean Manufacturing.

Dentro de este marco, trabajos como el presentado por Crisóstomo y Sánchez (2019) plantea que uno de los objetivos del Lean Manufacturing es fomentar una cultura de mejora continua, teniendo como base la comunicación, el trabajo en equipo, y organización. De igual manera, la filosofía Lean se caracteriza por buscar nuevas ideas y/o desarrollar e innovar las maneras de realizar las cosas, por lo que es un sistema dinámico por lo que en ningún caso da por sentado los procesos.

En relación con lo anterior Ari y León (2019) describen respecto al Lean Manufacturing que, gracias al aplicar una metodología sistemática, usando como base un gran número de técnicas que engloba todas las áreas operativas de producción, sistemas de mantenimiento, organización de los puestos de trabajo, gestión de la cadena de suministro, movimiento de la producción, gestión de calidad, permite alcanzar los objetivos en aumentar la productividad.

En consonancia con lo planteado por Palange y Dhattrak (2021), aporta a través de su investigación que las herramientas de Lean Manufacturing son efectivas siempre y cuando se haga una selección de la herramienta correcta, realicen con destreza la recopilación de datos, exista participación de personas con mentalidad positiva, para resaltar y aceptar el cambio en el método o cultura de trabajo que conducirá a un mejor ambiente de trabajo.

En este punto, es importante recordar que el Lean Manufacturing adopta un enfoque de múltiples prácticas para garantizar la eficiencia del servicio a través de interacción sistemática, de modo que los productos se entreguen al cliente en el momento adecuado sin desperdicio.

En el mismo orden de idea, expresa de Oliveira et al. (2018), y de igual manera Marodin et al. (2018), y Cortéz y Morales (2021) manifiestan que Lean Manufacturing, engloba técnicas, herramientas y métodos tales como 5'S, SMED, Justo a Tiempo (Just-in Time), Poka Yoke, Six Sigma (6 Sigma), VSM y fábrica visual, entre otros, todas estas desarrolladas principalmente en Japón. En la Figura 2 se muestran las diferentes herramientas del Lean Manufacturing.

**Figura 2**  
*Herramientas o técnicas del Lean Manufacturing*



**Fuente:** propia a partir de lo planteado por (de Oliveira et al., 2018) y (Arroyo y Cruces, 2021)

A partir de trabajos como los desarrollados por Randhawa y Ahuja (2018) exponen que la herramienta 5S del Lean Manufacturing es considerada como una herramienta de suma importancia, debido a que sirve de base a otras herramientas en el mejoramiento de la

productividad, eficiencia y calidad. Igualmente, Chandrayan et al. (2019) describe que esta herramienta se compone de 5 pasos o conceptos base, los cuales son: Seiri / Clasificación, Seiton / Orden, Seiso / Limpieza, Seiketsu / Estandarización y Shitsuke / Sistematización y/o Disciplina. Ambos trabajos plantean que la implementación de las 5S permite mejorar la eficiencia, el desempeño ambiental, la limpieza, la salud y la seguridad en el entorno laboral.

Por otro lado, Crisóstomo y Sánchez (2019) que la 6 Sigma se puede considerar como una metodología de gestión diseñado para mejorar la eficacia general mediante la definición, la medición, el análisis, la mejoría y el control de los procesos. La 6 Sigma provee un modelo donde se conjuga las necesidades del cliente y las herramientas de control de proceso lo que permite por medio de datos de probabilidad ser aplicadas, además, mide la capacidad del proceso para realizar un trabajo sin defectos. Las personas involucradas en bajo esta metodología emplean el modelo DMAIC para reducir la variación de los procesos. (Ganguly putli 2018).

Continúa explicando Ganguly y Rajses (2018)), al igual que Crisóstomo y Sánchez (2019), los pasos a seguir se pueden considerar como los siguientes: Definir, conceptualizar la oportunidad y requerimientos de los clientes. Medir, cuantificar adecuadamente, la estabilidad del proceso, y la capacidad inicial. Analizar, estudiar los datos y encontrar los puntos críticos iniciales y otros factores. Mejorar, optimizar el proceso basado en el nuevo conocimiento. Controlar, Implementar un adecuado control para mantener lo ganado.

Es evidente que la filosofía de Lean Manufacturing así como todas las herramientas que son de suma importancia, y se han demostrado a través de diferentes investigaciones que ayudan a mejorar el desenvolvimiento de las empresas que la práctica, es por ello que este trabajo de investigación se plantea como objetivo aplicar de forma general y teórica las herramientas del Lean Manufacturing a una pymes enfocada a la fabricación de piezas por fundición metálica, partiendo de la descripción del procesos de fundición (fusión, moldeo, vaciado), y las bases conceptuales de la filosofía y herramientas del Lean Manufacturing específicamente la herramienta Six Sigma, el sistemas 5S, siendo esta investigación de tipo documental y descriptiva.

## METODOLOGÍA

Este estudio se enfoca en mostrar la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing a una pyme dedicada a la producción de piezas por fundición, de manera general y teórica, por lo que se considera este trabajo como una investigación teórica de tipo básica, como lo describe (Mejías, 2005) y en el mismo orden de idea, de tipo documental ya que los resultados se obtienen de un análisis centrado en un tema determinado como lo explica (Bernal, 2010).

Además, con relación a lo expresado Arias (1999) sobre el marco metodológico de una investigación, el diseño de la metodología de este trabajo es adicionalmente de campo, puesto que

se describen y analizan los procesos que ocurren en una pyme dedicada a la fabricación estructural, en la que implementara el sistema 5S.

Además, Hernández et al. (2014) y Arias (1999) por las características de esta investigación se puede considerar como el diseño de la metodología de campo, al tomar como referencia los procesos que ocurren en una pequeña empresa de fundición, y al mismo tiempo, como se busca especificar las características, las propiedades, y las particularidades de los procesos, se considera una investigación descriptiva, lo cual encaja con el alcance de la presente investigación.

Asimismo, como no se ha manipulado variables, esta investigación es no experimenta, y de la misma manera, es transversal puesto que se desarrolló la investigación en un tiempo único (Hernández et al., 2014).

En resumen, esta investigación es básica documental, descriptiva y no experimental de campo, donde lo descrito parte de una investigación y análisis profundo de la literatura, enfocándose en trabajos publicados principalmente a partir del 2018. Las literaturas consideradas para el desarrollo de la investigación son los publicados por las bases de datos como Google Scholar, Emerald, Springer y sitios web de ciencias, donde se manejaron artículos científicos en revistas indexadas, tesis de grado a nivel de pregrado como de postgrado, garantizado que la información mostrada en esta investigación sea adecuada y de calidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

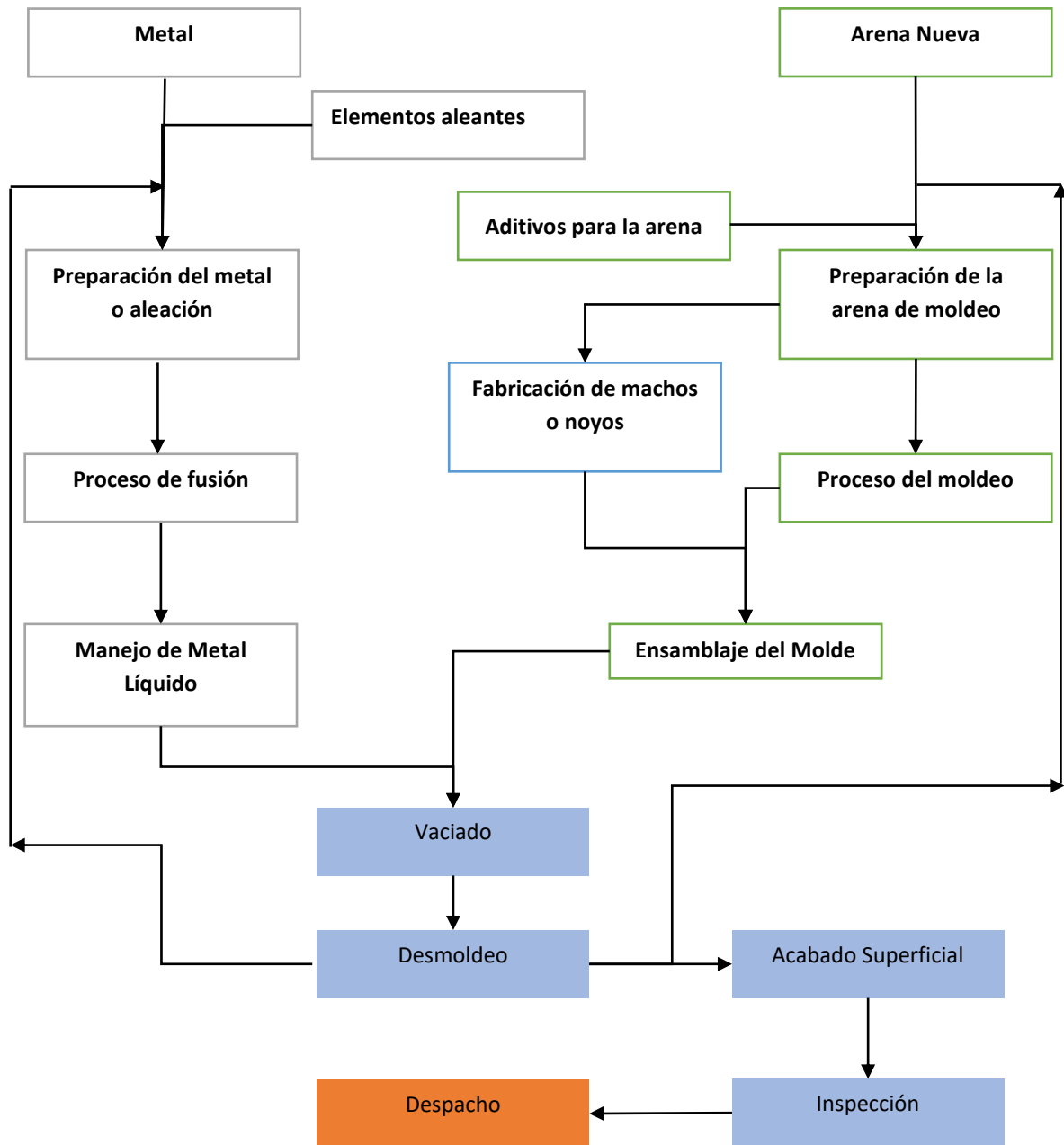
El proceso de fundición es un proceso de manufactura que involucra diferentes disciplinas técnicas, como la metalurgia, dibujo técnico, mecánica de los fluidos, entre otros (Quintero, 1998). Se puede conceptualizar como un proceso térmico de manufactura donde los metales y aleaciones se llevan al estado líquido para luego ser vertido en un molde con la forma geométrica del producto a manufacturar donde se solidifica y se enfría.

Dentro de este marco, independientemente del tamaño de la empresa, el nivel tecnológico ni del tamaño de la producción, en estas empresas se encuentran el horno de fusión, procesos de fabricación del molde, y las particularidades de cada una de ellas. Además, existencia de complejas interacciones entre varios parámetros y operaciones relacionadas con la composición del metal, el moldeado, la fusión, el vaciado, el desbarbado, el mecanizado y la inspección. (Ganguly y Rajsas, 2018).

La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en una pequeña empresa de fundición, no deja de ser complejo por lo que a grandes rasgos se describirá la implementación de las 5S, y

6 sigma, en este tipo de industria, iniciando por describir el proceso productivo a partir de lo que se muestra en la figura 3.

**Figura 3**  
*Diagrama de flujo de una empresa de fundición*



**Fuente:** propia a partir del análisis del proceso de producción de una pyme

Comprendiendo que el sistema de 5S es una herramienta derivada de cinco palabras japonesas: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden/poner en orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (Sistematización/disciplina). A continuación, se explica las acciones a implementar a partir de la S de la técnica de la 5S en el área evaluada de la pyme.

**Seiri (Clasificación):** se entiende como colocar de manera adecuada los materiales y herramientas en el entorno de trabajo. Los elementos se ordenan según sus necesidades (Chandrayan et al. 2019). Como herramienta para la Clasificación se puede emplear la hoja de verificación. El propósito de la clasificación es organizar el entorno de trabajo y desechar los artículos innecesarios. Desde el área de recepción de materia prima, se debe clasificar los materiales arena, lingotes, combustible, arcilla, madera, pegamento, pintura, entre otros, los cuales deben de estar debidamente etiquetados, y dispuesto en el almacén de manera ordenada.

Así mismo, los retornos del proceso de producción (partes del sistema de alimentación y vaciado) metales y aleaciones, así como la arena de moldeo deben de inventariar, y etiquetar.

En el área del horno lugar donde ocurre la fusión y preparación del metal y aleación, se debe eliminar del área, las herramientas o instrumentos innecesarios o que no se necesitan, por ejemplo, las herramientas usadas en la preparación de las arenas de moldeo, manejo del molde, bastidores.

En el área de moldeo, colocar solo las herramientas que se utilizan en el moldeo, y elaboración de machos, como los martillos, atacadores o apisonadores, palas, cucharillas, bastidores bulones, grapas, sopladores manuales, los modelos de las piezas programadas para su fabricación, talco o grafito en polvo, brocha, todo lo demás quitar del área de trabajo.

**SEISO (LIMPIEZA)** orden apropiado para su utilización. La ubicación de las herramientas se hace en función del orden de uso, (Calua y Jara, 2020). En la figura 4 se observa un esquema de que considerar para aplicar el Seiton.

En las diferentes áreas recepción de materia prima, área del horno, área de moldeo, área de preparación de la arena, las herramientas e instrumento a utilizar se deben de colocar de manera adecuada, en función de su uso o frecuencia de uso.

**Seiso (Limpieza):** se centra en realizar una limpieza sistemática. El propósito es mantener un ambiente limpio, saludable y tener mayor visibilidad de las áreas de trabajo resultando un trabajo de mayor calidad, (Randhawa y Ahuja, 2018). Asimismo, se puede utilizar hoja de verificación de inspección y limpieza.



**Figura 4**

*Esquema de la aplicación del Seiton*



**Fuente:** propia a partir de lo expresado por (Maware et al. 2021)

Agrupando de manera general las áreas que componen una empresa de fundición, se debe mantener el orden, y la limpieza en el área de trabajo, para ilustrar, en el área de recepción de materiales, luego de ubicar los materiales en el lugar designado, se debe mantener el área libre y limpia. Para el área de moldeo, una vez hecho los moldes programados, se debe despejar el área, colocar las herramientas en el sitio designado para cada herramienta, y limpiar el área de la arena que puede quedar en las mesas de trabajo, así como las hayan caído al suelo. De igual manera, en el área de horno, ordenar las herramientas utilizadas para el manejo del horno, carga del horno, tratamiento del metal líquido. Asimismo, limpiar el área de cualquier desperdicio del proceso.

**Seiketsu (Estandarización):** tiene como finalidad crear las mejores prácticas para realizar y ejecutar las labores a realizar en Clasificar, Establecer en orden y Limpieza. Por consiguiente, cada área como la de recepción de materias primas, debe crear instructivos y procedimientos para la recepción, ubicación y clasificación. De igual modo, para el área de moldeo en función los parámetros y características a fabricar se debe realizar instructivos sobre las cantidades, proporciones, metodología para la elaboración de molde. Y para el área del horno estandarizar el área de trabajo en función de la cantidad de metal a vaciar y tipo de metal o aleación a procesar.

**Shitsuke (Sistematización/Disciplina):** El propósito es mantener y realizar en el tiempo las actividades previamente establecidas en Clasificación y Limpieza, es decir, que el personal de toda la empresa se habitué a ello. (Ari y León, 2019). Es por ello que es necesario crear incentivos para que el personal se motive a mantener en

Con el fin de sistematizar y a su vez crear disciplina, es necesario crear incentivos para que todo el personal en un principio se motive a mantener operativo el sistema 5S, tanto en el área de manufactura como en el área administrativa de la empresa.

Por último, es favorable instituir evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de los instructivos desarrollados en la Estandarización en cada área de trabajo, así se puede monitorear continuamente, si la metodología 5S continúa siendo aplicada y qué puntos se deben de considerar para el mejoramiento todo el tiempo. (Jácome, 2021).

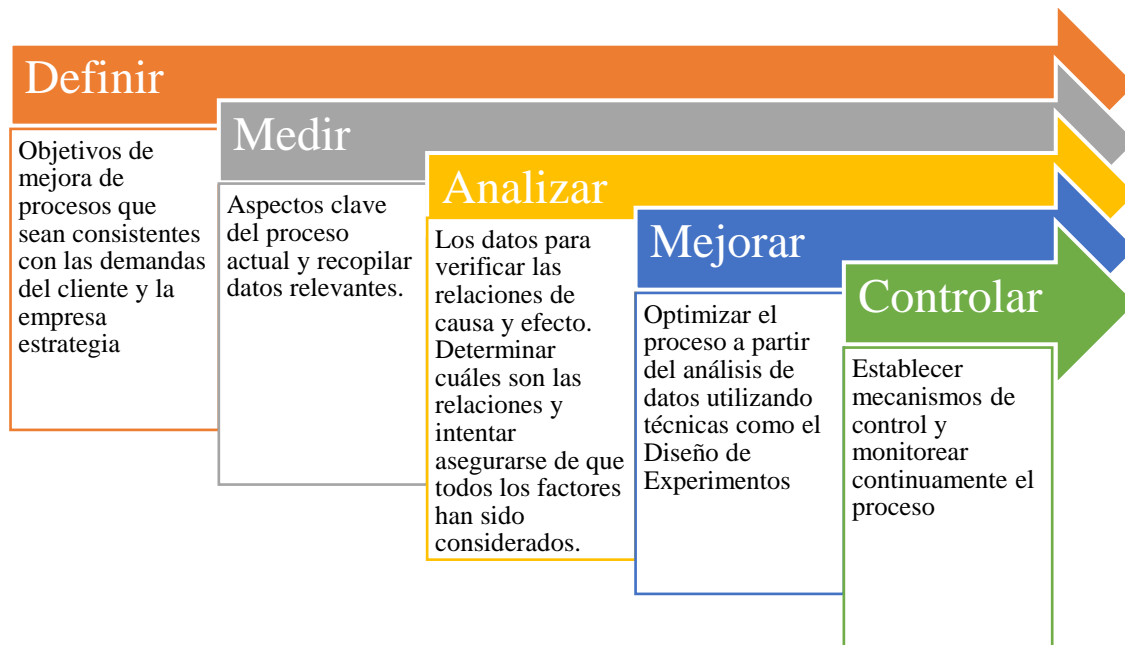
Otras de las herramientas que se emplea como parte del Lean Manufacturing es Six Sigma, la cual se define como una unidad estadística de medida, una sigma mide la capacidad del proceso para lograr un desempeño libre de defectos (Ganguly y Rajsés, 2018). En el mismo orden de idea, Palange y Dhattrak (2021) plantea que el Six Sigma es una herramienta estadística de Calidad que identifica las variaciones en el producto y utiliza la metodología DMAIC para reducirlas. Los valores encontrados en la metodología sigma indica que tan bien se está desempeñando de ese proceso. Un nivel sigma más alto indica una menor probabilidad de producir defectos y, por lo tanto, un mejor rendimiento.

En el mismo orden de idea Ganguly y Rajsés (2018) explica que DMAIC significa Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Funcionando en conjunto crea el proceso DMAIC. Este proceso es increíblemente importante en el proceso Six Sigma porque es lo que ayuda a unir sistemas diversos. A su vez, Crisóstomo y Sánchez (2019), así como Palange y Dhattrak (2021), esbozan que el término sigma se usa para designar la distribución o la dispersión sobre la media de cualquier proceso. Sigma mide la capacidad del proceso para realizar un trabajo sin defectos. Un defecto es cualquier cosa que resulte en la insatisfacción del cliente.

Para la aplicación de la herramienta Six Sigma en una empresa de fundición se puede enfocar en los siguientes pasos aplicando DMAIC que se muestran en la Figura 5:

**Figura 5**

*Pasos para la aplicación de la Six Sigma*



**Fuente:** propia a partir de lo explicado por (Palange y Dhattrak, 2021)

## CONCLUSIONES

Las empresas seguirán utilizando el Lean Manufacturing en el futuro pues a través de este, e implementando las 5S permitirán optimizar cada uno de los procesos ejecutados dentro de la organización pues se logrará reducir desperdicios lo que traerá beneficios no solo para la empresa sino para los clientes. Donde se podrá tener el producto final en menos tiempo, y la calidad del mismo será más elevada pues es un aspecto sumamente importante dentro del Lean Manufacturing.

Más allá de una mejora en los procesos el lean manufacturing es considerada una filosofía donde cada trabajador debe estar comprometido a solucionar cada detalle dentro de la ejecución de las actividades propias de la empresa, ya que el trabajador es considerado parte fundamental de los procesos, además que su implementación no requiere de grandes esfuerzos económicos en relación a los beneficios que esto puede traer a la empresa sin importar el tamaño de la misma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ari, E., & León, D. (2019). Aplicación de la metodología Lean Manufacturing en el sector industrial: Una revisión de la literatura científica. Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/23888>
- Arias, F. (1999). El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración (Tercera ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.
- Arroyo, C., & Cruces, E. (2021). Modelo para incrementar la eficiencia en el área de extrucción de una pyme manufacturera del sector plastico basada en 5S, SMED y mantenimiento autónomo. Facultad de Ingeniería. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/657695>
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la Investigación (Tercera ed.). Colombia: Prentice Hall.
- Bustamante, S. (2019). Metodología 5S aplicada en plantas productivas: una revisión de la literatura científica. Facultad de Ingeniería. Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/24954>
- Calua, A., & Jara, M. (2020). Propuesta de aplicación de herramientas lean manufacturing para mejora de la productividad en una empresa metalmecánica. Facultad de Ingeniería. Lima: Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3153>
- Chandrayan, B., Solanki, A., & Sharma, R. (2019). Study of 5S lean technique: a review paper. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 26(4), 469 - 491. doi:abs/10.1504/IJPM.2019.099625
- Cortéz, J., & Morales, D. (2021). Aplicación del lean manufacturing desde el enfoque de procesos empresariales. Revisión sistemática. Facultad de Ciencias Empresariales. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/81351>
- Crisóstomo, M., & Sánchez, A. (2019). Propuesta de mejora en la confección de ropa de vestir femenina de una PYME mediante la aplicación de la metodología Lean six sigma y herramientas VSM, 5S'S y distribución de la planta. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13982>

- de Oliveira, R., Sousa, S., & de Campos, F. (2018). Lean manufacturing implementation: bibliometric analysis 2007–2018. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 101, 979 – 988. doi:10.1007/s00170-018-2965-y
- Ganguly, P., & Rajses, R. (2018). A review on reducing casting defects and improving productivity in a small scale foundry using DMAIC approach. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology Teologid*, 7(7), 115 - 122. doi:10.5281/zenodo.1312726
- Gupta, S., & Chandna, P. (2020). A case study concerning the 5S lean technique in a scientific equipment manufacturing company. *Grey Systems: Theory and Application*, 10(3), 339 - 357. doi:10.1108/GS-01-2020-0004
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill.
- Jácome, J. (2021). Aplicación de la metodología lean manufacturing las 5s de la calidad en el departamento de producción en la empresa Johjan Valladares Castillo. Facultad de Ingeniería Industrial. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/56393>
- Marodin, G., Frank, A., Tortorella, G., & Netland, T. (2018). Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. *International Journal of Production Economics*, 203, 301 - 310. doi:10.1016/j.ijpe.2018.07.009.
- Maware, C., Okwu, M., & Adetunji, O. (2021). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. *International Journal of Lean Six Sigma*. doi:10.1108/IJLSS-12-2020-0223
- Mejías, E. (2005). *Metodología de la Investigación Científica (Primera ed.)*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Unidad de Potgrado.
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, Part 1, 729-736. doi:10.1016/j.matpr.2020.12.193.
- Quintero, O. (1998). *Principios de la Tecnología de Fundición*. Caracas: Universidad Simon Bolívar, Departamento de Ciencias de los Materiales.
- Randhawa, J., & Ahuja, I. (2018). Empirical investigation of contributions of 5S practice for realizing improved competitive dimensions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(3), 779 - 810. doi:10.1108/IJQRM-09-2016-0163