

PLAN DE MEJORA PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA INDUSTRIA
METÁLICA JOSAN S.A.S MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ CONTRERAS
LUIS SEBASTIÁN MURCIA PIRA
NICOLÁS ROBERTO RÍOS PULIDO

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C

2018

PLAN DE MEJORA PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA INDUSTRIA
METÁLICA JOSAN SAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ CONTRERAS
LUIS SEBASTIÁN MURCIA PIRA
NICOLÁS ROBERTO RÍOS PULIDO

Asesor del trabajo
CARLOS ANDRES QUIROZ CASTELLANOS

Trabajo de grado para optar al título de
Profesional en ingeniería industrial

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2018

Nota de aceptación

Firma del jurado

Ciudad y fecha

Agradecimientos

Miguel Gutiérrez:

Agradezco a Dios primeramente por todas sus bendiciones ofrecidas, por otorgarme la sabiduría y entendimiento necesario para cumplir mis objetivos.

Así mismo, agradezco a mis padres por su apoyo incondicional, por su amor, esfuerzo y valores inculcados pues gracias a ellos es posible culminar esta etapa tan importante.

A la empresa Industrias Metálicas Josan S.A.S, por su constante apoyo e interés con el desarrollo efectivo del presente proyecto, a los Srs, Tomas Gómez, Jhon Santamaría, Jairo Sánchez, Mireya Gutiérrez y Yolanda Gutiérrez, junto con todos los colaboradores de la empresa en mención por su valiosa colaboración, experiencia, servicio y afecto brindado durante todo el proceso investigativo.

A todo el cuerpo de docentes que aportaron sus conocimientos y experiencias durante mi desarrollo profesional.

¡Mil gracias!

Resumen

La Industria Metálica Josan S.A.S es una empresa dedicada a la fabricación de diferentes productos y servicios en el ámbito metalmecánico; en la actualidad las industrias encuentran en su camino retos que necesitan superar para ser competitivos y crecer en los mercados cada vez más globalizados, esto los lleva a reevaluar la organización de la compañía y enfocarse en el mejoramiento de la producción. Con este proyecto se buscó orientar a la empresa hacia la implementación de herramientas de ingeniería industrial como la filosofía del Lean Manufacturing, enfocándose en los procesos en los que se evidenciaron desperdicios, demoras, transportes o movimientos innecesarios, entre otras oportunidades de mejora.

Para el desarrollo del proyecto fue primordial el estudio del entorno productivo y realizar un diagnóstico del área de producción para identificar todos los desperdicios y falencias presentes en los equipos y áreas de trabajo de modo que fuese posible desarrollar un plan de mejora que logre establecer una organización efectiva del espacio de trabajo en el manejo de las materias primas y los desperdicios, además, aplicar herramientas de capacitación que permitan el afianzamiento de los conceptos y las metodologías para la mejora continua, con el fin alcanzar la optimización de los procesos de la empresa.

Toda empresa es susceptible de mejora, especialmente las del sector industrial, por esto, mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial y Lean Manufacturing, como 5'S, distribución en planta, análisis de causa-efecto, se asesoró y apoyó a la Industria Metálica Josan, quienes proporcionaron la información y los permisos para la visita periódica a las instalaciones, lo que permitió identificar las falencias en las áreas productivas, con el propósito de que esta investigación logrará el grado de observación necesario para realizar el análisis tanto cuantitativo como cualitativo, generando una propuesta enfocada al manejo efectivo de los recursos materiales, tecnológicos, económicos y humanos presentes en la empresa.

El manejo de dichos recursos son esenciales para implementar las mejoras encaminadas al mejoramiento de la calidad, la productividad, el abastecimiento, la disminución de desperdicios y el aprovechamiento de los mismos, que son la base de esta investigación de modo que al evaluarlos permitiera el correcto desarrollo del proyecto y con el cual se suplió las necesidades presentes en la Industria Metálica Josan para aumentar su competitividad y sus utilidades.

Palabras claves: Análisis, Desperdicios, Herramientas de ingeniería industrial, Lean Manufacturing, Mejora continua.

Abstract

The Josan metal industry is a company dedicated to the manufacture of different products and services in the metalworking field; today, industries find challenges that they need to overcome in order to be competitive and grow in increasingly globalized markets, which leads them to re-evaluate the organization of the company and focus on improving production. This project sought to orient the company towards the implementation of industrial engineering tools, such as the philosophy of Lean Manufacturing, focusing on the processes in which waste, delays, transport or movements were evident. Unnecessary, among other opportunities for improvement.

For the development of the project was paramount the study of the productive environment and to make a diagnosis of the area of production to identify all the waste and flaws present in the equipment and areas of work so that it was possible to develop a plan of improvement that manages to establish an effective organization of the work space in the handling of the raw materials and the wastes, in addition, to implement training tools that allow the reinforcement of the concepts and the methodologies for the continuous improvement, in order to achieve the optimization of the company's processes.

Every company is susceptible to improvement, especially those of the industrial sector, for this reason, by means of the application of tools of industrial engineering and Lean Manufacturing, like 5 'S, distribution in plant, analysis of cause-effect, advised and support to the Metal industry Josan, who provided the information and permits for the periodic visit to the facilities, which allowed to identify the flaws in the productive areas, with the purpose of this investigation to achieve the degree of observation necessary to carry out the analysis both quantitative and qualitative, generating a proposal focused on the effective management of the material, technological, economic and human resources present in the company.

The management of these resources are essential to implement improvements aimed at improving quality, productivity, supply, reduction of waste and utilization, which are the basis of this research so that In evaluating them allow the correct development of the project and which met the needs present in the metal industry Josan to increase their competitiveness and profits.

Key words: Analysis, Waste, Industrial Engineering Tools, Lean Manufacturing, Continuous Improvement.

Tabla de contenido

Introducción	10
1 Justificación	11
2 Descripción de la empresa	13
2.1 Producto.....	13
2.2 Oferta	14
2.3 Demanda.....	14
2.4 Distribución	15
3 Planteamiento del problema.....	17
3.1 Pregunta de investigación.....	18
3.2 Alcance	18
3.3 Georreferenciación	18
3.4 Limitaciones de la investigación.	19
4 Objetivos.....	21
4.1 Objetivo general:	21
4.2 Objetivos específicos:.....	21
5 Marco referencial	22
5.1 Antecedentes investigativos Lean Manufacturing en empresas metalmecánicas	22
5.2 Marco teórico.....	23
5.2.1 Historia y origen del Lean Manufacturing	23
5.2.2 Herramientas Lean Manufacturing.....	23
5.2.3 Métodos de trabajo	26
5.2.4 Systematic Layout Planning (SLP)	27
5.2.5 VSM Value Stream Mapping	28
5.3 Marco Legal.....	29

6	Marco Metodológico.....	31
6.1	Tipo de investigación.....	31
6.2	Tamaño poblacional y muestra.....	31
6.3	Proceso metodológico.....	31
6.4	Instrumentos de recolección de información.....	32
7	Diagnóstico inicial	34
8	Descripción del problema y desarrollo de las propuestas.....	49
8.1	Metodología de la producción y distribución de planta	49
8.1.1	Resultados	53
8.2	Distribución de planta.....	55
8.3	Aplicación 5`S	63
8.3.1	Paso 1. Definición y preparación general.....	63
8.3.2	5`S aplicado al almacenamiento y alistamiento de la materia prima.	64
8.3.3	Área taladro de árbol.....	74
8.4	Ubicación de las herramientas.....	82
9	Análisis de beneficios	90
9.1	Beneficios tras la propuesta y aplicación de la metodología 5`S	90
9.2	Beneficios económicos.....	91
10	Conclusiones	97
11	Recomendaciones.....	99
12	Glosario	100
13	Referencias.....	102
	Lista de figuras.....	105
	Lista de tablas.....	107
	Lista de anexos.....	109

Anexos..... 110

Introducción

En Colombia la industria metalmecánica ha contribuido al desarrollo y consolidación de otros sectores, como la industria automotriz, construcción, electrodomésticos y maquinaria; además, ha aumentado su participación en el mercado nacional, pasando del 10,1% en el 2009, a un 13% en el 2016, según estudios que ha realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, demostrando así la importancia de este sector en la industria nacional. En 2014 el consumo de acero per cápita en Colombia, fue el mayor de América Latina en cuanto a crecimiento; teniendo en cuenta que en el continente se produce el 4% de acero crudo mundial. Dentro de estas estadísticas, los subsectores como las industrias del acero y el hierro, han tenido un papel importante, destacándose con un 34% del total de la participación nacional del sector, seguido por el subsector del metal con un 22% dejando así a la industria de la maquinaria con una participación del 13% y la de aparatos eléctricos del 10%.

Con este proyecto se busca generar una propuesta de mejora basada en la implementación de herramientas de ingeniería industrial y el Lean Manufacturing o manufactura esbelta, sin la necesidad de adquirir equipos costosos o realizar inversiones que sean demasiado altas para la empresa, también se pretende encontrar aquellos procesos a los que se les puedan aplicar mejoras ya sea para disminuir tiempos, desperdicios y/o inventarios, buscando que la empresa sea más competitiva frente al mercado metalmecánico en el país.

Industrias Metálicas Josan S.A.S es una empresa colombiana situada en el barrio Carvajal de Kennedy, cuenta con 2 años de experiencia en la prestación de diferentes servicios y la fabricación de distintos productos en el mercado metalmecánico; líder en la fabricación, comercialización y diseño de muebles metálicos y sistemas de exhibición.

1 Justificación

Para una compañía es de suma importancia el desarrollo y aplicación de herramientas de mejora a sus procesos con el fin de brindar valor agregado ya sea a su producto o servicio final, métodos coherentes y precisos que suplan las necesidades presentes en la compañía, además de cumplir con los objetivos establecidos por la misma garantizando un adecuado uso a los recursos, minimizando costos y en general manteniendo un funcionamiento ideal ofreciendo una mayor calidad en el producto o servicio a desarrollar.

De acuerdo a cifras aportadas por él (DANE, 2017), para el tercer trimestre del año 2016 el sector industrial junto con el financiero, fueron los sectores con mayor crecimiento, una vista más detallada revela los sectores que influyen en dicho crecimiento resaltando al sector de “fabricación de productos metalúrgicos básicos” como una de las principales economías que aporta al crecimiento de la industria, por tal motivo se presenta como una oportunidad de negocio para la industria Josan S.A.S, quien busca mediante la identificación de falencias en su cadena de valor ser más competitiva en el sector económico.

Por medio del diagnóstico y estudio a la Industria Metálica Josan S.A.S, se pretende aportar una propuesta de mejora de procesos productivos mediante la aplicación de herramientas de ingeniería Industrial y del Lean Manufacturing teniendo en cuenta los beneficios de su implementación como la mejora de la productividad, organización y gestión de materia prima, producción entre otras, de modo que se vea favorecida en gran medida gracias a la identificación de los desperdicios, mudas y actividades que no general valor al producto final, además de mejorar sus procesos y el ambiente laboral garantizando al trabajador una mayor organización de su espacio, mejorando el desempeño productivo.

Existen otros inconvenientes que enfrenta la Industria Metálica Josan como las demoras en el alistamiento de la materia prima, la desorganización en el área de producción, los movimientos y transportes innecesarios, teniendo en cuenta lo anterior la presente investigación busca demostrar la importancia de la implementación de las herramientas de ingeniería industrial y del Lean Manufacturing en el sector productivo con el fin de satisfacer las necesidades del cliente mediante la utilización mínima y efectiva de los recursos disponibles de modo que se reduzcan los costos, mejorando la productividad y por consiguiente la competitividad de la empresa.

Teniendo en cuenta las problemáticas evidenciadas en la Industria Metálica Josan S.A.S es necesaria la aplicación de herramientas Lean como la metodología 5'S que permite mejorar el área del trabajo de modo que sea más organizado, limpio y fomentar además capacitar al trabajador para mantener el orden en el área de trabajo y generar mayor calidad de su entorno laboral, crear un diseño que permita facilitar la clasificación de la materia prima en el área de almacenamiento, abastecimiento y transporte de materia prima a las áreas productivas ofreciendo un nuevo diseño de planta que aporte mayor flexibilidad en la línea de producción.

Tras un diagnóstico de la situación actual en la industria metálica Josan, la aplicación de herramientas de ingeniería industrial logrará minimizar o eliminar las problemáticas presentes en su proceso productivo además de su cadena de valor, resolviendo inconvenientes como los movimientos innecesarios, despilfarros de diversas materias primas además de tiempo utilizado en la ejecución de actividades no productivas entre otras; gracias a la identificación de estas falencias es posible enfocarse en la reducción de los costos y el aumento de las utilidades.

2 Descripción de la empresa

La Industria Metálica Josan S. A. S comenzó en el año 2016 gracias a John Santamaría, cuya visión es la de construir una empresa del sector metalmecánico con el objetivo de garantizar la alta calidad en sus productos. Actualmente la empresa se enfoca en la fabricación de diferentes productos en el ámbito metalmecánico para uso estructural. La empresa se encuentra ubicada en Colombia, Bogotá D. C, específicamente en el barrio Carvajal, bajo la siguiente dirección: Calle 24 sur No. 70 – 25, limitada por la av. primera de mayo, av. Boyacá y la carrera 68.

La Industria Metálica Josan S.A. S realiza diferentes productos y está abierto a solicitudes nuevas de sus diferentes clientes, pero se especializa en estanterías metálicas de exhibición para productos de alta gama como perfumes, maquillaje, accesorios; además de estructuras para mesas de salones ejecutivos o de café para salones de ventas. Este producto en algunas ocasiones es complementado con bases y diseños principalmente en vidrio o madera para culminar su diseño planeado,

Para clientes comerciales algunos de sus productos son:

- Góndolas para supermercado
- Estanterías para droguerías
- Muebles especiales
- Accesorios para Exhibición
- Estantería pesada
- Estantería semipesado
- Soldaduras Especiales Mecanizado

El nicho de mercado de la industria metálica Josan S.A.S, está compuesto principalmente por empresas del sector cosmético, de perfumes y ropa y accesorios de marca. Sus clientes incluyen empresas comerciales de diferentes productos incluyendo supermercados, almacenes de cadena, tiendas de marcas y otros locales altamente enfocados a la calidad e imagen del producto.

2.1 Producto

El sector metalmecánico en la industria colombiana ha demostrado obtener una gran participación a lo largo de los años haciendo entender que el mundo actual debe crear empresas altamente

competitivas y que permitan satisfacer a cabalidad todas las necesidades y expectativas de los clientes. La industria siderúrgica y metalmeccánica es la tercera por peso del total del PIB manufacturero colombiano, y es representada de acuerdo a las siguientes cifras:

- El 11, 6% hace parte de toda la producción manufacturera
- La producción siderúrgica ocupa el mayor valor (36, 2%) y le sigue la metalmeccánica con 24%, 6% y luego las maquinarias y aparatos de usos doméstico.
- En empleo, la cadena aporta el 13, 44% del total manufacturero y el 12, 12% de todas las ventas. A nivel de número de establecimientos, de 6. 395 con que cuenta la industria, 1.21 5 son de esta cadena productiva.
- La producción real para el 2010 creció en 20, 7%, mientras que el año anterior había decrecido en - 21, 8%.
- Sobre capacidad instalada, se evidencia como la industria hoy utiliza más del 70%, lo que le da margen para crecer dentro de la actual estructura de costos.
- Para el 2009 se ha presentado un cambio de tendencia de las exportaciones, ya que en los primeros años de la década, el 46% de las exportaciones era extra regional, lo cual cambió radicalmente y hoy representa el 57%

2.2 Oferta

La oferta de este producto, hablando del producto de alta calidad y sin incluir los productos sustitutos; es dependiente de la demanda debido a que la producción se hace únicamente bajo pedido ya que cada cliente tiene sus requerimientos específicos cuyas dimensiones varían siempre y al ser un producto al que se encajan otros productos comentarios cada milímetro hace diferencia.

2.3 Demanda

El sector del acero, metalmeccánico representa el 14% del PIB industrial nacional y el 2,5% del PIB es generado por el subsector de las estructuras metálicas. En cuanto a empleo, la metalmeccánica genera 94. 930 puestos de trabajo, de los cuales 16.300 son solo de estructuras metálicas, 37. 000 si se le suman las materias primas, lo que representa que el sector tiene el 17% de los 94. 300 empleos y el 2% del total del sector industrial. (Dinero, 2017)



Figura 1 Participación empresa Metal mecánica en el sector industrial

Cómo se evidencia en la Figura 1 el sector metalmeccánico ocupa el 14% en el PIB Industrial, en el sector que se encuentra la empresa se logra identificar la existencia de otras industrias con la misma actividad económica, siendo competencia directa en el manejo de productos metálicos, sin embargo, desde un punto de vista general estas industrias no están enfocadas en la calidad y estética del producto, que si presenta la Industria Metálica Josan SAS dando un parte de ventaja frente a las demás.

2.4 Distribución

La distribución tiene tres métodos que dependen del convenio al que se llegue con el cliente y de las dimensiones del producto; la primera opción es que el cliente recoja el producto terminado en la bodega y se haga cargo del transporte hasta la ubicación en la que lo requiera; la segunda opción aplica para cuando se acuerda con el cliente entregar el producto en un punto determinado, siempre que las dimensiones del producto sean menores a 1,80 metros por 2,80 ya

que esta es la capacidad del camión de la empresa, en caso de que el producto tenga mayores dimensiones se deberá contratar con un proveedor de transporte de carga.

3 Planteamiento del problema

La Industria Metálica Josan S.A.S se ha caracterizado por proporcionar a sus clientes productos de la más alta calidad cumpliendo en gran medida sus expectativas, sin embargo, durante las visitas realizadas se han identificado problemáticas en cuanto a sus métodos o procesos productivos que perjudican notablemente su sistema de producción, generando demoras en la fabricación, reprocesos y en algunas ocasiones pérdida total de la materia prima, esto se debe en gran medida a que actualmente las actividades improductivas como transportes, almacenamientos y demoras suman en promedio un 42,6% en las labores a realizar durante la fabricación de los productos analizados lo cual claramente afecta la economía de la empresa y desencadena dificultades que terminan desmejorando su imagen corporativa por la insatisfacción del cliente.

Atendiendo a la información del gerente Jhon Santamaría, durante el último semestre ha sido necesaria la re- fabricación total de 4 productos pues se han presentado inconvenientes durante su proceso de fabricación, el resultado es el incumplimiento a las especificaciones técnicas del cliente por lo cual, y con el ánimo de mantener su compromiso de calidad fue necesaria esta labor generando sobre costos por pérdida de materia prima y mano de obra.

Así mismo, se ha identificado mediante visitas periódicas a la planta, falencias en cuanto a los métodos de trabajo, además de ser evidente la baja eficiencia en los procesos al contar con material faltante para producir o en ocasiones demasiado material que afecta el correcto avance de las actividades laborales, sin olvidar que no se cuenta con espacios específicos y demarcados para el material restante y herramientas lo cual genera demoras en el desarrollo de actividades

Gran parte de la ineficiencia en la compañía se atribuye a una incorrecta planeación de las áreas productivas puesto que se evidencian problemas como el almacenaje que no facilitan las labores a los operarios, además de elevar los esfuerzos físicos, desplazamientos y áreas improductivas, es por esto que es necesaria la evaluación de herramientas propuestas por la filosofía Lean Manufacturing que permitan aumentar la productividad, disminuyendo los desperdicios así como los tiempos y esfuerzos que actualmente tienen que realizar los colaboradores al contar con una distribución y administración en planta improductiva.

3.1 Pregunta de investigación

¿Es posible mejorar el proceso productivo de la Industria Metálica Josan SAS mediante la implementación de herramientas de ingeniería industrial?

3.2 Alcance

Para garantizar el desarrollo de esta propuesta de investigación, se diseñaron y plantearon mejoras basadas en el estudio de técnicas de trabajo apoyadas en la filosofía Lean Manufacturing, aplicándolas al sistema productivo de la Industria Metálica Josan S.A.S., teniendo en cuenta el sistema inicial de la empresa, se realizó un estudio de dicho proceso identificando aquellas actividades susceptibles de mejora buscando la reducción de los desperdicios, la disminución del tiempo de producción y de las distancias recorridas en la fabricación de un producto por medio del ajuste de los métodos de trabajo y la aplicación del LM.

Teniendo en cuenta que la gestión efectiva del sistema productivo de una empresa aporta innumerables ventajas, la presente investigación centra su interés en el análisis, estudio y recolección de información con el fin de aplicar herramientas de análisis y mejora de los métodos de trabajo e implementación de LM, principalmente la herramienta de las 5'S aplicándola al proceso productivo de la empresa desde su definición, sensibilización, formación, implantación y seguimiento para desarrollar sus respectivas mejoras, con el fin de lograr una mayor productividad dentro de las áreas de trabajo como consecuencia de un lugar de trabajo más organizado y limpio.

3.3 Georreferenciación

Industrias Metálicas Josan SAS, se encuentra ubicada en Colombia, Bogotá D. C., específicamente en el barrio los Fundadores, bajo la siguiente dirección: Cra 69a # 21a-16, esta ubicación presenta beneficios frente a su localización ya que se encuentra en cercanías a vías de gran importancia para la ciudad como se evidencia en la Figura 2, limitada por la av. primera de mayo, Av. Boyacá y la carrera 68.

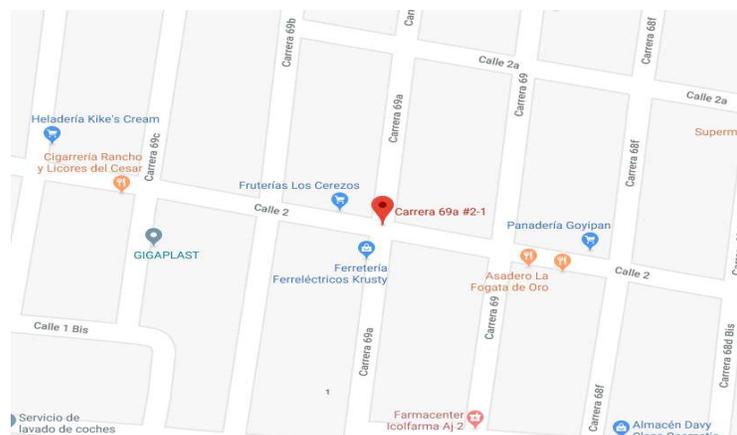


Figura 2. Ubicación de la empresa. Nota: Google Maps.

Teniendo en cuenta lo anterior, la ubicación no aporta gran ventaja a la empresa frente a la adquisición de materias primas ya que gran parte de sus proveedores se encuentran a una distancia considerable, de modo que la adquisición de dichos elementos y su puesta en la empresa debe ser con anticipación para lograr un tiempo de entrega óptimo, cabe destacar que las vías de acceso son arterias viales para la ciudad lo cual en algunos horarios presentan gran fluidez generando una respuesta oportuna a los requerimientos de la empresa; en todo caso la empresa cuenta con una gran oportunidad de negocio gracias a los establecimientos comerciales e industriales presentes en la zona que requieren de servicios o productos relacionados con el campo metalmeccánico.

Por otra parte, en el marco de georreferenciación se logra identificar la existencia de otras industrias con la misma actividad económica, siendo competencia directa en el manejo de productos metálicos, sin embargo, desde un punto de vista general estas industrias no están enfocadas en la calidad y estética del producto, que si presenta la Industria Metálica Josan SAS dando un parte de ventaja frente a las demás.

3.4 Limitaciones de la investigación.

Durante el desarrollo de la investigación existe la posibilidad de que surjan limitaciones que restrinjan en alguna medida el diagnóstico de la empresa, debido a la imposibilidad de adquirir información que la gerencia considere confidencial, como secretos de producción e información referente a sus actividades financieras y comerciales.

Igualmente, durante la ejecución del proyecto la principal limitación es la eventualidad de una situación en la que la gerencia no implemente las propuestas resultantes de la investigación debido a circunstancias o enfoques que no se alineen con los intereses de la empresa, es decir, que sus objetivos o prioridades en el momento no sean la implementación de mejoras si no la evolución en otros sectores productivos.

Debido a que no se tiene un producto estandarizados ni de producción constante ya que los proyectos se realizan bajo pedido, es posible que se dificulte recoger datos de los proyectos y relacionarlos entre sí, lo cual puede interferir en los resultados, sin embargo, se ha establecido técnicas entre los integrantes del proyecto y los empleados de la compañía de modo que funcionen como complemento en la adquisición de información confiable y veraz de los diferentes procesos.

Por otra parte, existen variables a tener en cuenta durante la ejecución de la investigación como lo son la temporada y la adquisición de materias primas ya que pueden incluir variaciones en los datos, sin embargo, el análisis, investigación y trabajo de campo cuenta con el soporte necesario para garantizar la confiabilidad de los datos teniendo en cuenta el período de ejecución del mismo.

4 Objetivos

4.1 Objetivo general:

Diseñar un plan de mejora para los procesos productivos de la Industria Metálica Josan S.A.S mediante la implementación de herramientas de ingeniería industrial.

4.2 Objetivos específicos:

- Determinar la situación actual de la empresa mediante mecanismos de diagnóstico que permitan evidenciar las problemáticas presentes en el proceso productivo.
- Identificar aquellas actividades que no generan valor al producto mediante la evaluación del sistema productivo y cada uno de los procesos que lo componen, de modo que permita determinar la herramienta de ingeniería más apropiada para su manejo.
- Proponer herramientas de ingeniería industrial tomando como base el estudio de métodos y el Lean Manufacturing con el fin de gestionar los problemas identificados buscando reducir o eliminar los desperdicios del proceso productivo
- Elaborar un análisis de los beneficios esperados tras emplear la propuesta de mejora en la empresa.

5 Marco referencial

5.1 Antecedentes investigativos Lean Manufacturing en empresas metalmecánicas

Tabla 1.

Antecedentes investigativos.

¿Qué?	¿Quién?	¿Dónde?	¿Cuándo?
MEJORAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE SPOOLS EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA USANDO LA MANUFACTURA ESBELTA	Córdova Rojas, Frank Pablo	Universidad Católica	2013-08-26
DISEÑO DE UN PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS APOYADO CON MANUFACTURA ESBELTA	Haydee Mariel Monge Córdova José Arturo Reyes Cerritos José Moisés Rodríguez Romero	San Salvador	Agosto de 2007
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDUACERO CIA. SAS. EN BASE AL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S Y VSM , HERRAMIENTAS DE L LEAN MANUFACTURING	Concha Guaila Jimmy Gilberto Barahona Defaz Byron Iván	Ecuador	2013
PROPUESTA DE REDUCCIÓN DEL RETRASO DE PRODUCTOS TERMINADOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA MEDIANTE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES Y HERRAMIENTAS LEAN	Edison Yordano Hernández Quispe	Lima Perú	2014

Nota: Creación propia.

5.2 Marco teórico

5.2.1 Historia y origen del Lean Manufacturing

La terminología del Lean Manufacturing o también llamada producción esbelta inicia por medio del sistema de producción Toyota (STP), con el propósito principal de eliminar, a través de actividades de mejora continua, los desperdicios encontrados en la compañía.

Uno de los personajes más importantes en la creación de la manufactura esbelta fue Sakichi Toyoda que inició su empresa fabricando telares manuales, en la que desarrollo una de las primeras herramientas Lean, “Poka Yoke” o “a prueba de error” (Villaseñor & Edber, Manual Lean Manufacturing Guia Basica, 2009). Su hijo Kiichiro con el tiempo implementó y mejoró lo que actualmente es Toyota, siguiendo la filosofía de su padre y aportando sus propias innovaciones como el Just In Time o el Kanban. Eji Todoya, sobrino de Sakichi ayudó a la compañía, creando métodos más eficientes en la producción, eliminando todo aquello que no añade valor al producto.

Toyota también adoptó ideas desarrolladas por Henry Ford y Edwards Deming, para mejorar generar nuevas herramientas enfocadas en la producción y en la calidad como: Kaizen, sistema push, sistema pull para complementar el sistema de la producción esbelta.

El objetivo fundamental de esta filosofía es garantizar bajo los parámetros de calidad el aumento de productividad y la satisfacción del cliente, disminuyendo aquellos costos que no generan valor al cliente, aprovechando al máximo el tiempo y la capacidad de los trabajadores con el fin de crear e incentivar mayor participación en la mejora continua de cada área en la empresa.

5.2.2 Herramientas Lean Manufacturing

De acuerdo con (Rajadell & Sánchez, 2010) para la implantación del Lean Manufacturing es necesario la aplicación, conocimiento y manejo de ciertas herramientas, conceptos y técnicas relacionadas con dicha filosofía ya que estas permitirán cumplir a cabalidad el objetivo del Lean Manufacturing, los tres pilares son: Kaizen (mejora Continua), Control total de la calidad (garantizar el cumplimiento de las necesidades de los clientes) y Just In Time (Justo a tiempo).

5.2.2.1 *Kaizen*

Masaki Imai creador de esta metodología define la palabra Kaizen mediante la conjunción de dos palabras, *Kai* “cambio” y, *Zen* “para mejorar”, de este modo se puede decir que la palabra *Kaizen* significa “Cambio para mejorar” comúnmente conocido como “Mejora continua”; el Kaizen es la ejecución progresiva de pequeñas mejoras que generan una mejora considerable de la organización, realizadas por todos los implicados en la organización sin importar su posición jerárquica logrando identificar las falencias o problemas para su posterior análisis e intervención en búsqueda de una mejora.

La Diferencia entre Kaizen e innovación es el nivel de mejora, la innovación genera un gran cambio en un área específica, generalmente realizada por expertos mientras que la metodología Kaizen, proporciona pequeñas mejoras graduales mediante la aplicación de tres componentes; “la percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas) y finalmente, tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto” (Rajadell & Sánchez, 2010, pág. 12).

5.2.2.2 *5'S*

Las empresas en la actualidad entienden que el cliente es la razón principal en el trabajo y el enfoque de la mejora continua, este concepto surge de Japón del pensamiento filosófico de Gemba Kaizen: “Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy”. La función de esta herramienta consiste que “las S son cinco palabras japonesas que empiezan con la letra S y están relacionadas con lograr grandes mejoras en la empresa, sin importar el área de trabajo” (Villaseñor & Edber, Sistema 5S's Guía de implementación, 2011). El objetivo es estandarizar, mejorar las condiciones de la empresa, manejar mayor orden y limpieza en cada área de trabajo, esta herramienta consiste en manejar 5'S los cuales son: Seiri, seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Al implementar cada S consiste en una actividad diferente que permite mayor orden, limpieza, disciplina y mejoramiento en las áreas de trabajo así como el ambiente laboral.

El procedimiento que se realizará a cada S es:

1. Seiri (Clasificación): se aplicara a las áreas productivas, identificando que recursos o herramientas son estrictamente necesarios para las actividades que se realizan en el

área y de este modo clasificar las necesarias y retirar a un espacio adecuado aquellas que no lo son.

2. Seiton (Organización): se identificarán las herramientas o artículos presentes en la planta con el fin de organizarlas según su necesidad, de este modo facilitar su uso y localización.
3. Seiso (Limpieza): se identificará toda fuente de suciedad y contaminación manteniendo el área, herramientas y equipos en óptimas condiciones, esto con el fin de minimizar los defectos de calidad y pérdidas importantes de tiempo al no contar con recursos listos para su uso.
4. Seiketsu (Estandarización): estandarizar las operaciones o procesos que sean necesarios para minimizar los errores productivos, acciones innecesarias o pérdidas de calidad, con el fin de aumentar la efectividad de los procesos
5. Shitsuke (Disciplina): es uno de los pasos finales para concretar esta herramienta consiste en realizar capacitaciones en los métodos anteriores a cada trabajador.

5.2.2.3 Poka-Yoke

Actualmente las empresas tienen como objetivo reducir cualquier tipo de error que radique en inconvenientes para la compañía, la implementación del sistema Poka-Yoke beneficia en gran medida “la producción, porque se enfoca en la mejora continua de la calidad de los productos y servicios, utilizando mecanismos o dispositivos muy simples en la mayoría de los casos y, a veces, implementando automatizaciones para el logro de mejoras de la calidad” (Arrieta, 2011).

Denominado también como “sistema a prueba de error” tiene como la finalidad conservar la calidad y satisfacción de los clientes manteniendo cero defectos y minimizando el tiempo improductivo en el puesto de trabajo, de modo que mejore la productividad y calidad en el producto.

Teniendo en cuenta el sistema de producción de la empresa, es necesaria la aplicación de los siguientes elementos:

1. Inspección en la fuente: Se determina en las áreas de trabajo aquellos factores que pueden causar los errores y como consecuencia produce el defecto del producto.

2. Control de factores: Se determina aquellos dispositivos o mecanismos que eviten la ocurrencia de un error, así se obtendrá una alerta donde se informe cuando se detecte una condición anormal.
3. Acción inmediata: Este elemento determina que el operador al detectar un parámetro que es anormal debe estar en la capacidad de tomar las acciones necesarias que permitan detener el proceso que genera errores y solucionar los mismos

5.2.3 Métodos de trabajo

Actualmente cualquier empresa que desea ser competitiva necesita aplicar diversos mecanismos que la impulsen a ser más productiva, de este modo es precisa la aplicación de estudios, metodologías y herramientas que permitan elevar dicha productividad mediante la disminución de tiempos, movimientos y mejoramiento de procesos que permitan dar un uso más eficiente a sus recursos.

Mediante el estudio de los métodos y tiempos de trabajo es posible la identificación de desperdicios o actividades que no generan valor para la compañía lo cual desencadena una pérdida económica considerable al igual que disminuye su competitividad Niebel & Freivalds (2009) dan a conocer los objetivos para el estudio de métodos, estándares diseño de trabajo, los cuales pretenden “1) incrementar la productividad y la confiabilidad en la seguridad del producto y 2) reducir los costos unitarios” (pág. 7), siendo caracteres de gran importancia para cualquier empresa ya que aportan beneficios para su actividad económica y sobre todo su situación financiera teniendo en cuenta que el aumento de su productividad refleja hacer más con menos o por lo menos utilizando los mismos recursos que de igual manera aporta al crecimiento de las utilidades.

Para la ejecución del estudio de métodos de trabajo es necesaria la aplicación de etapas lógicas que permitan el correcto análisis y mejora de los mismos, según (Sánchez, 2013) las etapas básicas del estudio de métodos consisten en

1. Seleccionar: el área de trabajo que va a ser objeto de estudio
2. Registrar (evidencia): realizar la recolección de datos e información pertinente acerca del método actual apoyado en diagramas y procedimientos previamente establecidos
3. Examinar (análisis): analizar la información obtenida junto con el área de trabajo de manera crítica utilizando la técnica interrogativa

4. Idear (síntesis): especular el método más apropiado, práctico, económico y eficaz que permita el mejoramiento del área de trabajo evidenciándolo mediante diagramas y herramientas pertinentes
5. Controlar: el funcionamiento y desarrollo del nuevo método propuesto

Mediante la implementación de estas etapas es posible la creación de nuevos y mejores métodos de trabajo teniendo en cuenta que son implicados diversos factores esenciales en una empresa como lo evidencia (Sánchez, 2013) nombrando la “fisiología del trabajo, los medios de manutención y se utiliza la técnica interrogativa y los principios de economía de movimientos” (p. 157). Estos factores son esenciales ya que son quienes definen la productividad de una empresa y mediante esta la pérdida o ganancia financiera por lo tanto, su manejo y mejoramiento son de vital importancia.

5.2.4 Systematic Layout Planning (SLP)

Esta técnica planteada por Richard Muther busca identificar los problemas presentes en la distribución de plantas para su resolución de manera sistemática y efectiva teniendo en cuenta factores como el flujo de materiales, flujo de producción, relaciones entre actividades, espacios necesarios entre otras, los cuales permiten un análisis completo de las actividades a tener en cuenta durante la planificación de la planta.

Inicialmente, se plantean cuatro fases para la aplicación de esta herramienta las cuales permiten cumplir con los objetivos propuestos por el SLP, estas son:

- Fase I: localización: planteamiento de la ubicación de la nueva planta o en caso de redistribución los cambios a efectuar para su manejo
- Fase II: Plan de distribución general: evidencia general de la posible distribución en planta teniendo en cuenta los recursos iniciales como maquinaria y áreas a organizar
- Fase III: Plan de distribución detallada: especificación de la distribución para cada área presente en la propuesta de diseño
- Fase IV: Instalación: implantación de la propuesta teniendo en cuenta la evaluación efectiva de la propuesta y su aplicación

5.2.5 VSM Value Stream Mapping

Es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas, VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados.

(Leansolutions, 2016)

Para realizar un VSM se deben realizar una serie de pasos de forma sistemática que se describen continuación.

- 1) Identificar la familia de productos a dibujar
- 2) Dibujar el estado actual del proceso identificando los inventarios entre operaciones, flujo de material e información.
- 3) Analizar la visión sobre cómo debe ser el estado futuro.
- 4) Definir el alcance
- 5) Agregar las actividades que realizan el producto o servicio
- 6) Agregar al mapa el flujo de información.
- 7) Anotar la data al VSM (tiempo de ciclo, tiempo de cambio, cantidad de operadores etc...)
- 8) Colocar el inventario y la línea de tiempo

5.3 Marco Legal

A continuación, se presentan diversas normativas proporcionadas por la legislación colombiana con el fin de garantizar un desarrollo óptimo acorde a la ley de la actividad económica para la Industria Metálica Josan S.A.S.

Tabla 2. Normatividad colombiana aplicada a la actividad económica.

Normatividad colombiana aplicada a la actividad económica.

Legislación	Año	Tema	Expedida por
Ley 9	1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias	Congreso de Colombia
Ley 232	1995	Por medio de la cual se dictan normas para el funcionamiento de los establecimientos comerciales	Congreso de Colombia
Ley 46	1988	Por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres	Congreso de Colombia
Ley 100	1993	Por la cual se organiza el sistema de seguridad social integral.	Congreso de Colombia
ley 776	2002	Por la cual se dictan normas sobre la organización, administración y prestaciones del Sistema General de Riesgos Profesionales	Congreso de Colombia
Decreto 2222	1993	Prevención y control de incendios	Presidente de la republica de Colombia
Decreto 1295	1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales	Ministro De Gobierno De La República De Colombia
Resolución 2400	1979	Se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.	Ministerio de trabajo y seguridad social

Nota: Creación propia.

De igual manera es importante evidenciar la normativa referente al cuidado y protección del medio ambiente otorgada por la legislación colombiana, de este modo la Industria Metálica Josan S.A.S aplica dicha normativa con el fin de ejercer su actividad económica.

Tabla 3.

Legislación ambiental para la actividad económica.

Legislación	Año	Tema	Expedida por
Ley 55	1993	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo	Congreso de Colombia
Decreto 948	1995	Prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire	Presidente de la republica de Colombia
Decreto 4741	2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral	Presidente de la republica de Colombia
Decreto 2811	1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Presidente de la republica de Colombia
Resolución 627	2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.	Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial

Nota: Creación Propia

6 Marco Metodológico

6.1 Tipo de investigación

La propuesta de mejora de procesos productivos bajo los principios del Lean Manufacturing para la Industria Metálica Josan S.A.S es una investigación mixta; que tiene un enfoque principalmente cuantitativo, ya que se busca a través de la lógica, el razonamiento deductivo y el manejo matemático de los datos aplicando fórmulas de ingeniería industrial propias de las asignaturas que cursamos en la carrera para evaluar las propuestas de mejora que tengan un impacto en el tiempo de ejecución y la cantidad de desperdicios del proceso de producción pero también es en parte cualitativa por el uso de técnicas subjetivas como entrevistas, encuestas entre otras herramientas para obtener la información por parte de los empleados de la empresa frente al problema de investigación planteado en el presente proyecto.

Además, es una investigación experimental que aunque describe la situación actual de la empresa, lo hace con el propósito de establecer la relación causa-efecto entre las propuestas desarrolladas bajo la filosofía de LM y su posible efecto en la empresa Josan.

6.2 Tamaño poblacional y muestra

Para la presente investigación realizada en la Industria Metálica Josan S.A.S se identificó como población la planta de producción de la empresa y sus diferentes áreas como lo son almacenamiento, corte, pulido, soldado, mecanizado, armado teniendo en cuenta que hacen parte del objeto de investigación y son aquellas en las que se buscó realizar la mejora.

6.3 Proceso metodológico

La metodología del proyecto está dividida por fases; la primera fase corresponde al diagnóstico y descripción del proceso de producción en el cual se detalla el proceso de producción de 4 productos que son representativos ya que son los productos que más demanda tiene la empresa teniendo en cuenta que varía sus dimensiones, además basados en su proceso de producción en cuanto recorrido, tiempo de fabricación y áreas de la empresa requeridas son similares para su elaboración; en los cuales fuera posible registrar las distancias recorridas, los tiempos, detalles de la operación que fueran susceptibles de mejora y que se realizarán con mayor frecuencia,

registrando el paso a paso del proceso de fabricación inicial, el personal, las herramientas y las máquinas que intervienen junto con los problemas u opciones de mejora que se identifiquen en cada etapa del proceso.

En la segunda fase, se procede a identificar las herramientas de ingeniería industrial que pueden solucionar o minimizar el problema encontrado para cada caso específico basándose en los diferentes autores del tema, los conocimientos obtenidos durante la carrera y otras investigaciones que se hayan realizado para la resolución de la respectiva oportunidad de mejora; allí se utilizarán diagramas de causa- efecto, árbol de problemas, Kanban, entre otras, de modo que permita identificar las actividades que al evaluar e intervenir tengan mayor impacto en el proceso.

En la tercera fase se plantea el análisis de la herramienta contrastándola con la problemática para establecer el plan de mejora general para la empresa pero también el específico de cada área y así proponer la ejecución que permite desarrollar al máximo el potencial de cada herramienta aplicada.

6.4 Instrumentos de recolección de información

Para este trabajo de investigación se usaran las siguientes herramientas para la recolección de la información:

En primera instancia y como fuente principal, se usó el diagnóstico LM, cursogramas analíticos y diagramas de recorrido, se aplicaron entrevistas a los colaboradores de la industria Metálica Josan para evaluar y determinar la perspectiva, propuestas de mejora y puntos de vista que pueden aportar a la investigación, teniendo en cuenta la interacción directa de los operarios con su área respectiva, para obtener información más exacta y específica acerca de la labor o proceso a cargo, de igual manera es útil para el afianzamiento de conocimientos y teorías que se desprenden de la investigación, estas entrevistas se realizaron de manera esporádica de acuerdo a la información que se desea conocer o confirmar.

Por medio de la observación se buscó obtener un punto de vista personal frente al problema planteado; el análisis visual a la empresa se realiza mediante visitas periódicas a la planta productiva siguiendo el cronograma de actividades propuesto para cada etapa de la investigación dónde se complementará con formatos de adquisición y ordenamiento de información.

Datos secundarios: teniendo en cuenta la importancia de esta estrategia propuesta por (Hernández & Fernández Carlos, 2010) los datos secundarios se tomarán de investigaciones, registros, documentos etc., de personas cuyas exploraciones se referencien en industrias metalmeccánicas o sobre Lean Manufacturing de modo que aporten pautas que permitan dirigir y tomar medidas acordes a la investigación.

7 Diagnóstico inicial

Se realizó una visita inicial con el fin de observar algunas falencias presentes en la metodología de producción que podrían perjudicar considerablemente la operación, al generar excesos de inventario, demoras, transportes innecesarios, reprocesos afectando económicamente a la empresa. Para identificar más específicamente estos defectos, se recurrió a la realización de una evaluación de diagnóstico Lean Manufacturing tomada del libro “Manual de Lean Manufacturing Guía básica 2da edición” (Villaseñor & Galindo) el cual está compuesto por una lista de las principales herramientas de esta filosofía, clasificando cada una en 4 niveles y las características que debería tener la empresa para estar en cada uno de ellos siendo 1 el nivel más bajo de aplicación de la herramienta y 4 el máximo nivel de aplicación (Anexo 1).

Para el diagnóstico se buscó obtener 3 puntos de vista diferentes, el de un operario dado que es quien pasa la mayor parte del tiempo en la planta de producción y tiene un contacto directo con los procesos de producción, además conocen los detalles y problemas que se presentan actualmente; la segunda se prefirió que la realice una persona en representación de la administración, quienes conocen el proceso de producción desde un aspecto globalizado y conoce más en detalle la programación de la producción, capacidades y limitaciones de la empresa, en este caso se escogió al jefe de producción; en cuanto a la tercera evaluación, se consideró necesaria la visión de un tercero que no se sintiera comprometido para evaluar negativamente en los aspectos que lo requirieran y además viera la operación desde un ángulo diferente a las 2 realizadas a empleados de la empresa, en este caso la realizaron en conjunto los 3 estudiantes que desarrollan el presente proyecto. Como se refleja en la Tabla 4, se determinó que la mejor ponderación debía tenerla el operario al que se le otorgó el 45%, seguido por el jefe de planta a quien se le asignó un 35% y finalmente los estudiantes con el 20%. Al final, se realiza la suma ponderada por herramienta y el total para determinar el valor base y realizar la misma evaluación una vez desarrollado el proyecto para realizar el comparativo y determinar los efectos de las actividades realizadas y las mejoras aplicadas.

Tabla 4.

Cercanía del evaluado con el proceso de producción.

Evaluado	Operario	Jefe de producción	Estudiantes
Ponderación	45%	35%	20%

Nota: Creación propia

Con la limitación de tiempo que se cuenta para la realización del proyecto, se determinó que no sería posible realizar un plan de mejora para aplicar todas las herramientas relacionadas en el diagnóstico LM, ni desarrollarlas en todas las áreas o procesos de la empresa por lo que se seleccionaron 8 herramientas principales en las cuales se enfocarían las mejoras (Tabla 5) pero además, se requería identificar aquellos procesos que tuvieran una mayor participación de tiempo en la elaboración del producto; teniendo en cuenta que Metálicas Josan realiza proyectos bajo pedido y que estos pueden presentar ciertas variaciones entre sí, se seleccionaron 4 proyectos considerando que son representativos ya que son los productos que más demanda tiene la empresa teniendo en cuenta que varía sus dimensiones, además basados en su frecuencia de fabricación y similitud con otros proyectos con ciertas variaciones pero tomando en cuenta el recorrido, procesos, duración y áreas de la empresa requeridas para su elaboración se identifican con los demás. (Tabla 6), en los cuales fuera posible registrar las distancias recorridas, los tiempos, detalles de la operación que fueran susceptibles de mejora y que se realizarán con mayor frecuencia. Para apoyar este proceso, se elaboró un formato de cursograma analítico, para plasmar las actividades que componen el proceso de producción y que facilitará identificar las operaciones, inspecciones, demoras, transportes y almacenamientos que componen el proceso de fabricación de estos 4 proyectos, además de los tiempos y distancias de cada uno.

De igual forma y con el fin de tener una visión más clara del estado actual de la empresa se realizó un VSM (value stream mapping) para de esta manera identificar las falencias y desperdicios identificados durante el proceso productivo, allí se presentan aquellas mudas, reprocesos y demoras entre otras actividades susceptibles a mejora, las cuales serán atacadas mediante las diferentes acciones de mejora propuestas en el desarrollo de la presente investigación (ver figura 3)

Tabla 5.

Herramientas en las que se enfoca el proyecto.

Herramienta	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	Operario	Jefe de planta	Estudiantes	INICIAL
5S	Planta desorganizada y sucia	Limpieza buena pero sin orden	Buena limpieza y organización. Se da entrenamiento de 5S	Se mantiene la limpieza y la organización; hay auditoria y entrenamiento de 5S en todas las áreas	2	2	1	1,8
FABRICA VISUAL	No existen los indicadores visuales, los problemas no se detectan	Se cuenta con indicadores por áreas, como indicadores de nivel de aceite, pasillos y flujos	hay indicadores visuales estandarizados y se aplican en todas las áreas	La instalación es la mejor que se haya visto en cuanto a información y señalización en su vida	1	1	1	1
ANÁLISIS CR	Arreglo superficial de los problemas y en forma reactiva	Se utiliza en problemas grandes y repetitivos, principalmente en rechazos del cliente	Se analizan problemas relacionados con la producción	Todos los problemas se atienden identificando y eliminando la causa de raíz	1	1	1	1
FLUJO DE MATERIAL Y ENTREGA DE MATERIALES	Uso de tarimas y diablitos para transportar el material	El material se entrega sin control y en cajas, no hay ruta de surtido	El material se entrega por uso diario existen rutas de surtido	El material se entrega por sistema, surtido varias veces al día, con una ruta definida y con horarios establecidos para cumplir el takt time	2	2	2	2
8 DESPERDICIOS	El desperdicio es excesivo en todas las áreas de la planta	El desperdicio es poco comentado y se limita a ser tratado en proyecto de gran escala	Existen sistemas que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios	Su eliminación es una rutina normal, los niveles de desperdicios son bajos	2	2	1	1,8
KAIZEN	La mejora continua ocurre en la alta gerencia o ingeniería; solo para proyectos de gran escala	La alta gerencia e ingeniería están dedicadas al tipo de progreso que da la mejora continua	Existe la mejora continua o un sistema de sugerencias; el cambio es responsabilidad de un departamento	Se considera al kaizen parte del trabajo y se lleva cabo por todos los compañeros del equipo	2	1	2	1,65
DESEMPEÑO	No hay interés del personal, no hay trabajo en equipo	Comunicación solo en juntas; se pueden formar equipos	Equipos conocen y entienden los medibles	Los equipos son autodirigidos y responsables por su desempeño	3	3	1	2,6
TRABAJO ESTÁNDAR	Indefinido	Definido, no siempre seguido	Definido, usado por los operadores	Usado y revisado semanalmente	1	1	1	1
SUMATORIA					14	13	10	12,85
PROMEDIO					1,8	1,6	1,3	1,6

Nota: adaptado de (Villaseñor & Edbler, Manual Lean Manufacturing Guia Basica, 2009)

Tabla 6.

Proyectos evaluados.

PROYECTO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ANÁLISIS
MAC	Exhibidor de cosméticos	FEBRERO 2018
CAROLINA HERRERA	Exhibidor de calzado	FEBRERO 2018
IMPACT TABLE	Mesa de exhibición	MARZO 2018
BIBLIOTEC	Estructura para biblioteca	MARZO 2018

Nota: Creación propia

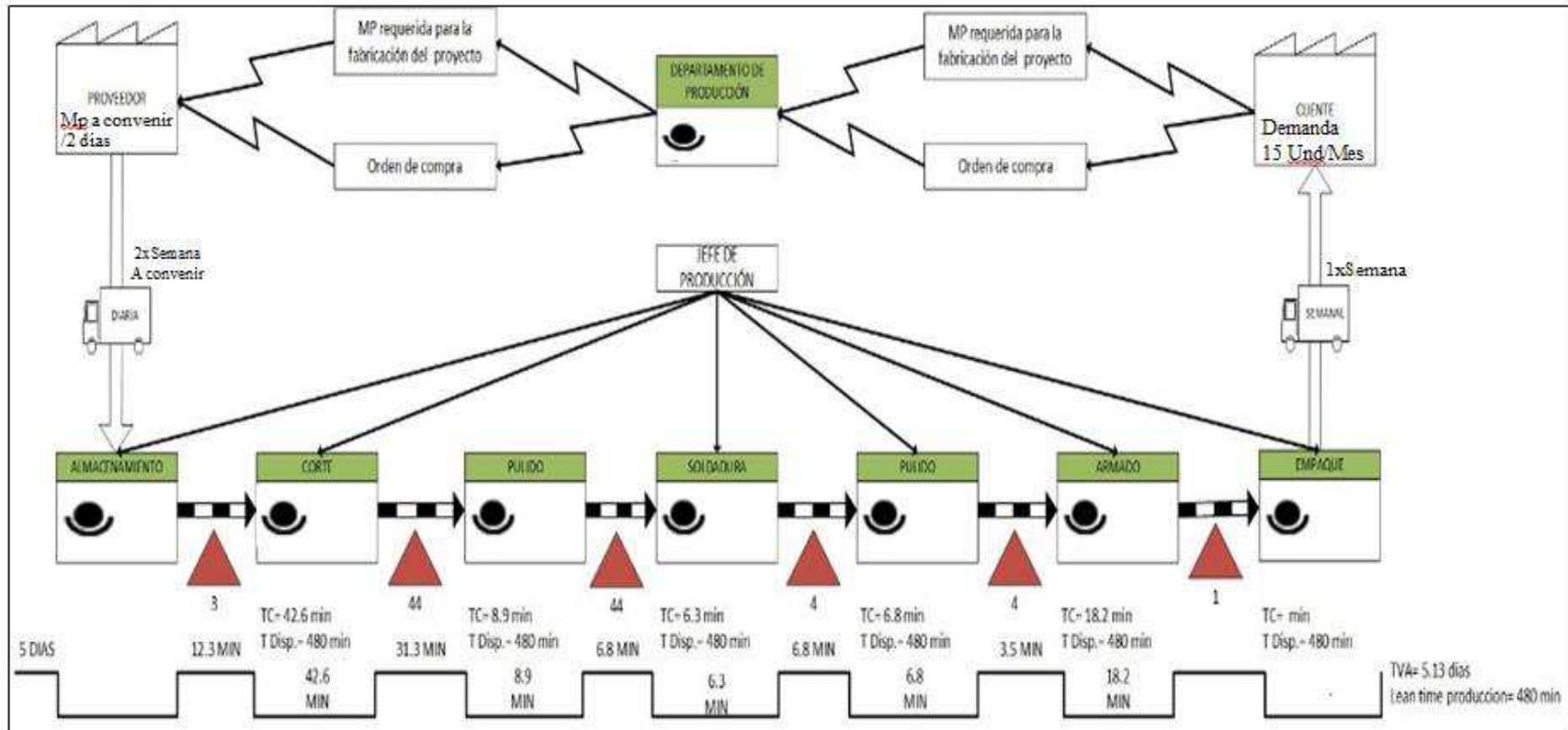


Figura 3. VSM Sistema de producción. Nota: Creación propia

Con esta información y por medio de la observación directa se realizó un análisis de los problemas que afectaban la empresa registrándolos en un diagrama de causa-efecto Figura 4 con el que se identificaron los desperdicios que afectan mayormente a la empresa, para cuantificarlos se realizó un cursograma analítico para cada uno de los 4 proyectos (Figura 5, Figura 7, Figura 9 y Figura 11) y se complementaron con diagramas de recorrido del material (Figura 6, Figura 8, Figura 10 y Figura 12) que permitieron identificar con mayor facilidad cual es el recorrido que realiza la materia prima desde el almacén hasta que se convierte en producto terminado. En los cursogramas se registró la relación de actividades que componen el proceso de fabricación de una unidad de cada proyecto, clasificándolas en operación, inspección, demora, transporte y almacenamiento, se calculó el tiempo acumulado de cada una de estas actividades y el porcentaje de participación respecto a la duración total del proyecto.

Un patrón que se identificó con estos diagramas, es que los transportes ocupan entre el 13% y el 22% del tiempo total de la producción y que estos se deben principalmente a la dificultad para cargar las piezas en proceso, obligando a que se hagan varios recorridos para transportar el material de un área a otra. También se evidencio que en 3 de los 4 proyectos fue necesario dedicar tiempo a la búsqueda de una herramienta y en el caso del proyecto de Islas MAC sucedió en 2 ocasiones situación que se consideró como una oportunidad de mejora ya que es un desperdicio de tiempo que podría eliminarse.

Ante la posibilidad de que surjan otros problemas durante el desarrollo del proyecto se consideró apoyarse en herramientas de diagnóstico como lluvia de ideas, diagrama causa-efecto, los 5 porque, entre otras, que permitan y refuercen el proceso de análisis para la resolución de los problemas.

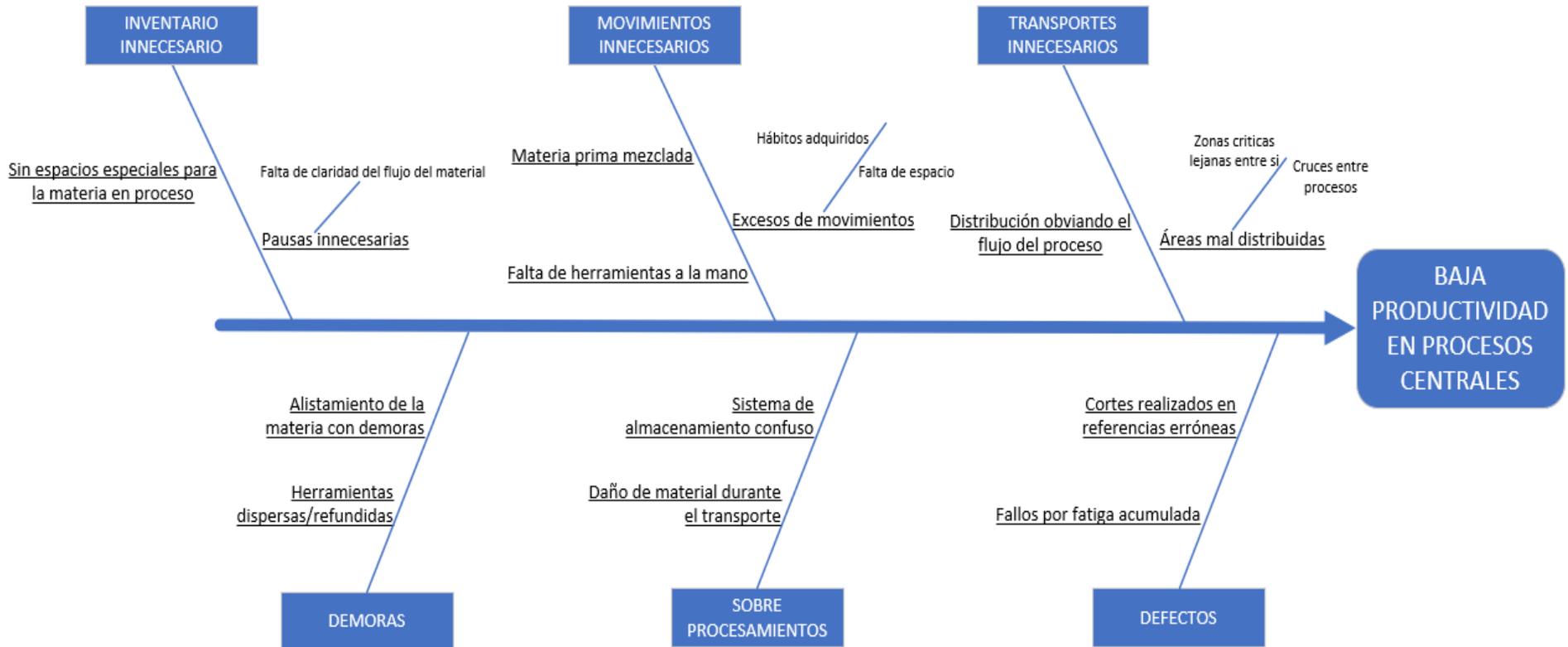


Figura 4. Diagrama Causa-Efecto.

Nota: Creación propia

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación Islas para la presentación de cosméticos	Actividad					Diagrama N° 1		
		○	Operación	◐	Espera/Demora	Almacenamiento			
Fecha	10/02/2018	◻	Inspección	➡	Transporte	▽			
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones
		○	◻	◐	➡	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)	
1	Análisis de planos y medidas		x				6,0 Min		
2	Alistamiento materia prima	x					9,3 Min		Se selecciona y alista la materia prima para llevar al área de corte
3	Transporte de material al área de corte				x		5,3 Min	18,40 M	Se lleva la materia prima en 3 etapas (mas 2 movimientos de regreso) 3,68 m * 5 recorridos
4	Revisión de medidas		x				5,1 Min		
5	Corte de pieza	x					25,0 Min		Se realiza la primera parte de los cortes necesarios para la fabricación de la Isla
6	Transporte de pieza				x		5,6 Min	91,80 M	Lleva las 10 piezas realizando 15 movimientos, cada uno con un desplazamiento de 6,12 m
7	Almacenamiento previo					x	13,0 Min		Se almacena el material mientras se terminan de realizar los demás cortes
8	Transporte de piezas al área de armado				x		6,3 Min	117,00 M	Lleva las 10 piezas realizando 15 movimientos, cada uno con un desplazamiento de 7,8 m
9	Medición de piezas		x				5,6 Min		
10	Armado	x					11,9 Min		
11	Búsqueda de herramientas			x			14,9 Min	68,8 M	El operario se desplaza por la planta en busca de una escuadra
12	Armado	x					13,4 Min		
13	Búsqueda de herramientas			x			2,8 Min	26,3 M	El operario se desplaza por la planta en busca de una lima triangular
14	Análisis estructural y de medidas		x				2,2 Min		
15	Transporte al área de pulido				x		0,6 Min	9,63 M	
16	Pulido del producto	x					12,3 Min		
17	Satinado	x					9,0 Min		
18	Transporte al almacenamiento				x		2,0 Min	12,57 M	
TOTAL	N° de Actividades	6	4	2	5	1	18	344,5 M	
	Tiempo por actividades (Min)	80,8	18,9	17,7	19,8	13,0	150,1 Min		
	Porcentaje Actividad	33,3%	22,2%	11,1%	27,8%	5,6%			
	Porcentaje Tiempo	53,9%	12,6%	11,8%	13,2%	8,7%			

Figura 5 Cursograma inicial Islas MAC

Nota: Creación propia

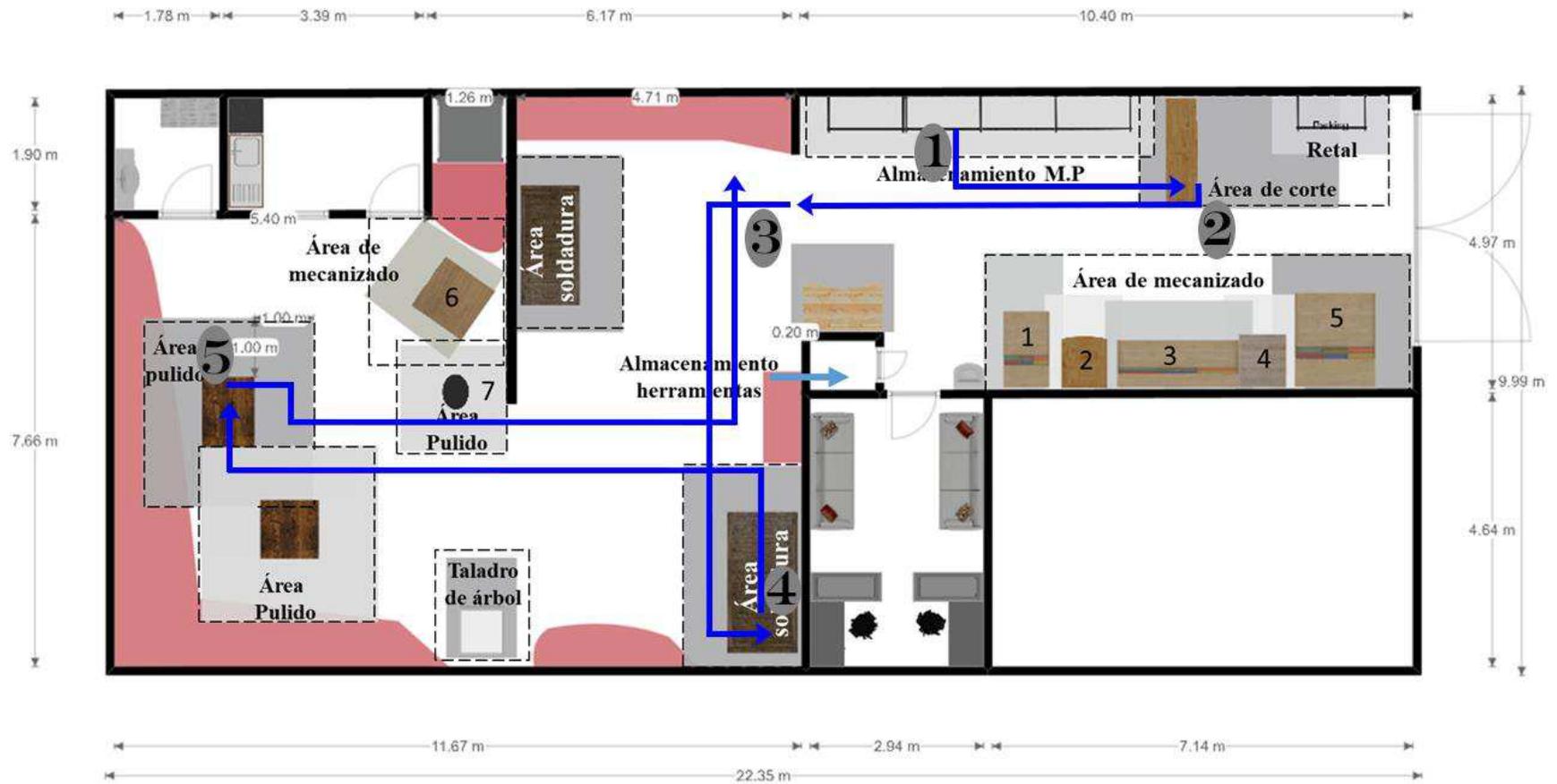


Figura 6 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC

Nota: Creación propia

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación de columnas para exhibición de calzado	Actividad					Diagrama N° 2		
		○	Operación	◐	Espera/Demora	Almacenamiento	▽		
Fecha	24/02/2018	◻	Inspección	⇒	Transporte				
N°	Proceso	Símbolos				Medibles		Observaciones	
		○	◻	◐	⇒	▽	Tiempo (Min)		Distancia (M)
1	Análisis de planos y medidas		x				10,5 Min		
2	Alistamiento de materia prima	x					7,5 Min	E operario no encuentra la referencia de tubo especifica a cortar	
3	Transporte de material al área de corte				x		4,8 Min	18,40 M	El operario llevó el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
4	Alistamiento de maquina			x			8,5 Min		Inconvenientes durante el alistamiento y cambio de pieza para el corte
5	Corte de piezas	x					19,3 Min		
6	Inspección corte		x				3,2 Min		
7	Movimiento material en corte				x		0,3 Min	3,80 M	El operario aparta el material que le esta incomodando
8	Almacenamiento					x	10,5 Min		Se almacena la materia hasta terminar todo el corte
9	Corte de tubos	x					9,3 Min		
10	Transporte al área de pulido				x		13,8 Min	89,65 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 17,93 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
11	Espera de materia prima			x			7,0 Min		
12	Pulido de todos los tubos	x					8,9 Min		
13	Transporte a soldadura				x		6,8 Min	48,50 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 9,7 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
14	Soldado de Angulo	x					6,3 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado
15	Transporte al área de pulido				x		3,6 Min	13,25 M	
16	Pulido de las soldaduras	x					6,8 Min		
17	Transporte al área de armado				x		3,5 Min	13,25 M	
18	Armado del producto	x					18,2 Min		
19	Satinado	x					8,2 Min		
20	Transporte al área de almacenamiento				x		2,8 Min	8,13 M	Es necesaria la ayuda de otro operario para transportar el producto
TOTAL	N° de Actividades	8	2	2	7	1	20	195,0 M	
	Tiempo por actividades (Min)	84,4	13,7	15,5	35,6	10,5	159,7 Min		
	Porcentaje Actividad	40,0%	10,0%	10,0%	35,0%	5,0%			
	Porcentaje Tiempo	52,8%	8,6%	9,7%	22,3%	6,6%			

Figura 7 Cursograma inicial Carolina Herrera

Nota: Creación propia

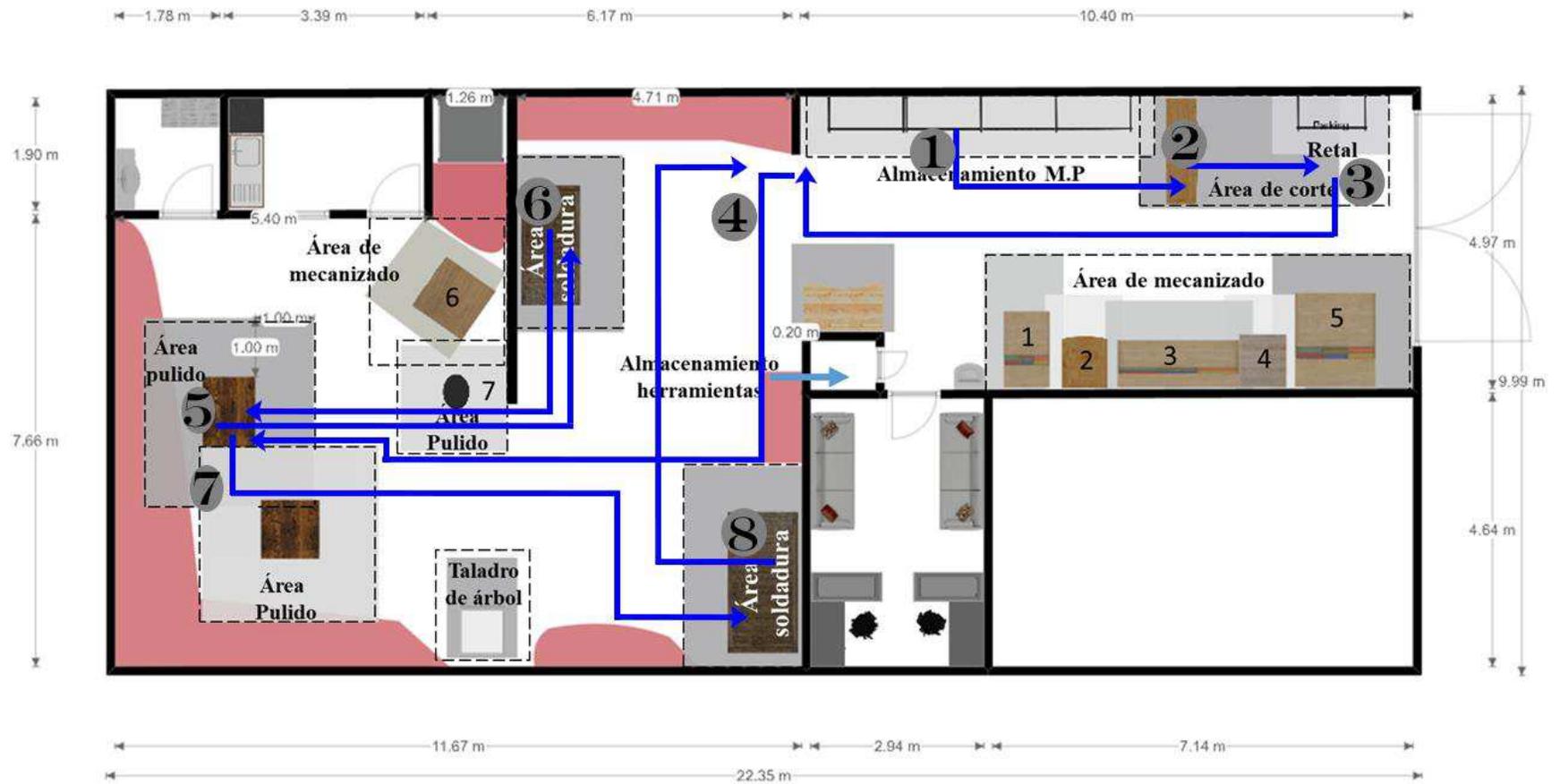


Figura 8 Diagrama de recorrido inicial proyecto Carolina Herrera.

Nota: Creación propia

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S										
CURSOGRAMA ANALITICO										
Proyecto	Fabricación de mesas para exhibición	Actividad					Diagrama N° 3			
		○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento				
Fecha	3/03/2018	□	Inspección	⇒	Transporte	▽				
N°	Proceso	Símbolos				Medibles		Observaciones		
		○	□	D	⇒	▽	Tiempo (Min)			
1	Análisis de planos y medidas		x				10,1 Min			
2	Alistamiento de materia prima	x					5,9 Min			Demoras en la ubicación de la materia prima a cortar
3	Transporte de material al área de corte				x		3,1 Min	11,04 M		El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 3 veces, 2 de ida y 1 de vuelta
4	Alistamiento de maquina			x			9,9 Min			Inconvenientes durante el alistamiento y cambio de pieza para el corte
5	Corte de tubos	x					5,0 Min			Se realiza la primera parte de los cortes necesarios
6	Movimiento material en corte				x		1,6 Min	3,60 M		El operario aparta el material que le esta incomodando
7	Almacenamiento					x	7,9 Min			Se almacena el material hasta terminar todos los cortes
8	Corte de tubos	x					7,4 Min			Se realizan los cortes faltantes
9	Transporte al área de pulido				x		9,5 Min	89,65 M		El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 17,93 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
10	Pulido de todos los tubos	x					5,5 Min			
11	Transporte a soldadura				x		1,6 Min	30,90 M		El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 6,18 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
12	Soldado de piezas	x					2,7 Min			Se suekla tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado
13	Transporte al área de pulido				x		1,4 Min	13,25 M		
14	Pulido de las soldaduras	x					5,0 Min			
15	Transporte al área de armado				x		2,5 Min	13,25 M		
16	Búsqueda de herramienta			x			9,8 Min	84,8 M		El operario no encontró el martillo, tuvo que usar un alicate para ajustar la pieza
17	armado de componentes	x					17,0 Min			
18	Satinado	x					8,6 Min			
19	Transporte al área de almacenamiento				x		2,5 Min	8,13 M		
TOTAL	N° de Actividades	8	1	2	7	1	19	254,6 M		
	Tiempo por actividades (Min)	56,9	10,1	19,7	22,1	7,9	116,6 Min			
	Porcentaje Actividad	42,1%	5,3%	10,5%	36,8%	5,3%				
	Porcentaje Tiempo	48,8%	8,6%	16,9%	18,9%	6,8%				

Figura 9 Cursograma inicial Impac Table

Nota: Creación propia

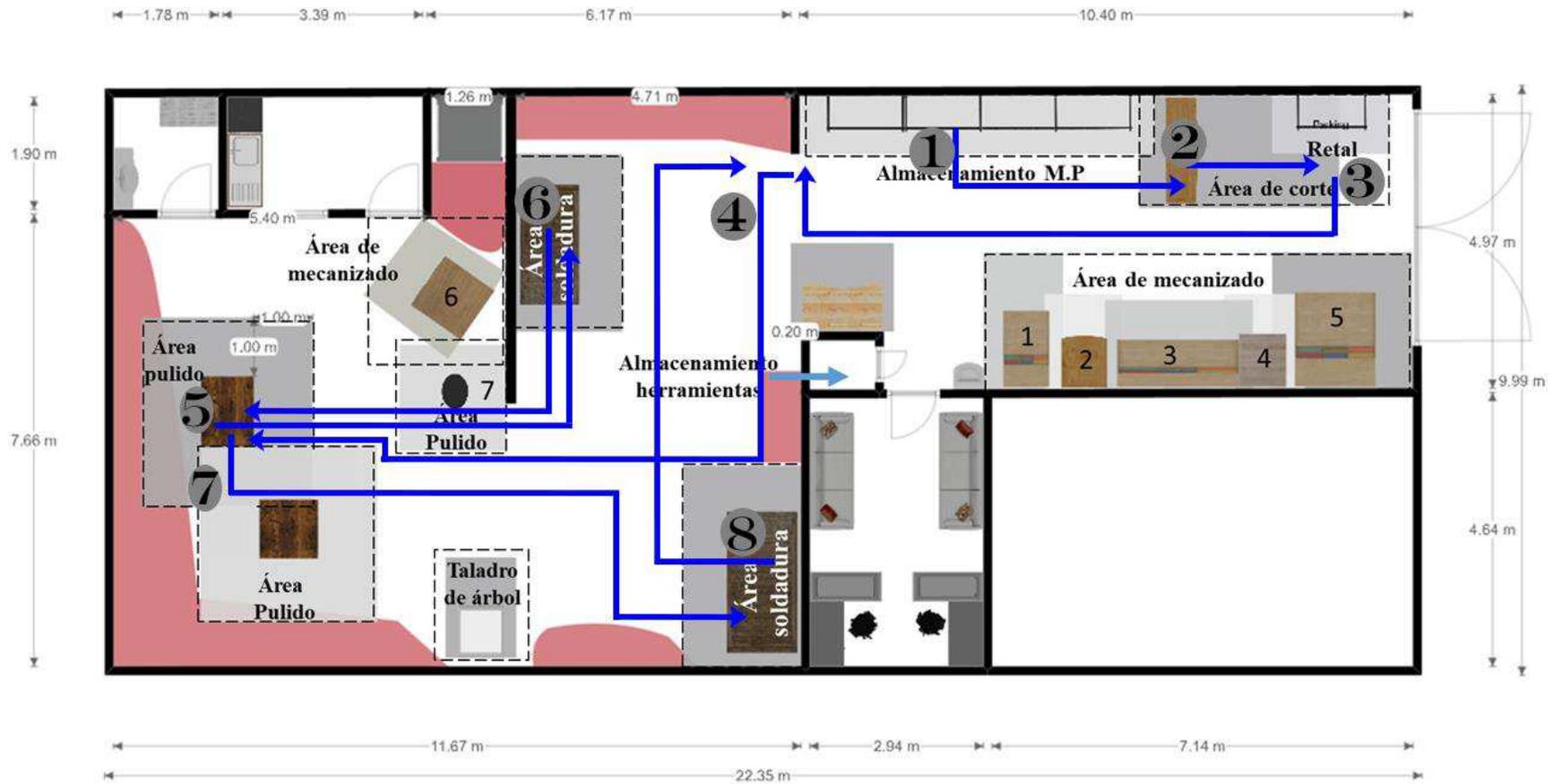


Figura 10 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC

Nota: Creación propia

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación de estructura para bibliotecas	Actividad					Diagrama N° 4		
		○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento			
Fecha	10/03/2018	□	Inspección	⇒	Transporte	▽			
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones
		○	□	D	⇒	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)	
1	Análisis de planos y medidas		x				9,0 Min		
2	Alistamiento de materia prima	x					6,4 Min		Demoras en la ubicación de la materia prima a cortar
3	Transporte de material al área de corte				x		4,9 Min	18,40 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
4	Alistamiento de maquina			x			2,1 Min		
5	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18	x					4,4 Min		
6	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18					x	28,2 Min	4,20 M	El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
7	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *94,6 calibre 18	x					3,1 Min		
8	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 *94,6 calibre 18					x	16,6 Min	4,20 M	El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
9	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 * 3/4 calibre 18	x					3,1 Min		
10	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 * 3/4 calibre 18					x	8,4 Min	4,20 M	El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
11	Inspección corte		x				3,7 Min		Falto el corte de 1 tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18
12	Transporte de material al área de corte				x		1,9 Min	7,36 M	Desplazamiento de corte a almacenamiento y regreso
13	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18	x					4,5 Min		
14	Transporte al área de pulido				x		9,1 Min	89,65 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 17,93 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
15	Espera de materia prima			x			7,1 Min		
16	Pulido todos los tubos	x					5,4 Min		
17	Transporte al taladrado de árbol				x		3,1 Min	33,60 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 6,72 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
18	Busqueda herramienta			x			0,7 Min	8,20 M	El operario se desplaza por la planta en busca de una escuadra
19	Troquelado del tubo	x					3,4 Min		Se perforan los extremos de los tubos ya cortados
20	Transporte a soldadura				x		5,0 Min	48,50 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 9,7 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
21	Soldado de Angulo	x					5,1 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado
22	Transporte al área de pulido				x		2,2 Min	13,25 M	
23	Pulido de las soldaduras	x					5,0 Min		Se pule las partes del fresado y soldado eliminando la rebaba del producto.
24	Transporte al área de armado				x		2,2 Min	13,25 M	
25	Se arma todas las partes de la biblioteca	x					15,3 Min		
26	Satinado	x					6,5 Min		
27	Transporte al área de almacenamiento				x		3,0 Min	8,13 M	Es necesaria la ayuda de otro operario para transportar el producto
N° de Actividades		11	2	3	8	3	27	252,9 M	
Tiempo por actividades (Min)		62,2	12,7	9,9	31,4	53,2	169,3 Min		

Figura 11 Cursograma inicial bibliotecas

Nota: Creación propia

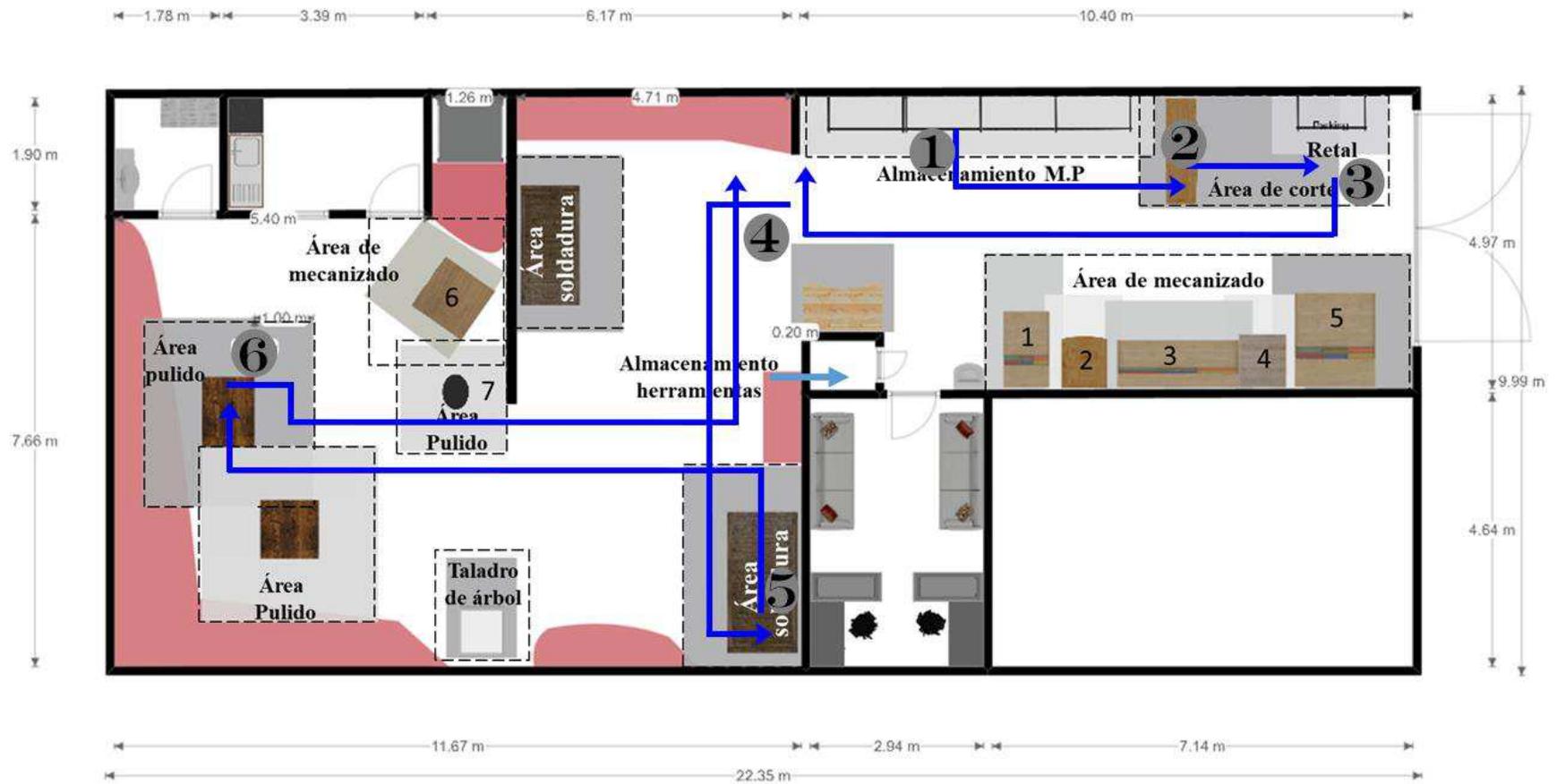


Figura 12 Diagrama de recorrido inicial proyecto Biblioteca

Nota: Creación propia

8 Descripción del problema y desarrollo de las propuestas

8.1 Metodología de la producción y distribución de planta

La Industria Metálica Josan S.A.S presenta problemas en algunos procesos entre ellos la fabricación de productos y su distribución en planta que los lleva a generar desperdicios en los que se destacan el exceso de inventarios, reprocesos y transportes innecesarios, estos se evidencian con mayor facilidad cuando se emplea la técnica planteada por Rajadell & Sanchez (2010) en el libro Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad “a través de los ojos del cliente, puede observarse un proceso y separar los pasos que agregan valor de los que no” por ello se analizó la relación entre las diferentes áreas y luego se observó los procesos específicos que se desarrollan al interior de cada una. Inicialmente se identificó que en el proceso de producción de los proyectos que requieren una mayor cantidad de partes para su elaboración, los operarios tienden a mover las partes en proceso dos o tres veces más de lo necesario dentro de un mismo proceso, debido a que en donde las ubican inicialmente, al acumularse, les empieza a incomodar e impedir que se muevan con comodidad a causa de que se reduce su espacio de acción de por sí ya limitado por otros desperdicios.

Este problema se evidencia mayormente en el área de corte ya que el espacio asignado es más reducido y maneja la materia prima cuando todavía es un tubo de 6 metros lo que hace más compleja su manipulación. Por medio de la observación directa se identificó que el operario durante el proceso de corte va ubicando el material procesado a su derecha en el suelo, así con cada pieza y a medida que va realizando cortes, se reduce su movilidad y se le ve operando de forma incómoda, cuando considera que ya le impiden continuar, mueve las piezas entre 3,2 y 3,8 metros y repite este proceso entre dos y cuatro veces hasta terminar el corte de todas las partes, a lo que procede a llevarlas frente al área de almacenamiento en donde las recoge la persona que le corresponda el siguiente proceso.

Para identificar la razón por la cual se realizan estos movimientos que en principio se consideran innecesarios y susceptibles a ser reducidos y algunos eliminados se optó por emplear un árbol de problema (Figura 13) como resumen de las causas identificadas a través de la observación directa y una entrevista al operario de corte.



Figura 13. Árbol de problemas, movimientos innecesarios área corte.

Nota: Creación propia

Una vez identificadas las causas principales del problema, se identifica que es necesario atacar ambas causas al tiempo para darles solución, teniendo en cuenta que ambos son complementarios entre sí ya que, aunque se cambien los hábitos del operario, se continuará con la falta de espacio asignado para la materia procesada y en caso de aumentar o asignar un espacio para la materia sin cambiar los métodos del operario, este continuará aplicando los hábitos que ha adquirido con el tiempo. Continuando con la lluvia de ideas se considera que la mejor opción es incluir al operario en el proceso de buscar una solución de esta forma hacer que se interese en el cambio y disminuir la posible resistencia al cambio. Además, hay que considerar una opción que permita atacar este problema no solo en el área de corte sino en las demás áreas que, aunque se presenta con menor incidencia en el flujo de proceso debido a que cuenta con espacios más amplios sigue siendo un problema que al eliminarlo aumentaría la productividad.

Analizando la tercera causa del problema, el hecho de que para un producto se requieren hasta 8 tubos de 6 metros de los cuales pueden resultar hasta 40 piezas en algunos casos y que no se tenga una herramienta de ayuda, perjudica en gran medida la operación restando tiempo y acumulando cansancio por ello se decidió investigar algunas alternativas en transporte de materiales y se encontró las siguientes alternativas. (Figura 14)



Figura 14. Alternativas para el transporte de materiales.

Nota: tomado de <http://www.leansolutions.co/productos/linea-basica/carros/>

Se optó por la tercera opción y al realizar la cotización de fabricar un carrito de barras, agregando barras horizontales que sostengan los tubos, la empresa estimó que su elaboración es factible teniendo en cuenta que se podía realizar con la tubería sobrante de otros productos y la inversión requerida sería de las ruedas, cada una por un valor de \$25.000 para un total de \$ 100.000 y la mano de obra que aproximando podría hacerse entre el área de corte y soldado en 270 minutos lo equivalente a \$27.225 (Tabla 7), si cargamos otros costos (servicios, arriendo) por \$61.504 (Tabla 8), el valor total del carrito será de \$188.729 (Tabla 9) que en comparación con el ahorro de tiempo que se generara con su uso, además de minimizar el esfuerzo físico por parte de los operarios puede considerarse una opción viable para este problema.

Tabla 7.

Valor MO construcción carrito.

OPERARIO	SALARIO	VALOR MO/minuto*	DURACIÓN ESTIMADA	TOTAL
David (corte)	\$ 1.210.000	\$ 101 *	90 Min	\$ 9.075
Mauricio (soldado)	\$ 1.210.000	\$ 101 *	180 Min	\$ 18.150
			Total	\$ 27.225

Nota: Se calculó tomando el valor mensual, dividido en 25 días laborales, 8 horas diarias y 60 minutos. Creación propia

Tabla 8.

Otros costos construcción de carrito.

Servicios	Valor Mensual	Valor por minuto*	Duración estimada	Total
Luz	\$ 120.000	\$ 10	270	\$ 2.700
Agua	\$ 43.500	\$ 4	270	\$ 979
Internet	\$ 110.000	\$ 9	270	\$ 2.475
Arriendo	\$ 2.460.000	\$ 205	270	\$ 55.350
			Total	\$ 61.504

Nota: Creación propia

Tabla 9.

Valor fabricación carrito.

COSTOS MO	OTROS COSTOS	RUEDAS	TOTAL
\$ 27.225	\$ 61.504	\$ 100.000	\$ 188.729

Nota: Creación propia

Con la fabricación del carrito, se espera no solo mejorar los hábitos del operario sino reducir la cantidad de viajes que se realizan entre un área y otra al no poder llevar todas las piezas al tiempo; como en el caso de las Islas MAC como se ve en el cursograma analítico, (Figura 5) y su resumen en la Tabla 10 cuya actividad número 6, “Transporte de piezas al área de armado” aunque las áreas están a 7.8 metros en total, la actividad acumula 117 metros puesto que debe llevar las piezas en 8 etapas ya que las dimensiones de cada unidad no le permiten cargar varias a la vez. Lo mismo ocurre en los demás proyectos aumentando distancia recorrida y tiempo empleado en actividades que no generar valor al producto y que podrán ser eliminadas con el uso de este carrito.

Al comparar los efectos del uso del carrito, se evidencia que en todos los proyectos hay una disminución sustancial del tiempo empleado para transportar los materiales de un área a otra, y en la distancia que debía recorrer el operario cargándolos; en el caso de las Islas MAC se disminuyó la distancia de 249.4 metros a 96.3 metros gracias a que en los transportes 2 y 3 se pasó de hacer 15 viajes de 6.1 y 7.8 metros respectivamente a realizar solo 5 viajes; en tiempo para este mismo caso se pasó de invertir en transportes 19.8 minutos a 11.4.

8.1.1 Resultados

Tabla 10

Mejoras con la implementación de carro como transporte de material.

ISLAS MAC							
TRANSPORTE	DISTANCIA	VIAJES		DISTANCIA ACUMULADA		TIEMPO	
		Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta
Transporte de material al área de corte	3,7 M	5	5	18,4 M	18,4 M	5,3 Min	5,3 Min
Transporte de pieza	6,1 M	15	5	91,8 M	30,6 M	5,6 Min	1,7 Min
Transporte de piezas al área de armado	7,8 M	15	5	117,0 M	39,0 M	6,3 Min	1,9 Min
Transporte al área de pulido	9,6 M	1	1	9,6 M	9,6 M	0,6 Min	0,6 Min
Transporte al almacenamiento	12,6 M	1	1	12,6 M	12,6 M	2,0 Min	2,0 Min
				249,4 M	110,2 M	19,8 Min	11,4 Min

CAROLINA HERRERA							
TRANSPORTE	DISTANCIA	VIAJES		DISTANCIA ACUMULADA		TIEMPO	
		Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta
Transporte de material al área de corte	3,7 M	5	5	18,4 M	18,4 M	4,8 Min	4,8 Min
Transporte al área de pulido	17,9 M	5	3	89,7 M	53,8 M	13,8 Min	7,5 Min
Transporte a soldadura	9,7 M	5	3	48,5 M	29,1 M	6,8 Min	3,7 Min
Transporte al área de pulido	13,3 M	1	1	13,3 M	13,3 M	3,6 Min	3,6 Min
Transporte al área de armado	13,3 M	1	1	13,3 M	13,3 M	3,5 Min	3,5 Min
Transporte al área de almacenamiento	8,1 M	1	1	8,1 M	8,1 M	2,8 Min	2,8 Min
				191,2 M	135,9 M	35,3 Min	25,8 Min

IMPACT TABLE							
TRANSPORTE	DISTANCIA	VIAJES		DISTANCIA ACUMULADA		TIEMPO	
		Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta
Transporte de material al área de corte	3,7 M	3	3	11,0 M	11,0 M	3,1 Min	3,1 Min
Transporte al área de pulido	17,9 M	5	1	89,7 M	17,9 M	9,5 Min	1,7 Min
Transporte a soldadura	6,2 M	5	1	30,9 M	6,2 M	1,6 Min	0,3 Min
Transporte al área de pulido	13,3 M	1	1	13,3 M	13,3 M	1,4 Min	1,4 Min
Transporte al área de armado	13,3 M	1	1	13,3 M	13,3 M	2,5 Min	2,5 Min
Transporte al área de almacenamiento	8,1 M	1	1	8,1 M	8,1 M	2,5 Min	2,5 Min

166,2 M 69,8 M 20,5 Min 11,4 Min

BIBLIOTECA

TRANSPORTE	DISTANCIA	VIAJES		DISTANCIA ACUMULADA		TIEMPO	
		Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta
Transporte de material al área de corte	3,7 M	5	5	18,4 M	18,4 M	3,1 Min	3,1 Min
Transporte de material al área de corte	3,7 M	2	2	7,4 M	7,4 M	9,5 Min	8,5 Min
Transporte al área de pulido	17,9 M	5	3	89,7 M	53,8 M	9,5 Min	5,1 Min
Transporte al taladrado de árbol	6,7 M	5	3	33,6 M	20,2 M	9,5 Min	5,1 Min
Transporte a soldadura	9,7 M	5	3	48,5 M	29,1 M	1,6 Min	0,9 Min
Transporte al área de pulido	13,3 M	1	1	13,3 M	13,3 M	1,4 Min	1,4 Min
Transporte al área de armado	13,3 M	1	1	13,3 M	13,3 M	2,5 Min	2,5 Min
Transporte al área de almacenamiento	8,1 M	1	1	8,1 M	8,1 M	2,5 Min	2,5 Min
				232,1 M	163,4 M	39,4 Min	29,0 Min

Nota: Creación propia

Tabla 11.

Resumen mejoras

PROYECTO	DISTANCIA ACUMULADA		TIEMPO		MEJORA	
	Inicial	Propuesta	Inicial	Propuesta	DISTANCIA	TIEMPO
ISLAS MAC	249,4 M	110,2 M	19,8 Min	11,4 Min	139,2 M	8,3 Min
CAROLINA HERRERA	191,2 M	135,9 M	35,3 Min	25,8 Min	55,3 M	9,5 Min
IMPACT TABLE	166,2 M	69,8 M	20,5 Min	11,4 Min	96,4 M	9,1 Min
BIBLIOTECA	232,1 M	163,4 M	39,4 Min	29,0 Min	68,7 M	10,4 Min

PROYECTO	INICIAL				PROPUESTA			
	DISTANCIA	TIEMPO	Und/M	Und/Min	DISTANCIA	TIEMPO	Und/M	Und/Min
ISLAS MAC	344,5 M	150,1 Min	0,00290	0,00666	205,3 M	141,8 Min	0,00487	0,00705
CAROLINA HERRERA	195,0 M	159,7 Min	0,00513	0,00626	139,7 M	150,2 Min	0,00716	0,00666
IMPACT TABLE	254,6 M	116,6 Min	0,00393	0,00858	158,2 M	107,5 Min	0,00632	0,00930
BIBLIOTECA	252,9 M	169,3 Min	0,00395	0,00591	184,2 M	158,9 Min	0,00543	0,00629

NOMBRE	MEJORA			
	Und/M	Und/Min	Und/M	Und/Min
ISLAS MAC	0,0020	168%	0,0004	106%
CAROLINA HERRERA	0,0020	140%	0,0004	106%
IMPACT TABLE	0,0024	161%	0,0007	108%
BIBLIOTECA	0,0015	137%	0,0004	107%

Nota: Creación propia

Al registrar y calcular las mejoras, como se observa en la Tabla 11, se alcanzó un aumento de la productividad medida en unidades fabricadas por minuto, obteniendo la mejora más representativa en el proyecto Impact Table con un aumento del 108% en este indicador y la medida de unidades por metro recorrido aumento un 161%; en el mismo proyecto el tiempo de producción de una unidad paso de 116,6 minutos por unidad a 107,5 minutos.

8.2 Distribución de planta

Tras el análisis de la planta en conjunto con el proceso productivo se ha logrado evidenciar una gran cantidad de desperdicios en cuanto a transportes, movimientos innecesarios, esperas, defectos entre otras, de igual manera no se cuenta con un control efectivo de las áreas productivas ya que en cualquier parte se encuentra producto terminado y en proceso obstruyendo el movimiento de materia prima y en general de los empleados.

Un dato alarmante es la cantidad de movimientos y esfuerzos que deben realizar los operarios durante el transporte y manejo de la materia prima y producto en proceso ya que todo lo deben realizar de manera manual, realizando grandes esfuerzos físicos que pueden desencadenar una serie de problemas de salud; como se presenta en la Tabla 12 gran parte de las actividades realizadas durante la fabricación de un producto hacen referencia a transportes y almacenamiento con un promedio de 18,2% y 13,3 % respectivamente, lo cual afirma los esfuerzos y pérdidas de productividad en la empresa

Tabla 12.

Porcentaje de actividades realizadas por proyecto

Proyecto	% ACTIVIDADES				
	○	□	◐	➡	▼
Islas MAC	53,9%	12,6%	11,8%	13,2%	8,7%
Carolina Herrera	52,8%	8,6%	9,7%	22,3%	6,6%
Impact Table	48,8%	8,6%	16,9%	18,9%	6,8%
Biblioteca	36,7%	7,5%	5,8%	18,6%	31,4%
Promedio	48,1%	9,3%	11,0%	18,2%	13,3%

Nota: Creación propia

Por otra parte, en algunas ocasiones se tiene un sensación de hacinamiento ya que no se cuentan con espacios libres para movilizarse o transportar el producto en proceso, esto se atribuye principalmente al desorden y pérdida de áreas por material almacenado sin ningún tipo de control, de acuerdo a los comentarios del subgerente el Sr Tomas Gómez, gran parte de las áreas se encuentran con material regado ya que no cuentan con una sección delimitada y específica para su almacenamiento puesto que se intenta guardar el material sobrante para próximos proyectos o actividades en que se puedan invertir.

Complementando, en términos de productividad se evidencian grandes pérdidas al incurrir en la ejecución de actividades que no aportan valor al producto durante su fabricación, este caso se evidencia en la Figura 15 donde se calcula que en promedio se gastan en actividades de transporte y almacenamiento 28 y 21 minutos aprox. respectivamente para la fabricación de una unidad de producto terminado, como se ha mencionado anteriormente estos tiempos en cuanto a transporte se ven afectados por las excesivas distancias que recorren los operarios, por otra parte los almacenamientos se generan al no contar con un plan de producción estipulado de modo que eviten estos desperdicios, olvidando la metodología que actualmente utilizan donde se realizan todas las actividades de un área para luego ser desplazada a siguiente.



Figura 15. Tiempo promedio por actividad

Nota: los datos presentados hacen referencia al tiempo promedio utilizado en los proyectos para realizar una unidad de producto terminado. Creación propia.

Continuando con la búsqueda de eficiencia y productividad, objetivos propios del Lean Manufacturing, se ha identificado la necesidad de re-distribuir la planta productiva haciendo énfasis en las áreas críticas de la empresa con el fin de disminuir aquellas actividades que no aportan valor durante el proceso productivo, cabe destacar la importancia de utilizar esta herramienta tal como lo afirma De la fuente, D & Fernández, I (2005) pues: “le conferirá una ventaja táctica y estratégica importante respecto a sus competidores presentes en el mercado” (p.1).

Teniendo en cuenta lo anterior y analizando las diversas herramientas utilizadas para conocer el estado actual de la empresa, se identifican cruces y recorridos excesivos realizados por los operarios durante la ejecución del proceso productivo como se puede evidenciar en los diagramas de recorrido ilustrados en la figura 6, 8,10, 12 lo cual, revela la poca planeación y análisis frente a la distribución de la planta generando no solo pérdidas de productividad si no aumento en los esfuerzos tanto físicos como mentales en los colaboradores aumentando así su fatiga.

Con el fin de realizar el proceso de re-distribución de manera técnica y ordenada, inicialmente se analizaron las áreas críticas de la empresa las cuales se definieron mediante el estudio y observación del flujo de producción de los productos en análisis, allí se identificaron las áreas más utilizadas durante la fabricación de los productos mencionados teniendo en cuenta que estas son necesarias de manera estricta durante su producción, luego de esta actividad se planteó la necesidad de aplicar algunos conceptos y pasos definidos en la metodología SLP (Systematic Layout Planning) los cuales aplicarán de manera adecuada en la planta productiva y generarán aportes importantes para la definición del nuevo Layout.

En principio, se realizó el análisis de recorrido del producto así como las actividades a realizar, tal como se puede verificar en los Anexo 2 al 9 según el producto a fabricar, esto con el fin de verificar las actividades a realizar durante el proceso de producción junto con su tiempo y distancia, como segundo paso se ejecutó el análisis de las relaciones entre actividades de modo que se identificará el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas. El resultado obtenido se refleja en la Figura 16.

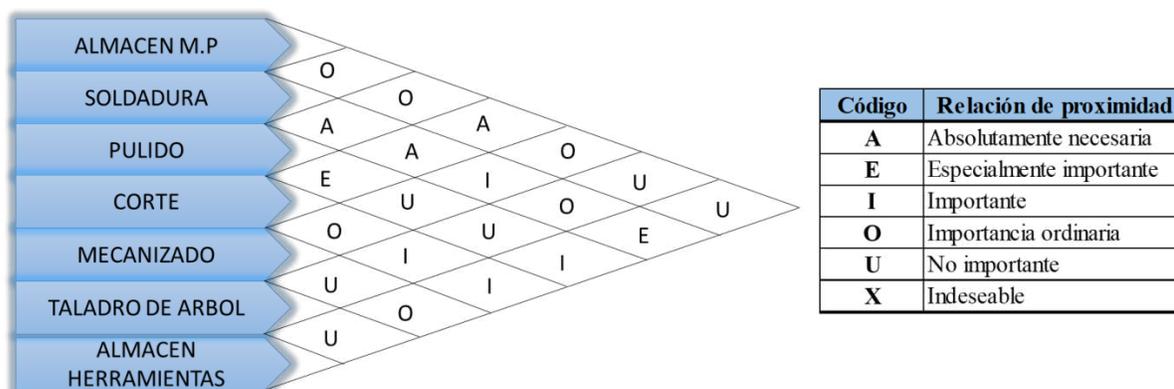


Figura 16. Tabla relacional de actividades.

Nota: Creación propia

Luego de conocer la intensidad y relación de proximidad entre las áreas se plasma esta información en el diagrama de relación de actividades tal como se observa en la Figura 17, este diagrama se realizó con el objetivo de ordenar de la mejor manera posible las áreas productivas de la empresa de tal manera que se encontrara lo más cerca unas de otras de acuerdo a su relación de proximidad, de igual forma se tuvo en cuenta los cruces tanto de material como, de información y personas para así obtener un resultado positivo.

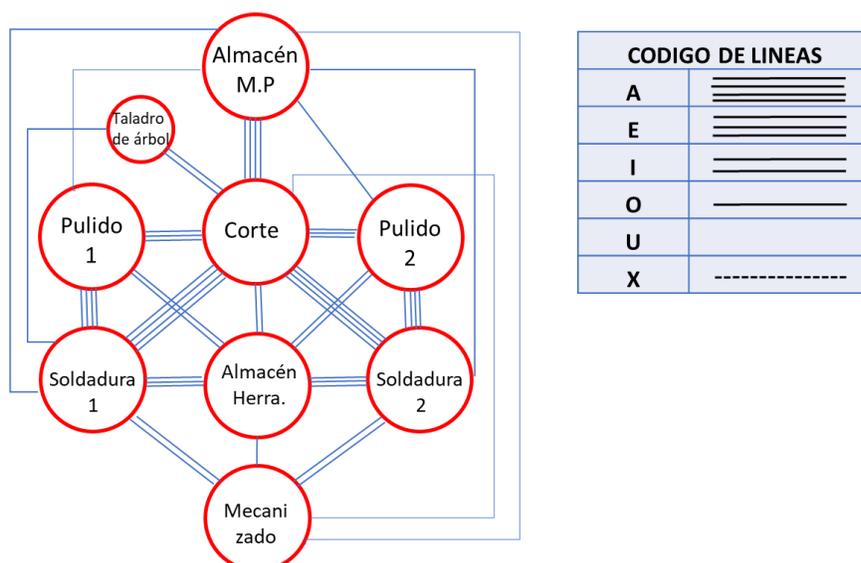


Figura 17. Diagrama de relaciones de las actividades.

Nota: Creación propia

Gracias a los análisis anteriormente presentados, los cuales como se mencionó en líneas atrás se clasificaron como aplicables para el estado actual de la Industria Metálica Josan S.A.S en la metodología del SLP, se logra obtener una visión del nuevo diseño de la planta teniendo en cuenta las observaciones presentadas durante las ilustraciones anteriores, este diseño ilustra la necesidad de mantener cercanía entre áreas de corte con almacén, pulido y soldadura de modo que se eliminen transportes y cruces de producto además se verifica que el área de mecanizado puede ser movilizadada a otra zona de la empresa donde no se presente demasiado flujo de material y actividades

Para finalizar, se realizaron algunos cambios respecto al diagrama de relaciones de actividades con el fin de acomodar las áreas a las dimensiones actuales de la empresa, la evaluación de este resultado se presenta con la verificación de la distribución en planta actual (Figura 18), donde se evidencian grandes distancias entre actividades de relación absolutamente necesaria como se identificó en el diagrama relacional de actividades, de igual manera se visualizan las áreas demarcadas en rojo como áreas ocupadas por material restante y sobras de productos elaborados con anterioridad

Para el caso de la distribución actual en contraste, se presenta la distribución en planta propuesta (Figura 19) donde se mejoran notablemente las distancias a recorrer entre áreas puesto que se tiene en cuenta la relación entre las mismas de modo que se encuentren más cerca, minimizando así los transportes requeridos durante el proceso productivo además de tener un aprovechamiento óptimo de las áreas en cuanto a su espacio utilizado, dando como resultado zonas más amplias para el desarrollo de actividades productivas y almacenaje, de igual manera, para esta propuesta se demarca el área roja donde se almacenará de manera ordenada el producto sobrante y retal de los proyectos fabricados con anterioridad cabe destacar que esta propuesta tiene en cuenta las áreas necesarias para la correcta movilización de los colaboradores donde no se tenga que obstruir o interrumpir las actividades de otros procesos o máquinas a diferencia de la distribución actual donde no se respetan este tipo de áreas necesarias para el correcto desarrollo de las actividades laborales, estas áreas se evidencian en las áreas de color gris presentes en las Figura 18 y Figura 19.



Figura 18. Diseño actual de la planta productiva.

Nota: Creación Propia.

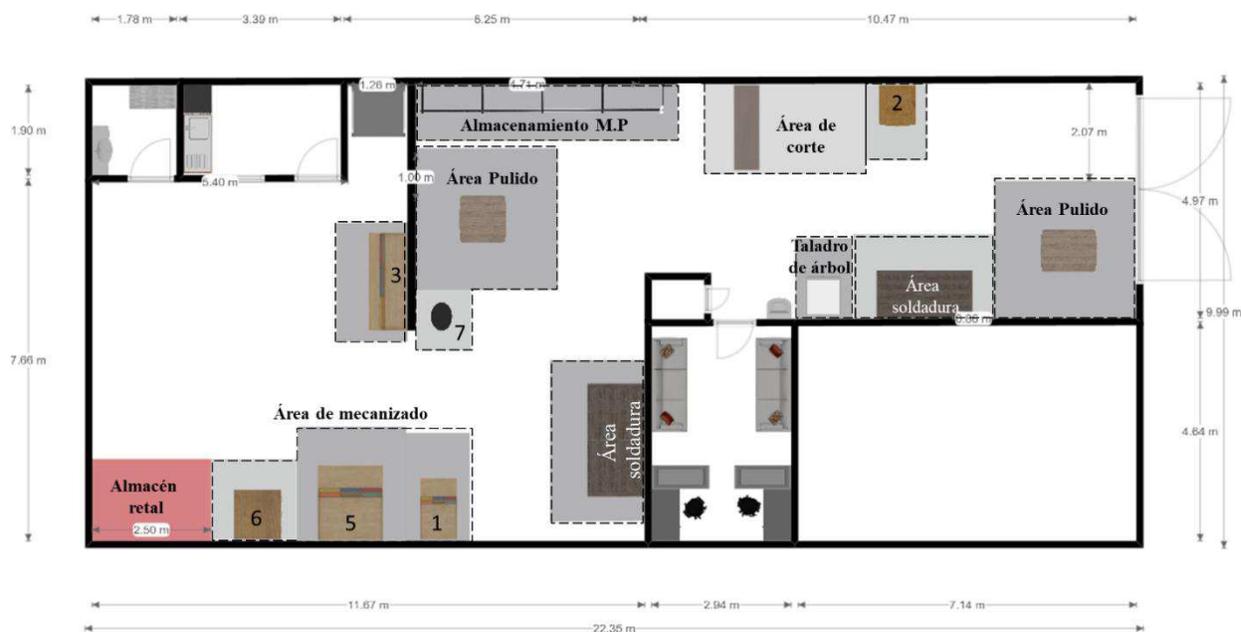


Figura 19. Propuesta de Re-Distribución de la planta.

Nota: Creación Propia.

Acorde a lo anterior, la nueva redistribución de la planta aporta importantes mejoras en cuanto a las distancias, tiempos, esfuerzos, movilidad, organización entre otras; factores que repercuten positivamente en la productividad y eficiencia de la compañía, por ejemplo, en la actualidad la distancia recorrida durante la ejecución del proyecto Islas MAC es de 344,5 m, luego de la redistribución la distancia recorrida fue de 60,4 m lo cual da como resultado una disminución del 82% (Figura 20), de igual manera se observa una disminución en los recorridos para los demás proyectos analizados tal como se observa en la Figura 20, obteniendo una disminución del 84% en la fabricación del producto Impact Table, 75% en la fabricación de una columna para exhibición de calzado para Carolina Herrera y 76% en la fabricación de la estructura para una Biblioteca.

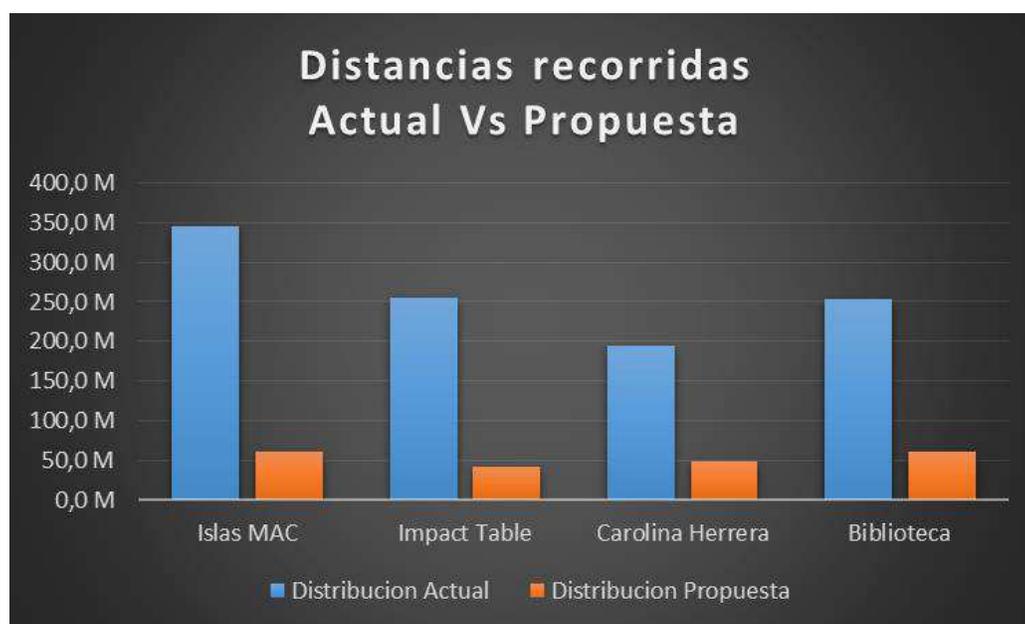


Figura 20. Distancia actual recorrida VS Distancia recorrida propuesta. Nota: Creación propia.

Se realizó el análisis de las áreas ocupadas por objetos ajenos al proceso productivo o que no cumplen ninguna función dentro de la planta, además del material y producto terminado inútil que se encuentra tirado en varios lugares de la misma, tras su estudio, se conoce que el área ocupada por estos objetos es de 19,25 m² luego de realizar la redistribución y asignar un área específica de la planta para la disposición y almacenamiento de estos objetos utilizando no sólo la superficie del suelo como almacenaje si no utilizando la pared para lograr almacenar todo el

material, se logra utilizar tan sólo 4,27 m² (ver Figura 21) de la planta logrando una disminución del 77,8 % lo que quiere decir que se liberan 15 m² aproximadamente lo cuales se encuentran al servicio de la empresa y sus colaboradores.

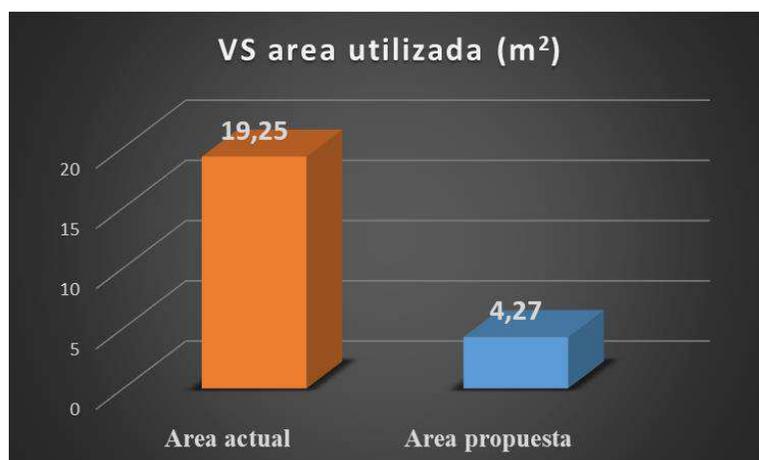


Figura 21. Área utilizada en la distribución actual y puesta. Nota: Creación propia

Por otra parte, la distribución en planta también genera mejoras en cuanto al tiempo de producción de una unidad para cada proyecto en específico, estas mejoras son posibles gracias a la reducción de distancias recorridas durante el transporte de material entre áreas, además de la mejora en cuanto a las condiciones laborales ya que se reduce la fatiga en los empleados al no tener que desplazarse y realizar esfuerzos físicos cargando el material o producto en proceso.

A continuación se presenta la reducción de tiempo empleado durante los transportes que deben realizar actualmente los operarios para la fabricación de un producto específico (Figura 22)

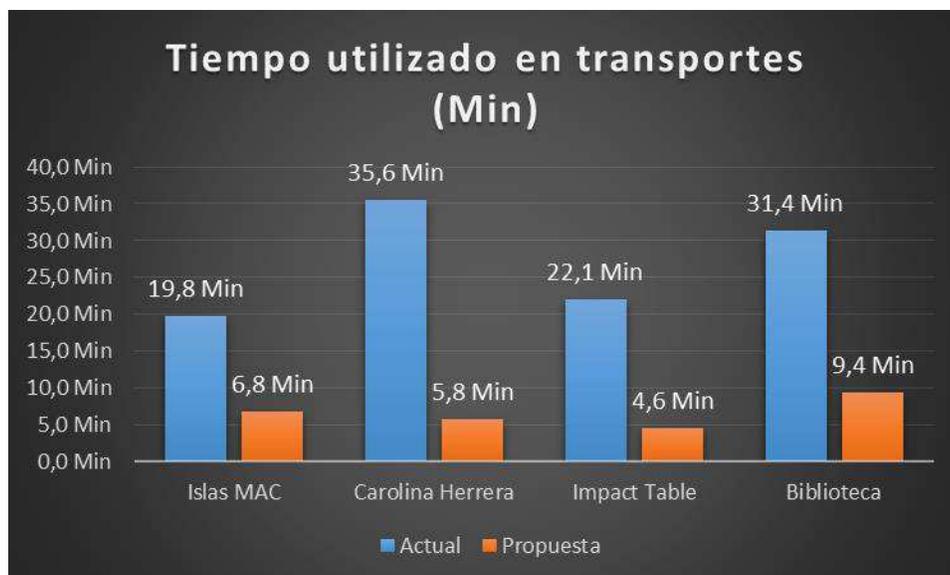


Figura 22. Tiempo actual y propuesto empleado en transportes para la fabricación de un producto.

Nota: Creación propia

8.3 Aplicación 5'S

Teniendo en cuenta la actividad económica de la Industria Metálica Josan S. A. S., los factores comprendidos por la metodología 5'S tienen total aplicabilidad en la mejora del entorno y método de trabajo, por lo cual se han definido una serie de pasos las cuales permiten analizar, proponer e implantar de manera ordenada dicha metodología con el fin de cumplir con los objetivos propuestos por la misma para luego evidenciar la situación inicial y la actual tras la intervención.

8.3.1 Paso 1. Definición y preparación general

Teniendo en cuenta que ninguno de los colaboradores tiene conocimiento de esta herramienta, es necesario realizar un proceso de capacitación y reconocimiento de esta con el fin de entender los objetivos y mecanismos utilizados para la resolución de inconvenientes en el lugar de trabajo

De igual manera es necesario crear e incentivar la cultura de mejora continua en todos los aspectos de la empresa, donde por parte de la gerencia se incentive a aplicar estos métodos identificando las mejoras y beneficios que se obtienen tras su implementación y mejora.

Teniendo en cuenta el alcance y extensión de esta metodología, se estable que su aplicación se realizará a las áreas críticas mencionadas en apartados anteriores recordando que estas afectan a la gran mayoría de productos que se fabrican en la industria metálica Josa S. A. S.

Se utilizarán diversas formas de evidenciar las problemáticas presentes en la planta de modo que se analicen para su posterior plan de mejora, de este modo obtener un resultado apropiado para la investigación y en general para la empresa.

8.3.2 5`S aplicado al almacenamiento y alistamiento de la materia prima.

En la zona de almacenamiento se evidencia que no se tiene un control efectivo en la organización de la materia prima, donde se almacena tubería de distintos calibres, dimensiones y referencias en los niveles, ya que no siguen los estándares de clasificación en el almacenamiento cómo se observa en la Figura 23. Se aplica la herramienta de diagrama causa y efecto determinando la causa y raíz del problema por la falta de clasificación de la materia prima como se observa en la Figura 24.

La falta de descripción y buena clasificación de la materia prima en el estante conlleva que el operario se equivoque al momento del corte ya que en los últimos 10 proyectos se registraron 6 con errores referentes al corte o alistamiento, causando reprocesos o pérdidas de materia prima dado que se elige empíricamente el material.

NIVEL	TIPO DE MATERIA PRIMA	DIMENSIONES
NIVEL 1	ANGULOS	1"
	PLATINA CALIBRADA	3/8
	PLATINA DE ACERO	1/8
	PLATINA DE ALUMINIO	1"*3/8
	PLATINA DE BRONCE	1/2
NIVEL 2	TUBERIA CUADRADA	1" 1/2 CALIBRE 16-18
NIVEL 3	TUBERIA RECTANGULAR	1" 1/2
		1" 1/2*3/4
		1" 1/2 CALIBRE 18
NIVEL 4	TUBERIA CUADRADA	3/4.
	TUBERIA RECTANGULAR	1/2.
NIVEL 5	TUBERIA REDONDA	1/2.
		1"
		2"
NIVEL 6	ACERO INOXIDABLE	1"
		2"
		1/2.
		3/16.
	TUBERIA RECTANGULAR	1"1/2

Figura 23 Clasificación de materia prima

Nota: Creación propia

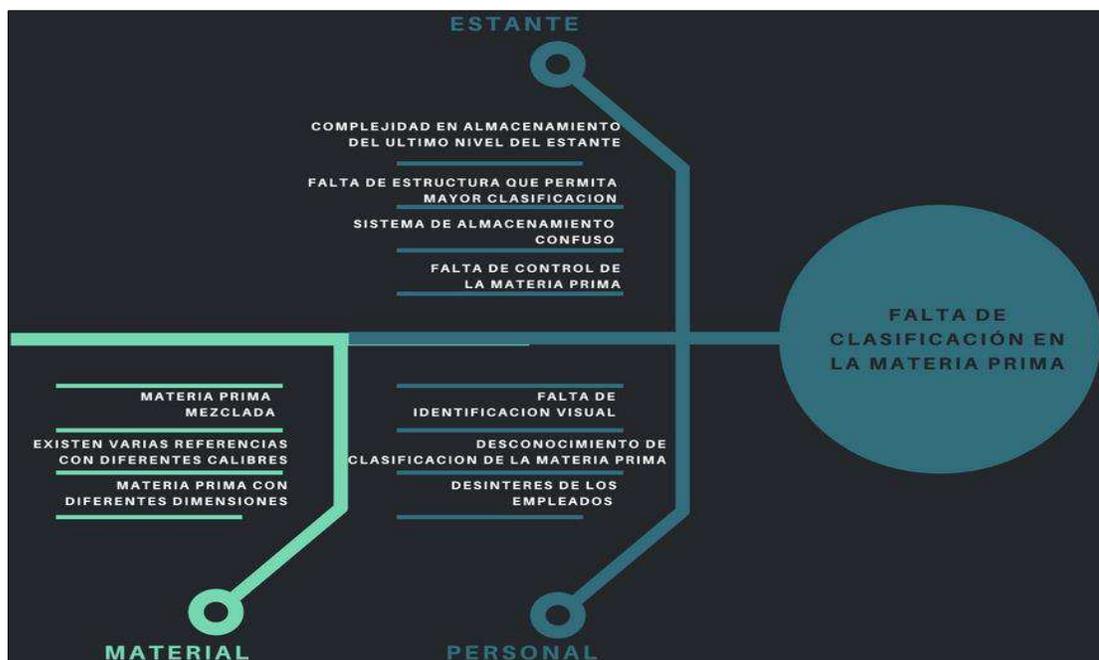


Figura 24 Diagrama de causa y efecto- Falta de clasificación de materia prima.

Nota: Creación propia

Durante el diagnóstico en el área de almacenamiento como se observa en la Figura 25 dónde cada nivel del estante no existe clasificación de la materia prima, falta de limpieza, asimismo alrededor se observa materia prima sin clasificar y sin definir si es necesario o no para el proceso.



Figura 25. Diagnóstico área de almacenamiento.

Nota: Creación propia

Se realiza una prueba de tiempos del área de almacenamiento para los proyectos Islas Mac, Columnas Carolina Herrera, Impac Table, Estructura de biblioteca. Por medio de la observación se identifica el tiempo de alistamiento de materia prima y el tiempo total de los proyectos como se evidencia en los cursogramas presentes en los Anexo 2, 4, 6, 8. El porcentaje de alistamiento de materia prima cómo se observa en la Tabla 13, se realiza del tiempo que dura el operario en la identificación y selección de la materia prima con el tiempo total que se realiza cada proyecto.

$$\% = \frac{\text{Tiempo de alistamiento de materia prima "Identificación y selección"}}{\text{Tiempo total del proyecto}}$$

Esta ecuación es igual al porcentaje que ocupa el tiempo de alistamiento de materia prima con el tiempo total del proyecto por esta razón el promedio de alistamiento es del 5% del tiempo total de cada proyecto.

Tabla 13.

Tiempo de alistamiento de materia prima por proyecto.

Proyectos	BOM	Cantidad Und	Alistamiento de materia prima	Tiempo total del proyecto	Porcentaje total de alistamiento de materia prima por proyecto
Islas MAC	Tubería cuadrada 10*10*175,4	3	9,3 Min	150,1 Min	6%
	Tubería cuadrada 10*10*52	2			
Carolina Herrera	Tubería cuadrada 1"1/2*290	1	7,5 min	159,7 Min	5%
	Tubería cuadrada 1"1/2*599	4			
	Ángulos 3/16*1 1/2*55	1			
Impac Table	Tubería cuadrada 1/2*90	3	5,9 Min	116,6 Min	5%
	Tubería cuadrada 1/2*82,4	3			
	Tubería cuadrada 1/2*75,8	2			
Estructura Biblioteca	Tubería rectangular 1"1/2*240	3	6,4 Min	169,3 Min	4%
	Tubería cuadrada 1"1/2*50	1			
	Tubería cuadrada 1"1/2*159	2			
	Tubería cuadrada 1"1/2*46,2	1			

Nota: Creación propia

Para definir estas problemáticas se implementó la técnica de las tarjetas rojas propuesta por Rajadell, M. (2010) las cuales consisten en “adherir dichas tarjetas a todos los elementos que sean sospechosos de ser prescindibles” de esta manera se tomarán planes de acción para definir qué objetos son necesario y cuáles deben ser eliminados o archivados

Tras la aplicación de lo dicho anteriormente, se evidencia la falta de un estándar que permita garantizar la limpieza, orden, clasificación tanto del estante cómo en el área de almacenamiento como se observa en las Tabla 14 y Tabla 15.

Tabla 14.

Tarjeta de control Área de almacenamiento.

TARJETA DE CONTROL 5'S			
Área General	A	Área Especifica	N 1-6
Acción	Descripción		
Eliminar	Se evidencia materia prima alrededor del área sin definir si es necesario o innecesario para el proceso.		
Ordenar	Falta de orden y clasificación de la materia prima en todos los niveles del estante.		
Limpiar	No se genera limpieza en el área de almacenamiento.		
Estandarizar	No hay estándares de orden, limpieza y clasificación de la materia prima y área de almacenamiento.		
Otras:			
FECHA	Colocación etiqueta	Realización acción	
	07/04/2018		

Nota: Tabla construida a partir del esquema propuesto por (Rajadell & Sánchez, 2010)

Tabla 15.

Tarjeta de control Área de almacenamiento.

N°	Área General	Área Específica	Acción	Descripción	Fecha colocación etiqueta	Responsable	Corrección	Fecha realización acción
1	A	N 1-6	Eliminar	Se evidencia materia prima alrededor del área sin definir si es necesario o innecesario para el proceso.	07/04/2018		Identificar la materia prima necesaria de lo innecesario y reclasificarla en el estante.	
2	A	N 1-6	Ordenar	Falta de orden y clasificación de la materia prima en todos los niveles del estante.	07/04/2018		Identificar en los niveles materia prima que no corresponde en los niveles y clasificar.	
3	A	N 1-6	Limpiar	No se genera limpieza en el área de almacenamiento.	07/04/2018		Incentivar al operario que genere mayor limpieza en el área de trabajo.	
4	A	N 1-6	Estandarizar	No hay estándares de orden, limpieza y clasificación de la materia prima y área de almacenamiento.	07/04/2018		Crear un estándar día a día de limpieza, orden y clasificación en el área de almacenamiento.	

Nota: Tabla construida a partir de los aportes propuestos por (Rajadell & Sánchez, 2010)

8.3.2.1 Paso 1: Clasificar

Para disminuir el tiempo de alistamiento y la frecuencia del error al momento de cortar la materia prima, se implementará un Poka Yoke de formatos visuales en el área de almacenamiento cómo se observa en la Tabla 16, ya que garantizará una mejor identificación de la materia prima que se requiera para cualquier proyecto. En cada nivel del estante habrá una descripción del material, además el formato provee información acerca de la cantidad, zona nivel y sub nivel donde se encontrará ubicada la materia prima en el estante para garantizar el buen manejo de almacenamiento, minimizando el tiempo de alistamiento y el error al momento del corte.

Tabla 16.

Formato materia prima.

FORMATO MATERIA PRIMA			
Producto	Tubo cuadrado	Dimensión	1"1/2 calibre 16
Cantidad	20		
Nivel	3		
Sub-Nivel	3. 3		

Nota: Creación propia

Además se evidencia que cada nivel contiene diferentes calibres y dimensiones.

Se realizará un Poka Yoke que garantice una mejor clasificación de la materia prima, se creará un diseño que permita separar cada referencia por calibre y dimensión.

Para ello realizará la medición del estante, con el fin de crear un diseño que permita una mejor clasificación de la materia prima tal como se evidencia en la Figura 26.

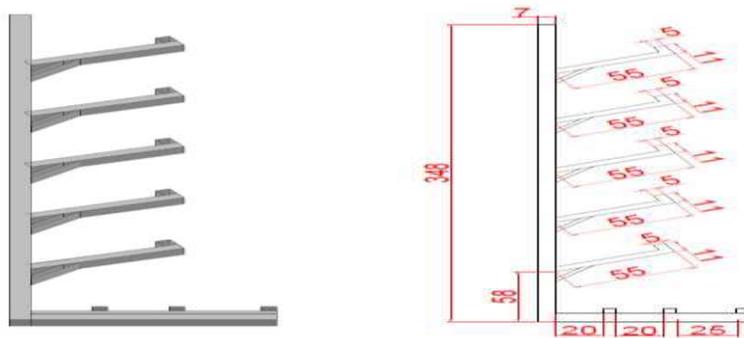


Figura 26 “Estantes de almacenamiento” Escala 1:1 Centímetros. Nota: Creación propia.

Para implementar el poka yoke del estante primero se debe ordenar y clasificar la materia prima. En cada nivel del estante contiene cualquier referencia como dimensiones y calibres.

Para ordenar y clasificar la materia prima se debe seguir la clasificación de la Tabla 17. Además, se diseña una estructura sencilla en cada nivel del estante, implementando dos separadores en los niveles del mismo ya que garantiza una clasificación de tres referencias por nivel cómo se evidencia en la Figura 27, facilitando al operario la identificación y clasificación de la materia prima.

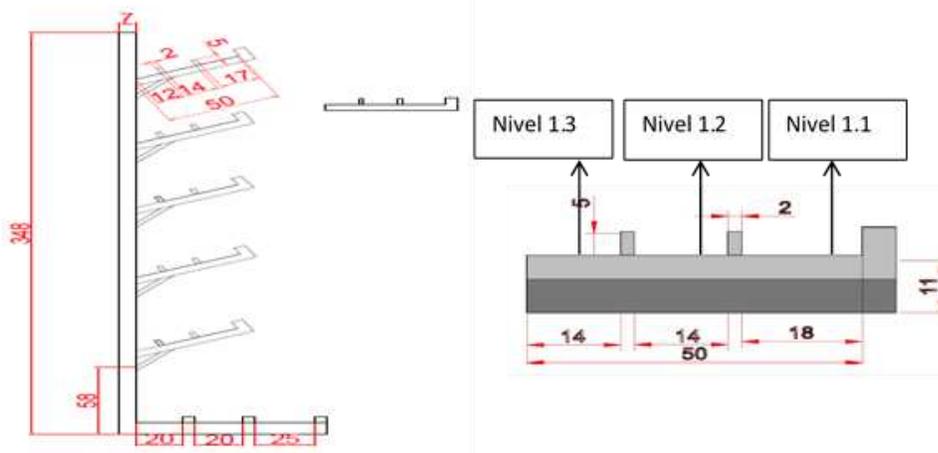


Figura 27. Nueva estructura estante Escala 1:1 Cm.

Nota: Creación propia.

Tabla 17.

Clasificación materia prima en cada nivel del estante.

NIVEL	TIPO DE MATERIA PRIMA	SUB NIVEL	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
NIVEL 1	ÁNGULOS	Nivel 1.1	1"*3/8	Se almacena la materia prima más pesada
	PLATINA CALIBRADA			
	PLATINA DE ACERO	Nivel 1.2	1/8	
	PLATINA DE ALUMINIO			
	PLATINA DE BRONCE			
VARILLAS	Nivel 1.3	1/2		
NIVEL 2	TUBERÍA RECTANGULAR	Nivel 2.1	1" 1/2*3/4	Se almacena la materia prima de mayor uso en el proceso.
		Nivel 2.2	1/2.	
		Nivel 2.3	CALIBRE 18	
NIVEL 3	TUBERÍA CUADRADA	Nivel 3.1	1" 1/2	Se almacena la materia prima de mayor uso en el proceso.
		Nivel 3.2	3/4.	
		Nivel 3.3	CALIBRE 16-18	
NIVEL 4	TUBERÍA RECTANGULAR	Nivel 4.1	1"1/2	Se almacena la materia prima de menor uso en el proceso.
	TUBERÍA REDONDA	Nivel 4.2	1"	
		Nivel 4.3	2"	
NIVEL 5	TUBERÍA REDONDA	Nivel 5.1	1/2.	Se almacena la materia prima de menor uso en el proceso.
		Nivel 5.2	3/4.	
		Nivel 5.3	2/3.	
NIVEL 6	ACERO INOXIDABLE	Nivel 6.1	1"	Se almacena la materia prima más liviana y menos usada
		Nivel 6.2	2"	
		Nivel 6.3	1/2.	

Nota: Creación propia

8.3.2.2 Paso 2: Organizar

Una vez implementada la primera S (clasificar), se realiza el segundo paso que es organizar. Este paso es muy importante ya que con ella se organiza el espacio dentro del área de almacenamiento, organizando los elementos de trabajo según su frecuencia, facilitando a los trabajadores de cada una de las áreas para determinar los elementos que realmente necesitan.

8.3.2.3 Paso 3: Limpieza

La siguiente S consiste en generar limpieza del lugar donde se asocia la inspección, que consiste en revisar cómo se encuentra toda el área, así evitando daños de la materia prima o equipos manteniéndolos en excelentes estados y generando mejoras en el bienestar físico y mental del trabajador. Para generar la limpieza se inicia con un manual de limpieza cómo se observa en el

Anexo 21, dónde se entrega a los operarios encargados de cada área para llevar a cabo las actividades.

8.3.2.4 Paso 4 y 5: Estandarizar y disciplina

Ya implementado las 5S las acciones de estandarizar y disciplina permiten que la clasificación, orden y limpieza se mantengan en el lugar de trabajo y garantice por medio de capacitaciones promoviendo cultura para los trabajadores de la empresa.

Se procedió a realizar una prueba de tiempos identificando, seleccionando la materia prima como se observa en la Tabla 18, dónde se identifica el tiempo de alistamiento sin las mejoras y el tiempo de alistamiento aplicando las mejoras, además se determina el porcentaje total de alistamiento para cada proyecto y sus respectivas mejoras teniendo en cuenta que el estante se encuentra ordenado, clasificado y limpio.

Tabla 18.

Toma de tiempos en alistamiento de materia prima.

Proyectos	BOM	Cantidad Tuberia	Tiempo alistamiento de materia prima	Tiempo total del proyecto	Porcentaje total de alistamiento de materia prima	Tiempo de alistamiento de materia prima, mejora	% de mejora	% total de alistamiento de materia prima por proyecto
Islas MAC	Tubería cuadrada 10*10*175	3	9,3 Min	149,1 Min	6%	4,8 Min	52%	3%
	Tubería cuadrada 10*10*52	2						
Carolina Herrera	Tubería cuadrada 1"1/2*290	1	7,5 Min	166,6 Min	5%	3,85 Min	51%	2%
	Tubería cuadrada 1"1/2*599	4						
	Ángulos 3/8*1"1/2*55	1						
Impac Table	Tubería cuadrada 1/2*90	3	5,9 Min	123,2 Min	5%	3,2 Min	53%	3%
	Tubería cuadrada 1/2*82,4	3						
	Tubería cuadrada 1/2*75,8	2						
Estructura Biblioteca	Tubería rectangular 1"1/2*240	3	6,4 Min	171,8 Min	4%	3,12 Min	49%	2%
	Tubería cuadrada 1"1/2*50	1						
	Tubería cuadrada 1"1/2*159	2						
	Tubería cuadrada 1"1/2*46,2	1						

Nota: Creación propia

Con la reorganización y clasificación de la materia prima, formatos visuales, limpio y ordenado en el área de almacenamiento y cada nivel del estante. Se evidencia que hay una reducción en el tiempo de alistamiento de materia prima y tiempo total del proyecto cómo se observa en la tabla 19, dónde se evidencia que en el proyecto de Islas Mac se reduce el tiempo de alistamiento inicial de 9,30 minutos frente a la propuesta implantada que es de 4,80, en Carolina Herrera el tiempo de alistamiento inicial fue de 7,50 minutos a comparación con la propuesta que fu de 3.85, en Impac Table el tiempo de alistamiento inicial fue de 5,9 minutos frente a la propuesta que es de 3,2 minutos y en el último proyecto Estructura de Biblioteca el tiempo inicial fue de 6,4 minutos y la reducción con la propuesta es de 3,12 minutos. Teniendo en cuenta la información dada se concluye que la reducción del tiempo inicial de alistamiento de materia prima, frente al tiempo de la aplicación de la propuesta para cada proyecto es de un 50%.

Tabla 19. Tiempo de alistamiento de materia prima. Inicial-Propuesta

Tiempo de alistamiento de materia prima. Inicial-Propuesta.

Proyectos	Tiempo de alistamiento		Tiempo total	
	Inicial (Min)	Propuesta (Min)	Inicial (Min)	Propuesta (Min)
Islas MAC	9,30	4,80	149,1	144,60
Carolina Herrera	7,50	3,85	166,6	162,95
Impac Table	5,90	3,20	123,2	120,50
Estructura Biblioteca	6,40	3,12	171,8	168,52

Nota: Creación propia

8.3.3 Área taladro de árbol

8.3.3.1 Paso 1. Eliminar (Seiri)

Una de las problemáticas más evidentes en la industria metálica Josan S.A.S son los desperdicios, material regado, elementos sin un lugar específico para su almacenamiento entre otras, por lo cual es necesario clasificar y eliminar todos los objetos presentes en las áreas productivas con el fin de determinar si este es necesario o innecesario eliminando así el tener herramientas que estorben o entorpezcan el correcto desarrollo de una actividad

A modo de ejemplo, tal como se observa en la Figura 28, se evidencian elementos ajenos al proceso y que no cumplen ninguna función durante la ejecución de una actividad, de hecho, tras

las visitas se identifica que estos elementos obstruyen y entorpecen la búsqueda de las herramientas verdaderamente necesarias generando pérdidas de tiempo y aumento en los recorridos en búsqueda de lo necesario



Figura 28. Estado inicial del cajón presente en el taladro de árbol.

Nota: Creación propia

Teniendo en cuenta lo anterior, para el área de mecanizado, específicamente en el taladro de árbol fue necesaria la intervención ya que como se mencionó anteriormente durante las visitas se evidenciaron búsquedas de herramientas durante un tiempo elevado ya que no se encontraban en su lugar, de modo que se vació todo el contenido que almacena esta máquina donde se encontraron objetos que no poseen ninguna función en el proceso, algunos de los materiales encontrados y eliminados se evidencian en la Figura 29



Figura 29. Elementos clasificados y eliminados tras la intervención. Nota: Creación propia.

Aplicando la herramienta Seiri, se logra la clasificación y eliminación de los objetos expuestos anteriormente generando orden a las piezas que verdaderamente se utilizan en la máquina, clasificando cada elemento, disponiéndolo en un lugar de fácil acceso además, se eliminaron aquellas que no se utilizan e incluso se encontraban en mal estado por lo cual era imposible su uso, tras este plan se eliminaron los objetos evidenciados en la Figura 30 lo cuales generan las problemáticas enunciadas anteriormente



Figura 30. Elementos innecesarios en el taladro de árbol.

Nota: creación propia.

8.3.3.2 Paso 2: Ordenar (Seiton)

Tras la clasificación y eliminación de los objetos presentes en el área de mecanizado, específicamente en el taladro de árbol, se ordenaron de manera óptima los objetos que se utilizan con recurrencia en la parte inicial del cajón de almacenaje con el fin de eliminar los esfuerzos, además se destinó un lugar específico para cada herramienta e incluso se creó una caja pequeña para el almacenamiento de brocas las cuales son la herramienta principal de esta máquina (ver Figura 31), gracias a lo anterior se disminuyen tiempos de búsqueda de herramientas pues cada una cuenta con su lugar específico de igual manera se logran ubicar fácilmente



Figura 31. Estado inicial vs estado actual tras la intervención. Nota: Creación propia.

8.3.3.3 Paso 3. Limpieza e inspección (Seiso)

La utilización de la herramienta taladro de árbol genera una cantidad importante de residuos de material los cuales pueden generar accidentes laborales como cortes, punzones y aplastamientos, es por ello que la limpieza de estos residuos es importante a la vez que mejora la calidad del trabajo a realizar pues no hay elementos que contaminen, rayen o generen malos cortes durante la operación, sin olvidar que esta limpieza alargará la vida útil de las herramientas pues los residuos no intervendrán durante el manejo de la máquina; para este caso se limpiaron todos los residuos presentes en la máquina además de limpiar su espacio de almacenaje generando un espacio más agradable y propicio para el trabajo el cual proporciona una excelente visión para el manejo e inspección de la máquina en caso de presentar averías o anticiparse a ellas (ver Figura 32)



Figura 32. Estado inicial vs intervención de limpieza. Nota: creación propia.

8.3.3.4 Paso4. Estandarizar (Seiketsu)

Con el fin de garantizar el cumplimiento de las actividades anteriormente mencionadas en el área de mecanizado, en la máquina taladro de árbol se ha optado por realizar un control de la limpieza de la máquina la cual se presenta en la Tabla 20, esto con el fin de mantener todas las mejoras propuestas además de obtener una visión y revisión de las máquinas en cuanto a su estado físico y mecánico.

Tabla 20.

Modelo para el seguimiento de la implantación de las 5'S.

MAQUINA	ACTIVIDAD A REALIZAR	ELEMENTOS DE LIMPIEZA A UTILIZAR	EQUIPOS DE PROTECCION	RESPON	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
Taladro de arbol	limpieza general y lubricacion de las partes moviles	Soplador, recojedor, trapo	Gafas, Guantes, tapabocas, delantal	Operario	1 vez por semana	

Nota: creación propia

8.3.3.5 Paso 5. *Disciplina (Shitsuke)*

Al igual que en las áreas evaluadas anteriormente, se planea la capacitación y sensibilización en los operarios de modo que estos realicen las anteriores actividades de manera constante, hasta llegar al punto de ser una cultura en las acciones diarias de la empresa.

Por parte de la gerencia se respalda la necesidad de sensibilización por lo cual apoyan y se comprometen a comunicar constantemente el compromiso de mantener las áreas totalmente limpias, con las mejoras propuestas y con el sentido de mejora continua.

A continuación se presenta un cuadro resumen de las actividades relacionadas con la implementación de la metodología 5'S (ver Figura 33), allí se logra verificar el estado inicial de las áreas y máquinas junto con su estado actual tras la intervención y mejora, cabe destacar las ventajas y beneficios proporcionados por esta herramienta ya que en general se encuentran las áreas con mayor orden, limpieza y disposición efectiva para realizar de manera ágil las actividades del día a día.



APLICACIÓN DE 5'S EN LA INDUSTRIA METÁLICA JOSAN SAS



ANTES: Zona de almacenamiento



DESPUÉS: Zona de almacenamiento



ANTES: Zona de pulido



DESPUÉS: Zona de pulido



ANTES: Zona de pulido

DESPUÉS: Zona de pulido



ANTES: Zona taladro de árbol

DESPUÉS: Zona taladro de árbol



ANTES: Zona taladro de árbol

DESPUÉS: Zona taladro de árbol

Figura 33. Aplicación de la herramienta 5'S, antes vs ahora. Nota: Creación propia

En resumen, el área de almacenaje fue intervenida donde se clasifico de manera adecuada la materia prima restando tiempos en el alistamiento además de aplicar efectivamente las actividades de limpieza y orden; en la zona de pulido se redujo el área utilizada por material restante y regado dando un área específica de almacenaje y recuperando 7.57 m² gracias al orden y clasificación de materiales sin olvidar que la mesa presente en esta área también fue intervenida clasificando los discos de pulido, corte y brillo en secciones de modo que tengan un fácil acceso a ellos junto con la limpieza de la misma.

Para el área de mecanizado, específicamente en el área de taladro de árbol se eliminaron aquellas herramientas innecesarias ya que ocupaban gran parte del almacenaje para luego

clasificar los materiales y emplear una caja para el almacenaje y clasificación de brocas pues es la herramienta esencial de la máquina.

8.4 Ubicación de las herramientas

Con el fin de facilitar el análisis y el tratamiento del problema para llegar a una situación óptima, se consideró necesario crear un equipo multifuncional conformado por los 3 estudiantes, una persona en representación de la administración y una persona en representación de los operarios. Para que el equipo este motivado y orientado a la mejora de los procesos de la empresa se optó por explicarles a los colaboradores el propósito de este grupo de trabajo y solicitar voluntarios para integrar el equipo que fue conformado como se evidencia en Tabla 21.

Tabla 21.

Equipo de mejora continua.

NOMBRE	CARGO
JAIRO SANCHEZ	JEFE DE PRODUCCIÓN
MIREYA SANTAMARÍA	OPERARIO
MIGUEL GUTIÉRREZ	ESTUDIANTE
LUIS MURCIA	ESTUDIANTE
NICOLÁS RÍOS	ESTUDIANTE

Nota: Creación propia.

Como se evidencia en la Tabla 22 creada a partir de la información recopilada en los cursogramas analíticos, (Anexos 2, 4, 6, 8) se identificó que se emplea un alto porcentaje del tiempo total del proyecto en la búsqueda de las herramientas, alcanzando incluso el 11.8% en el proyecto Islas MAC, lo cual se convierte en una alarma ya que es valor demasiado alto para una actividad que no genera valor al proceso y que con los ajustes necesarios podría incluso reducirse a menos del 1%.

Tabla 22.

Tiempo empleado para buscar herramientas por cada proyecto.

PROYECTO	BUSCANDO HERRAMIENTA	TOTAL	% TOTAL
Islas MAC	17,7 Min	150,1 Min	11,8%
Impact Table	9,8 Min	116,6 Min	8,4%
Biblioteca	0,7 Min	169,3 Min	0,4%
Promedio	9,4 Min	145,3 Min	6,9%

Nota: Creación propia

Además del tiempo empleado, las distancias que los empleados deben cubrir para ubicar una herramienta también son considerables teniendo en cuenta que largos recorridos pueden incidir en la actitud del trabajador y hacer que este acumule cansancio. En la Tabla 23 se relacionan las distancias que recorrió el empleado para ubicar la herramienta y el porcentaje que le corresponde frente a la recorrida en total durante el proyecto, es de resaltar que en este caso, aunque en el proyecto Impact Table se recorrieron 254.6 M, distancia menor a la recorrida en el proyecto Islas MAC el peso de esta distancia frente al proyecto es mayor en la primera, por ello el análisis y los esfuerzos serán encaminados a disminuir el porcentaje de participación de esta muda, el cual es un valor más objetivo para interpretar a la hora de comparar los efectos de las acciones correctivas.

Tabla 23.

Distancia recorrida para buscar herramientas por cada proyecto.

PROYECTO	BUSCANDO HERRAMIENTA	TOTAL	TOTAL
Islas MAC	95,1 M	344,5 M	27,6%
Impact Table	84,8 M	254,6 M	33,3%
Biblioteca	8,2 M	252,9 M	3,2%
Promedio	62,7 M	284,0 M	21,4%

Nota: Creación propia.

La empresa actualmente cuenta con un tablero de herramientas en el cual se dibujó la silueta de la herramienta para que quien la use la regresara al mismo lugar por lo que se consideró emplear la herramienta de los 5 porque para identificar la razón por la cual los colaboradores no regresarán las herramientas al tablero.

Para contener el problema y evitar que este persista o incluso aumente, en primera instancia, se propone realizar una concientización de la importancia de ubicar las herramientas en el lugar designado para no afectar su propio trabajo o el de sus compañeros.

Continuando con el análisis del problema, se empleó la metodología de lluvia de ideas con la participación de los 5 integrantes del equipo, se discutió y analizó las ideas planteadas y se determinó que se requerían 2 acciones para reducir el tiempo y la distancia empleada en buscar las herramientas; la primera, evaluar cuales herramientas se requieren con mayor frecuencia en un área para ubicarlas allí y la segunda, generar una cultura de limpieza para mantener el área que rodea el tablero de las herramientas accesible. Al establecer las acciones requeridas para abordar el problema se identificó que la mejor herramienta para llevarlas a cabo es la metodología de las 5S.

Como primer paso para aplicar la metodología seleccionada, se procedió a realizar un listado de las herramientas con las que cuenta la empresa (Anexo 12). Realizando una evaluación en 5 días y registrando los períodos en los que se usó cada herramienta y en qué área fue usada. Se generó la Tabla 24 como resumen de las frecuencias por herramienta y área, descartando las herramientas que no habían sido usadas en los días evaluados, las cuales continuarían en el tablero de herramientas.

Para facilitar el análisis de la ubicación recomendada para cada herramienta se generó la Figura 34, en la cual se consolidó por herramientas, las áreas que habían hecho uso de estas.

Tabla 24.

Frecuencia de uso de las herramientas por área.

#	HERRAMIENTA	CORTE	PULIDO	SOLDADO	ARMADO	TALADRADO	MECANIZADO	TOTAL
1	BROCAS					5		1
2	CINCEL	2			2			2
3	DESTORNILLADORES		3				3	2
4	ENTENALLAS					4		1
5	ESCUADRA DE COMPROBACION			3	3			2
6	FALSA ESCUADRA			2	3			2
7	FLEXOMETRO	5		5	5			3
8	GRAMIL			3	5			2
9	LIMA			1	1			2
10	MAZO				5			1
11	MICROMETRO						3	1
12	REGLA GRADUADA				2			1
13	SARGENTO			2				1
14	TALADRO				2	2	1	3
15	TORNILLO DE BANCO				3			1
16	HOMBRE SOLO				5		5	2
17	PULIDORA		5					1
	TOTAL	2	2	6	11	3	4	28

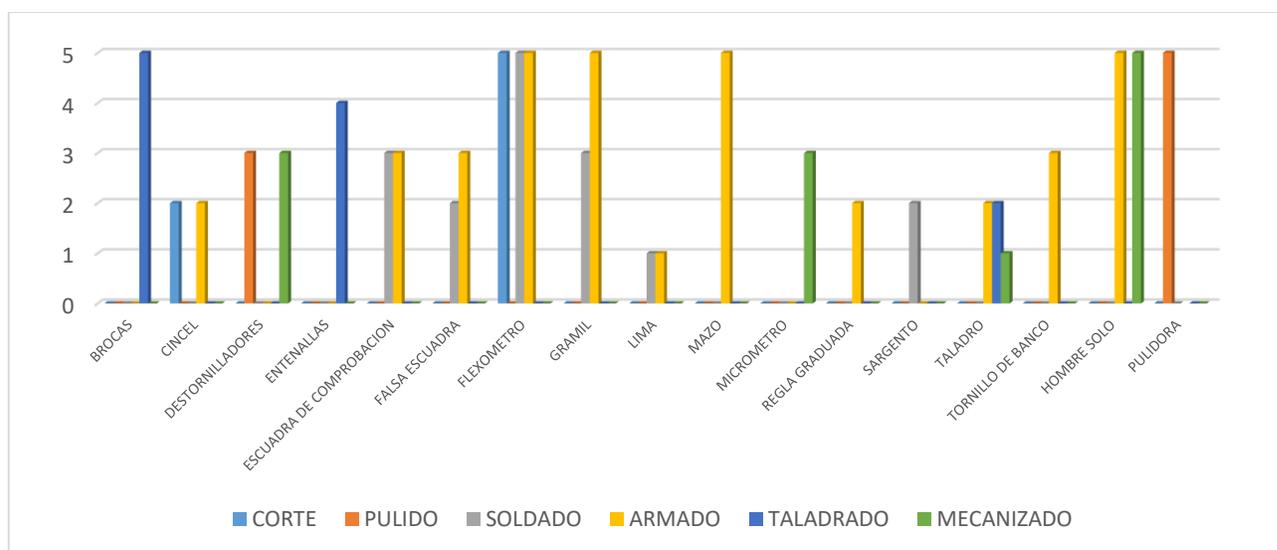


Figura 34. Frecuencia de uso de las herramientas por área. Nota: Creación propia

Para determinar en qué área ubicar cada herramienta se realizó una pre asignación ubicando teóricamente la herramienta que se usó en cada área y hacer la comparación entre asignaciones y existencias, Tabla 25, para determinar si era factible esta distribución.

Tabla 25.

Existencias de las herramientas frente a las pre asignadas.

Herramienta	Existencias	Áreas pre-asignadas	
BROCAS	12	1	SI CUMPLE
CINCEL	3	2	SI CUMPLE
DESTORNILLADORES	4	2	SI CUMPLE
ENTENALLAS	2	1	SI CUMPLE
ESCUADRA DE COMPROBACIÓN	1	2	DÉFICIT DE 1
FALSA ESCUADRA	2	2	SI CUMPLE
FLEXÓMETRO	3	3	SI CUMPLE
GRAMIL	2	2	SI CUMPLE
LIMA	3	2	SI CUMPLE
MAZO	1	1	SI CUMPLE
MICRÓMETRO	1	1	SI CUMPLE
REGLA GRADUADA	2	1	SI CUMPLE
SARGENTO	2	1	SI CUMPLE
TALADRO	3	3	SI CUMPLE
TORNILLO DE BANCO	2	1	SI CUMPLE
HOMBRE SOLO	2	2	SI CUMPLE
PULIDORA	5	1	SI CUMPLE

Nota: Creación propia

Realizada la comparación se evidenció que había una falencia de 1 Escuadra de comprobación ya que se requería para el área de soldado y para el área de armado, se procedió a revisar si había alguna herramienta que pudiera ser sustituta de esta y se encontró que la falsa escuadra tenía aplicación similar, además, las 2 unidades también serían asignadas a las mismas áreas de soldado y armado, pero teniendo en cuenta que la escuadra de comprobación brinda un mayor nivel de confianza como guía y que el área de soldado requiere mayor precisión se determinó que la escuadra sería asignada a dicha área. Como resultado, las herramientas que habían tenido algún uso en los días evaluados fueron asignadas como se evidencia en las Figura 35, Figura 36, Figura 37, Figura 38, Figura 39 y Figura 40. Con la adición de que la grapadora, aunque no había sido usada durante las mediciones era necesaria en el área de armado cuando el producto incluía láminas por lo que se determinó asignar al área de armado esta herramienta.

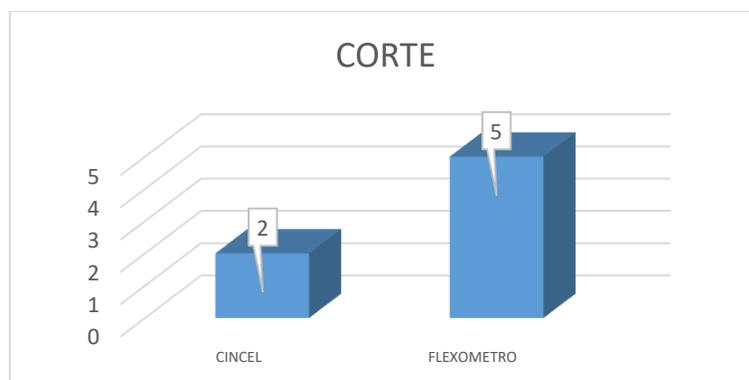


Figura 35. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de corte. Nota: Creación propia

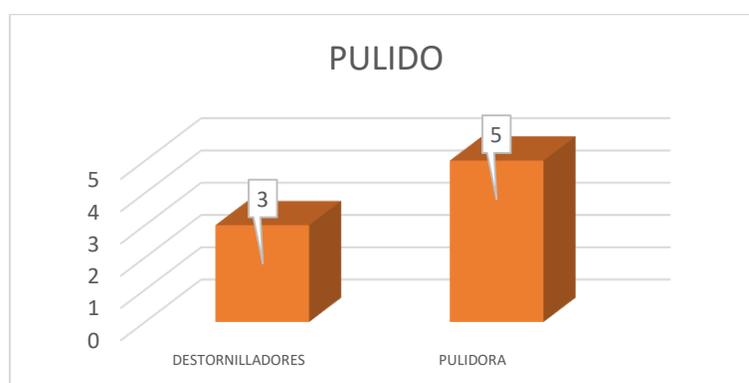


Figura 36. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de pulido. Nota: Creación propia

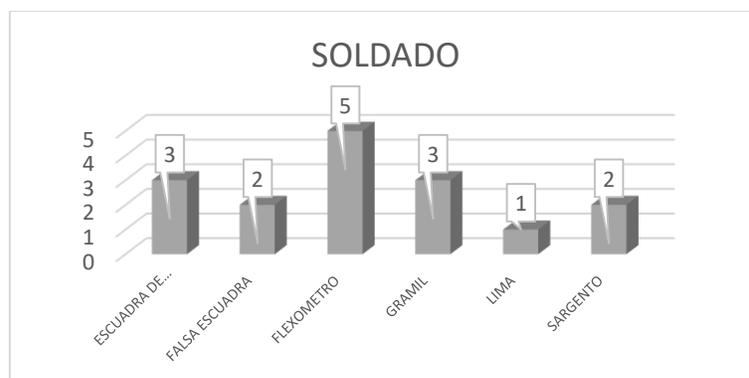


Figura 37. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de soldado. Nota: Creación propia

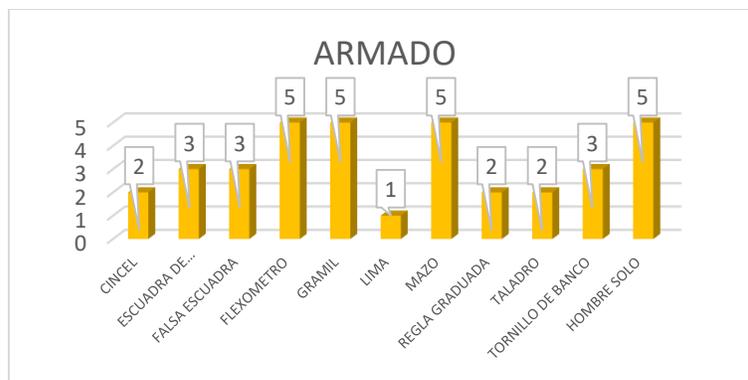


Figura 38. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de armado

Nota: Por falta de disponibilidad se descarta la asignación de la escuadra de comprobación y por necesidad identificada por el equipo se asigna la grapadora.

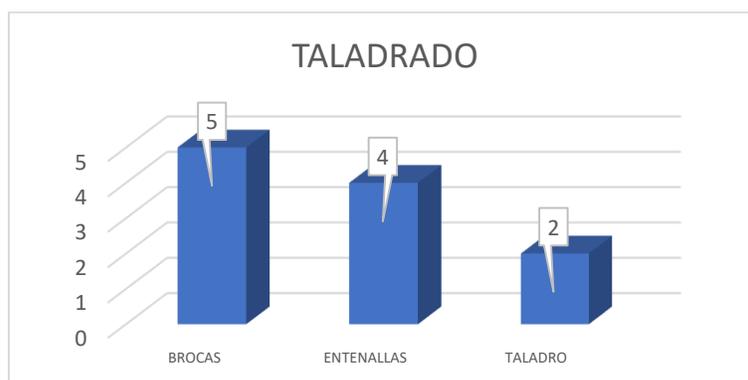


Figura 39. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de taladrado Nota: Creación propia

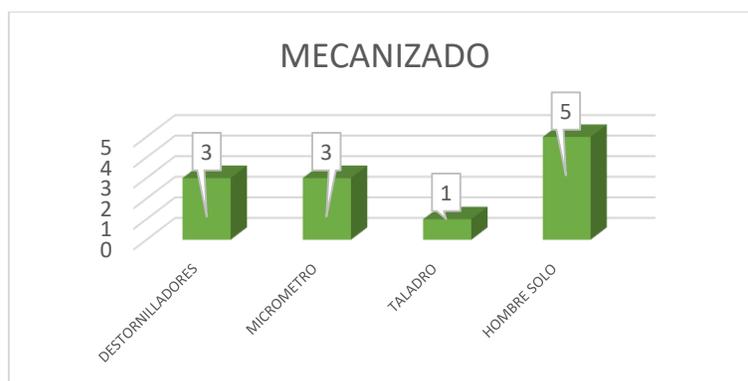


Figura 40. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de mecanizado Nota: Creación propia

Con la reorganización de las herramientas, se procedió a realizar una prueba de tiempos para determinar la mejora que se pudo realizar en este sentido, se observó sin notificar al operario en cada una de las áreas y se tomó los tiempos que tardaban en alcanzar una herramienta que necesitara para el proceso de producción que estaba realizando; de esta observación se identificó que con la propuesta, al ser cada herramienta propia del área y por ello propia del operario, este mostraba mayor interés en que estas herramientas permanecieran en la ubicación asignada por el grupo de trabajo, evitando que en el momento que la necesitara, requiriera desplazarse a buscarla, al realizar la observación, no fue posible identificar actividades denominadas como “Búsqueda de herramientas” ya que el mayor tiempo empleado para esto fue inferior a 5 segundos y según la metodología y detalle empleado para elaborar el cursograma analítico del estado inicial, este tiempo es considerado parte de la actividad que está desempeñando, sea corte, pulido, armado, soldado, etc. . . .

9 Análisis de beneficios

9.1 Beneficios tras la propuesta y aplicación de la metodología 5'S

Se realiza la implementación de la herramienta 5'S para las áreas donde se evidencia mayor desperdicio además de ser consideradas de gran importancia durante los procesos productivos de la empresa pues comparten relación directa con la fabricación de la mayoría de productos, estas áreas son: Área de almacenamiento, área de pulido y área de taladro de árbol.

- Para el área de almacenamiento tras la propuesta de mejora aplicando la metodología 5'S se logra garantizar al operario la facilidad en la identificación y selección de la materia prima a su vez se minimiza el tiempo de alistamiento y el error al momento de cortar el material. Esto gracias a la correcta clasificación y presentación del almacenaje el cual se interpreta de manera simple pero efectiva favoreciendo el desarrollo laboral de los colaboradores
- En el área de pulido se realiza limpieza, orden, eliminación de materiales que no son necesarios para el proceso con el fin de aumentar el espacio y mejorar el desplazamiento del operario. De igual manera se clasifican los elementos de mesas cercanas a esta área con el fin de facilitar su acceso, estos pueden ser discos de pulir y brillar junto con herramientas de uso constante como martillos y pinzas

Siguiendo los parámetros obtenidos tras la evaluación y análisis de la distribución en planta, se realizó el ordenamiento y mejora de esta área pues en la distribución actual comparte espacio con el almacenaje de producto obsoleto o retal, gracias a esta intervención se logró recuperar 7,57 m² (ver Figura 41) que se utilizaban por este material y que ahora se encuentra a disposición de los colaboradores para una mejor movilización y manejo del áreas



Figura 41 Área ocupada por material restante en el área de pulido vs área final tras intervención.

Nota: Creación propia.

- En el área de taladro de árbol por medio de las 5S aumenta la vida útil de la máquina eliminando suciedad y materiales que no se necesitan en la máquina, además se clasifican los elementos de trabajo mejorando la identificación de cada herramienta permitiendo su rápida ubicación reduciendo al límite mínimo los tiempos de búsqueda de herramientas.

9.2 Beneficios económicos

Para realizar el análisis de los beneficios que se alcanzaron con el desarrollo de este proyecto se realizó el cálculo de las utilidades de cada producto tomando el valor de venta y restando los costos en los cuales se incluyeron los costos relacionados en la Tabla 27, Tabla 28, Tabla 29 y Tabla 30.

Desde una perspectiva productiva las mejoras implantadas y propuestas generan un parte positivo entre la situación actual y la propuesta esto gracias a la disminución de actividades que no aportan valor como los transportes, almacenamientos y demoras factores atacados durante la re-distribución de la planta junto con el análisis de métodos de trabajo los cuales proponen la implementación de un vehículo de bajo costo pero que influye de manera importante en los desplazamientos realizados durante el período laboral

De igual manera, la implementación de herramientas como 5`s permiten disminuir tiempos de búsqueda de materiales y errores presentes durante estas actividades sin olvidar que permite agilizar las labores de los colaboradores puesto que poseen todas las herramientas a la mano y con un fácil acceso.

Teniendo en cuenta lo anterior se evalúa la tasa de producción actual frente a la propuesta, donde se evidencia una mejora considerable en cuanto a unidades producidas por hora lo cual desencadena un aumento en la capacidad productiva de la empresa y en general de su productividad tal como se evidencia en la Tabla 26

Tabla 26.
Tasa de producción actual vs propuesta

	Tasa de producción actual (unds/hora)	Tasa de producción propuesta (unds/hora)	Porcentaje de mejora
Islas MAC	0,400	0,588	47%
Carolina Herrera	0,376	0,541	44%
Impact Table	0,515	0,762	48%
Biblioteca	0,354	0,701	98%

Nota: Creación propia

Tabla 27
Cargos y salarios de los colaboradores.

NOMBRE	CARGO	SALARIO	VALOR POR MINUTO
Jhon Santamaría	Gerente General	\$ 3.300.000	\$275
Tomás Gómez	Subgerente	\$ 3.300.000	\$275
Jairo Sánchez	Jefe de operación	\$ 3.300.000	\$275
	Auxiliar		
Kelly Gutiérrez	administrativa	\$ 1.210.000	\$101
César Guillén	Operario	\$ 1.800.000	\$150
Mauricio Martínez	Operario	\$ 1.210.000	\$101
David Sánchez	Operario	\$ 1.210.000	\$101
Mireya Gutiérrez	Operario	\$ 1.210.000	\$101
	Total	\$ 16.540.000	\$1.378

Nota: Creación propia

Tabla 28.

Costos Indirectos.

Servicios	Valor Mensual	Valor por minuto
Luz	\$ 120.000	\$ 10
Agua	\$ 43.500	\$ 4
Internet	\$ 110.000	\$ 9
Arriendo	\$ 2.460.000	\$ 205

Nota: Creación propia

Tabla 29.

Costos por proyecto.

Proyecto	Actual	Valor nomina	Valor servicios	Valor materia prima	Total
Islas MAC	150,1 Min	\$206.888	\$34.192	\$553.000	\$794.079
Carolina Herrera	159,7 Min	\$220.143	\$36.382	\$2.323.650	\$2.580.175
Impact Table	116,6 Min	\$160.714	\$26.561	\$132.825	\$320.099
Biblioteca	169,3 Min	\$233.352	\$38.565	\$2.432.500	\$2.704.417

Nota: Creación propia

Tabla 30.

Utilidad por proyecto.

PROYECTO	VALOR UNITARIO	COSTOS	UTILIDAD ACTUAL
Islas MAC	\$ 1.580.000	\$ 794.079,4	\$ 785.920,6
Carolina			
Herrera	\$ 6.639.000	\$ 2.580.174,9	\$ 4.058.825,1
Impact Table	\$ 379.500	\$ 320.099,2	\$ 59.400,8
Biblioteca	\$ 6.950.000	\$ 2.704.417,0	\$ 4.245.583,0

Nota: Creación propia

Para determinar el beneficio económico del proyecto se evaluaron los mismos datos para los resultados obtenidos aplicando las propuestas de mejora obteniendo los datos reflejados en las Tabla 31, Tabla 32, Tabla 33 y Tabla 34.

Tabla 31.

Costos por proyecto.

PROYECTO	PROPUESTA	VALOR NOMINA	VALOR SERVICIOS	VALOR M.P.	TOTAL
Islas MAC	102,0 Min	\$ 140.636	\$ 23.242	\$ 553.000	\$ 716.878
Carolina					
Herrera	110,8 Min	\$ 152.724	\$ 25.240	\$ 2.323.650	\$ 2.501.614
Impact Table	78,7 Min	\$ 108.521	\$ 17.935	\$ 132.825	\$ 259.281
Biblioteca	85,6 Min	\$ 118.036	\$ 19.507	\$ 2.432.500	\$ 2.570.043

Nota: Creación propia

Tabla 32.

Utilidad por proyecto.

PROYECTO	VALOR UNITARIO	COSTOS	UTILIDAD PROPUESTA
Islas MAC	\$ 1.580.000	\$ 716.878	\$ 863.122
Carolina Herrera	\$ 6.639.000	\$ 2.501.614	\$ 4.137.386
Impact Table	\$ 379.500	\$ 259.281	\$ 120.219
Biblioteca	\$ 6.950.000	\$ 2.570.043	\$ 4.379.957

Nota: Creación propia

Tabla 33

Mejoras en tiempo después de implementar la propuesta.

PROYECTO	TIEMPO TOTAL		MEJORA	
	ACTUAL	PROPUESTA	EN TIEMPO	EN PORCENTAJE
Islas MAC	150,1 Min	102,0 Min	48,1 Min	32,0%
Carolina Herrera	159,7 Min	110,8 Min	48,9 Min	30,6%
Impact Table	116,6 Min	78,7 Min	37,9 Min	32,5%
Biblioteca	169,3 Min	85,6 Min	83,7 Min	49,4%

Nota: Creación propia

Tabla 34.

Aumento de la utilidad después de implementar la propuesta.

PROYECTO	UTILIDAD		MEJORA	
	ACTUAL	PROPUESTA	EN PESOS	EN %
Islas MAC	\$785.921	\$863.122	\$77.201	110%
Carolina Herrera	\$ 4.058.825	\$ 4.137.386	\$78.561	102%
Impact Table	\$59.401	\$120.219	\$60.819	202%
Biblioteca	\$4.245.583	\$ 4.379.957	\$ 134.374	103%

Nota: Creación propia

Realizada la comparación de las utilidades percibidas con el modelo de producción inicial frente al de la producción con la aplicación de las propuestas de mejora, la conclusión del proyecto es positiva ya que en los 4 proyectos evaluados hubo un aumento de la utilidad para cada producto fabricado, el porcentaje de mejora estuvo entre el 2% para el proyecto Carolina Herrera y el 10% para Islas Mac y variando entre \$60.819 para Impact Table y \$134.374 Biblioteca.

10 Conclusiones

- Actualmente la Industria Metálica Josan S.A.S., se ve afectada por varios problemas de productividad y eficiencia, los cuales se atribuyen principalmente a su corto período de funcionamiento puesto que es una empresa relativamente nueva lo cual influye en el poco manejo y control de estas problemáticas generando pérdidas económicas importantes.
- Tras el análisis productivo de la empresa, se logra constatar los altos índices de actividades que no aportan valor al producto final las cuales superan en promedio un 52% del total de actividades, generando así demoras, re-procesos, desplazamientos innecesarios y en general pérdida de productividad afectando el correcto desarrollo productivo de la industria metálica Josan S.A.S.
- La presente investigación permitió la evaluación de algunas herramientas propuestas por áreas como la ingeniería industrial las cuales han proporcionado los mecanismos necesarios para el correcto desarrollo de la investigación, aportando valor al planteamiento de los problemas, su diagnóstico, análisis y propuesta de mejora.
- Teniendo en cuenta la distribución actual de la planta junto con el uso de sus áreas productivas, es necesaria la pronta intervención para su modificación mediante las propuestas planteadas anteriormente con el fin de mejorar su situación actual y lograr aumentar su competitividad en el mercado actual.
- Aplicando la propuesta de distribución en planta y manejo de materiales es posible reducir en un 77,8% las áreas improductivas de la empresa, liberando 15 m² aproximadamente para el correcto desarrollo de las actividades diarias, además de disponer de espacios más amplios para un mejor desplazamiento y manejo del producto en proceso.
- La implementación de herramientas de ingeniería industrial proporcionan grandes ventajas a nivel competitivo en las empresas gracias a su evaluación de problemáticas y posterior plan de mejoras generando aumento en las utilidades, productividad y mejora de los procesos analizados, tal como se verificó en la presente investigación.
- Mediante la propuesta de aplicación de 5´s e implementación de Poka Yoke en el área de almacenamiento es posible reducir el tiempo de alistamiento de materia prima en un 50 % teniendo en cuenta la situación actual, gracias a la clasificación, limpieza y orden del área en general.

- De acuerdo a las propuestas presentadas para la distribución en planta se puede llegar a disminuir al 75% del tiempo de fabricación de un producto reduciendo o eliminando las actividades que no aportan valor al producto final, esto permite completar un pedido en menor tiempo y aprovechar eficientemente los recursos adoptados por la empresa generando una mejora importante su proceso productivo.
- Por medio de la comparación de las utilidades percibidas con el modelo de producción inicial frente al de la producción con la aplicación de las propuestas de mejora, la conclusión del proyecto es positiva ya que en los 4 proyectos evaluados hubo un aumento de la utilidad para cada producto fabricado, el porcentaje de mejora estuvo entre el 2% para el proyecto Carolina Herrera y el 10% para Islas Mac y variando entre \$60.819 para Impact Table y \$134.374 Biblioteca.
- Con la implementación de la propuesta de mejora se espera un aumento en la tasa de producción superior al 40% para los proyectos evaluados, gracias a esto es posible obtener mayor capacidad de producción y por ende aumento en las utilidades, sin olvidar que las propuestas generan beneficios para todos los productos y procesos en general
- Mediante la aplicación de la metodología 5'S se logran disminuir tiempos y desplazamientos en la búsqueda de herramientas, factor que afecta negativamente en gran medida a las actividades diarias en la industria Metálica Josan S.A.S por otra parte se logra obtener un entorno más agradable para la ejecución de las actividades laborales.
- Se considera que tras la aplicación de las propuestas de mejora planteadas en la presente investigación se reducirán los tiempos de fabricación y de esta manera se otorgaran mejores tiempos de respuesta a clientes, dando satisfacción a sus necesidades tanto de calidad como de servicio
- El análisis integral de la empresa teniendo en cuenta su distribución, métodos de trabajo y producción en general permite la identificación de las principales problemáticas presentes en el proceso productivo generando la opción de tomar medidas efectivas apoyadas en ingeniería industrial

11 Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación de las propuestas analizadas en esta investigación con el fin de mejorar la situación actual de la compañía logrando minimizar las problemáticas presentadas
- Se sugiere la implementación de la filosofía lean manufacturing en toda la empresa con el fin de identificar las problemáticas generales de la misma y de este modo aplicar los planes de acción necesarios para su minimización
- Es necesaria la capacitación frente a la administración y gestión de la producción en lo posible a todos los empleados de la empresa con el fin de que ellos sean partícipes de la mejora continua de la empresa además de ser tomadores de decisiones que faciliten y mejoren el estado actual de la empresa
- Referente al manejo de los activos se sugiere la definición, análisis e implementación de un plan de mantenimiento a los activos de la empresa con el fin de evitar inconvenientes por averías o daños en los equipos lo cual generaría pérdidas importantes de tiempo y costos
- Desde una perspectiva administrativa se sugiere la implementación de indicadores de gestión y herramientas de diagnóstico y situación actual con el fin de identificar las debilidades presentes en la empresa y su posible mejora, de igual manera crear espacios de comunicación entre operarios y administrativos con el fin de tener en cuenta la visión y punto de vista de cada colaborador de la empresa esto en búsqueda de la mejora continua

12 Glosario

Con el objetivo de guiar los conceptos presentes en la investigación se definen algunos de los términos más importantes presentes en la misma, de modo que permitan una mejor interpretación.

Lean Manufacturing: Es una herramienta en la cual está enfocado en la eliminación o reducción de todos los desperdicios, con el fin de mejorar la calidad y minimizando los costos.

Manufactura esbelta: Se basa en diversas herramientas con el fin de ayudar a eliminar aquellas operaciones que no agregan valor al producto, al contrario, hace que pierda valor y calidad en el producto. (Diaz, 2009)

Poka Yoke: A prueba de error

Kaizen: Mejoramiento continuo.

Costos operativos: Son los gastos que están relacionados con la operación de una empresa o para el funcionamiento de un equipo.

Flexibilidad: Facilidad para acomodarse a distintas situaciones o a las propuestas de otro.

Exceso de procesos: Procesos más allá del estándar requerido por el cliente calidad no que el cliente no requiere.

Materia prima: Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto. Cosa que potencialmente sirve para crear algo.

Despilfarros: Actividades que no añaden valor al cliente

Diagrama causa y efecto: Es un diagrama que define el problema detalladamente con sus causales.

Personal polivalente: Es aquel personal que es capaz de realizar varios procesos dentro de la empresa.

Góndola: Es un tipo de mueble que se encuentra en almacenes, con el fin de exhibir productos al consumidor.

Mudas: Son desperdicios que se presenta en las empresas.

Sistema push: Es cuando tamaños de las órdenes de producción se basan en pronósticos de mediano o largo plazo, por lo que generalmente son grandes y variables.

Sistema pull: Es cuando los tamaños de las órdenes de producción son pequeños y se determina cuanto producir.

Asertivo: Es un medio de afirmación.

Cuellos de botella: Es cuando una de las fases del proceso productivo es más lenta que las demás y como efecto ralentiza los demás procesos.

Costos unitarios: Es el valor promedio en el cual determina en la producción cuánto cuesta producir una unidad del producto.

Materia prima: Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto.

Reabastecimiento: Es una operación que consiste en contar nuevamente con un stock completo para evitar las situaciones de faltas de existencias.

Estandarización: Es la documentación detallada de un proceso o es un paso a paso de algo.

Plan de producción: Es una descripción de todas las operaciones en el proceso de producción cómo materia prima, maquinaria, recurso humano entre otros.

13 Referencias

- Arrieta, J. (2011). *Herramientas de producción: ayudas para el mejoramiento de los procesos productivos*. Obtenido de Universidad EAFIT:
<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/8179#.WeZUdohrzIU>
- Concha, J., & Barahona, B. (2013). *Mejoramiento de la productividad en la empresa induacero cia . ltda . en base al desarrollo e implementación de la metodología 5s y vsm , herramientas de l lean manufacturing ”*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de Escuela Superior Politécnica De Chimborazo:
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3026/1/85T00290.pdf>
- Córdova, F. (26 de Agosto de 2013). *Mejoras en el proceso de fabricación de spools en una empresa metalmecánica usando la manufactura esbelta*. Recuperado el 16 de Octubre de 2017, de Pontificia Universidad Catolica De Perú :
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4712?show=full>
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y certificación*. Barcelona: Profit editorial.
- DANE. (2017). *Informe de Gestión 2016 Sector Comercio, Industria y Turismo*. Obtenido de Mincit.go.co:
http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=80220&name=Informe_de_gestion_sector_comercio_industria_y_turismo_2016.pdf&prefijo=file
- Díaz, F. (2009). *Manufactura Esbelta*. Recuperado el 12 de Agosto de 2017, de Facultad De Estudios Superiores Cuautitlán:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Dinero. (21 de Abril de 2017). *Mejoran perspectivas de la industria del acero ¿Cómo está y hacia dónde va?* Recuperado el 24 de Abril de 2018, de Mejoran perspectivas de la industria del acero ¿Cómo está y hacia dónde va?:
<https://www.dinero.com/economia/articulo/industria-del-acero-y-siderurgicas-en-colombia-proyecciones-2017/244338>
- Duesco. (2017). *Duesco LTDA*. Recuperado el 11 de Agosto de 2017, de Duesco LTDA:
<http://www.induesco.com/>
- Hernández, E. (Julio de 2014). *Propuesta de reducción del retraso de productos terminados en el área de producción de una empresa metalmecánica mediante la Teoría de las Restricciones y herramientas Lean*. Recuperado el Octubre de 15 de 2017, de Repositorio Academico UPC:
<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581876/1/Tesis+Edisson+Hernandez+final.pdf>
- Hernández, R., & Fernández Carlos, B. M. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw- Hill.
- Ishikawa, K. (1986). *Que es el control total de la calidad?: la modalidad japonesa*. Bogotá: Norma.

- Lean Manufacturing 10. (2016). *Metodología Lean Manufacturing: Definición y cómo aprender a implatarla*. Recuperado el 23 de Agosto de 2017, de Lean Manufacturing10: <https://leanmanufacturing10.com/>
- Lean Manufacturing 10. (2016). *Metodología Lean Manufacturing: Definición y cómo aprender a implatarla*. Recuperado el 13 de Agosto de 2017, de Lean Manufacturing 10: <https://leanmanufacturing10.com/>
- Lean Solution. (2017). *7 Desperdicios, Mura, Muri, Muda*. Recuperado el 28 de Agosto de 2017, de Lean Solutions: <http://www.leansolutions.co/conceptos/desperdicios/>
- Lean Solution. (2017). *Lean Manufacturing*. Recuperado el 11 de Agosto de 2017, de Lean Solution: <http://www.leansolutions.co/conceptos/lean-manufacturing/>
- Leansolutions. (2016). *¿Que es VSM?* Recuperado el Mayo de 16 de 2018, de ¿Que es VSM?: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>
- M., L. D. (28 de Enero de 2016). *Siderurgia y metalmecánica: un sector de importancia para la industria colombiana*. Recuperado el 22 de Abril de 2018, de Siderurgia y metalmecánica: un sector de importancia para la industria colombiana: <https://revistadelogistica.com/actualidad/siderurgia-y-metalmecanica-un-sector-de-importancia-para-la-industria-colombiana/>
- Manrique, C. (2012). *Marco Legal Salud Ocupacional en Colombia Sector metalmeccanico*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2017, de Academia.edu: https://www.academia.edu/8891513/Marco_Legal_Salud_Ocupacional_en_Colombia_Sector_metalmeccanico
- manufacturainteligente. (2015). *Value Stream Mapping*. Recuperado el Mayo de 16 de 2018, de Value Stream Mapping: <http://www.manufacturainteligente.com/value-stream-mapping-como-realizar-un-vsm-con-tu-equipo/>
- Monge, H., Reyes, J., & Rodriguez, J. (Agosto de 2007). *Diseño de un programa de reducción de desperdicios apoyado con manufactura esbelta*. Recuperado el 16 de Octubre de 2017, de http://ri.ues.edu.sv/2166/1/Dise%C3%B1o_de_un_programa_de_reducci%C3%B3n_de_desperdicios_apoyado_con_manufactura_esbelta.pdf
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México D.F : Mc Graw-Hill.
- Normas APA. (2017). *¿Cómo determinar el alcance de tu tema de tesis?* Recuperado el 24 de Agosto de 2017, de Normas APA: <http://normasapa.net/determinar-alcance-tema-tesis/>
- Ortiz, A. (1 de Diciembre de 2007). *Acerca del Pueblo Wayúu*. Recuperado el 30 de Agosto de 2016, de Pueblo Wayúu: <http://pueblowayuu.blogspot.com.co/>
- Pinto, J. (2015). *Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2017, de Universitat Politècnica De València: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/51733/MEMORIA_TFM%20Pinto%20de%20los%20Rios%20Juan%20Sebastian.pdf?sequence=1
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de Santos.
- Sánchez, J. (2013). *Organización de la producción: Distribuciones en planta y mejora de los métodos y los tiempos*. Madrid, España: Ediciones Pirámide.

Villaseñor, A., & Edber, G. (2009). *Manual Lean Manufacturing Guia Basica*. Monterrey: LIMUSA.

Villaseñor, A., & Edber, G. (2011). *Sistema 5S's Guía de implementación*. Monterrey: LIMUSA.

Lista de figuras

Figura 1 Participación empresa Metal mecánica en el sector industrial	15
Figura 2. Ubicación de la empresa. Nota: Google Maps.	19
Figura 3. VSM Sistema de producción. Nota: Creación propia.....	38
Figura 4. Diagrama Causa-Efecto.	40
Figura 5 Cursograma inicial Islas MAC Nota: Creación propia.....	41
Figura 6 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC Nota: Creación propia.....	42
Figura 7 Cursograma inicial Carolina Herrera Nota: Creación propia	43
Figura 8 Diagrama de recorrido inicial proyecto Carolina Herrera. Nota: Creación propia....	44
Figura 9 Cursograma inicial Impac Table Nota: Creación propia	45
Figura 10 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC Nota: Creación propia.....	46
Figura 11 Cursograma inicial bibliotecas Nota: Creación propia	47
Figura 12 Diagrama de recorrido inicial proyecto Biblioteca Nota: Creación propia	48
Figura 13. Árbol de problemas, movimientos innecesarios área corte.	50
Figura 14. Alternativas para el transporte de materiales.....	51
Figura 15. Tiempo promedio por actividad.....	56
Figura 16. Tabla relacional de actividades.....	58
Figura 17. Diagrama de relaciones de las actividades.	58
Figura 18. Diseño actual de la planta productiva.	60
Figura 19. Propuesta de Re- Distribución de la planta.....	60
Figura 20. Distancia actual recorrida VS Distancia recorrida propuesta. Nota: Creación propia.	61
Figura 21. Área utilizada en la distribución actual y puesta. Nota: Creación propia.....	62
Figura 22. Tiempo actual y propuesto empleado en transportes para la fabricación de un producto.	63
Figura 23 Clasificación de materia prima	65
Figura 24 Diagrama de causa y efecto- Falta de clasificación de materia prima.....	65
Figura 25. Diagnóstico área de almacenamiento.	66
Figura 26 “Estantes de almacenamiento” Escala 1:1 Centímetros. Nota: Creación propia. ...	71
Figura 27. Nueva estructura estante Escala 1:1 Cm. Nota: Creación propia.	71

Figura 28. Estado inicial del cajón presente en el taladro de árbol.....	75
Figura 29. Elementos clasificados y eliminados tras la intervención. Nota: Creación propia.	76
Figura 30. Elementos innecesarios en el taladro de árbol.....	76
Figura 31. Estado inicial vs estado actual tras la intervención. Nota: Creación propia.	77
Figura 32. Estado inicial vs intervención de limpieza. Nota: creación propia.....	78
Figura 33. Aplicación de la herramienta 5'S, antes vs ahora. Nota: Creación propia	81
Figura 34. Frecuencia de uso de las herramientas por área. Nota: Creación propia	85
Figura 35. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de corte.....	87
Figura 36. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de pulido.....	87
Figura 37. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de soldado	87
Figura 38. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de armado.....	88
Figura 39. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de taladrado.....	88
Figura 40. Frecuencia de uso de las herramientas asignadas al área de mecanizado.....	88
Figura 41 Área ocupada por material restante en el área de pulido vs área final tras intervención. Nota: Creación propia.	91

Lista de tablas

Tabla 1. Antecedentes investigativos	22
Tabla 2. Normatividad colombiana aplicada a la actividad económica.....	29
Tabla 3. Legislación ambiental para la actividad económica.....	30
Tabla 4. Cercanía del evaluado con el proceso de producción.	35
Tabla 5. Herramientas en las que se enfoca el proyecto.	36
Tabla 6. Proyectos evaluados	37
Tabla 7. Valor MO construcción carrito.	51
Tabla 8. Otros costos construcción de carrito	52
Tabla 9. Valor fabricación carrito.	52
Tabla 10 Mejoras con la implementación de carro como transporte de material.	53
Tabla 11. Resumen mejoras.	54
Tabla 12. Porcentaje de actividades realizadas por proyecto.....	55
Tabla 13. Tiempo de alistamiento de materia prima por proyecto.	67
Tabla 14. Tarjeta de control Área de almacenamiento.....	68
Tabla 15. Tarjeta de control Área de almacenamiento.....	69
Tabla 16. Formato materia prima.	70
Tabla 17. Clasificación materia prima en cada nivel del estante.	72
Tabla 18. Toma de tiempos en alistamiento de materia prima.....	73
Tabla 19. Tiempo de alistamiento de materia prima. Inicial-Propuesta	74
Tabla 20. Modelo para el seguimiento de la implantación de las 5'S.....	78
Tabla 21. Equipo de mejora continua.	82
Tabla 22. Tiempo empleado para buscar herramientas por cada proyecto.	83
Tabla 23. Distancia recorrida para buscar herramientas por cada proyecto.....	83
Tabla 24. Frecuencia de uso de las herramientas por área.	85
Tabla 25. Existencias de las herramientas frente a las pre asignadas.	86
Tabla 26. Tasa de producción actual vs propuesta.....	92
Tabla 27 Cargos y salarios de los colaboradores.	92
Tabla 28. Costos Indirectos.....	93
Tabla 29. Costos por proyecto.	93
Tabla 30. Utilidad por proyecto.	94

Tabla 31. Costos por proyecto.	94
Tabla 32. Utilidad por proyecto.	95
Tabla 33. Mejoras en tiempo después de implementar la propuesta.....	95
Tabla 34. Aumento de la utilidad después de implementar la propuesta.	95

Lista de anexos

Anexo 1 Diagnóstico Lean Manufacturing evaluación inicial.....	110
Anexo 2 Cursograma inicial Islas MAC	111
Anexo 3 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC.....	112
Anexo 4 Cursograma inicial Carolina Herrera.....	113
Anexo 5 Diagrama de recorrido inicial proyecto Carolina Herrera.....	114
Anexo 6. Cursograma inicial Impac Table	115
Anexo 7 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC.....	116
Anexo 8 Cursograma inicial bibliotecas	117
Anexo 9 Diagrama de recorrido inicial proyecto Biblioteca	118
Anexo 10 Análisis de herramientas susceptibles de aplicación	118
Anexo 11 Listado y descripción de herramientas.	120
Anexo 12 Herramientas encontradas en la empresa.....	122
Anexo 13 Cursograma propuesta Islas MAC.....	123
Anexo 14 Diagrama de recorrido propuesta proyecto MAC	124
Anexo 15 Cursograma propuesta Carolina Herrera	125
Anexo 16 Diagrama de recorrido propuesta proyecto Carolina Herrera	126
Anexo 17 Cursograma propuesto Impac Table.....	127
Anexo 18 Diagrama de recorrido propuesta proyecto Impact Table	128
Anexo 19 Cursograma propuesta bibliotecas.....	129
Anexo 20 Diagrama de recorrido propuesta proyecto Biblioteca.....	130
Anexo 21 Diagnóstico Lean Manufacturing Evaluación propuesta.....	131
Anexo 22 Manual de limpieza	132
Anexo 23 Diagnóstico Lean Manufacturing Comparación inicial y propuesta.....	134

Anexos

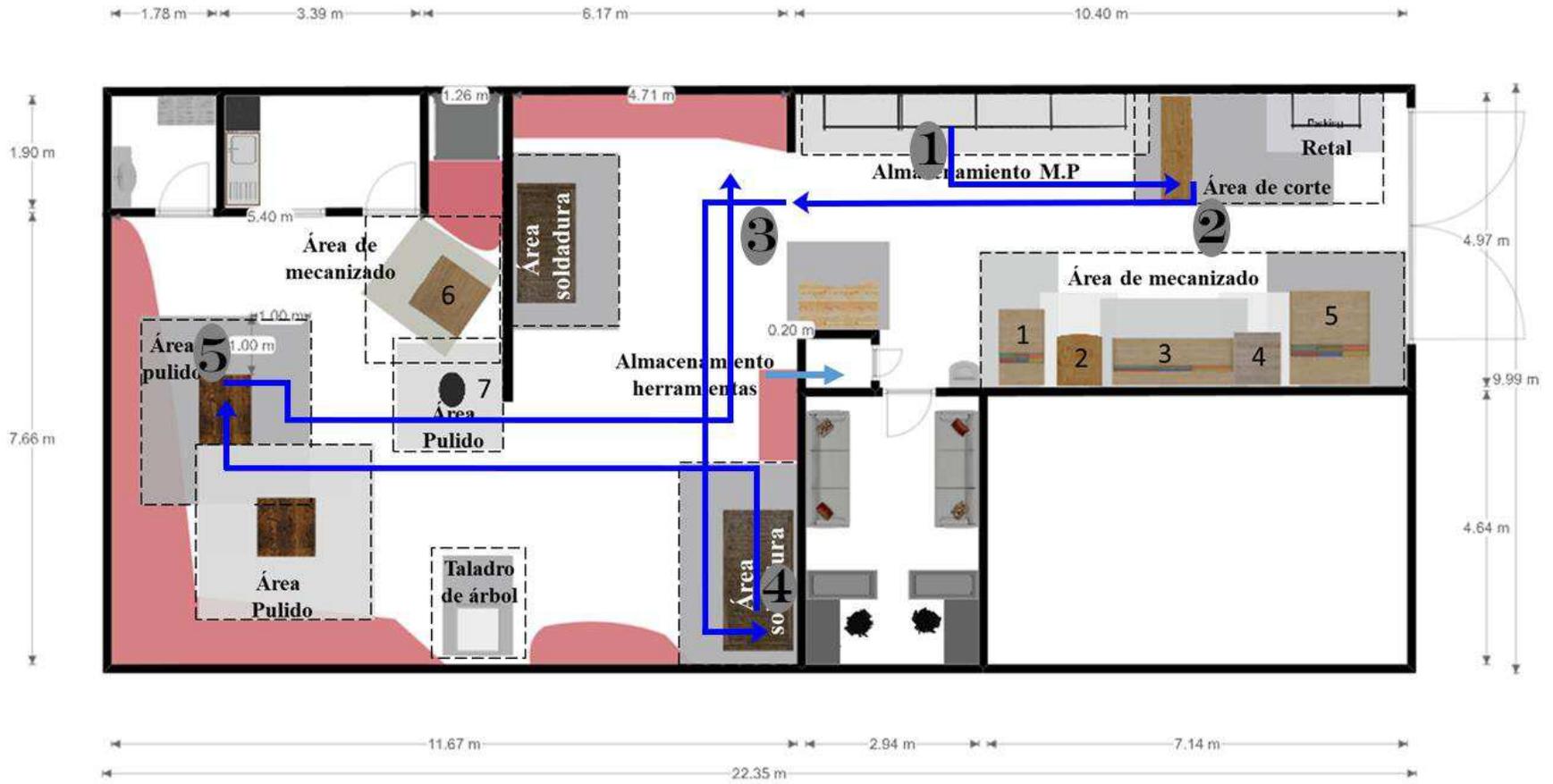
Anexo 1 Diagnóstico Lean Manufacturing evaluación inicial

Herramientas	Niveles				Operario	Jefe de planta	Estudiantes	TOTAL
	1	2	3	4				
5S	Planta desorganizada y sucia	Limpieza buena pero sin orden	Buena limpieza y organización. Se da entrenamiento de 3S	Se mantiene la limpieza y la organización, hay auditoría y entrenamiento de 3S en todas las áreas	2	2	1	1,8
FABRICA VISUAL	No existen los indicadores visuales, los problemas no se detectan	Se cuenta con indicadores por áreas, como indicadores de nivel de aceite, pasillos y flujos	Hay indicadores visuales estandarizados y se aplican en todas las áreas	La instalación es la mejor que se haya visto en cuanto a información y señalización en su vida	1	1	1	1
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	Paros por fallas de equipo, no se tiene el OEE	Se inicia n trabajos de mantenimiento preventivo	NTP es programado y hecho a tiempo. Se inicia trabajo del mantenimiento autónomo	NTP y MA funcionan correctamente y se hace trabajo de mantenimiento predictivo	1	1	1	1
POKA YOKO	No se tiene conocimiento de esta disciplina	Algunos dispositivos se implementaron por ingeniería	El personal está involucrado y los poka yokes se implementan y documentan	Poka yoke es una rutina de mejora continua en los equipos, los problemas de calidad no ocurren	2	2	1	1,8
ANÁLISIS 8C	Atrageo superficial de los problemas y en forma reactiva	Se utiliza en problemas grandes y repetitivos, principalmente en rechazos del cliente	Se analizan problemas relacionados con la producción	Todos los problemas se atienden identificando y eliminando la causa de raíz	1	1	1	1
FLUJO DEL PROCESO	Trabajo por medio de lotes en piso	Producción en islas solitarias	Producción en línea con inventarios en proceso	Manufactura celular, flujo de una sola pieza	2	2	1	1,8
FLUJO DE MATERIAL Y ENTREGA DE MATERIALES	Uso de tarimas y diablitos para transportar el material	El material se entrega sin control y en cajas, no hay ruta de surtido	El material se entrega por su día no existen rutas de surtido	El material se entrega por sistema, surtido varias veces al día, con una ruta definida y con horarios establecidos para cumplir el takt time	2	2	2	2
50 DESPERDICIOS	El desperdicio es excesivo en todas las áreas de la planta	El desperdicio es poco comentado y se le limita a ser tratado en proyecto de gran escala	Existen sistemas que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios	Se elimina el desperdicio es una rutina normal, los niveles de desperdicio son bajos	2	2	1	1,8
KAIZEN	La mejora continua ocurre en la alta gerencia o ingeniería, solo para proyectos de gran escala	La alta gerencia e ingeniería están dedicadas al tipo de progreso que da la mejora continua	Existen mejoras continuas o un sistema de sugerencias; el cambio es responsabilidad de un departamento	Se considera el kaizen parte del trabajo y se lleva cabo por todos los compañeros del equipo	2	1	2	1,65
50 DESPERDICIO	No hay interés de personal, no hay trabajo en equipo	Comunicación solo en juntas; se pueden formar equipos	Equipos conocen y entienden los materiales	Los equipos son auto dirigidos y responsables por sus desechos	3	3	1	2,6
LEAN MATERIAL HANDLING	Se reciben las partes sin conocer insumos, requerimientos de calidad, etcétera	Se conoce el consumo semanal, localización, lugar y uso en piso	Para cada parte existe un plan con precisión	Sistema de señalamiento que indica la parte, cómo y cuándo comprar. Los máximos y mínimos	2	2	2	2
HEJUNYA	Programación y metas de producción mensual	Programación y metas semanales a unque difiere por día	Se programa y se establecen metas diariamente	La producción es perfectamente nivelada a la demanda y basada en el takt time	2	2	2	2
MAPA DEL PROCESO	No existe	Se conoce lo que es el mapa de valor de proceso	Se mapea el proceso y se elabora mapa futuro	Se implementa mapa futuro dentro de la organización	2	2	2	2
SMED	Más de 60 minutos	Entre 10 y 60 minutos	Menos de 10 minutos	Dentro de takt time	3	2	2	2,45
LINE STOP	No se puede parar la línea. Scrap en exceso y el retrabajo es testigo de los problemas	Se tiene la autoridad de para la línea pero raramente se hace	Se para por problemas de calidad y se hace a menudo pero después de varios defectos. El orifoneo está colocado en cada estación de trabajo	Se tiene paros con rápida respuesta. Se registran en el número de veces y se mejora disminuyendo el número de paros	3	3	1	2,6
TRABAJO ESTÁNDAR	Indefinido	Definido, no siempre seguido	Definido, usado por los operadores	Usado y revisado semanalmente	1	1	1	1
MULTI PROCESOS	Expectativas de trabajo muy estrechas y rígidas	La gente hace lo que se les indica	Las personas ayudan a otras cedulas de trabajo por propia voluntad	El diseño de las líneas permite la operación de varias máquinas por la misma persona	3	3	3	3
WIP (WIP)	El WIP no es identificado	El WIP es identificado pero no controlado	El WIP y la materia prima se identifican visualmente con niveles de control. RFD es instaurado	WIP y la materia prima tienen áreas designadas y bien identificadas, cercanas al área donde se necesita y los niveles son controlados	3	1	3	2,3
KANBAN	La producción es controlada con base en empujar a la misma. Kanban no existe	El sistema de Kanban se trata de implementar	Los sistemas de Kanban funcionan en piso con pocas interrupciones o desviaciones	Se maneja Kanban con alta disciplina; la demanda se cumple diario con mínimos de inventario	2	1	2	1,65
MEDIBLES	No existen indicadores visuales en ninguna de las áreas de la compañía	Existen indicadores visuales en algunas de las áreas pero no están actualizados	Existen indicadores visuales, estandarizados por áreas y están actualizados	Existen indicadores visuales, estandarizados por áreas, actualizados y los operarios son responsables de esta información	2	2	2	2
PULL	Producción en sistema de empujar	Sistema de jaleo solo en algunas estaciones	Sistema de jaleo en la línea de producción	Producción de acuerdo con la demanda del cliente	2	1	1	1,45
TAKT TIME	Ritmo de la producción desconocido	Conocido, no alineado	Trabajo hecho a takt time	Takt time evaluado cada cambio de orden	1	1	1	1
DESARROLLO DE PROVEEDORES	No se tienen indicadores para medir su desempeño	Se miden el nivel de calidad, las entregas a tiempo, etcétera	Se trabaja con ellos y se les ayuda a disminuir los desperdicios	Los proveedores surten a la compañía con excelente calidad, al menos 2 veces al día	1	1	1	1
SUMATORIA					45	39	35	40,9
PROMEDIO					2,0	1,7	1,5	1,8

Anexo 2 Cursograma inicial Islas MAC

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación Islas para la presentación de cosméticos	Actividad					Diagrama N° 1		
		○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento			
Fecha	10/02/2018	□	Inspección	⇒	Transporte	▽			
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones
		○	□	D	⇒	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)	
1	Análisis de planos y medidas		x				6,0 Min		
2	Alistamiento materia prima	x					9,3 Min		Se selecciona y alista la materia prima para llevar al área de corte
3	Transporte de material al área de corte				x		5,3 Min	18,40 M	Se lleva la materia prima en 3 etapas (mas 2 movimientos de regreso) 3,68 m * 5 recorridos
4	Revisión de medidas		x				5,1 Min		
5	Corte de pieza	x					25,0 Min		Se realiza la primera parte de los cortes necesarios para la fabricación de la Isla
6	Transporte de pieza				x		5,6 Min	91,80 M	Lleva las 10 piezas realizando 15 movimientos, cada uno con un desplazamiento de 6,12 m
7	Almacenamiento previo					x	13,0 Min		Se almacena el material mientras se terminan de realizar los demás cortes
8	Transporte de piezas al área de armado				x		6,3 Min	117,00 M	Lleva las 10 piezas realizando 15 movimientos, cada uno con un desplazamiento de 7,8 m
9	Medición de piezas		x				5,6 Min		
10	Armado	x					11,9 Min		
11	Búsqueda de herramientas			x			14,9 Min	68,8 M	El operario se desplaza por la planta en busca de una escuadra
12	Armado	x					13,4 Min		
13	Búsqueda de herramientas			x			2,8 Min	26,3 M	El operario se desplaza por la planta en busca de una lima triangular
14	Análisis estructural y de medidas		x				2,2 Min		
15	Transporte al área de pulido				x		0,6 Min	9,63 M	
16	Pulido del producto	x					12,3 Min		
17	Satinado	x					9,0 Min		
18	Transporte al almacenamiento				x		2,0 Min	12,57 M	
TOTAL	N° de Actividades	6	4	2	5	1	18	344,5 M	
	Tiempo por actividades (Min)	80,8	18,9	17,7	19,8	13,0	150,1 Min		
	Porcentaje Actividad	33,3%	22,2%	11,1%	27,8%	5,6%			
	Porcentaje Tiempo	53,9%	12,6%	11,8%	13,2%	8,7%			

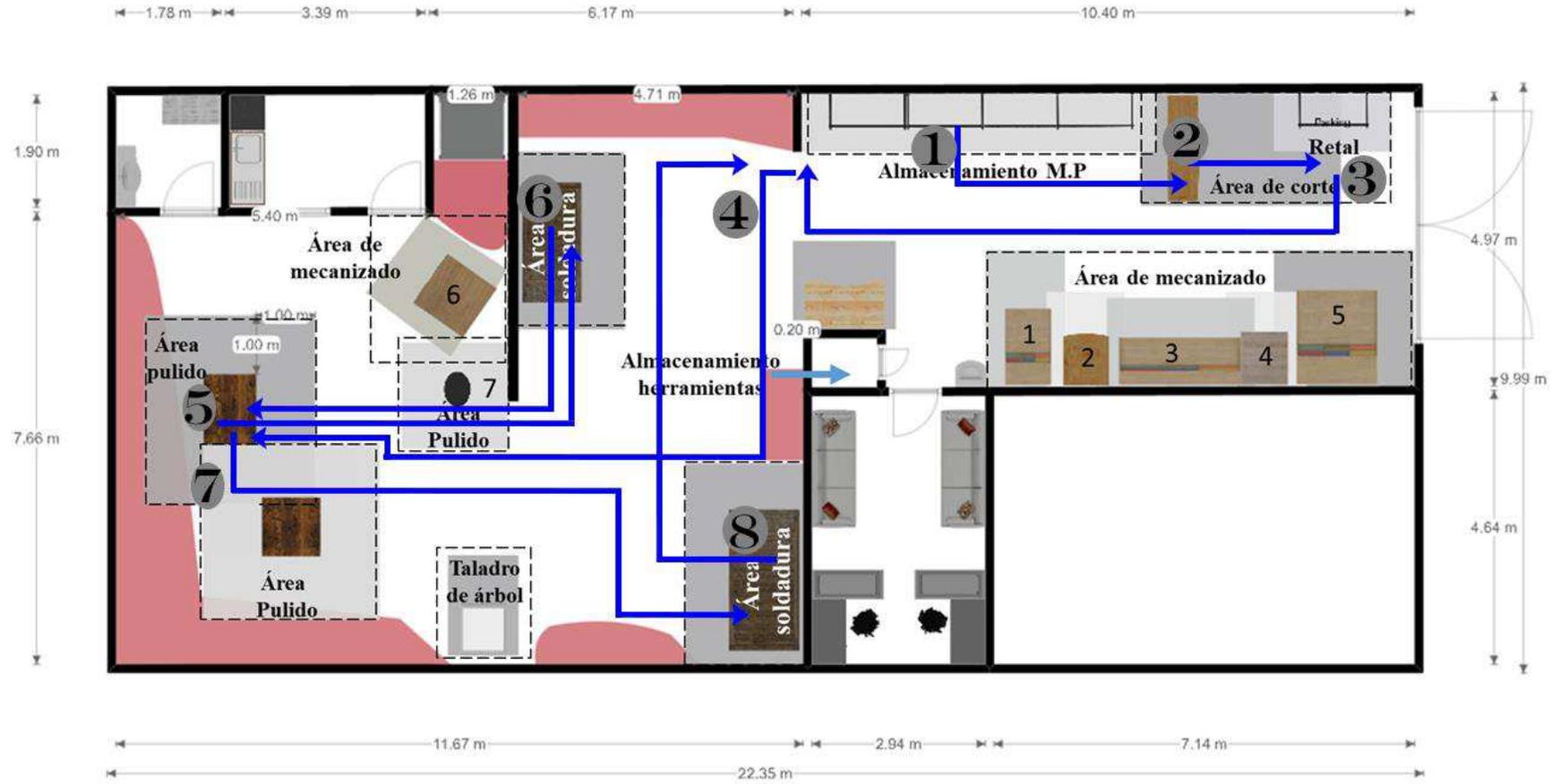
Anexo 3 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC



Anexo 4 Cursograma inicial Carolina Herrera

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación de columnas para exhibición de calzado	Actividad					Diagrama N° 2		
		○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento	▽		
Fecha	24/02/2018	□	Inspección	⇒	Transporte				
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones
		○	□	D	⇒	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)	
1	Análisis de planos y medidas		x				10,5 Min		
2	Alistamiento de materia prima	x					7,5 Min		El operario no encuentra la referencia de tubo especifica a cortar
3	Transporte de material al área de corte				x		4,8 Min	18,40 M	El operario levó el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
4	Alistamiento de maquina			x			8,5 Min		Inconvenientes durante el alistamiento y cambio de pieza para el corte
5	Corte de piezas	x					19,3 Min		
6	Inspección corte		x				3,2 Min		
7	Movimiento material en corte				x		0,3 Min	3,80 M	El operario aparta el material que le esta incomodando
8	Almacenamiento					x	10,5 Min		Se almacena la materia hasta terminar todo el corte
9	Corte de tubos	x					9,3 Min		
10	Transporte al área de pulido				x		13,8 Min	89,65 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 17,93 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
11	Espera de materia prima			x			7,0 Min		
12	Pulido de todos los tubos	x					8,9 Min		
13	Transporte a soldadura				x		6,8 Min	48,50 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 9,7 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta
14	Soldado de Angulo	x					6,3 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado
15	Transporte al área de pulido				x		3,6 Min	13,25 M	
16	Pulido de las soldaduras	x					6,8 Min		
17	Transporte al área de armado				x		3,5 Min	13,25 M	
18	Armado del producto	x					18,2 Min		
19	Satinado	x					8,2 Min		
20	Transporte al área de almacenamiento				x		2,8 Min	8,13 M	Es necesaria la ayuda de otro operario para transportar el producto
TOTAL	N° de Actividades	8	2	2	7	1	20	195,0 M	
	Tiempo por actividades (Min)	84,4	13,7	15,5	35,6	10,5	159,7 Min		
	Porcentaje Actividad	40,0%	10,0%	10,0%	35,0%	5,0%			
	Porcentaje Tiempo	52,8%	8,6%	9,7%	22,3%	6,6%			

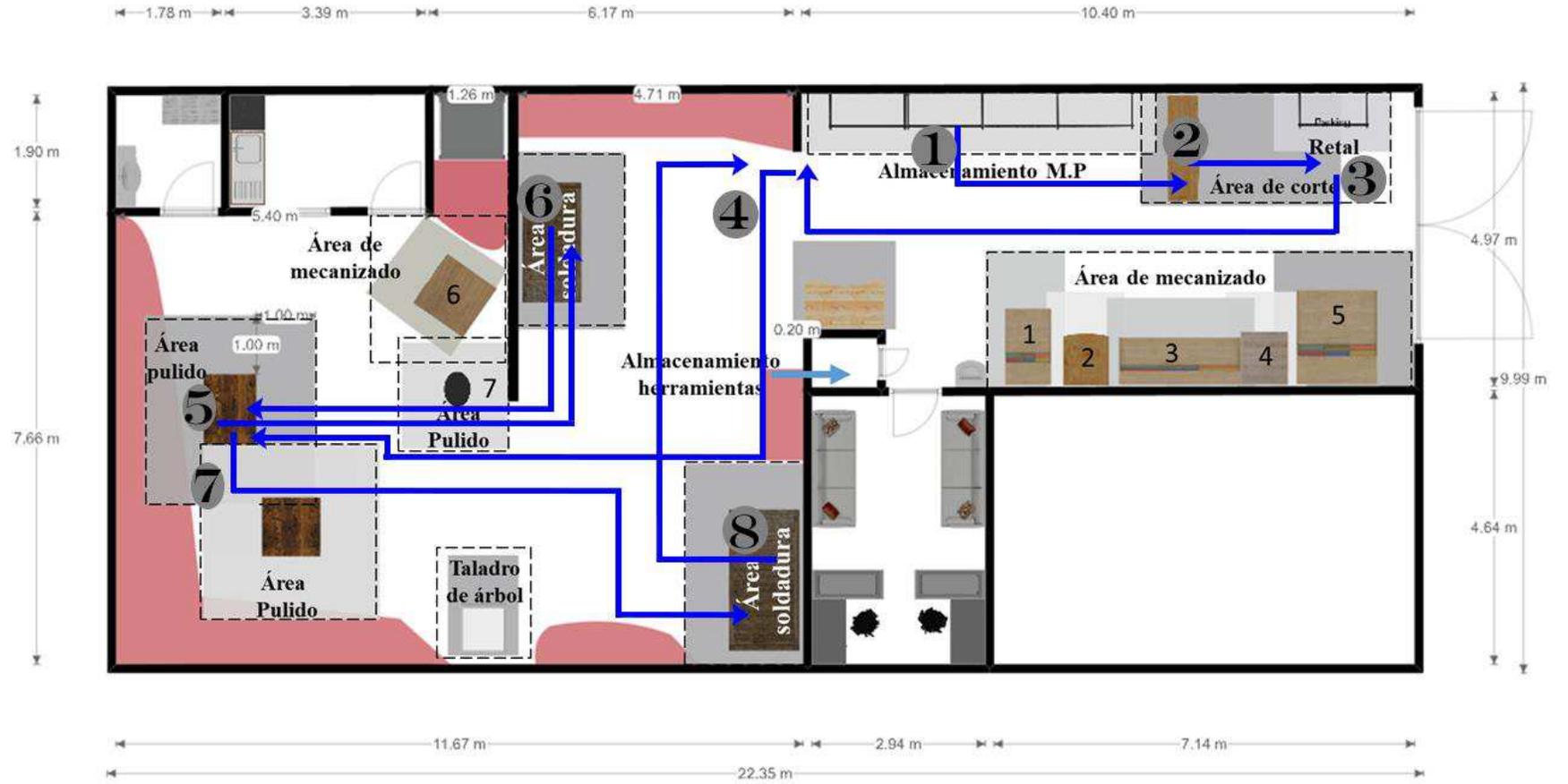
Anexo 5 Diagrama de recorrido inicial proyecto Carolina Herrera.



Anexo 6. Cursograma inicial Impac Table

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S										
CURSOGRAMA ANALITICO										
Proyecto	Fabricación de mesas para exhibición	Actividad					Diagrama N° 3			
Fecha	3/03/2018	○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento	▽			
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones	
		○	□	D	→	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)		
1	Análisis de planos y medidas		x				10,1 Min			
2	Alistamiento de materia prima	x					5,9 Min		Demoras en la ubicación de la materia prima a cortar	
3	Transporte de material al área de corte				x		3,1 Min	11,04 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 3 veces, 2 de ida y 1 de vuelta	
4	Alistamiento de maquina			x			9,9 Min		Inconvenientes durante el alistamiento y cambio de pieza para el corte	
5	Corte de tubos	x					5,0 Min		Se realiza la primera parte de los cortes necesarios	
6	Movimiento material en corte				x		1,6 Min	3,60 M	El operario aparta el material que le esta incomodando	
7	Almacenamiento					x	7,9 Min		Se almacena el material hasta terminar todos los cortes	
8	Corte de tubos	x					7,4 Min		Se realizan los cortes faltantes	
9	Transporte al área de pulido				x		9,5 Min	89,65 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 17,93 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta	
10	Pulido de todos los tubos	x					5,5 Min			
11	Transporte a soldadura				x		1,6 Min	30,90 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 6,18 m 5 veces, 3 de ida y 2 de vuelta	
12	Soldado de piezas	x					2,7 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado	
13	Transporte al área de pulido				x		1,4 Min	13,25 M		
14	Pulido de las soldaduras	x					5,0 Min			
15	Transporte al área de armado				x		2,5 Min	13,25 M		
16	Búsqueda de herramienta			x			9,8 Min	84,8 M	El operario no encontró el martillo, tuvo que usar un alicate para ajustar la pieza	
17	armado de componentes	x					17,0 Min			
18	Satinado	x					8,6 Min			
19	Transporte al área de almacenamiento				x		2,5 Min	8,13 M		
TOTAL	N° de Actividades	8	1	2	7	1	19	254,6 M		
	Tiempo por actividades (Min)	56,9	10,1	19,7	22,1	7,9	116,6 Min			
	Porcentaje Actividad	42,1%	5,3%	10,5%	36,8%	5,3%				
	Porcentaje Tiempo	48,8%	8,6%	16,9%	18,9%	6,8%				

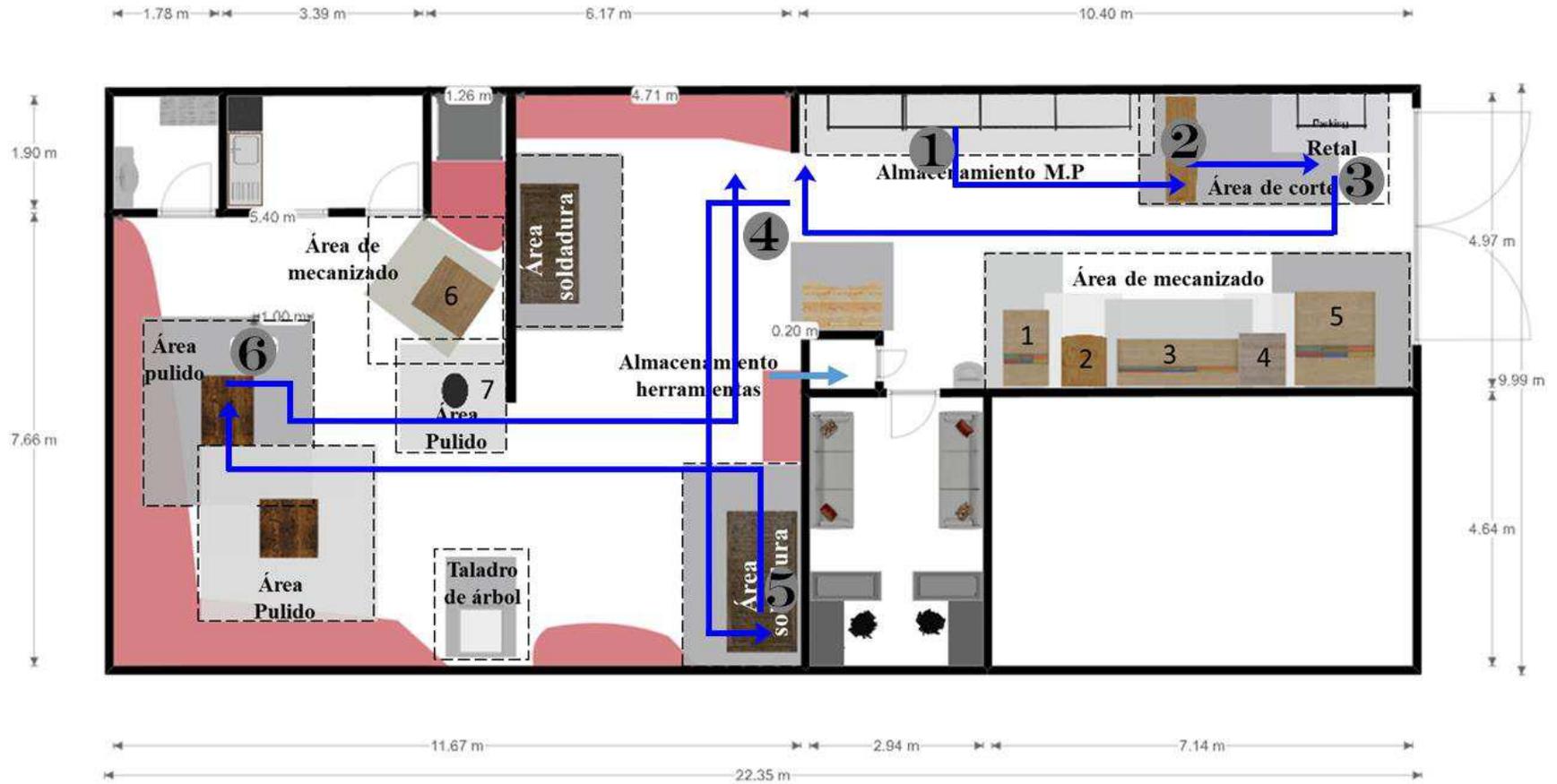
Anexo 7 Diagrama de recorrido inicial proyecto MAC



Anexo 8 Cursograma inicial bibliotecas

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación de estructura para bibliotecas	Actividad					Diagrama N° 4		
		○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento			
Fecha	10/03/2018	□	Inspección	⇒	Transporte	▽			
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones
		○	□	D	⇒	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)	
1	Análisis de planos y medidas		x				9,0 Min		
2	Alistamiento de materia prima	x					6,4 Min		Demoras en la ubicación de la materia prima a cortar
3	Transporte de material al área de corte				x		4,9 Min	18,40 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
4	Alistamiento de maquina			x			2,1 Min		
5	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18	x					4,4 Min		
6	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18					x	28,2 Min	4,20 M	El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
7	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *94,6 calibre 18	x					3,1 Min		
8	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 *94,6 calibre 18					x	16,6 Min	4,20 M	El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
9	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 * 3/4 calibre 18	x					3,1 Min		
10	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 * 3/4 calibre 18					x	8,4 Min	4,20 M	El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
11	Inspección corte		x				3,7 Min		Falto el corte de 1 tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18
12	Transporte de material al área de corte				x		1,9 Min	7,36 M	Desplazamiento de corte a almacenamiento y regreso
13	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18	x					4,5 Min		
14	Transporte al área de pulido				x		9,1 Min	89,65 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 17,93 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
15	Espera de materia prima			x			7,1 Min		
16	Pulido todos los tubos	x					5,4 Min		
17	Transporte al taladrado de árbol				x		3,1 Min	33,60 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 6,72 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
18	Busqueda herramienta			x			0,7 Min	8,20 M	El operario se desplaza por la planta en busca de una escuadra
19	Troquelado del tubo	x					3,4 Min		Se perforan los extremos de los tubos ya cortados
20	Transporte a soldadura				x		5,0 Min	48,50 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 9,7 m 5 veces, 3 de ida y 2 de regreso
21	Soldado de Angulo	x					5,1 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado
22	Transporte al área de pulido				x		2,2 Min	13,25 M	
23	Pulido de las soldaduras	x					5,0 Min		Se pule las partes del fresado y soldado eliminando la rebaba del producto.
24	Transporte al área de armado				x		2,2 Min	13,25 M	
25	Se arma todas las partes de la biblioteca	x					15,3 Min		
26	Satinado	x					6,5 Min		
27	Transporte al área de almacenamiento				x		3,0 Min	8,13 M	Es necesaria la ayuda de otro operario para transportar el producto
TOTAL	N° de Actividades	11	2	3	8	3	27	252,9 M	
	Tiempo por actividades (Min)	62,2	12,7	9,9	31,4	53,2	169,3 Min		
	Porcentaje Actividad	40,7%	7,4%	11,1%	29,6%	11,1%			
	Porcentaje Tiempo	36,7%	7,5%	5,8%	18,6%	31,4%			

Anexo 9 Diagrama de recorrido inicial proyecto Biblioteca



Anexo 10 Análisis de herramientas susceptibles de aplicación

Herramienta	Niveles				Operario	Jefe de planta	Estudiantes	TOTAL
	1	2	3	4				
5S	Planta desorganizada y sucia	Limpieza buena pero sin orden	Buena limpieza y organización. Se da entrenamiento de 5S	Se mantiene la limpieza y la organización, hay auditoría y entrenamiento de 5S en todas las áreas	4	3	3	3,45
PANORÁMICA VISUAL	No existen los indicadores visuales, los problemas no se detectan	Se cuenta con indicadores por áreas, como indicadores de nivel de aceite, pasillos y flujos	hay indicadores visuales estandarizados y se aplican en todas las áreas	La instalación es la mejor que se haya visto en cuanto a información y señalización en su vida	3	2	3	2,65
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	Paros por fallas de equipo, no se lleva el OEE	Se inician trabajos de mantenimiento preventivo	MP es programado y hecho a tiempo. Se inicia trabajo del mantenimiento autónomo	MP y MA funcionan correctamente y ya se trabaja con mantenimiento predictivo	1	1	1	1
POKA YOKES	No se tiene conocimiento de esta disciplina	Algunos dispositivos se implementaron por ingeniería	El personal está involucrado y los poka yokes se implementan y documentan	Poka yokes una rutina de mejora continua en los equipos, los problemas de calidad no ocurren	2	2	1	1,8
ANÁLISIS DE CAUSAS	Areglo superficial de los problemas y en forma reactiva	Se utiliza en problemas grandes y repetitivos, principalmente en rechazos del cliente	Se analizan problemas relacionados con la producción	Todos los problemas se atienden identificando y eliminando la causa de raíz	4	4	4	4
FLUJO DEL PROCESO	Trabajo por medio de lotes en piso	Producción en islas solitarias	Producción en líneas con inventarios en proceso	Manufactura celular, flujo de una sola pieza	2	2	1	1,8
FLUJO DE MATERIAL Y ENTREGA DE MATERIALES	Uso de tarimas y diablitos para transportar el material	El material se entrega sin control y en cajas, no hay ruta de suministro	El material se entrega por uso diario no existen rutas de suministro	El material se entrega por sistemas, surtido varias veces al día, con una ruta definida y con horarios establecidos para cumplir el takt time	3	3	3	3
DESPERDICIOS	El desperdicio es excesivo en todas las áreas de la planta	El desperdicio es poco comentado y se limita a ser tratado en proyecto de gran escala	Bistén sistemas que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios	Su eliminación es una rutina normal, los niveles de desperdicio son bajos	3	3	3	3
KAIZEN	La mejora continua ocurre en la alta gerencia o ingeniería; solo para proyectos de gran escala	La alta gerencia e ingeniería están dedicadas al tipo de progreso que es la mejora continua a escala	Bistén la mejora continua o un sistema de sugerencias; el cambio es responsabilidad de un departamento	Se considera al kaizen parte del trabajo y se lleva cabo por todos los compañeros del equipo	2	2	2	2
DESPEÑO	No hay interés del personal, no hay trabajo en equipo	Comunicación solo en juntas; se pueden formar equipos	Equipos conocen y entienden los medibles	Los equipos son auto dirigidos y responsables por su desempeño	3	3	3	3
LEAN MATERIAL HANDLING	Se reciben las partes sin conocer insumos, requerimientos de calidad, etcétera	Se conoce el consumo semanal, localización, lugar y uso en piso	Para cada parte existe un plan con precisión	Sistema de señalización que indica la parte, cómo y cuándo comprar. Los máximos y mínimos	2	2	2	2
HELIJUNTA	Programación y metas de producción mensual	Programación y metas semanales a un nivel diario	Se programa y se establecen metas diariamente	La producción es perfectamente nivelada a la demanda y basada en el takt time	2	2	2	2
MAPA DEL PROCESO	No existe	Se conoce lo que es el mapa de valor de proceso	Se mapea el proceso y se elabora mapa futuro	Se implementa mapa futuro dentro de la organización	2	2	2	2
SMED	Más de 60 minutos	Entre 10 y 60 minutos	Menos de 10 minutos	Dentro del takt time	3	2	2	2,45
LINE STOP	No se puede parar la línea. Scrap en exceso y el retrabajo es testigo de los problemas	Se tiene la autoridad de parar la línea pero raramente se hace	Se para por problemas de calidad y se hace a menudo pero después de varios defectos. El criterio está colocado en cada estación de trabajo	Se tiene paros con rápida respuesta. Se registran en el número de veces y se mejora disminuyendo el número de paros	3	3	1	2,6
TRABAJO ESTÁNDAR	Indefinido	Definido, no siempre seguido	Definido, usado por los operadores	Usado y revisado semanalmente	3	2	2	2,45
MULTI-PROCESO	Espectativas de trabajo muy estrechas y rígidas	La gente hace lo que se les indica	Las personas ayudan a otras cadenas de trabajo por propia voluntad	El diseño de las líneas permite la operación de varias máquinas por la misma persona	3	3	3	3
WIP (WIP)	El WIP no es identificado	El WIP es identificado pero no controlado	El WIP y la materia prima se identifican visualmente con niveles de control. RPD es insustituido	WIP y la materia prima tienen áreas designadas y bien identificadas, cercanas al área donde se necesitan y los niveles son controlados	3	1	3	2,3
KANBAN	La producción es controlada con base en empujar a la misma. Kanban no existe	El sistema de Kanban se trata de implementar	Los sistemas de Kanban funcionan en piso con pocas interrupciones o desviaciones	Se maneja Kanban con alta disciplina, la demanda se cumple a diario con mínimos de inventario	2	1	2	1,65
MEDIBLES	No existen indicadores visuales en ninguna de las áreas de la compañía	Bistén indicadores visuales en algunas de las áreas pero no están actualizados	Bistén indicadores visuales estandarizados por áreas y están actualizados	Bistén indicadores visuales estandarizados por áreas, actualizados y los operadores son responsables de esta información	2	2	2	2
PULL	Producción en sistema de empujar	Sistema de jalar solo en algunas estaciones	Sistema de jalar en las líneas de producción	Producción de acuerdo con la demanda del cliente	2	1	1	1,45
TAKT TIME	Ritmo de la producción desconocido	Conocido, no actualizado	Trabajo hecho a takt time	Takt time evaluado cada cambio de orden	1	1	1	1
DESARROLLO DE PROVEEDORES	No se tienen indicadores para medir su desempeño	Se miden el nivel de calidad, las entregas a tiempo, etcétera	Se trabaja con ellos y se les ayuda a disminuir los desperdicios	Los proveedores surten a la compañía con excelente calidad, al menos 2 veces al día	1	1	1	1
SUMATORIA					56	48	48	51,6
PROMEDIO					2,4	2,1	2,1	2,2

Anexo 11 Listado y descripción de herramientas.

HERRAMIENTA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
ALICATES	3	Son herramientas que se utilizan para sujetar piezas pequeñas cuando se van a doblar, cortar, soldar, etc. Hay muchos tipos de alicantes. Los hay de puntas planas, redondas y universales. El tipo de alicate depende del uso que le vayamos a dar.
BROCAS	12	Pieza metálica de corte que crea orificios circulares en diversos materiales cuando se coloca en una herramienta mecánica como taladro, berbiquí u otra máquina. Su función es formar un orificio o cavidad cilíndrica.
CINCEL	3	Herramienta para labrar a golpe de martillo los metales que consiste en una barra de acero con un extremo acabado en un filo en forma de cuña; se usa poniendo este extremo sobre lo que se quiere labrar y golpeando con el martillo por el extremo opuesto.
CORTAFRÍO	1	Herramienta manual de corte que se utiliza principalmente para cortar chapa en frío mediante golpes que se dan en la cabeza de esta herramienta con un martillo adecuado.
DESTORNILLADORES	4	Es una herramienta que se utiliza para apretar y aflojar tornillos y otros elementos de máquinas que requieren poca fuerza de apriete y que generalmente son de diámetro pequeño
ENTENALLAS	2	Se usan para sujetar piezas pequeñas o para piezas que no caben en la mordaza cuando se va a taladrar.
ESCUADRA DE COMPROBACIÓN	1	Herramienta usada para marcar y medir una pieza de material, y que quede recta. Se usa para asegurarse la perpendicularidad entre dos superficies, es decir, que entre ambas formen un ángulo de 90°
FALSA ESCUADRA	2	Herramienta que se emplea para copiar, marcar o verificar ángulos de diferentes grados.
FLEXÓMETRO	3	Instrumento de medición el cual es coincido con el nombre de cinta métrica, con la particularidad de que está construido por una delgada cinta metálica flexible, dividida en unidades de medición, y que se enrolla dentro de una carcasa metálica o de plástico.
GRAMIL	2	Es una herramienta usada para marcar líneas paralelas de corte en referencia a una orilla o superficie
GRAPADORA	1	Herramienta que se emplea para unir láminas a otros objetos colocando una grapa.
LIMA	3	Las limas son herramientas cuyo fin es desgastar y pulir los metales.
LLAVE INGLESA	2	Se utilizan para apretar o aflojar tuercas y tornillos.
LLAVES ALLEN	Juego de 13 piezas	Se utilizan para apretar o aflojar tuercas y tornillos con cabeza hexagonal interior.

HERRAMIENTA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
LLAVES DE TUBO	2	Se utilizan para apretar o aflojar tuercas y tornillos. Sirven para tuercas hexagonales y se utiliza cuando son inaccesibles para otras llaves.
LLAVES FIJAS	Juego de 11 piezas	Se utilizan para apretar o aflojar tuercas y tornillos. Plana de dos bocas: Sirve para tornillos y tuercas de cabeza hexagonal o cuadrada. Cada llave fija tienen solo dos tamaños de apriete de tuercas, uno en cada extremo.
MARTILLO DURO	1	Sirve para golpear y con ello transmitir una fuerza a otro elemento o herramienta. También para modificar formas de materiales.
MAZO	1	Son martillos con cabeza de madera, nylon, goma, etc. Se utilizan para golpear en materiales blandos que pueden quedar marcados. Se suelen usar para golpear otras herramientas y para dar forma a chapas.
MICRÓMETRO	1	Instrumento de medición de alta precisión, capaz de medir centésimas de milímetros, o lo que es lo mismo micras, de ahí su nombre Micrómetro.
PIE DE REY	1	Instrumento de medida para hacer medidas relativamente pequeñas, desde centímetros hasta fracciones de milímetros.
REGLA GRADUADA	2	Instrumento de medición con forma de plancha delgada y rectangular que incluye una escala de longitud, por ejemplo, centímetros o pulgadas; es útil para trazar segmentos con la ayuda de un bolígrafo o lápiz, y puede ser rígido, semirrígido o muy flexible
REMACHADORA	2	Una remachadora es un dispositivo mecánico constituido por un conjunto de máquinas simples; palancas, cuñas, tornillos, resortes, etc., que se utiliza para colocar remaches
SARGENTO	2	Son utilizadas normalmente para sujetar piezas que se van a taladrar.
SIERRA MANUAL	2	Herramienta manual de corte formada por una hoja de sierra montada sobre un arco o soporte mediante tornillos tensores.
TALADRO	3	Herramienta con la que se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos
TIJERAS CORTA CHAPA	2	Especial para chapas metálicas. Si la chapa es muy gruesa se puede apoyar en la mesa o en el tornillo de banco.
TORNILLO DE BANCO	2	Es una herramienta que sirve para dar una eficaz sujeción, a la vez que ágil y fácil de manejar, a las piezas para que puedan ser sometidas a diferentes operaciones mecánicas como aserrado, perforado, fresado, limado o marcado.
HOMBRE SOLO	2	Son unos alicates que pueden ser inmovilizados en una cierta posición para así torcer o arrancar diversos objetos o materiales.
PULIDORA	5	Equipo de trabajo que se utiliza para pulir superficies de diferentes materiales mediante el movimiento rotatorio de un material abrasivo.

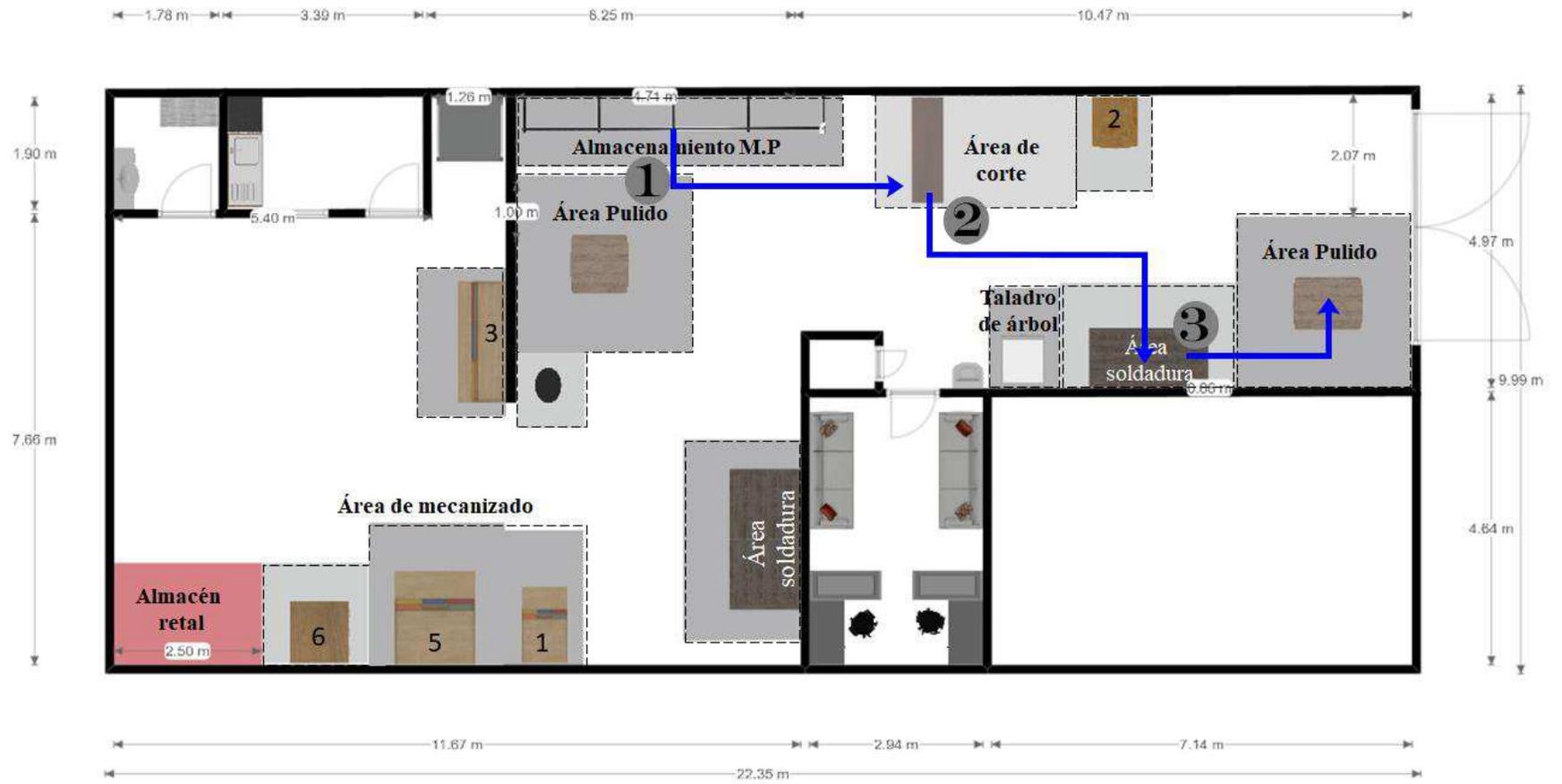
Anexo 12 Herramientas encontradas en la empresa.

<p>ALICATES</p> 	<p>FALSA ESCUADRA</p> 	<p>LLAVES FIJAS</p> 	<p>REMACHADORA</p> 
<p>BROCAS</p> 	<p>FLEXOMETRO</p> 	<p>GRAPADORA</p> 	<p>SARGENTO</p> 
<p>CINCEL</p> 	<p>GRAMIL</p> 	<p>MARTILLO DURO</p> 	<p>SIERRA MANUAL</p> 
<p>CORTAFRIO</p> 	<p>LIMA</p> 	<p>MAZO</p> 	<p>TIJERAS CORTA CHAPA</p> 
<p>DESTORNILLADORES</p> 	<p>LLAVE INGLESA</p> 	<p>MICROMETRO</p> 	<p>TORNILLO DE BANCO</p> 
<p>ENTENALLAS</p> 	<p>LLAVES ALLEN</p> 	<p>PIE DE REY</p> 	<p>HOMBRE SOLO</p> 
<p>ESCUADRA DE COMPROBACION</p> 	<p>LLAVES DE TUBO</p> 	<p>REGLA GRADUADA</p> 	<p>Pulidora</p> 

Anexo 13 Cursograma propuesta Islas MAC

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S								
CURSOGRAMA ANALITICO								
Proyecto	Fabricación Islas para la presentación de cosméticos	Actividad					Diagrama N° 1	
	Fecha	10/02/2018	○	Operación	◐	Espera/Demora	Almacenamiento	
N°	Proceso	Símbolos				Medibles		Observaciones
		□	Inspección	⇒	Transporte	▽		
		○	□	◐	⇒	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)
1	Análisis de planos y medidas		x				6,0 Min	
2	Alistamiento materia prima	x					4,8 Min	
3	Transporte de material al área de corte				x		5,3 Min	18,40 M
4	Revisión de medidas		x				5,1 Min	
5	Corte de pieza	x					25,0 Min	
6	Transporte de piezas al área de armado				x		1,2 Min	37,50 M
7	Medición de piezas		x				5,6 Min	
8	Armado	x					11,9 Min	
9	Búsqueda de herramientas			x				
10	Armado	x					13,4 Min	
11	Búsqueda de herramientas			x				
12	Análisis estructural y de medidas		x				2,2 Min	
13	Transporte al área de pulido				x		0,1 Min	2,15 M
14	Pulido del producto	x					12,3 Min	
15	Satinado	x					9,0 Min	
16	Transporte al almacenamiento				x		0,2 Min	2,35 M
TOTAL	N° de Actividades	6	4	2	4	0	16	60,4 M
	Tiempo por actividades (Min)	76,3	18,9	0,0	6,8	0,0	102,0 Min	
	Porcentaje Actividad	37,5%	25,0%	12,5%	25,0%	0,0%		
	Porcentaje Tiempo	74,8%	18,5%	0,0%	6,7%	0,0%		

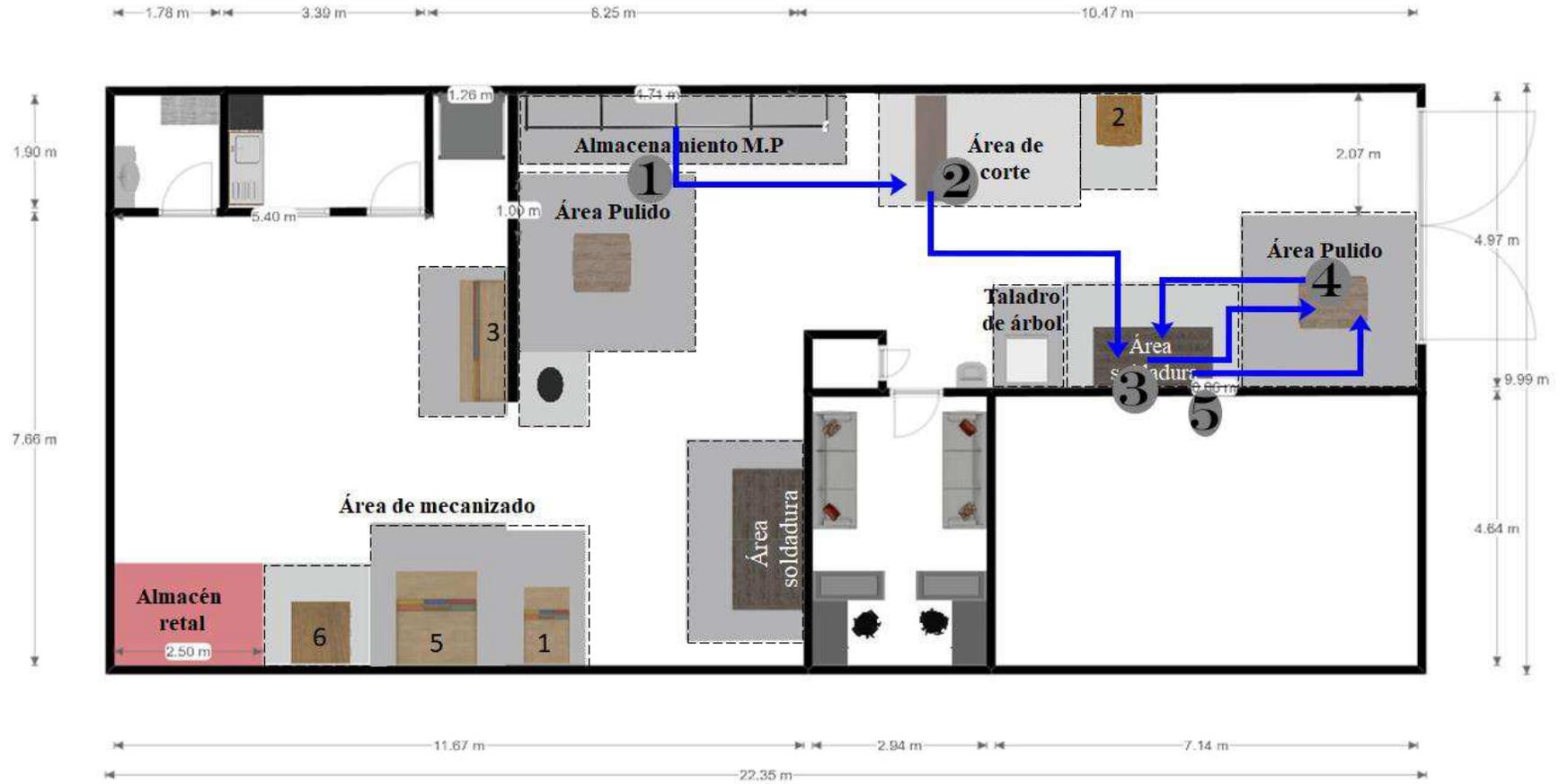
Anexo 14 Diagrama de recorrido propuesta proyecto MAC



Anexo 15 Cursograma propuesta Carolina Herrera

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación de columnas para exhibición de calzado	Actividad					Diagrama N° 2		
		○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento			
Fecha	24/02/2018	□	Inspección	⇒	Transporte	▽			
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones
		○	□	D	⇒	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)	
1	Análisis de planos y medidas		x				10,5 Min		
2	Alistamiento de materia prima	x					3,9 Min		E operario no encuentra la referencia de tubo especifica a cortar
3	Transporte de material al área de corte				x		4,8 Min	18,40 M	El operario llevó el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 5 veces, 3 de ida y 2de vuelta
4	Alistamiento de maquina			x			8,5 Min		Inconvenientes durante el alistamiento y cambio de pieza para el corte
5	Corte de piezas	x					19,3 Min		
6	Inspección corte		x				3,2 Min		
7	Movimiento material en corte				x				El operario aparta el material que le esta incomodando
8	Almacenamiento					x			Se almacena la materia hasta terminar todo el corte
9	Corte de tubos	x					9,3 Min		
10	Transporte al área de pulido				x		0,5 Min	15,90 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 5,3 m 3 veces, 2 de ida y 1 de vuelta
11	Espera de materia prima			x			2,0 Min		
12	Pulido de todos los tubos	x					8,9 Min		
13	Transporte a soldadura				x		0,3 Min	7,50 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 2,5 m 3 veces, 2 de ida y 1 de vuelta
14	Soldado de Angulo	x					6,3 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado
15	Transporte al área de pulido				x		0,1 Min	2,50 M	
16	Pulido de las soldaduras	x					6,8 Min		
17	Transporte al área de armado				x		0,1 Min	2,50 M	
18	Armado del producto	x					18,2 Min		
19	Satinado	x					8,2 Min		
20	Transporte al área de almacenamiento				x		0,1 Min	2,10 M	Es necesaria la ayuda de otro operario para transportar el producto
TOTAL	N° de Actividades	8	2	2	7	1	20	48,9 M	
	Tiempo por actividades (Min)	80,8	13,7	10,5	5,8	0,0	110,8 Min		
	Porcentaje Actividad	40,0%	10,0%	10,0%	35,0%	5,0%			
	Porcentaje Tiempo	72,9%	12,4%	9,5%	5,3%	0,0%			

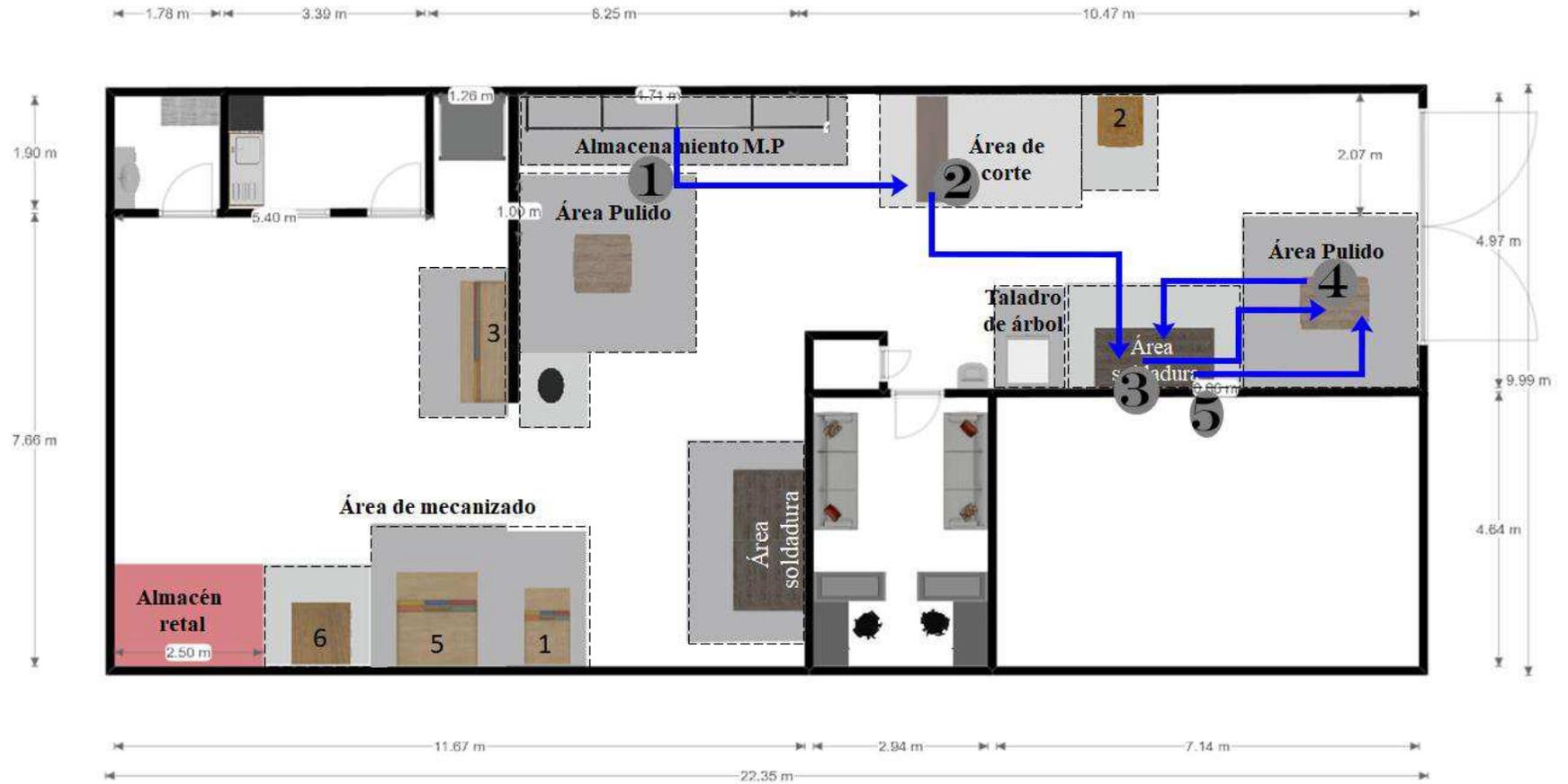
Anexo 16 Diagrama de recorrido propuesta proyecto Carolina Herrera



Anexo 17 Cursograma propuesto Impac Table

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S										
CURSOGRAMA ANALITICO										
Proyecto	Fabricación de mesas para exhibición	Actividad					Diagrama N° 3			
		○	Operación	◻	Espera/Demora	Almacenamiento				
Fecha	3/03/2018	◻	Inspección	⇒	Transporte	▽				
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones	
		○	◻	◻	⇒	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)		
1	Análisis de planos y medidas		x				10,1 Min			
2	Alistamiento de materia prima	x					3,2 Min		Demoras en la ubicación de la materia prima a cortar	
3	Transporte de material al área de corte				x		3,1 Min	11,04 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 3 veces, 2 de ida y 1 de vuelta	
4	Alistamiento de maquina			x			9,9 Min		Inconvenientes durante el alistamiento y cambio de pieza para el corte	
5	Corte de tubos	x					5,0 Min		Se realiza la primera parte de los cortes necesarios	
6	Movimiento material en corte				x					
7	Almacenamiento					x			Se almacena el material hasta terminar todos los cortes	
8	Corte de tubos	x					7,4 Min		Se realizan los cortes faltantes	
9	Transporte al área de pulido				x		0,5 Min	15,90 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 5,3 m 3 veces, 2 de ida y 1 de vuelta	
10	Pulido de todos los tubos	x					5,5 Min			
11	Transporte a soldadura				x		0,3 Min	7,50 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 2,5 m 3 veces, 2 de ida y 1 de vuelta	
12	Soldado de piezas	x					2,7 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado	
13	Transporte al área de pulido				x		0,1 Min	2,50 M		
14	Pulido de las soldaduras	x					5,0 Min			
15	Transporte al área de armado				x		0,5 Min	2,50 M		
16	Búsqueda de herramienta			x					Esta actividad se elimino por medio de la redistribucion de planta y de las herramientas	
17	armado de componentes	x					17,0 Min			
18	Satinado	x					8,6 Min			
19	Transporte al área de almacenamiento				x		0,1 Min	2,10 M		
TOTAL	N° de Actividades	8	1	2	7	1	19	41,5 M		
	Tiempo por actividades (Min)	54,2	10,1	9,9	4,6	0,0	78,7 Min			
	Porcentaje Actividad	42,1%	5,3%	10,5%	36,8%	5,3%				
	Porcentaje Tiempo	68,9%	12,8%	12,5%	5,8%	0,0%				

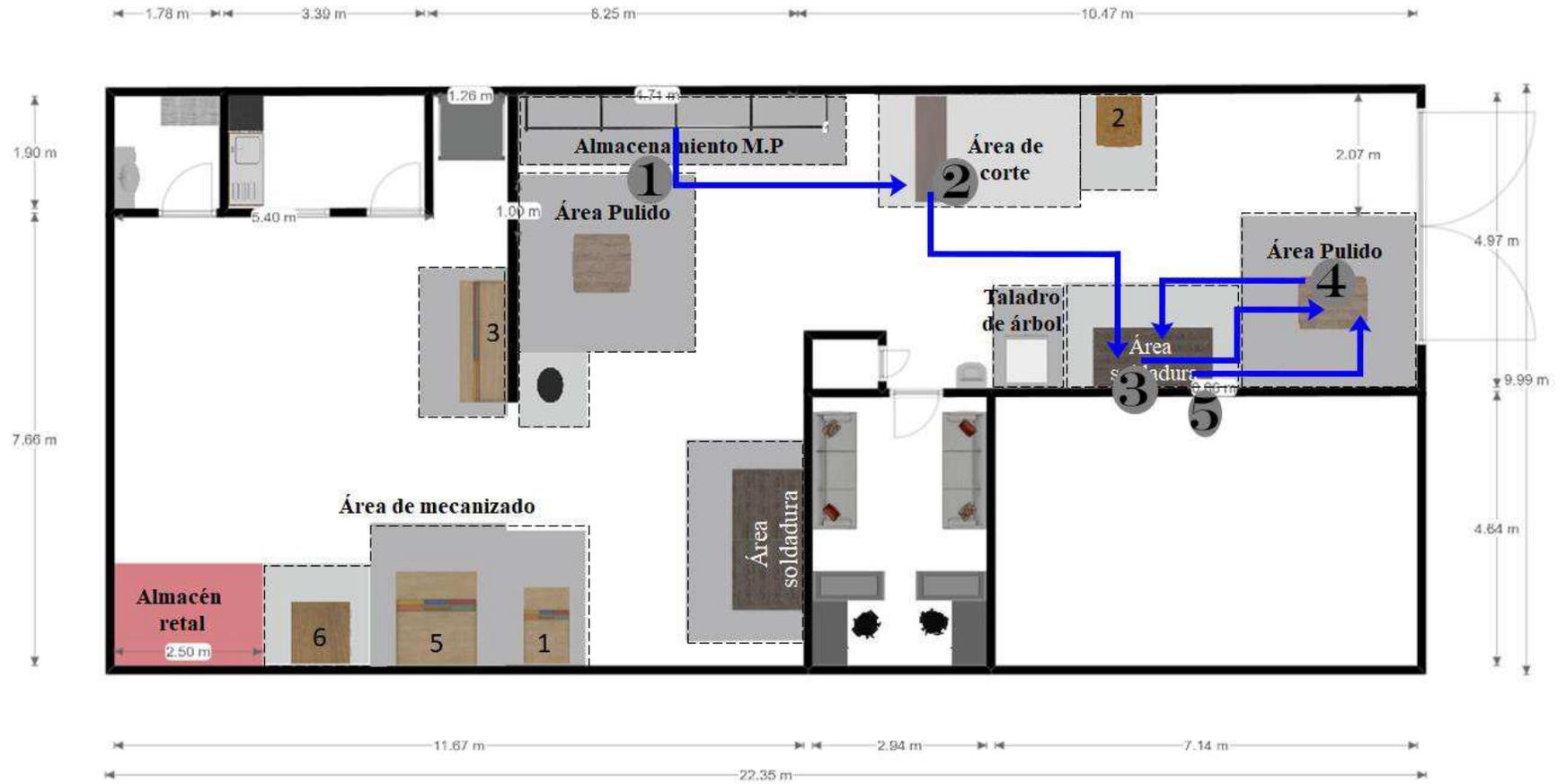
Anexo 18 Diagrama de recorrido propuesta proyecto Impact Table



Anexo 19 Cursograma propuesta bibliotecas

INDUSTRIAS METALICAS JOSAN S.A.S									
CURSOGRAMA ANALITICO									
Proyecto	Fabricación de estructura para bibliotecas	Actividad					Diagrama N° 4		
		○	Operación	D	Espera/Demora	Almacenamiento			
Fecha	10/03/2018	□	Inspección	⇨	Transporte	▽			
N°	Proceso	Símbolos					Medibles		Observaciones
		○	□	D	⇨	▽	Tiempo (Min)	Distancia (M)	
1	Análisis de planos y medidas		x				9,0 Min		
2	Alistamiento de materia prima	x					3,1 Min		Demoras en la ubicación de la materia prima a cortar
3	Transporte de material al área de corte				x		4,9 Min	18,40 M	El operario llevo el material en 3 etapas, lo que implica que recorre 3,68 m 6 veces, 3 de ida y 2 de regreso
4	Alistamiento de maquina			x			2,1 Min		
5	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18	x					4,4 Min		
6	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 *275 calibre 18					x			El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
7	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 *94,6 calibre 18	x					3,1 Min		
8	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 *94,6 calibre 18					x			El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
9	Corte de tubo cuadrado 1"1/2 * 3/4 calibre 18	x					3,1 Min		
10	Almacenamiento de tubo cuadrado 1"1/2 * 3/4 calibre 18					x			El operario almacena el material mientras realiza los demás cortes
11	Inspección corte		x				3,7 Min		
14	Transporte al área de pulido				x		0,5 Min	15,90 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 5,3 m 3 veces, 2 de ida y 1 de regreso
15	Espera de materia prima			x			7,1 Min		
16	Pulido todos los tubos	x					5,4 Min		
17	Transporte al taladrado de árbol				x		3,1 Min	13,80 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 4,6 m 3 veces, 2 de ida y 1 de regreso
18	Busqueda herramienta			x					Esta actividad se elimino por medio de la redistribucion de planta y de las herramientas
19	Troquelado del tubo	x					3,4 Min		Se perforan los extremos de los tubos ya cortados
20	Transporte a soldadura				x		0,6 Min	6,30 M	El operario llevo el material en 2 etapas, lo que implica que recorre 2,1 m 3 veces, 2 de ida y 1 de regreso
21	Soldado de Angulo	x					5,1 Min		Se suelda tubo 1" 1/2* 275 con Angulo laminado
22	Transporte al área de pulido				x		0,1 Min	2,50 M	
23	Pulido de las soldaduras	x					5,0 Min		Se pule las partes del fresado y soldado eliminando la rebaba del producto.
24	Transporte al área de armado				x		0,1 Min	2,50 M	
25	Se arma todas las partes de la biblioteca	x					15,3 Min		
26	Satinado	x					6,5 Min		
27	Transporte al área de almacenamiento				x		0,1 Min	2,10 M	Es necesaria la ayuda de otro operario para transportar el producto
TOTAL	N° de Actividades	10	2	3	7	3	25	61,5 M	
	Tiempo por actividades (Min)	54,4	12,7	9,2	9,4	0,0	85,6 Min		
	Porcentaje Actividad	40,0%	8,0%	12,0%	28,0%	12,0%			
	Porcentaje Tiempo	63,5%	14,8%	10,7%	11,0%	0,0%			

Anexo 20 Diagrama de recorrido propuesta proyecto Biblioteca



Anexo 21 Diagnóstico Lean Manufacturing Evaluación propuesta

Herramienta	Niveles				Operario	Jefe de planta	Estudiantes	TOTAL
	1	2	3	4				
5 S	Planta desorganizada y sucia	Limpieza buena pero sin orden	Buena limpieza y organización. Se da entrenamiento de 5S	Se mantiene la limpieza y la organización, hay auditoría y entrenamiento de 5S en todas las áreas	4	3	3	3,45
FABRICA VISUAL	No existen los indicadores visuales, los problemas no se detectan	Se cuenta con indicadores por áreas, como indicadores de nivel de aceite, pasillos y flujos	hay indicadores visuales estandarizados y se aplican en todas las áreas	La instalación es la mejor que se haya visto en cuanto a información y señalización en su vida	3	2	3	2,65
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	Paros por fallas de equipo, no se lleva el OEE	Se inician trabajos de mantenimiento preventivo	MP es programado y hecho a tiempo. Se inicia trabajo del mantenimiento autónomo	MP y MA funcionan correctamente y ya se trabaja con mantenimiento predictivo	1	1	1	1
POKA YOKE	No se tiene conocimiento de esta disciplina	Algunos dispositivos se implementaron por ingeniería	El personal está involucrado y los poka yokes se implementan y documentan	Poka yoke es una rutina de mejora continua en los equipos, los problemas de calidad no ocurren	2	2	1	1,8
ANÁLISIS CR	Arreglo superficial de los problemas y en forma reactiva	Se utiliza en problemas grandes y repetitivos, principalmente en rechazos del cliente	Se analizan problemas relacionados con la producción	Todos los problemas se atienden identificando y eliminando la causa de raíz	4	4	4	4
FLUJO DEL PROCESO	Trabajo por medio de lotes en piso	Producción en islas solitarias	Producción en línea con inventarios en proceso	Manufactura celular, flujo de una sola pieza	2	2	1	1,8
FLUJO DE MATERIAL Y ENTREGA DE MATERIALES	Uso de tarimas y diablos para transportar el material	El material se entrega sin control y en cajas, no hay ruta de surtido	El material se entrega por uso diario existen rutas de surtido	El material se entrega por sistema, surtido varias veces al día, con una ruta definida y con horarios establecidos para cumplir el takt time	3	3	3	3
8 DESPERDICIOS	El desperdicio es excesivo en todas las áreas de la planta	El desperdicio es poco comentado y se limita a ser tratado en proyecto de gran escala	Existen sistemas que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios	Su eliminación es una rutina normal, los niveles de desperdicio son bajos	3	3	3	3
KAIZEN	La mejora continua ocurre en la alta gerencia o ingeniería; solo para proyectos de gran escala	La alta gerencia e ingeniería están dedicadas al tipo de progreso que da la mejora continua	Existe la mejora continua o un sistema de sugerencias; el cambio es responsabilidad de un departamento	Se considera al kaizen parte del trabajo y se lleva cabo por todos los compañeros del equipo	2	2	2	2
DESEMPEÑO	No hay interés del personal, no hay trabajo en equipo	Comunicación solo en juntas; se pueden formar equipos	Equipos conocen y entienden los medibles	Los equipos son autodirigidos y responsables por su desempeño	3	3	3	3
LEAN MATERIAL HANDING	Se reciben las partes sin conocer insumos, requerimientos de calidad, etcétera	Se conoce el consumo semanal, localización, lugar y uso en piso	Para cada parte existe un plan con precisión	Sistema de señalamiento que indica la parte, cómo y cuándo comprar. Los máximo y mínimos	2	2	2	2
HEJUNKA	Programación y metas de producción mensual	Programación y metas semanales aunque difiere por día	Se programa y se establecen metas diariamente	La producción es perfectamente nivelada a la demanda y basada en el takt time	2	2	2	2
MAPA DEL PROCESO	No existe	Se conoce lo que es el mapa de valor de proceso	Se mapea el proceso y se elabora mapa futuro	Se implementa mapa futuro dentro de la organización	2	2	2	2
SMED	Más de 60 minutos	Entre 10 y 60 minutos	Menos de 10 minutos	Dentro del takt time	3	2	2	2,45
LINE STOP	No se puede parar la línea. Scrap en exceso y el retrabajo es testigo de los problemas	Se tiene la autoridad de para la línea pero raramente se hace	Se para por problemas de calidad y se hace a menudo pero después de varios defectos. El criterio está colocado en cada estación de trabajo	Se tiene paros con rápida respuesta. Se registran en el número de veces y se mejora disminuyendo el número de paros	3	3	1	2,6
TRABAJO ESTÁNDAR	Indefinido	Definido, no siempre seguido	Definido, usado por los operadores	Usado y revisado semanalmente	3	2	2	2,45
MULTI-PROCESS	Expectativas de trabajo muy estrechas y rígidas	La gente hace lo que se les indica	Las persona ayudan a otras cedulas de trabajo por propia voluntad	El diseño de las líneas permite la operación de varias máquinas por la misma persona	3	3	3	3
WIP-FIFO	El WIP no es identificado	El WIP es identificado pero no controlado	El WIP y la materia prima se identifican visualmente con niveles de control. FIFO es instituido	WIP y la materia prima tienen áreas designadas y bien identificadas, cercanas al área donde se necesitan y los niveles son controlados	3	1	3	2,3
KANBAN	La producción es controlada con base en empujar a la misma. Kanban no existe	El sistema de Kanban se trata de implementar	Los sistemas de Kanban funcionan en piso con pocas interrupciones o desviaciones	Se maneja kanban con alta disciplina; la demanda se cumple a diario con mínimos de inventario	2	1	2	1,65
MEDIBLES	No existen indicadores visuales en ninguna de las áreas de la compañía	Existen indicadores visuales en algunas de las áreas pero no están actualizados	Existen indicadores visuales estandarizados por área y están actualizados	Existen indicadores visuales estandarizados por área, actualizados y los operarios son responsables de esta información	2	2	2	2
PULL	Producción en sistema de empujar	Sistema de jalar solo en algunas estaciones	Sistema de jalar en la línea de producción	Producción de acuerdo con la demanda del cliente	2	1	1	1,45
TAKT TIME	Ritmo de la producción desconocido	Conocido, no alcanzado	Trabajo hecho a takt time	Takt time evaluado cada cambio de orden	1	1	1	1
DESARROLLO DE PROVEEDORES	No se tienen indicadores para medir su desempeño	Se miden el nivel de calidad, las entregas a tiempo, etcétera	Se trabaja con ellos y se les ayuda a disminuir los desperdicios	Los proveedores surten a la compañía con excelente calidad, al menos 2 veces al día	1	1	1	1
SUMATORIA					56	48	48	51,6
PROMEDIO					2,4	2,1	2,1	2,2

Anexo 22 Manual de limpieza

	MANUAL DE LIMPIEZA
	INDUSTRIA METÁLICA JOSAN SAS
OBJETIVO	
<p>Establecer un programa de actividades de limpieza, con el fin de mantener las instalaciones libres posibles y contaminación proporcionan un área de trabajo limpio, seguro y saludable.</p>	
PROPÓSITO	
<ul style="list-style-type: none">• Minimizar el riesgo que se produzca un accidente.• Incrementar la vida útil de la materia prima, equipos evitando la contaminación, deterioro y suciedad.• Mejorar el bienestar del trabajador tanto físico como mental obteniendo un ambiente de trabajo agradable	

RECURSOS

- Detergente y desinfectantes.
- Escobas, recogedores, bolsa de basura, botes de basura, guantes de caucho industrial, tapa bocas, traperos.

ACTIVIDADES

- Retirar polvo, aceites, grasa en el área asignada para la limpieza.
- Limpiar y retirar profundamente la suciedad.
- Asegurar la limpieza en los pisos, paredes, cajones, maquinaria, ventanas etc.
- Remover residuos del producto, virutas de metal, oxido, y otras materias que generen suciedad.
- Para realizar la limpieza de los suelos, se realiza un barrido húmedo eliminando el primer inconveniente del barrido que es levantar el polvo.
- Recoger y eliminar los residuos de polvo, producto u otra suciedad que se presente en el lugar en un contenedor de basura.
- Generar cultura de limpieza cómo parte del trabajo diario
- Los objetos deben estar libres de suciedad y en sus respectivos lugares.
- Los pisos, mesas, maquinaria deben estar libres de repuestos, materia prima, desperdicios y chatarra.

Anexo 23 Diagnóstico Lean Manufacturing Comparación inicial y propuesta

Herramienta	INICIAL	PROPUESTA	MEJORA
5 S	1,8	3,45	1,65
FABRICA VISUAL	1	2,65	1,65
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	1	1	0
POKA YOKE	1,8	1,8	0
ANÁLISIS CR	1	4	3
FLUJO DEL PROCESO	1,8	1,8	0
FLUJO DE MATERIAL Y ENTREGA DE MATERIALES	2	3	1
8 DESPERDICIOS	1,8	3	1,2
KAIZEN	1,65	2	0,35
DESEMPEÑO	2,6	3	0,4
LEAN MATERIAL HANDLING	2	2	0
HEIJUNKA	2	2	0
MAPA DEL PROCESO	2	2	0
SMED	2,45	2,45	0
LINE STOP	2,6	2,6	0
TRABAJO ESTÁNDAR	1	2,45	1,45
MULTI-PROCESS	3	3	0
WIP-FIFO	2,3	2,3	0
KANBAN	1,65	1,65	0
MEDIBLES	2	2	0
PULL	1,45	1,45	0
TAKT TIME	1	1	0
DESARROLLO DE PROVEEDORES	1	1	0
SUMATORIA	40,9	51,6	10,7
PROMEDIO	1,8	2,2	0,5