

**Mejora de la productividad a través de aplicación de técnicas de Lean
Manufacturing para la empresa Herrera Tubos y Ventanas**



Nombre autor (es). Winston Javier Ospino Herazo, Erneis Johed Pájaro
Castro
Agosto de 2021

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería

Mejora de la productividad a través de aplicación de técnicas de Lean Manufacturing para la empresa Herrera Tubos y Ventanas

Nombre autor (es). Winston Javier Ospino Herazo, Erneis Johed Pájaro Castro, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Antonio Nariño, Ciudad.

Agosto de 2021.

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería

Notas del autor

Winston Javier Ospino Herazo, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Cartagena.

Erneis Johed Pájaro Castro, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Cartagena.

Nota de Aceptación

Nombre y firma jurado 1

Nombre y firma jurado 2

Nombre y firma presidente

Nombre y firma secretario

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta el momento tan importante de mi formación profesional. A mi padre que, aunque no esté conmigo presencial tengo la certeza de que estará orgulloso por este logro. A mi madre por ser mi pilar al demostrarme apoyo y fortaleza, mis hermanos y mis hijos por compartir momentos significativos junto a mí, y por supuesto, a mi esposa por motivarme a superarme y sacar lo mejor de mí, por acompañarme en cada paso que doy y darme amor incondicional.

Winston Ospino

Dedicatoria

Principalmente al único y sabio DIOS del universo por haberme permitido realizar este proyecto.

A mis padres, NILSON JAIRO PAJARO CASTRO Y ZOILA MARIA CASTRO LOPEZ por mostrarme el camino a la superación.

A mi hermano, ENILSON JOSE PAJARO CASTRO por brindarme su apoyo incondicional y su hombro para descansar.

A mi tía, NERLIS PAOLA PAJARO CASTRO por inspirarme motivación y superación personal.

A mis coordinadores, por haberme servido de apoyo en este proceso, los cuales instruyeron mucho en la parte académica.

A mi compañero WISTON JAVIER OSPINO HERAZO por estar hombro a hombro en este proceso.

Y sobre todo a mis compañeros y demás familiares

Que con su amor y apoyo lograron que este anhelo, Se hiciera realidad.

A la vida y a todas aquellas personas especiales que estuvieron conmigo.

A todos ellos les dedico este triunfo.

Erneis Jhoed Pajaro Castro.

Agradecimientos

Principalmente, doy gracias a Dios por permitirme tener esta experiencia dentro de la universidad, la cual fue totalmente gratificante y enriquecedora, también doy gracias a la universidad y a cada maestro que hizo parte de mi formación integral como Ingeniero Industrial y como persona en sociedad que deja como producto esta tesis.

Agradezco también a toda mi familia, este logro en gran parte es gracias a ustedes, por su paciencia, motivación y amor.

Finalmente agradezco a quien lee este apartado por permitirme incurrir dentro de sus investigaciones, experiencias y/o conocimientos.

Winston Ospino

Resumen

La efectividad y sostenibilidad de las empresas manufactureras se debe en gran medida al nivel de innovación y optimización de sus procesos productivos, cuando las empresas no desarrollan trazabilidad a cada uno de los procesos y recursos, pueden estar tirando a la basura, de manera paulatina, cada uno de los recursos e inversiones que los socios disponen para hacer riqueza. Por lo anterior desde las ciencias ingenieriles y organizacionales se han estudiado diferentes metodologías que ayuden a las empresas a la productividad y sostenibilidad en el tiempo. La empresa Herrera Tubos y ventanas enfrenta en la actualidad retos de producción que surgen como efecto de la reactivación empresarial y económica, por lo que se ha dispuesto a corregir todos los desperdicios que no le permiten aumentar la productividad y la rentabilidad para los socios. Por lo anterior se llevó a cabo un estudio en el que a través de las metodologías y técnicas de Lean Manufacturing se pudiera hacer frente a todos los desperdicios de recursos que se vienen experimentando en la empresa, a su vez se busca optimizar los recursos de esta. Conta de tres etapas: primero establece el estado real de la empresa, luego identificar las técnicas y acciones necesarias para la empresa y finalmente establecer el impacto económico de la propuesta presentada a la empresa.

Palabras claves: Lean Manufacturing, Producción optimizada, Desperdicios, Calidad, Productividad

Abstract

The effectiveness and sustainability of manufacturing companies is largely due to the level of innovation and optimization of their production processes, when companies do not develop traceability to each of the processes and resources, they may be throwing away, gradually, each of the resources and investments that the partners have to make wealth. For this reason, engineering and organizational sciences have studied different methodologies that help companies to achieve productivity and sustainability over time. The company Herrera Tubos y ventanas is currently facing production challenges that arise as an effect of business and economic recovery, so it has been prepared to correct all the waste that does not allow it to increase productivity and profitability for partners. Therefore, a study was carried out in which through the methodologies and techniques of lean manufacturing could face all the waste of resources that are being experienced in the company, in turn seeks to optimize the resources of this. It consists of three stages: first establish the real state of the company, then identify the techniques and actions necessary for the company and finally establish the economic impact of the proposal presented to the company.

Keywords: Lean manufacturing, Optimized Production, Waste, Quality, Productivity

Tabla de contenido

Introducción	12
Línea de Investigación	12
Planteamiento del problema.....	13
Descripción del Problema	13
Formulación del problema	15
Justificación	16
Objetivos.....	18
General.....	18
Específicos	18
Marco Referencial.....	19
Antecedentes	19
Marco Teórico.....	21
Lean manufacturing	21
Técnicas y herramientas Lean.....	22
Marco Legal.....	26
Marco Académico.....	27
Relación con las líneas de investigación de la Facultad	27
Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial	27
Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial	27
Relación con los Objetivos del programa de Ingeniería Industrial.....	27
Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado.....	28
Competencias que se demuestran en el desarrollo del trabajo de grado.....	28
Diseño Metodológico.....	29
Tipo y Enfoques de Investigación.....	29
Variables de Medición	29
Recolección y Análisis de Datos.....	29
Unidad de Estudio o Muestra.....	29
Fases y Actividades Metodológicas.....	30
Capítulo I Diagnóstico del estado de la empresa Herrera Tubos y Ventanas.....	31
Perfil estratégico de la empresa	31
Este perfil estratégico reúne la reseña histórica, misión y visión de la empresa.	31
Reseña histórica	31
Misión	31
Visión.....	31
Caracterización del proceso productivo.....	32
Capítulo II Técnicas Lean Manufacturing que satisfagan las necesidades encontradas en el diagnóstico	34
Herramientas Lean Manufacturing para la empresa	34
Estrategias para cada uno de los factores de productividad.....	39
Estrategias para la aplicación del primer principio: Especificar el valor para el cliente	39
Estrategia para la aplicación del segundo principio: identificar el flujo de valor.....	40
Estrategia para la aplicación del tercer principio: flujo continuo.	41
Estrategias para la aplicación del cuarto principio: Atraer (PULL).	42
Estrategia para la aplicación del quinto principio: Perfección.....	43

Capítulo III Impacto financiero de las técnicas Lean Manufacturing identificadas para aplicación en la empresa.....	44
Conclusiones	49
Recomendaciones	51
Referencias.....	53

Introducción

Los procesos productivos consumen gran parte de los recursos de las empresas, en ese sentido el tiempo, los materiales y el capital humano se encuentran indudablemente incluidos en estos procesos. La producción determina la capacidad de las empresas para ofertar soluciones que satisfagan las necesidades de los clientes. Optimizar los recursos en la producción ayuda a conseguir mayores beneficios para la empresa en tanto consume los recursos necesarios para tal fin, evitando desperdicios.

Los desperdicios se originan cuando él no se da orden en el proceso y se consumen los recursos sin producir ningún tipo de beneficio para la empresa, para evitar estas pérdidas es necesario hacer un análisis constante de la forma en como el proceso productivo se desarrolla en las empresas identificando mejorar potenciales que lleven a la optimización de los recursos.

El presente proyecto obedece a la necesidad de optimizar los recursos en el proceso de producción de la empresa Herrera Tubos y Ventanas que se dedica a la producción de diferentes productos como ventanería, puertas y barandas para soluciones habitacionales.

Se presenta a continuación las partes del proyecto que describen el problema abordado dentro de la empresa, los beneficios y beneficiarios de la investigación, los objetivos que se proyecta alcanzar y el marco referencial integrado por los antecedentes investigativos, las teorías, conceptos y marco legal y metodológico del proyecto. Finalmente se presente un cronograma de actividades a desarrollar para alcanzar los objetivos planteados.

Línea de Investigación

La línea de investigación y sub línea del proyecto de acuerdo al tema a abordar es la Línea 2 Gestión de las Operaciones y el subtema 201 gestión de la producción.

Planteamiento del problema

Descripción del Problema

La pandemia es un evento que ha generado un sin número de efectos y las empresas de diferentes sectores se han visto afectadas a nivel económico, muchos proyectos del sector de la metalmecánica se han pausado y la productividad de las empresas en esta coyuntura ha disminuido considerablemente. Surgen nuevos retos postpandemia, entre los cuales se tiene, el desarrollo de alto impacto de las empresas para lograr el punto de equilibrio entre los esfuerzos productivos y los beneficios adquiridos, y por ello la necesidad generar nuevas estrategias a nivel operativo para mejorar la productividad.

A estas empresas se une la firma Herrera Tubos y Ventanas, que inició labores en el mercado en el año 2017 y que su tercer año de funcionamiento fue bajo las condiciones críticas de una pandemia que pausó actividades y puso en riesgo la sostenibilidad de la empresa. En este momento la empresa se encuentra frente al reto de reinversión, aumento del estándar de calidad y satisfacción del cliente.

Dentro de algunas cifras que se pueden considerar se ha encontrado en informe preliminar de la gerencia:

- La lista de clientes de la empresa ha disminuido en un 18% en los últimos seis meses, lo que ha ocasionado un impacto negativo en la cantidad de pedidos desarrollados.

- En la actualidad la empresa se encuentra ejecutando 3 contratos de producción de ventanería para proyectos de solución de vivienda VIS. Para el mismo periodo en el año inmediatamente anterior, la empresa tenía 8 contratos.
- Dos de los proveedores más importantes tuvieron que cerrar sus puertas por el efecto de la más reciente pandemia, lo que ha ocasionado un incremento del 15% en el costo de los pedidos y transportes de materiales e insumos.

Como primera acción, desde la gerencia se ha promovido una jornada de diagnósticos para identificar oportunidades de mejora en la gestión, aumentando la productividad y garantizando la sostenibilidad en el tiempo, al mismo tiempo que se genera recuperación de las pérdidas causadas por la pandemia, como es el caso del cierre de ciertos contratos celebrados, pedidos que no fueron retirados en el tiempo pactado por falta de recursos, etc.

En tal jornada de diagnóstico se pudieron establecer las siguientes situaciones como críticas:

- Las operaciones de la empresa no cuentan la organización requerida para garantizar las condiciones de bioseguridad que se demandan en la nueva actualidad, se evidencian puestos de trabajo muy próximos, desordenados y con desperdicios que aumentan el tiempo de producción.
- La distribución de la planta no es sistemática lo que ocasiona que se generen algunos cuellos de botella en el proceso productivo por falta de disponibilidad

de espacio para ciertos equipos que, aunque no son de operación contante, son cruciales en la producción de productos para el cliente final.

- La empresa no evidencia un sistema de transporte de materiales y entrega de pedidos adecuado a sus demandas, lo que genera un sobre costo para la empresa y para el cliente final.
- En los registros se han encontrado inconformidades con la calidad del producto, algunos llegan retrasados de acuerdo con el tiempo pactado y otros, averiados por el mal manejo en el transporte, todos estos reportes ponen en evidencia que es necesario mejorar la logística de distribución para garantizar una mejor experiencia del cliente.

Todo lo anterior contribuye a que la productividad de la empresa no sea la más adecuada para alcanzar los objetivos de desarrollo y sostenibilidad, y que, si no son tratados a tiempo, pueden acarrear problemas mayores, como accidentalidad en el equipo de trabajo, sobrecostos por mantenimiento, pérdida de cliente importantes y demandas por incumplimientos, por lo que se hace necesario buscar posibles acciones que se puedan llevar a cabo, al menor costo de inversión posibles y garantizando una mejora importante en la situación encontrada.

Formulación del problema

Por lo anterior se determina el siguiente interrogante como principal objeto de la investigación propuesta: ¿cómo mejorar la productividad a través de aplicación de técnicas de Lean Manufacturing para la empresa Herrera Tubos y Ventanas?

Justificación

En el marco de la reactivación económica declarada a nivel local, las empresas e instituciones de todos los sectores económicos estudiar nuevas estrategias de reinversión para incursionar en el mercado que se sobrepone de un suceso de gran impacto a nivel económico, la innovación y tendencia al cambio son los protagonistas en esta era, sumándose la instalación plena de la Revolución 4.0 en la que se propicia el análisis de datos obtenidos a través de la interconectividad.

Las empresas en la actualidad enfrentan grandes retos para lograr posicionarse en el mercado y aumentar la productividad, a ello, se une la firma Herrera Tubos y Ventanas, que busca sobreponerse a los estragos causado por la pandemia, y algunas características propias que se deben mejorar en la misma. Para ello, se presenta la siguiente investigación como una propuesta que pone a disposición de la empresa todas las ventajas de las teorías productivas y de ingeniería para generar una propuesta de mejora que ayude a mejorar la situación económica de la empresa y garantizar su sostenibilidad.

Dentro de la empresa se consideran beneficiarios de esta investigación, los socios en cuanto se les propondría una estrategia basada en Lean Manufacturing para mejorar su productividad, reflejándose en el margen de rentabilidad para estos, también el equipo de talento humano es potencial beneficiario en cuanto se lograría intervenir diferentes riesgos laborales que se evidencia en el proceso, finalmente los clientes de la empresa son beneficiados por que se lograría mejorar la calidad del productos terminado y a su vez, la satisfacción.

Por su lado, la academia es beneficiada en cuanto contaría con un nuevo aporte de investigación enfocado a implementar conocimientos y teorías ingenieriles para promover la productividad de las organizaciones a nivel local, también contaría con un antecedente actualizado sobre la eficacia de las técnicas de Lean Manufacturing en la gestión de procesos industriales.

Objetivos

General

Mejorar la productividad a través de aplicación de técnicas de Lean Manufacturing en la empresa Herrera Tubos y Ventanas

Específicos

Diagnosticar el estado de la empresa a través de una caracterización del proceso productivo de esta.

Determinar las técnicas Lean Manufacturing que satisfagan las necesidades encontradas en el diagnóstico.

Establecer el impacto financiero de las técnicas Lean Manufacturing identificadas para aplicación en la empresa.

Marco Referencial

Es la compilación de las referencias que soportan la investigación, dentro de este se encuentran antecedentes de la investigación, marco teórico, marco geográfico, marco legal y conceptual.

Antecedentes

La industrialización de la actividad económica trajo consigo una intensificación del carácter selectivo del entorno económico, desde entonces las empresas se han sumido en una constante búsqueda de modelos de gestión basados en elementos que les permitan adaptarse a cada una de las exigencias del oscilante entorno económico del que hacen parte. Los escenarios culturales y sociales que influyen en la economía de nuestros días han desembocado en una demanda en donde los clientes son cada vez más exigentes, informados y conscientes del papel importante que juegan, por lo tanto los modelos de

gestión de la actualidad deben ser suficientemente flexibles para lograr satisfacer plenamente la demanda y alcanzar la competitividad que hoy se mide en términos de eficiencia, calidad y productos y/o servicios que además de cumplir con las expectativas, se entreguen a tiempo y a un mínimo costo (Suñe, 2010).

Estas investigaciones dejan en evidencia el estado científico y práctico de la metodología lean manufacturing para adelgazar los gastos en la cadena productiva generando mayor atractivo a la cadena de valor de las empresas.

Por su lado, (Orozco, Cuervo, & Bolaños, 2016) desarrollaron el trabajo de titulado Implementación de herramientas lean manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de EKA Corporación, con el objetivo de mejorar la eficiencia a través de las herramientas lean en la línea de terminaciones y acabados. En general se buscaba mejorar los tiempos del proceso para aumentar la cantidad producida. Los principales problemas abordados tienen que ver con el tiempo requerido para el desarrollo del proceso siguiente entre otros parámetros los que indica la teoría de las restricciones.

Otro estudio es el desarrollado por (Muñoz, 2017) titulado Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de control de calidad de la empresa Maderas Arauco, este trabajo busca solucionar los problemas de la empresa respecto a la producción, la calidad, ayudando a reducir la cantidad de rechazos, mejorando los tiempos dispuestos para el desarrollo del proceso.

también se tiene el trabajo desarrollado por (Méndez & Bermúdez, 2018) titulado Planteamiento de un modelo lean manufacturing para el mejoramiento de calidad y procesos, en la empresa ABS Cromosol Ltda., con el fin de abordar los problemas presentados en la línea de producción de cromado de piezas plásticas que contaba con un bajo estándar en la calidad del producto y ponía en riesgo la sostenibilidad de la empresa en el tiempo, en general con el proyecto se logró mejorar la calidad de la producción mejorando la reputación de la empresa en el mercado.

Finalmente se tiene el trabajo desarrollado por (Córdoba & Bonilla, 2019) titulado Implementación de herramientas lean manufacturing e industria 4.0 para minimizar desperdicios en la empresa Cilindros Company S.A.S, en este proyecto se da la solución a los problemas de productividad en la línea de producción de la empresa, además se contempla la industria 4.0 como oportunidad para optimizar y diferenciar a la empresa, generando una mejor acogida en el mercado.

Marco Teórico

Lean manufacturing

(Pérez, La Rocca, & Sánchez, 2011) definen el lean manufacturing como un conjunto de herramientas y principios para llevar a cabo una producción pulcra, disminuyendo a su más mínima expresión los posibles desperdicios que por la naturaleza de la producción se puedan presentar en una empresa manufacturera

En la empresa Toyota Motor Corporation se dio posiblemente la primera aplicación de esta estrategia para lograr una producción más limpia. Es quizás una alternativa reina en la producción y la manufactura, puesto que se enfoca en lo material, el orden de las herramientas, la optimización de los tiempos, de los recursos, el uso correcto de la maquinaria y sobre todo el resultado más óptimo dentro de las empresas.

Existen diferentes modelos para implementar Lean Manufacturing, como estrategia cuenta con una variada lista de técnicas y metodologías y cada día surge una nueva combinación de estas que satisfacen de manera específica las necesidades que experimenta cada empresa (Sarria, Fonseca, & Bocanegra, 2017).

En general, cada combinación de herramientas y técnicas lean, obedecen al cumplimiento de principios estándar en cada empresa, estos principios son:

- máxima reducción de desperdicios
- Reajustes y reingeniería
- Estandarización dentro de la empresa.

Técnicas y herramientas Lean

Existen un sin número de competitividad técnicas y herramientas que las empresas puedan usar de acuerdo con cada conveniencia para implementar una filosofía de lean manufacturing, estas ayudan al proceso de enfoque de recursos, maquinaria, herramientas y personas para lograr resultados de alto impacto en materia de productividad, seguridad y (Womack & Jones, 2005).

5S: Se origina en la Toyota Production System y posibilita un crecimiento constante en la eficiencia a través de la ejecución ordenada de cada una de las actividades de producción. Como resultado provee orden la producción, limpieza en las zonas de trabajo, estandarización de materiales físicos y disciplina a largo plazo (Cuatrecasas & Subirachs, 2011). Cuenta con 5 actividades esenciales que son:

Actividad 1 Seiri: Traduce a organización. Es la etapa en la que se lleva a cabo un proceso de selección y separación de elementos útiles e inútiles, dotando los puestos de trabajo solo de elementos necesarios para la labor y eliminando todo lo que carece de utilidad (Cuatrecasas & Subirachs, 2011).

Actividad 2 Seiton: Traduce a orden. Etapa en la que se lleva a cabo un proceso de clasificación, ubicación y tipificación de los elementos que se han quedado en el puesto de trabajo en la etapa seiri. La meta es que sean localizables e identificables en el menor tiempo posible para optimizar el proceso (Cuatrecasas & Subirachs, 2011).

Actividad 3 Seiso: Traduce a limpieza. En esta etapa se reconoce la importancia de la limpieza del puesto de trabajo y cada uno de los elementos que lo integran. Es vital en esta etapa identificar fuentes que generan suciedad y garantizar a través de acciones puntuales que no se salgan de control (Cuatrecasas & Subirachs, 2011).

Actividad 4 Seiketsu: Traduce a estandarización. En aras de un entorno de trabajo impecable y productivo, se busca en esta etapa aplicar constantemente, replicar en otros lugares del proceso y mantener en el tiempo, lo que se ha desarrollado en las etapas

anteriores, estableciendo el orden como un parte fundamental del proceso o trabajo (Cuatrecasas & Subirachs, 2011).

Actividad 5 Shitsuke: Traduce disciplina. En esta última etapa es necesario que se garantice el cumplimiento de las etapas anteriores garantizando la formación de hábitos que son los que llevan a estas acciones sea naturales en cada miembro de la organización (Cuatrecasas & Subirachs, 2011).

SMED (SINGLE-MINUTE EXCHANGE OF DIE): éstas son técnicas que permiten la instalación de equipos y maquinaria de una planta de producción en un tiempo relativamente corto, a través de la premisa de que la puesta en marcha de un equipo o máquina o el reemplazo de este no debe ser mayor a 10 minutos (Womack y Jones, 2005).

VSM (VALUE STREAM MAP): permite identificar el estado real de un sistema productivo en tiempo real a través de la visualización del flujo de recursos, llámese materiales y materias primas entre otros. Con esta herramienta se pueden visualizar procesos de manera gráfica logrando mostrar los cambios que resulten de la implementación de otras técnicas y herramientas lean.

HEIJUNKA: es una técnica que busca adaptar la producción a la demanda existente, conectando todos los eslabones de la cadena de valor desde los proveedores de insumos hasta los clientes finales. Ayuda a la nivelación de las variaciones de la demanda generando la producción de pequeños lotes de los diferentes modelos que produce la empresa generando una mayor rapidez (Cardona, 2013).

Lo que se busca con esta técnica de producir pequeños lotes es garantizar la calidad del producto reduciendo el nivel de defectos de fábrica y satisfaciendo los requisitos del producto y las expectativas del cliente.

KAIZEN: esta técnica promueve el cambio como una cultura, algo que identifica a la empresa, de esta forma esta puede evolucionar a mejoras actividades y prácticas. Entonces, se trata de lograr una mejora continua a través del análisis frecuente de los factores que influyen en la empresa buscando oportunidades para cambiar, mejorar modelar y reestructurar pequeñas áreas de la empresa que con el tiempo sumen el total de impacto en la misma. Tiene tres principios esenciales de base: la percepción, el desarrollo de ideas, la toma de decisiones.

JIT (JUST IN TIME): al igual que el resto de las técnicas esta busca reducir costos, a través de la entrega a tiempo de las activadas que se deben desarrollar y la reducción de desperdicios, es decir, en un proceso productivo es necesario que las materias primas requeridas para un lote demandado estén a tiempo ene l área de producción de esta forma se garantiza el inventario necesario para la demanda real evitando perdidas por mal uso, mal almacenaje o por no aprovechamiento.

JUIDOKA: esta técnica busca la automatización, es decir lograr procesos productivos autómatas, donde las maquinas no requieren de presencia humana para operar. Con esta técnica desarrollada en Toyora Jidoka se inicia la era de la automatización inicial a través del uso de procesos y principios de mecánica.

En la actualidad esta técnica se puede ver reflejada en el uso constatado de investigación para lograr automatizar las actividades y procesos reduciendo así los costes de personal y sobre todo los riesgos de accidentalidad.

La cuarta revolución industrial que se refiere a la data usa mucho esta técnica en cuanto ha generado que las personas intervengan en el proceso solo si la misma data muestra que es necesario.

Marco Legal

Para efectos de la implementación de herramientas de lean manufacturing no existe normatividad que, de cobertura al proyecto, por lo que en este apartado se presentan normas que rigen el sector metalmecánico, estas pueden ser:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre. BOE nº 269 de 10 de noviembre).
- Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre (BOE 11.12.92) relativo a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Decreto 590 de 2018 Por el cual se adiciona el Capítulo 12 al Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo, Decreto 1074 de 2015, estableciéndose un Programa de Fomento para la Industria de Astilleros.

Marco Académico

Relación con las líneas de investigación de la Facultad

El presente trabajo se encuentra dentro de la línea de productividad y se constituye en un nuevo aporte investigativo para la aplicación de lean manufacturing en las empresas del sector metalmecánico, si bien las metodologías y herramientas lean manufacturing son las mismas, su aplicabilidad depende del tipo de proceso productivo que se encuentre en cada sector económico.

Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial

La misión del programa procura la formación de profesionales para la contribución en el desarrollo socioeconómico, y esta se cumple en el desarrollo del proyecto toda vez que ofrece una solución que puede mejorar la productividad de una empresa, por lo que sus beneficios económicos pueden aumentar y el alcance a los empleados y la comunidad n general también.

Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial

Este proyecto apunta a que la empresa objeto de estudio pueda experimentar las capacidades y competencias del investigador, para desarrollar soluciones ingenieriles que ayuden a la productividad, esto puede significar una oportunidad para que el programa de ingeniería industrial sea reconocido como uno de los más completos en la educación ofertada en la ciudad.

Relación con los Objetivos del programa de Ingeniería Industrial

Dentro del programa se reconoce el objetivo general de formar profesionales integrales que ayuden al desarrollo eficiente de las actividades de las organizaciones, se cumple en este proyecto toda vez que el autor cuenta con las competencias y conocimientos para desarrollar una solución ingenieril para el caso de estudio. También con este proyecto se logra el objetivo de formar profesionales capaces de liderar proyectos de bienes y servicios que satisfagan a nivel nacional, y esto se da por que la empresa ha autorizado al estudiante para diseñar y replantear toda la planta de producción, proponiendo una intervención adecuada para el éxito de la empresa.

Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado

- Costos y presupuesto
- Procesos industriales
- Logística
- Producción

Competencias que se demuestran en el desarrollo del trabajo de grado

Las competencias que se demuestran dentro del trabajo de grado son:

- Cognitivas, ya que se cuenta con los conocimientos requeridos para el desarrollo y aplicación de modelos teóricos en la empresa.
- Socioafectivas, ya que el estudiante tiene la capacidad de trabajar liderando un equipo y poniendo en marcha todas las habilidades presentes en los miembros.

- Comunicativas, ya que el estudiante cuenta con la capacidad de documentar y comunicar lo encontrado en el ejercicio investigativo, dando soluciones acertadas a la empresa.

Diseño Metodológico

Tipo y Enfoques de Investigación

Es necesario desarrollar una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa, que ofrece herramientas y técnicas que ayudan a determinar el estado actual de la empresa Herrera Tubos y Ventanas para identificar las ineficiencias y pérdidas y a partir de ahí, hacer posible el diseño de un modelo idóneo para la empresa.

Variables de Medición

Las variables pueden ser: desperdicios, tiempo, dinero, proceso productivo.

Recolección y Análisis de Datos

Las fuentes primarias de la información serán el gerente de producción y los 6 operarios del área, estos a través de entrevistas, observación directa y revisión documental, permitirán recopilar la información requerida para el desarrollo de proyecto.

Unidad de Estudio o Muestra

La unidad de estudio se concibe como el área de producción de la empresa objeto de estudio, esta está compuesta por 6 operarios y un gerente de producción.

Fases y Actividades Metodológicas

El proyecto propuesto se desarrollará en tres etapas que son:

Etapa 1 diagnóstico. En esta primera etapa se llevará a cabo a través de diferentes visitas en las que por observación directa y revisión documental se logrará la caracterización del proceso productivo de la empresa, de la misma forma se desarrollará entrevista al gerente del área para identificar información relevante sobre el proceso, los proveedores, pedidos, clientes, etc. La información será ordenada y presentada en el capítulo 1 de los resultados.

Etapa 2 identificación de técnicas Lean Manufacturing. Ya identificadas las necesidades de la empresa en el capítulo 1, se llevará a cabo la revisión de material bibliográfico que ayude a identificar las herramientas más idóneas para la empresa, y que signifiquen una inversión mínima para la misma. Estas se presentarán en el capítulo 2 con la respectiva justificación de su potencialidad para empresa.

Etapa 3 Evaluación de impacto económico. En esta etapa se contabilizarán los desperdicios y se les dará valor en dinero para establecer el nivel de las pérdidas y posibles ganancias para la empresa, a la hora de implementar la propuesta, este se presentará en el capítulo 3 de los resultados.

Capítulo I Diagnóstico del estado de la empresa Herrera Tubos y Ventanas

Perfil estratégico de la empresa

Este perfil estratégico reúne la reseña histórica, misión y visión de la empresa.

Reseña histórica

Herrera Tubos y ventanas nace en 2017, como requisito para poder licitar con grandes empresas colombianas en el trabajo de producción de puertas y ventanas y otras soluciones en metalurgia para las construcción habitacionales y residenciales en la ciudad. Cuanta con un socio único y gerente general de la misma, el señor Eustorgio Manuel De Arco.

Misión

Somos una organización dedicada a la fabricación y comercialización de divisiones de baño en vidrio templado y barandas en acero inoxidable con las especificaciones exigidas y con los atributos que satisfagan las necesidades y expectativas de los clientes, logrando un retorno óptimo sobre la inversión y un desarrollo sostenible que genere bienestar a nuestros accionistas y empleados.

Visión

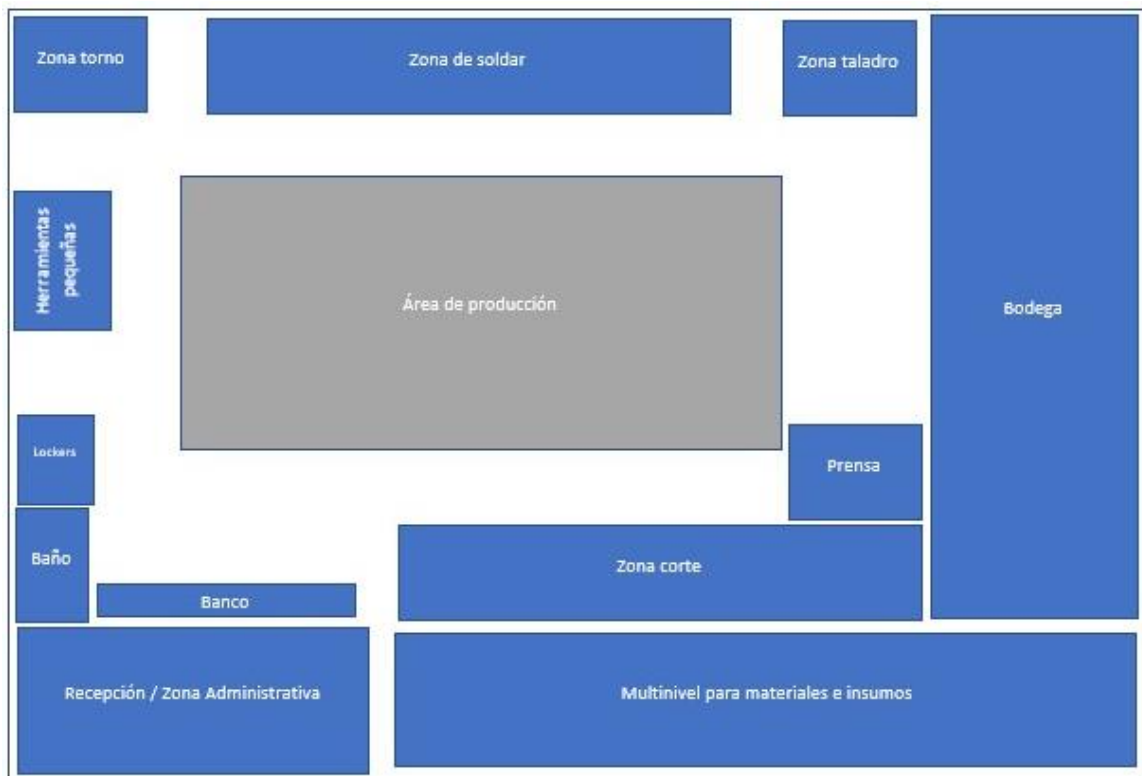
buscamos para el año 2025 afianzarnos como los fabricantes y comercializadores de divisiones de baño en vidrio templado y barandas en acero inoxidable, líder en el

mercado a nivel regional, reconocidos por la alta calidad de sus productos, su excelente administración y por un talento humano con las más altas competencias capaces de sortear el desarrollo y crecimiento de esta.

Caracterización del proceso productivo

Figura 1.

Plano actual de la empresa – área de producción



Nota: vista general del área total de la empresa.

En la empresa se ha encontrado en la actualidad lo siguiente:

- Inadecuada utilización del espacio: los equipos y bancos de trabajo están ubicados de tal manera que no llevan una secuencia lógica según el proceso, lo que genera cruces y desplazamientos innecesarios tanto de material como de personal, lo que conlleva a fallos y demorar en el proceso.
- Áreas demarcadas: no se evidencia demarcación de las áreas de puestos de trabajo y no cuenta con rótulos suficientes de seguridad industrial que avisen sobre todos los riesgos dentro de la planta.
- Áreas de almacenamiento: no se evidencian áreas donde se almacenen temporalmente los productos en proceso y terminados mientras son entregados al cliente.
- Desorden: se evidencia mucho desorden en los puestos de trabajo, los equipos manuales y herramientas no las colocan en su sitio cada vez que terminan las labores.
- Ventilación: cuentan con poca ventilación dentro de la planta de proceso, por lo que es un lugar cerrado y no hay una buena circulación del aire.

Capítulo II Técnicas Lean Manufacturing que satisfagan las necesidades encontradas en el diagnóstico

Teniendo en cuenta las necesidades establecidas en la empresa se presenta una propuesta de mejora enfocada al área de producción de esta, esto a través del uso de las técnicas Lean Manufacturing que se considera satisfacen tales necesidades. En tal sentido este apartado se divide en tres partes fundamentales.

- Presentación general de las herramientas Lean para la empresa.
- Mención de las mejoras sugeridas para el área de producción
- Estrategia para cada uno de los factores de la productividad de acuerdo con las técnicas Lean Manufacturing

Herramientas Lean Manufacturing para la empresa

Dentro de las herramientas para la empresa es necesario considerar los 5 principios de Lean manufacturing, estos son:

- Especificar el valor del cliente: definir la importancia que representan el producto para el cliente.

- Identificar el flujo de valor: apela a la importancia de conocer la totalidad de las actividades de fabricación y entrega del producto al cliente final.
- Flujo continuo: lograr que se del flujo de los procesos a través de un sistema sin interrupciones ni contraflujos.
- Atraer (PULL): apunta a que la demanda del mercado atraiga para sí la producción de la empresa.
- Perfección: La necesidad imperante de mejorar cada día para alcanzar la perfección, búsqueda constante de una mejor manera de hacer las cosas.

Para la eliminación de desperdicios de acuerdo con cada tipo se sugiere:

- Tiempo: las 5 S, métodos de tiempo y JUDOKA
- Inventarios: Las 5 S y Just in time.
- Transporte y movimientos: Las 5 S, Estudios de tiempo y distribución de planta.
- Defectos: Just in time.
- Reproceso; Las 5 S.
- Sobreproducción: Just in time.

Mejoras sugeridas en el área de producción de la empresa

Las mejoras sugeridas al área de producción de la empresa están basadas en casa una de las fallas detectadas en el diagnóstico:

- Se sugiere reubicación de los puestos de trabajo como se detalla en la tabla 1.

Tabla 1

Acciones de mejora propuestas

Sección	Acción sugerida
Corte	<p>Se propone la ubicación delante de la estantería de tubos, haciendo un soporte para esta el cual este adherido a la estantería y sea removible (para caso de aprovisionamiento de tubos), esto con el fin de aprovechar las guías de la estantería para realizar un corte preciso y disminuir los desplazamientos de material y personal de los procesos donde interviene esta sección, además de brindar más seguridad y minimizar riesgos de accidentabilidad.</p>
Maquinado y taladrado	<p>esta es una de las áreas donde se presenta más cruce y desplazamiento tanto de material como de personal, por lo que se propone trasladar el torno y taladro al lado de la estantería de tubos con lo que se reduce el espacio de la sección de corte a esta de 9 metros a 2 metros, obteniendo una economía de desplazamiento de 7 metros y se evitan los cruces, el banco de trabajo que está en la mitad se reubica en la esquina tal cual como se ve en el plano de la propuesta, esto es con el fin de seguir una secuencia lógica y dejar más espacio para el paso del material y el personal, además se coloca una estantería para almacenar temporalmente el producto terminado (toceto) mientras se termina la jornada laboral.</p>

Sección de soldar	debido a la reubicación del área de corte, en esta propuesta en los procesos de ensamble y soldadura se reduce el desplazamiento de 5m a 3 metros por lo que se evitan cruces y ahorro en tiempo, además se ubica una zona de almacenamiento temporal para los postes mientras que se fabrica el barandal que los va a contener.
Almacenamiento	se demarca un espacio en el área de ensamble y soldadura un área para almacenar temporalmente productos en proceso, en este caso los postes recibidores, de tal manera que no generen obstaculización en el proceso de ensamble mientras se esté fabricando la estructura del barandal en la que se van a adicionar estos postes.
Almacenamiento	El espacio donde estaba ubicado las guías de corte es aprovechado como una zona de almacenamiento temporal para los barandales terminados mientras son entregados al cliente, esta zona es apta debido a que la mayoría de los barandales que se fabrican en la empresa son de dimensiones largas y ha habido casos que los dejan afuera del negocio mientras son llevados al cliente.
Producción	se propone una demarcación de cada área pintando una línea en el piso para poder identificar los límites de cada una, esto evita cruces indebidos que afectan la realización de cada proceso.

Ventilación	debido al que el sitio de ubicación de la planta es muy cerrado se propone la instalación de dos extractores de aire, los cuales deben instalarse de la siguiente manera uno que introduzca aire al recinto y otro que extraiga aire, ubicados en la parte frontal de la pared que limita el área de producción con la recepción, esto es con el fin de generar un buen flujo de ventilación en la planta.
-------------	--

Estrategias para cada uno de los factores de productividad

En esta parte se mencionan estrategias que debería implementar la empresa para cada uno de los principios a cumplir de Lean Manufacturing:

Estrategias para la aplicación del primer principio: Especificar el valor para el cliente.

Para recordar, esta variable se refiere a la definición de lo que representa el producto para el cliente, en términos de características y propiedades, y que es capaz de satisfacer una necesidad en un momento y precio determinado. Por ello la importancia de que sea el consumidor quien defina el valor que el producto debe tener y a partir de allí se deben enfocar todos los esfuerzos de la compañía, sólo con la misión de cumplir con la expectativa del cliente.

En la empresa estudio se debe fomentar e incentivar la comunicación fluida entre todos los procesos que conforman el flujo de valor. Esta comunicación ayudará a que se destruya la “gestión por silos” que consiste en que un departamento no tiene conocimiento de cómo opera el otro situado antes o después de él. Esta situación conlleva a que se generen problemas de coordinación y pérdidas por los retrabajos causados por la falta de alineación hacia un objetivo común.

La empresa debe identificar cada proceso que se desarrolla en la cadena productivo y establecer comunicación entre ellos para garantizar el mínimo despilfarro. También es importante la creación de una política de calidad para la empresa que le permita evaluar cada una de las piezas producidas identificando cumplimientos de estándares normativos.

Estrategia para la aplicación del segundo principio: identificar el flujo de valor

Este principio consta del conocimiento que debe existir acerca de la totalidad de actividades requeridas para la fabricación y entrega del producto al cliente final. Se recomienda que la empresa genere los mapas de flujo de valor para todas las líneas de producto, usando la herramienta Value Stream Mapping, esto permitirá identificar cada uno de los pasos actualmente existentes para la fabricación de los productos y su respectiva relación con la totalidad del sistema, desde el enfoque de nuevos desarrollos, desde la gestión de los pedidos y desde la transformación física.

Una vez teniendo disponibles los mapas de flujo de valor, se recomienda la evaluación concienzuda de todas las actividades relacionadas, clasificando las actividades en aquellas que son absolutamente necesarias para la creación de valor, actividades que no generan valor alguno pero que por las limitaciones de tecnología son necesarias, y, por último, aquellas actividades que no generan valor y que pueden ser eliminadas de inmediato sin causar efectos adversos en la operación. Luego de este ejercicio es posible aportar a la eficiencia general del proceso prescindiendo de las actividades clasificadas como no necesarias y que pueden ser eliminadas de inmediato, mientras que, para las actividades clasificadas en el segundo tipo, aquellas que no generan valor, pero son necesarias en la actualidad, se recomienda analizar posibles proyectos para desecharlas a corto plazo.

Estrategia para la aplicación del tercer principio: flujo continuo.

Este principio se refiere a hacer que fluyan los procesos a través de sistema sin interrupciones ni contraflujos, es decir, que el producto avance de forma continua a través de la cadena de valor. Una vez definido el valor del producto y de haber identificado detalladamente el mapa de flujo de valor por cada línea de producto, la empresa debe empezar a ejecutar acciones que busquen hacer más eficiente el desarrollo del conjunto de actividades.

Para el proceso de producción, la empresa debe arrancar con un programa de implementación de herramientas Lean que ayuden a alcanzar el flujo continuo y a

disminuir los tamaños de los lotes y los inventarios de productos en proceso. Se recomienda especialmente la aplicación de técnicas, entre otras, como el Takt Time que ayude a sincronizar los tiempos de producción con la demanda evitando la sobre producción, Just In Time que permita la disminución de los inventarios de productos en proceso, 5s que permita la organización y orden en la planta y Mantenimiento Productivo Total (TPM) que asegure la disponibilidad de las máquinas.

Además, se recomienda revisar el layout de las plantas de producción, organizándolas por células de producción, y analizando los flujos de materiales y personas de tal manera que se permita el tránsito sin obstáculos. Por último, es muy importante que todos los operadores de la planta estén capacitados para realizar todas las labores dentro de ella, así como tener la competencia necesaria para la detección de no conformes durante el proceso, así es posible mantener la continuidad de la operación ante circunstancias inesperadas.

Estrategias para la aplicación del cuarto principio: Atraer (PULL).

El principio Pull se refiere a la premisa que la demanda del mercado debe ser la que atraiga para sí la producción.

Para aplicar este principio se recomienda que la empresa diseñe política de calidad para las pruebas del producto en cada una de sus fases, así se evitan desperdicios en el producto terminado que no cumpla con los requerimientos técnicos necesarios para

ser entrega al cliente final. Se recomienda para la finalización de cada jornada el desarrollo de la técnica de las 5s, en este sentido se garantizaría el orden y la limpieza en cada inicio de jornada, gracias al levantamiento de residuos y a la organización de las herramientas una vez terminada cada labor.

Estrategia para la aplicación del quinto principio: Perfección.

Este principio se refiere a la incesante búsqueda de la perfección en los procesos, con el objetivo constante de encontrar siempre una mejor manera de hacer las cosas. Para la aplicación del principio Perfección en la empresa J&K, la empresa debe reevaluar los indicadores y debe ajustarlos a la existencia de los equipos de producto propuestos anteriormente. Los indicadores deben ser diseñados para que midan aspectos que realmente dependen del equipo y que no propicien prácticas en contra del pensamiento Lean. Como ejemplo, se debe evitar indicadores producidos para el equipo de producción, ya que este incentivará a la sobreproducción para disminuir los costos asociados al proceso, en su lugar se propone indicadores tipo % de Productos Entregados a Tiempo o Productividad Del Equipo, que muestre las ventas por empleados. Estos indicadores se deben publicar y asegurarse de que sean consultados en todo momento por todos los miembros del equipo de trabajo, para concientizar acerca de donde se está con respecto a donde se quiere llegar.

El equipo investigador propone la creación de un equipo especializado en el análisis constante de toda la cadena de valor, apoyando a los equipos de producto que se

creen en la empresa. Este nuevo equipo tendrá la responsabilidad de analizar los proyectos de mejora continua necesarios y establecer la priorización. También tendrá la responsabilidad de promocionar y mantener en todos los empleados de la compañía la filosofía LM.

Capítulo III Impacto financiero de las técnicas Lean Manufacturing identificadas para aplicación en la empresa

Establecer el impacto de aplicar Lean manufacturing a la empresa significa establecer los costos actuales de la empresa frente al cambio de estos en el caso eventual de que se aplique la propuesta.

Costos por desperdicio de tiempo

En la actualidad en la empresa diariamente cada operador pierde en promedio 2 horas de trabajo debido a los desperdicios identificados, estos costos se ven a continuación.

Tabla 2

Costos por desperdicios de tiempo

<i>Tiempo muertos x día</i>	<i># de operarios</i>	<i>Valor de la hora</i>	<i>Costo Total día</i>	<i>Costo total semanal</i>	<i>Costo total mensual</i>
2 horas	8	\$ 3.073,8	\$ 49.180,80	\$ 245.904,00	\$ 983.616,00

Nota. Se muestra los costos representados en el tiempo sé que pierde en la empresa con el proceso desarrollado.

Como se puede observar en el cuadro anterior por desperdicios de tiempo, a la empresa le cuesta alrededor de \$ 983.616,00 mensuales.

Costos por desperdicio de inventarios

La empresa maneja un stock de 50 tocetos de cada referencia, tiene 2 referencias de $\frac{1}{2}$ y de $\frac{3}{4}$ cuando hay demanda se agotan, pero en tiempos donde no hay demanda tener cuesta alrededor de:

Tabla 3

Costos por desperdicios de inventarios

<i>Referencias</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Valor de toceto</i>	<i>Costo de inventario</i>
Toceto de $\frac{3}{4}$	50	\$ 7.500,00	\$ 375.000,00
Toceto de 1"	50	\$ 8.000,00	\$ 400.000,00
		TOTAL	\$ 775.000,00

Nota. Se muestran los costos por desperdicios en los inventarios, de acuerdo con el proceso que se lleva.

Costos por desperdicio de transporte por pedido de materiales

Este desperdicio ocurre cuando al pedir algún material bajo ciertas especificaciones, estas se dan equivocadas y al recibir el pedido no es lo que se esperaba, este tipo de errores le cuestan a la empresa alrededor de:

Tabla 4

Costos por desperdicio de transporte

<i>Valor transporte ida y regreso</i>	<i>Semana</i>	<i>Mes</i>
\$ 500.000,00	\$ 500.000,00	\$ 2.000.000,00

Nota. Se muestran los costos en los que incurre la empresa por el transporte de pedido de materiales.

Costos por desperdicio de transportes innecesarios dentro del proceso productivo

Este desperdicio ocurre muy a menudo ya que la distribución actual de la planta no fue diseñada para seguir la secuencia lógica de los procesos, por lo que diariamente se pierden en promedio 2 hora en movimiento innecesario de material y operadores, lo que le cuesta a la empresa alrededor de:

Tabla 5

Costos por desperdicio de transporte innecesario

<i>Tiempo por transporte</i>	<i># de operarios</i>	<i>Valor de la hora</i>	<i>Costo total día</i>	<i>Costo total semanal</i>	<i>Costo total mensual</i>
2 horas	8	\$ 3.073,8	\$ 49.180,80	\$ 245.904,00	\$ 983.616,00

Nota. Se muestran los costos en los que incurre la empresa por transporte innecesario de materiales.

Costos por defectos

Aproximadamente durante el día en un proceso de tocos teniéndolo en cuenta que se venden presentaciones de ½ y ¾ de pulgadas, se pierden aproximadamente entre 5 y 6 de cada uno por lo que le cuesta a la empresa alrededor de \$1.750.000

Tabla 6

Costos por defectos

<i>Referencia</i>	<i># de tocos defectuosos</i>	<i>Valor de toco</i>	<i>Costo defecto día</i>	<i>Costo defecto semanal</i>	<i>Costo defecto mensual</i>
Toceto ¾	5	\$ 7.500	\$ 37.500,00	\$ 187.500,00	\$ 750.000,00
Toceto 1"	5	\$ 8.000	\$ 40.000,00	\$ 200.000,00	\$1.000.000,00
				TOTAL	\$1.750.000,00

Nota. Se muestran los costos por defecto en materiales.

Costo desperdicio por reproceso

De los tocos defectuosos por lo general hay algunos que pueden reprocesarse, lo que incrementa el costo al doble quitándole valor agregado al producto, por lo que volver a procesar un producto le cuesta a la empresa alrededor de \$880.124:

Tabla 7**Costo por reproceso**

<i>Referencia</i>	<i># de tocetos reprocesados</i>	<i>Costo unitario de toceto</i>	<i>Costo defecto día</i>	<i>Costo defecto semanal</i>	<i>Costo defecto mensual</i>
Toceto ¾	5	\$4.889,46	\$24.447,46	\$ 97.786,2	\$ 391.156,8
Toceto 1''	5	\$6.112,1	\$ 30.560,5	\$ 122.242,00	\$488.968,00
				TOTAL	\$880.124,80

Nota. Se muestran los costos por reproceso.

Consolidando en un cuadro la información que arrojo los costos mensuales que incurre en desperdicios la empresa se puede concluir lo siguiente.

Tabla 8**Costo total de desperdicios**

<i>Tipo de desperdicio</i>	<i>Costo del desperdicio</i>
Tiempo	\$ 983.616,00
Inventario	\$ 775.000,00
Transporte pedido de materiales	\$ 2.000.000,00
Transporte en proceso productivos	\$ 983.616,00
Por defectos	\$ 1.750.000,00
Por reproceso	\$880.124,80
TOTAL, DE DESPERDICIO MES	\$ 7.372.356,80

Nota. El costo mensual de los desperdicios que genera la empresa está alrededor de los \$ **7.372.356,80**.

La suma de \$ 7.372.356 se convierte en el valor que la empresa estaría generando como beneficio si se aplica la propuesta diseñada en este proyecto, esto significa al año

\$88.468.272, es importante agregar que la implementación de la propuesta no representa gran inversión económica porque lo que solo se plantean cambios de ubicación que reducen el tiempo de operación y una nueva mentalidad colectiva en la empresa.

Conclusiones

En el estudio desarrollado se logró establecer que la empresa cuenta con un perfil estratégico, sin embargo en la gestión de las operaciones e inventarios estaba presentando necesidades que afectan directamente la productividad y la satisfacción del cliente, dentro de la caracterización se logró identificar desorden en las zonas productivas, desperdicios en los tiempos de operación e insumos usados para la producción, mala ubicación de las

áreas de trabajo que generan altos riesgos de accidentalidad y ponen en peligro la integridad de los colaboradores.

El paso a seguir fue proponer una estrategia de mejora basada en las técnicas y herramientas de lean manufacturing para garantizar dentro de la empresa una producción impecable que redunde en mayor productividad, mejora de la imagen corporativa en el cliente y el mercado, optimización de recursos y aumento de productividad para los socios, de esta forma la empresa también puede trabajar en pro de la seguridad y tranquilidad de los colaboradores, desarrollando incluso mejor relación con los proveedores y aliados estratégicos.

Finalmente, se logró establecer de manera general, el nivel de impacto que la propuesta puede tener para la empresa, en tal sentido se pudo costear cada uno de los factores que afectan la productividad de la empresa como son los desperdicios de tiempo y recursos, estableciendo así el nivel de rentabilidad para la empresa, de llegar a aplicar las mejoras que se proponen.

Recomendaciones

Se recomienda a la empresa diseñar un tablero de indicadores para establecer el impacto de cada una de las medidas sugeridas y de esta manera llevar la trazabilidad de resultados y la proyección de mejora continua.

Para la implementación de esta propuesta se recomienda a la empresa desarrollar una jornada de inducción y capacitación a todo el personal a las técnicas y herramientas Lean Manufacturing para que estos puedan adquirir un nivel de compromiso ajustado a los resultados que persigue la organización, convirtiéndose en aliados estratégicos.

Se recomienda a la gerencia establecer un plan anual de acción para el área de operaciones que incluya un sistema de gestión de inventario que optimice los recursos financieros de la empresa.

Referencias

- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). (M. G. Frías, Trad.) México, México: El Manual Moderno.
- Cardona, J. (2013). *Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales*.
- Córdoba, F., & Bonilla, K. (2019). *Implementación de herramientas lean manufacturing e industria 4.0 para minimizar desperdicios en la empresa Cilindros Company S.A.S*. Obtenido de Repositorio de Universidad Cooperativa de Colombia:
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/15557/1/2019_herramientas_lean_manufacturing.pdf
- Cuatrecasas, L., & Subirachs, M. (2011). *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia*.
- Mendez, D., & Bermudez, E. (2018). *Planteamiento de un modelo lean manufacturing para el mejoramiento de calidad y procesos, en la empresa ABS Cromosol Ltda*. Obtenido de Repositorio de la Universitaria Agustiniiana:
<http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/507/DiazMendez-DannaViviana-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Munoz, K. (2017). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de control de calidad de la empresa Maderas Arauco*. Obtenido de Respositorio

- de la Universidad Austral de Chile :
- <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmm971i/doc/bpmm971i.pdf>
- Orozco, J., Cuervo, V., & Bolaños, J. (2016). *Implementación de herramientas lean manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de EKA Corporación* . Obtenido de Respositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia :
- https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10489/1/2016_implementacion_herramienta_lean.pdf
- Perez, S., La Rocca, D., & Sánchez, K. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras. *Revista Chilena de Ingeniería*, 396-408.
- Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de Lean manufacturing . *Revista especializada en Administración* , 51-71.
- Suñe, F. (2010). *Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos*. Ediciones Días de Santos .
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2005). *Lean thinking: cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa*. Grupo Planeta (GBS).

