



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA
COLEGIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA E IMPLEMENTACIÓN
DE 5’S EN UNA EMPRESA DEL SECTOR METALMECÁNICO”

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:
VALENTINA ROSALBA COTE PIRÚ

DIRECTORA:
M.B.A. ODETTE MARIE GRAS MARÍN

PUEBLA, PUE., A 20 DE ABRIL DE 2022

Índice

Capítulo 1: Introducción	8
1.1 Problema de investigación	9
1.2 Justificación.....	9
1.3 Objetivos generales y específicos	10
1.4 Preguntas de investigación.....	11
1.5 Diseño de la metodología.....	11
1.6 Alcances y limitaciones.....	13
Capítulo 2: Descripción de la empresa y antecedentes	15
2.1 Historia de la empresa	16
2.2 Misión.....	18
2.3 Visión	18
2.4 Valores	18
Capítulo 3: Marco teórico	19
3.1 Definición de un proyecto	19
3.2 Distribución de planta	19
3.3 Método SLP (<i>Systematic Layout Planning</i>)	22
3.4 Herramientas de ingeniería industrial	32
3.5 Metodología de las 5´s	36
3.6 Fases operativas de las 5´s	37
3.6.1 Seiri (Selección)	37
3.6.2 Seiton (Orden)	38
3.6.3 Seiso (Limpieza).....	39
3.6.4 Seiketsu (Estandarizar).....	39
3.6.5 Shitsuke (Disciplina)	40

Capítulo 4: Diagnóstico de la operación de la empresa.....	41
4.1 Descripción del proceso	43
4.2 Diagramas de flujo del proceso actual	49
4.3 Organigrama de la empresa.....	52
4.4 Distribución de planta	54
4.5 Situación actual de la empresa	62
4.6 Análisis FODA.....	70
4.7 Determinación del tamaño de la planta y expectativa de crecimiento	71
4.8 Desarrollo de la redistribución de planta y aplicación de herramientas del método SLP... 76	
4.8.1 Análisis P-Q.....	76
4.8.2 Análisis de flujo de recorrido	77
4.8.3 Diagrama de recorrido.....	81
4.8.4 Diagrama relacional de actividades.....	82
4.8.5 Diagrama de hilos.....	84
4.8.6 Requerimiento de espacios	85
4.8.7 Diagrama relacional de espacios	87
Capítulo 5: Propuestas de implementación.....	88
5.1 Elaboración del plan de implementación de 5´s.....	88
5.2 Implementación de 5´s y resultados	95
5.3 Plan de implementación de la redistribución de planta.....	104
5.4 Propuestas de redistribución de planta	105
5.5 Propuesta del diagrama de flujo y diagrama de flujo de recorrido	106
5.6 Propuestas de <i>Layout</i>	113
5.7 Evaluación y selección de propuestas	120
Conclusiones y recomendaciones	122

Bibliografía	125
Anexos	127

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Diseño de la metodología	12
Ilustración 2: Mapa de ubicación	16
Ilustración 3: Ejemplo de Diagrama de Relación de Actividades	25
Ilustración 4: Ejemplo de Diagrama Relacional de Actividades	25
Ilustración 5: Ejemplo de Diagrama Relacional de Espacios	28
Ilustración 6: Ejemplo de Diagrama de Hilos	29
Ilustración 7: Símbolos del diagrama de flujo del proceso	34
Ilustración 8: Racks especiales	41
Ilustración 9: Dollies	42
Ilustración 10: Fixtures para soldadura	42
Ilustración 11: Corte de materiales	43
Ilustración 12: Ensamble y soldadura de piezas	44
Ilustración 13: Levantamiento de racks	44
Ilustración 14: Limpieza y pulido de racks	44
Ilustración 15: Colocación de pintura	45
Ilustración 16: Rotulación de racks	45
Ilustración 17: Corte de materiales para dollies	46
Ilustración 18: Ensamble de un dollie	46
Ilustración 19: Dollie terminado	46
Ilustración 20: Corte de materiales	47
Ilustración 21: Proceso de sub ensambles	47
Ilustración 22: Ensamble final de un fixture	48
Ilustración 23: Pintura de producto terminado (Fixture)	48
Ilustración 24: Colocación de rodillos	48
Ilustración 25: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un Rack	49
Ilustración 26: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un Dollie	50

Ilustración 27: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un Fixture	51
Ilustración 28: Organigrama de la empresa	52
Ilustración 29: Layout actual de la empresa, planta alta y baja	61
Ilustración 30: Desorden en los espacios de trabajo	63
Ilustración 31: Falta de adecuada distribución de planta	63
Ilustración 32: Falta de limpieza en áreas de trabajo	64
Ilustración 33: Material y áreas de trabajo no identificadas	64
Ilustración 34: No se respetan los espacios de trabajo.....	65
Ilustración 35: Diagrama de afinidad.....	66
Ilustración 36: Diagrama de causa-efecto.....	67
Ilustración 37: Diagrama de Pareto de problemas actuales	69
Ilustración 38: Matriz FODA con estrategias	70
Ilustración 39: Gráfica de análisis de tendencia de piezas vendidas	73
Ilustración 40: Diagrama P-Q.....	77
Ilustración 41: Diagrama de flujo de recorrido de la elaboración de un rack.....	78
Ilustración 42: Diagrama de flujo de recorrido de la elaboración de un dollie.....	79
Ilustración 43: Diagrama de flujo de recorrido de la elaboración de un fixture	80
Ilustración 44: Símbolos ASME para diagrama de recorridos	81
Ilustración 45: Diagrama de recorrido actual de la empresa.....	81
Ilustración 46: Tabla de valores	82
Ilustración 47: Tabla de razones	82
Ilustración 48: Diagrama relacional de actividades	83
Ilustración 49: Diagrama de hilos actual	84
Ilustración 50: Distribución de maquinaria en el área de producción	87
Ilustración 51: Diagrama relacional de espacios	87
Ilustración 52: Plan de trabajo general.....	89
Ilustración 53: Plan de trabajo de la implementación de 5´s	90
Ilustración 54: Directrices que integran las 5´s.....	91
Ilustración 55: Propuesta de tarjeta roja de 5's	92
Ilustración 56: La herramienta no cuenta con un lugar específico para su resguardo	97
Ilustración 57: Orden y clasificación de la herramienta	97

Ilustración 58: Área de producción sin pasillos de tránsito	97
Ilustración 59: Delimitación de pasillos de tránsito.....	97
Ilustración 60: No se tiene identificación de materiales	98
Ilustración 61: Colocación de señaléticas	98
Ilustración 62: Espacios de trabajo sin delimitar	98
Ilustración 63: Delimitación de espacios de trabajo	98
Ilustración 64: Área de corte y producción.....	99
Ilustración 65: Delimitación del área de corte	99
Ilustración 66: No existe un área específica para el producto terminado	99
Ilustración 67: Delimitación del producto terminado	99
Ilustración 68: Proceso de limpieza del área.....	100
Ilustración 69: Limpieza general de producción.....	100
Ilustración 70: Formato de control y disciplina de 5´s	103
Ilustración 71: Análisis de debilidades y amenazas.....	104
Ilustración 72: Propuesta de diagrama de flujo.....	106
Ilustración 73: Propuesta de diagrama de flujo de un dollie.....	107
Ilustración 74: Propuesta de diagrama de flujo de un fixture	108
Ilustración 75: Propuesta de diagrama de flujo de recorrido	109
Ilustración 76: Propuesta de diagrama de flujo de recorrido para dollies.....	110
Ilustración 77: Propuesta de diagrama de flujo de recorrido para fixtures	111
Ilustración 78: Organigrama de producción	112
Ilustración 79: Primera propuesta de Layout planta baja y alta.....	114
Ilustración 80: Segunda propuesta de Layout planta baja y alta.....	116
Ilustración 81: Propuesta 1 de diagrama de recorrido	118
Ilustración 82: Propuesta 2 de diagrama de recorrido	119
Ilustración 83: Formato de autorización de toma de fotografías	127
Ilustración 84: Control de tiempos de producción.....	128
Ilustración 85: Formato de evaluación de orden y limpieza	129

Índice de Tablas

Tabla 1: Principales clientes de Recym S.A de C.V.....	15
Tabla 2: Método de las 5´s.....	37
Tabla 3: Maquinaria actual de la empresa	56
Tabla 4: Problemas actuales y prioridad de atención.....	68
Tabla 5: Pronóstico de ventas futuras	72
Tabla 6: Días oficiales de descanso	74
Tabla 7: Horario de trabajo	74
Tabla 8: Jornada de trabajo	74
Tabla 9: Capacidad instalada	75
Tabla 10: Significado de los productos.....	76
Tabla 11: Demanda de productos	76
Tabla 12: Análisis P-Q.....	76
Tabla 13: Dimensiones de maquinaria.....	86
Tabla 14: Resultados de la implementación de seiri y seiton	98
Tabla 15: Resultados de la aplicación de seiso/limpieza	100
Tabla 16: Ventajas y desventajas de la alternativa 1	115
Tabla 17: Ventajas y desventajas de la alternativa 2	117
Tabla 18: Evaluación de propuestas	120
Tabla 19: Propuestas que se implementaron.....	124
Tabla 20: Cotización de precios de mamparas	130
Tabla 21: Lista de costos de impacto económico	131
Tabla 22: Proyección de ventas por el método de extrapolación.....	132

Capítulo 1: Introducción

Progresivamente el mundo se vuelve cada vez más competitivo, es por eso por lo que todas las industrias tienen que estar preparadas para enfrentar distintos cambios y poder innovar en el negocio, aplicando constantemente herramientas de mejora continua para analizar, implementar y hacer un seguimiento de las buenas prácticas, creando una cultura organizacional, eficaz y eficiente, con el fin de brindarle al cliente un producto o servicio con un valor agregado diferente al de la competencia.

De esta manera, una de las áreas fundamentales de las empresas manufactureras es precisamente el área productiva, pues de ella depende gran parte de la satisfacción del cliente en lo referente al producto en sí mismo (sus características y especificaciones), la disponibilidad cuando es solicitado por el cliente y el cumplimiento en su entrega.

En consideración a lo anterior, se plantea que el problema actual de la empresa es la falta de orden, limpieza y una correcta distribución de planta en el proceso productivo, puesto que, los espacios no se están aprovechando apropiadamente, existe invasión de áreas y pérdida de herramienta por el desorden provocado, generando inseguridad a los colaboradores.

El objetivo principal de esta investigación es crear una adecuada distribución del área productiva, para así eliminar procesos innecesarios en la producción, de tal manera que se genere mayor seguridad a los colaboradores y exista un mejor rendimiento en las operaciones, que con el apoyo de la aplicación de la metodología de 5's (Técnica japonesa, basada en cinco etapas de orden y limpieza), se obtenga un ambiente de trabajo agradable y seguro para el personal y equipo de trabajo en una empresa del sector metal mecánico en el estado de Puebla.

La tesis empezará con la identificación de los problemas principales en cuanto a distribución, orden y limpieza dentro del área productiva, para así poder tratar cada uno de estos, dando un estudio detallado en los puntos que tendrán que ser cambiados.

Posteriormente se describen todas las herramientas teóricas que se usarán durante la implementación de este trabajo, exponiendo los principales conceptos de ingeniería industrial que ayudarán a la toma de decisiones para mejorar los problemas encontrados.

Finalmente, se evaluará la viabilidad del proyecto definiendo la mejor propuesta de la aplicación de las metodologías de redistribución de planta y 5's.

1.1 Problema de investigación

Mantener el orden en las empresas, al mismo tiempo que se genere conciencia en el personal para obtener mayor limpieza y que los resultados obtenidos se conserven con el tiempo, es un reto que las organizaciones deben enfrentar.

A través del tiempo el crecimiento de la industria del sector metalmecánico en México es cada vez más fuerte, tomando en cuenta que, en el año 2021, la industria manufacturera constituyó en el país el 17.95% del Producto Interno Bruto (PIB), según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Este sector representa un diferenciador y una fortaleza para la economía mexicana, ya que, el rango de aplicaciones de la metalmecánica es tan amplio. Es por eso, que se requiere de una mejor planeación y organización de sus procesos con el fin de generar una mayor productividad. (Eduardo Medrano, 2021)

De acuerdo con la demanda y la competitividad del sector, urge la necesidad de crear una guía para la redistribución de una empresa del sector metalmecánico en el estado de Puebla dedicada a la fabricación de *Racks* (tipo de contenedor utilizado en la industria automotriz para facilitar el transporte de autopartes y accesorios para el automóvil), *Dollies* (carro de arrastre para transportar piezas) y dispositivos de sujeción y soporte (*Fixtures*), en la que se realice un análisis del flujo del proceso, debido a que la empresa no cuenta con el correcto orden, limpieza ni distribución dentro de cada una de las áreas del proceso productivo.

Con base a lo expuesto en el párrafo anterior, se pretende generar una mejora mediante la propuesta de implementación de la metodología de 5's, y métodos de redistribución de planta dada la creciente demanda por parte de la industria automotriz que se encuentra dentro de los principales clientes para el sector, con el fin de mejorar tiempos de producción, y organización en el área productiva, que darán como resultado mejora en el nivel de servicio al cliente.

1.2 Justificación

El presente proyecto pretende aplicar los conceptos y conocimientos sobre el proceso de regulación de manufactura y diseño del trabajo, adquiridos en la licenciatura de ingeniería industrial de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Se ha observado en la producción la presencia del desorden y desorganización, es por ello por lo que esta tesis plantea la

visión necesaria para mejora del proceso productivo, enfocado en la organización y optimización, mediante la aplicación de la metodología de 5's, para que las distintas fases de esta ayuden a mejorar la calidad de la empresa.

Mediante un diagnóstico situacional de la empresa se realizará una propuesta de redistribución de planta e implementación de 5's, que permita una correcta organización y distribución de la manufactura con la finalidad de mantener limpio, estandarizado y con disciplina cada una de las áreas.

La justificación de este proyecto se basa en la utilidad que se obtiene al implementar correctas actividades y buena aplicación de las metodologías que desembocarán en una optimización de tiempos y recursos tanto materiales como humanos, teniendo como beneficios el mejoramiento de flujo de materiales, seguridad, control del proceso, personas y equipos.

1.3 Objetivos generales y específicos

Objetivo general

Realizar una propuesta de redistribución de planta e implementación de 5's en una empresa del sector metalmecánico, mediante la aplicación de la metodología que favorezca el mejoramiento de los tiempos de producción, limpieza y el nivel de servicio de acuerdo con los estándares requeridos por el cliente que mejorarán la operación de la organización.

Objetivos específicos

1. Realizar un análisis de la situación actual para aplicar los fundamentos de la metodología de las 5's
2. Definir los planes de acción para la aplicación de la metodología y los recursos necesarios para su ejecución, de manera que se genere una optimización de tiempos y recursos tanto materiales como humanos, teniendo como beneficio una correcta organización, estructura y movimiento de materiales y personas para un mejor control del proceso.
3. Aplicación de la metodología de las 5's que mejore los tiempos de trabajo y condiciones laborales para lograr la calidad del espacio de trabajo.
4. Realizar un análisis de la distribución actual y del proceso.
5. Hacer un estudio de la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*), para determinar una distribución de planta.

1.4 Preguntas de investigación

De acuerdo con las áreas de oportunidad y considerando que el problema de la empresa es la falta de orden y limpieza en el proceso productivo, se consideran las siguientes preguntas de investigación.

¿Utilizando métodos de la manufactura esbelta y una adecuada distribución de planta, esto ayudara a resolver el problema de orden y limpieza en el proceso productivo?

Preguntas auxiliares:

- ¿Existe organización y limpieza en el área?
- ¿Los espacios de trabajo se aprovechan adecuadamente, con zonas de trabajo libres de material innecesario e identificadas con carteles?
- ¿Toda la herramienta y material de trabajo se encuentra identificada correctamente, así como la maquinaria y herramientas que se utilizan tienen su sitio?
- ¿Existe una planificación de limpieza por zona?
- ¿Cuál es el impacto que el proyecto va a generar a la empresa?

1.5 Diseño de la metodología

Esta sección corresponde al marco metodológico del presente trabajo de titulación, en el cual se establece el tipo y diseño de la investigación, así como los procedimientos y técnicas de análisis para el trabajo.

Tipo de investigación

La investigación de este proyecto se ubica dentro de la modalidad de trabajo de campo, es decir los datos son obtenidos de la realidad en que se encuentra la empresa.

La recopilación de la información fue realizada en la misma organización, los cuales fueron analizados para determinar la situación actual del área de producción.

Con esto la investigación tiene un carácter de tipo descriptivo, ya que, se basará en un análisis de la situación actual. De esta manera, la investigación se clasifica según su diseño en un estudio de campo de tipo descriptivo y documental.

A continuación, se presenta la metodología aplicada durante el desarrollo de la investigación, propuesta por (Oscar, Q., 2005).

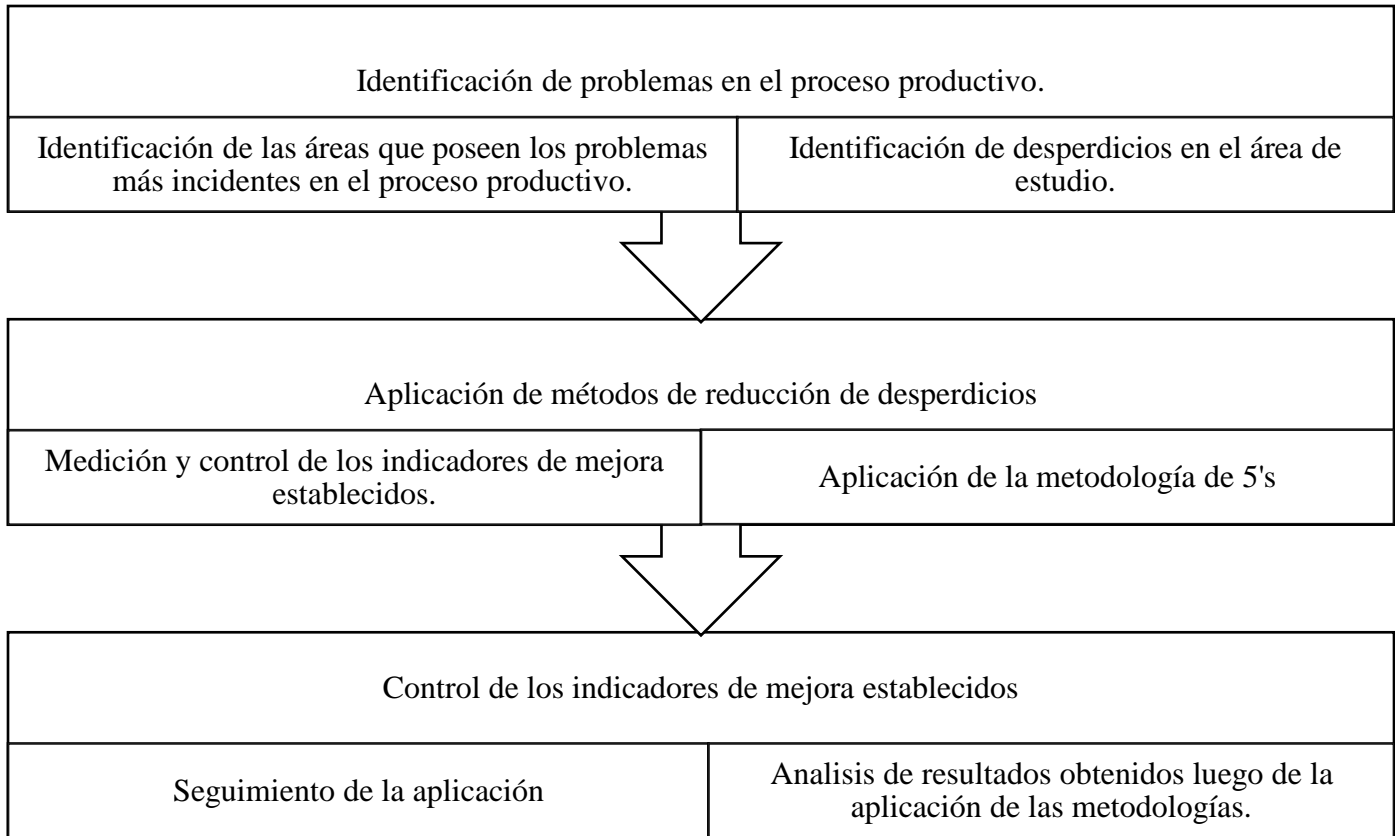


Ilustración 1: Diseño de la metodología

Fuente: Información obtenida de la investigación de Oscar, Q. (2005).

La metodología de estudio que se aplica para el desarrollo de la tesis empieza con la identificación de los problemas existentes en el proceso productivo de la empresa, la cual se lleva a cabo mediante un estudio de la situación actual y entrevista tanto a los operadores como al propietario de la organización, con el fin de obtener la mayor cantidad de áreas de oportunidad que afectan directa o indirectamente al rendimiento del proceso. Luego se selecciona el área con mayor número de incidentes, se analizan y plantean las posibles soluciones y metodologías aplicables para mejorar la situación.

A continuación, se realiza la identificación de desperdicios que existen en el proceso productivo, analizando de manera específica las condiciones de orden, limpieza y distribución en cada área de trabajo.

Una vez identificada la problemática, se realiza la aplicación de métodos de reducción de desperdicios con el fin de minimizar al máximo, además de la implementación de 5's y la propuesta de redistribución de planta para la aplicación de orden y limpieza en el área.

En el siguiente paso se procede a establecer y medir indicadores en el área de oportunidad que nos den valores cuantificables de los resultados obtenidos en la aplicación.

Finalmente, la metodología de estudio concluye con el análisis de los resultados obtenidos luego de la aplicación del método de 5's y la propuesta de redistribución de planta, con el fin de presentar las respectivas conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

1.6 Alcances y limitaciones

El presente trabajo pretende generar una mejora mediante la propuesta de implementación de la metodología de 5's y redistribución de planta, que mejorará tiempos de producción, orden y organización en el área productiva, teniendo como resultado un mejor nivel de servicio al cliente y producción de la empresa, tomando en cuenta los alcances y limitaciones que a continuación se enlistan:

Alcances

En el planteamiento del problema se tiene que la empresa no cuenta con un orden y distribución adecuada, es por ello por lo que, para el desarrollo de este proyecto se pretende llegar a:

- Identificación de áreas y materiales de trabajo
- Colocación de señalamiento de posiciones para la materia prima
- Planificación de limpieza por cada zona
- Estandarización del proceso de limpieza mediante un estado de referencia
- Mejora del diagrama de flujo y de recorrido

Limitaciones

En cuanto a las limitaciones se tiene que el desarrollo de la redistribución de planta elaborado en este proyecto solo quedará como una propuesta de implementación para la empresa debido a que se presentan algunos retos por la carencia de ciertos elementos que se enlistan a continuación:

- Dificultad de adaptación por parte de los trabajadores
- Falta de conocimiento de las metodologías de 5's y SLP (*Systematic Layout Planning*)
- El espacio de trabajo es muy reducido para el proceso que realiza la empresa
- No se cuenta con el presupuesto económico

Capítulo 2: Descripción de la empresa y antecedentes

La propuesta de este trabajo de investigación se realizará para la empresa Recym S.A de C.V., situada en la ciudad de Puebla. Es una empresa de giro metalmecánico y se dedica a la elaboración de *Racks, Dollies Fixtures, Gages*, carros de arrastre entre otros componentes para la industria automotriz, cuyos clientes principales son los que a continuación se enlistan:

Principales clientes

Clientes Nacionales	% de compra	Ubicación
Autotek	45%	Prolongación de la calle F 501 parque industrial Puebla 2000 Puebla, Pue.
Tenneco Finsa	30%	Avenida Ébano, Nave 34 Kilómetro 117 Autopista México Puebla. Parque Industrial Finsa
Tenneco Chachapa	7%	Carril norte San Felipe S/N Parque Industrial Chachapa
Truck Lite	2%	Autopista México Puebla KM 117. Parque Industrial Finsa No. 200, Nave 14 San Lorenzo Almecatla.
Formex Coahuila	15%	Blvd. Magna 1900 Parque Industrial Santa María. Ramos Arizpe Coahuila
Cliente extranjero	% de compra	Ubicación
Tenneco Ligonier	1%	Tenneco Automotive Oper. Co. Inc C/O Cognizant Technology Solutions Po Box 30042. College Station, TX 77842

Tabla 1: Principales clientes de Recym S.A de C.V.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del departamento de Recursos Humanos de la empresa

La tabla anterior muestra los porcentajes de clientes principales en el periodo de 2018 a 2021, siendo Autotek y Tenneco Finsa sus dos más grandes clientes que abarcan el 75% de las ventas en los tres años

Actualmente la empresa se encuentra ubicada en Camino Antigo a la Resurrección 10428, Nave 60 Parque Industrial Resurrección Puebla, Pue. México.

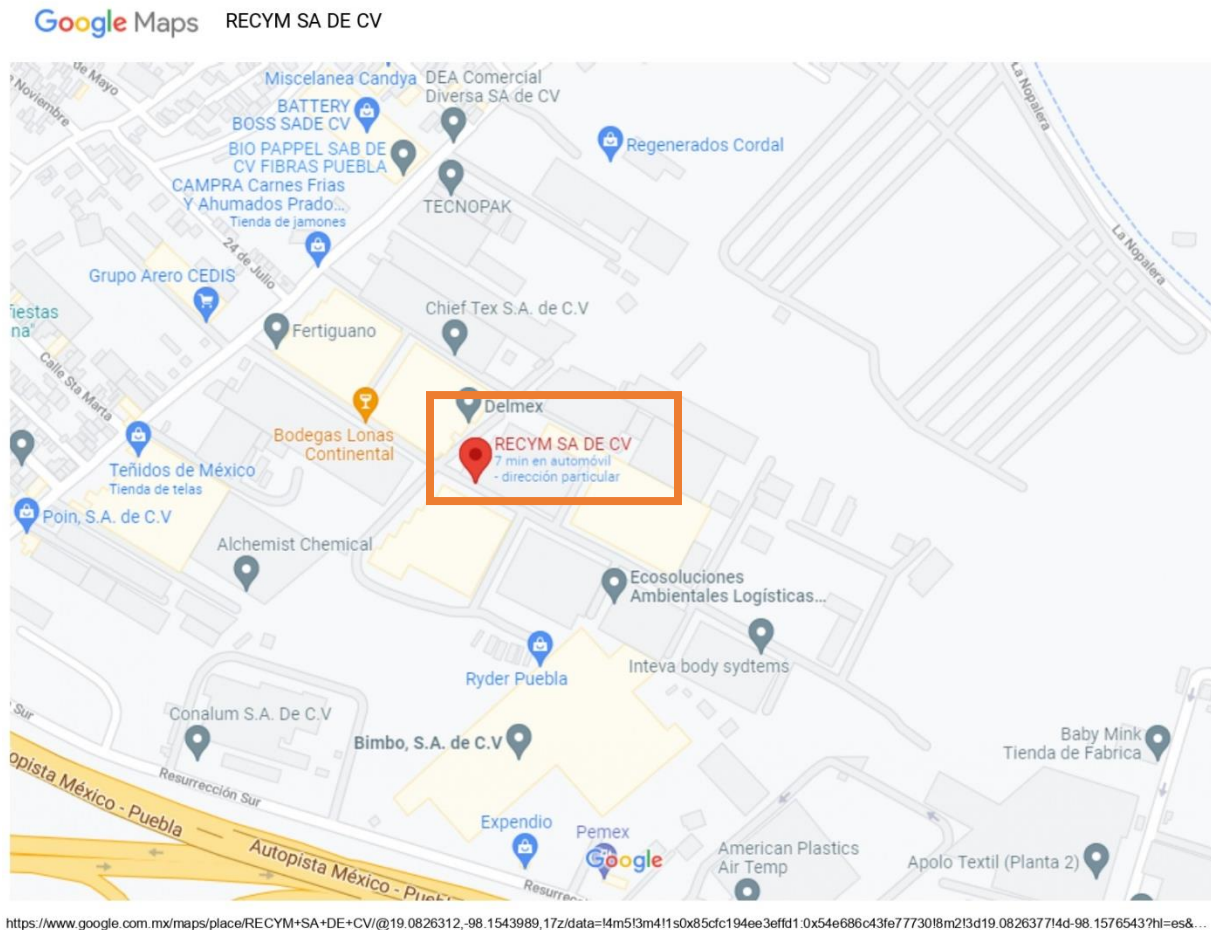


Ilustración 2: Mapa de ubicación

Fuente: Imagen obtenida de Google Maps

2.1 Historia de la empresa

Recym S.A de C.V. es una empresa 100% mexicana del sector metalmeccánico, actualmente dedicada a la fabricación y mantenimiento de componentes para la industria automotriz, y como cada historia de éxito tiene un punto de partida, la historia de Recym nace en mayo del 2005 en la cochera de su fundador el L.A.E. Jesús Alexis Vázquez Osorio, con tan solo 27 años de edad y una gran inquietud de crear una empresa que brindara un servicio de *outsourcing* (Externalización, que de acuerdo a la Real Academia Española, es la decisión empresarial de eliminar un servicio

interno dedicado a determinada actividad y contratar la prestación de esa misma actividad por un tercero ajeno a la empresa), dicho servicio para realizar mantenimiento industrial con una excelente atención a sus clientes y buen trato a sus colaboradores, tomando en cuenta sus valores, la unión y el compromiso por parte de clientes y el personal que integra la empresa

Sin duda alguna la empresa ha tenido un crecimiento, que, de ser formada por un solo colaborador, hoy cuenta con 35 personas que laboran en ella y sigue en vías de crecimiento y expansión.

El primer servicio que realizó la empresa fue la fabricación de una mesa de cambio rápido de troqueles para Autopartes Walker, actualmente Tenneco Chachapa en el estado de Puebla, y debido a las necesidades de sus clientes, hoy en día, Recym se ha especializado en la fabricación de *Racks*, *Dollies*, contenedores, plataformas de arrastre, mesas de trabajo o retrabajo, mesas para *Fixtures* y *gages*, entre otros productos, contando con una diversidad de diseños para la industria y un trabajo de ingeniería especializado.

Sin embargo, Recym ha pasado por una serie de complicaciones, principalmente en el ámbito económico, que actualmente sigue siendo una de las debilidades de la empresa, en segundo lugar, se tienen las instalaciones, puesto que, no se tenía un lugar apropiado, ni el equipo adecuado para trabajar. Por otro lado, esas no fueron razones para desviarse de sus objetivos y para el año 2014 la empresa adquiere nuevas instalaciones para un mejor y adecuado ambiente de trabajo actualmente ubicado en Parque Industrial Resurrección, lugar que ha ido creciendo no solo en el equipo de trabajo, sino en el ámbito laboral y la expansión de clientes, a pesar de las limitaciones económicas y de espacio que hasta el momento siguen siendo un área de oportunidad.

Recym es una empresa con más de 14 años de experiencia en el ramo industrial que ofrece soluciones confiables y excelente servicio a sus clientes en cada uno de sus productos. Es una empresa consolidada en el ramo, que está en busca de la mejora continua en sus procesos, productos y servicios, así como la expansión y crecimiento de la empresa de manera ordenada, con un equipo de trabajo sólido, bien definido y que contribuya en el crecimiento social.

2.2 Misión

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, ofreciendo productos y servicios confiables, excediendo las expectativas de servicio, calidad y precio en cada uno de los trabajos desarrollados. En Recym estamos comprometidos con el cuidado del medio ambiente y la seguridad de nuestros empleados”. Recym S.A de C.V. (2005)

2.3 Visión

“Ser una empresa líder en el mercado del diseño, fabricación y mantenimiento de *racks* entre nuestros diversos servicios y productos de materiales. Pretendemos consolidar nuestro mercado a través de la mejora continua, optimizando recursos, evolucionando constantemente con nuestras nuevas tecnologías, ofreciendo servicios y productos de calidad, mejorar tiempos de entrega, ofrecer soluciones confiables, con calidad y a un buen precio”. Recym S.A de C.V. (2005)

2.4 Valores

El compromiso y servicio al cliente son uno de los aspectos de gran importancia para el crecimiento laboral, a continuación, se presentan los valores definidos por la empresa.

- Servicio
- Honestidad
- Calidad
- Comunicación
- Respeto
- Compromiso

Recym S.A de C.V (2005)

Capítulo 3: Marco teórico

Para el desarrollo del proyecto se tomarán referencias técnicas que permitan identificar problemas que se presentan en la organización, así como herramientas para mejorar el orden y control del proceso productivo, con el objetivo de obtener un mejor nivel de productividad y un agradable ambiente en el lugar de trabajo.

3.1 Definición de un proyecto

Montealegre M. (2008), define a un proyecto como la planificación, que consiste en un conjunto de actividades a realizar de manera articulada entre sí, con el fin de producir determinados bienes o servicios capaces de satisfacer necesidades o resolver problemas, dentro de los límites de un presupuesto y de un periodo de tiempo dados.

Para que un proyecto esté bien diseñado y formulado se debe explicar cuál es su finalidad, sus objetivos, beneficiarios, productos, actividades, cronograma, presupuesto, entre otros.

3.2 Distribución de planta

Lina Mercedes (2012), menciona que el diseño de la distribución de plantas consiste en una actividad creativa para la generación de sistemas de producción industrial.

Por otra parte, el diseño de plantas es de vital importancia ya que por medio de ella se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos.

La misión principal de este proyecto es definir la mejor manera de organizar cada uno de los espacios de trabajo, así como materiales y herramientas para conseguir una buena imagen en cuanto a orden, limpieza y distribución dentro de la organización, generando mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores para obtener un máximo rendimiento.

“La distribución de plantas comprende la disposición física de los factores de la producción, considerando las máquinas, personas, materiales y edificaciones. Sus técnicas pueden aplicarse bajo las siguientes situaciones: disposiciones nuevas en proyectos y mudanzas,

disposiciones existentes, redistribución por mala distribución original o por cambios en el entorno.” (Carlos Rojas, 2014)

Principios básicos de la distribución de plantas

La redistribución de planta implica el orden de espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, equipos o líneas de producción, de tal manera que se genere flexibilidad en el orden para facilitar reajustes o ampliaciones. Es por ello por lo que surgen los principios básicos que a continuación se mencionan. (Rojas C. 2014)

- Principio de la satisfacción y de la seguridad: “A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores”
- Integración de conjunto: “Esta distribución conecta a todos los involucrados en las actividades diarias en planta es decir (los materiales, los hombres, maquinaria, áreas de trabajo y actividades auxiliares).”
- Mínima distancia recorrida: “Siempre es más adecuada la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.”
- Circulación o flujo de materiales: “Es más conveniente una distribución que se adapte al modo en que cada operación y proceso este en el mismo lineamiento en que se fabrican los productos.”
- Espacio cúbico: “Una adecuada distribución debe utilizar todos los espacios disponibles, incluyendo el horizontal y vertical.”
- Flexibilidad: “Una distribución efectiva debe poder ser ajustada o reordenada con menores costos en atención a cambios en el entorno.”

Tipos de distribución de planta

El patrón de flujo de trabajo es el que determina los formatos para la distribución de plantas, que corresponde a tres tipos básicos dependiendo de las necesidades y empresas. (Julio Salas, 2008)

Distribución por posición fija

“La materia prima está en un lugar fijo y todos los materiales, máquinas y personas se llevan a él, las ventajas que se obtienen es reducir la manipulación de la unidad principal de montaje, muy grande. Es posible cambiar los diseños y el orden de las operaciones y tiene una disposición adaptada a variedades de producto y demanda intermitente, gran flexibilidad.” (Julio Salas, 2008)

Distribución por proceso o por función

Según Freivalds y Niebel (2014) todas las máquinas que tengan funciones similares deben agruparse en una sola sección, departamento o edificio. Esta distribución es más organizada y limpia, generando un buen entorno laboral. Otra ventaja es la rápida adaptación que tienen los operarios al iniciar sus funciones ya que la capacitación con los otros operarios con más experiencia le ayudaría por el trabajo con máquinas de funciones iguales.

Distribución por cadena o por producto

Se genera cuando en una estación de trabajo hay gran variedad de procesos, ocupándose los operarios de un producto o una familia de productos cuya fabricación es inmediatamente adyacente a cada operación, este tipo de distribución presenta desventajas ya que muchas veces los ambientes asignados no son suficientes para la gran variedad de ocupaciones y genera molestias en el clima laboral. Otra desventaja de la distribución en cadena es el orden que presenta. En estas condiciones es más difícil convivir en un ambiente laboral agradable. Sin embargo, las ventajas son mucho mayores que las desventajas, si la demanda de los productos es sustancial. (Freivalds, 2014)

Criterios generales para el diseño de sistemas de trabajo

Existen cuatro criterios generales que siempre hay que considerar en el diseño de sistemas de trabajo (Bennet, 1972) indica que son: la seguridad y salud, desempeño, comodidad y necesidades mayores.

La meta es diseñar y operar una instalación que maximice los beneficios a largo plazo. Se hace énfasis en el concepto de largo plazo porque las estrategias a corto plazo, como son omitir el mantenimiento, omitir la capacitación de operadores y no reemplazar el equipo, durante unos cuantos años pueden hacer pensar a un supervisor que la hoja de balance es satisfactoria; aunque en el largo plazo, esas estrategias no operen en beneficio de la organización.

La seguridad y salud son primero, ningún trabajo de diseño debe realizarse se pone en peligro la vida de los operarios. No obstante, la vida no tiene un valor infinito. (Bennet, 1972)

La comodidad enfoca sus criterios en la fatiga, el sufrimiento el dolor innecesario por un mal diseño y por último la importancia de las necesidades mayores ya que se puede diseñar un trabajo para estimular el contacto social o para hacerlo mejor o más interesante. (Bennet, 1972)

3.3 Método SLP (*Systematic Layout Planning*)

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés ha sido la más aceptada y comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones independientemente de su naturaleza.

Fue desarrollada por Richard Muther en los años 60 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como las distribuciones de plantas ya existentes. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas de otros autores en estas temáticas e incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos. (Antonio F., 2017)

Fases de desarrollo del modelo SLP

Las cuatro fases o niveles de distribución en planta son:

- Fase I: Localización. Aquí debe decidirse la ubicación de la planta a distribuir. Al tratarse de una planta completamente nueva se buscará una posición geográfica competitiva basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará a un edificio nuevo o bien hacia un área de similares características y potencialmente disponible.
- Fase II: Plan de Distribución General. Aquí se establece el patrón de flujo para el total de áreas que deben de ser atendidas en la actividad a desarrollar, indicando también y (para

cada una de ellas) la superficie requerida, la relación entre las diferentes áreas y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin atender aún las cuestiones referentes a la distribución en detalle. El resultado de esta fase nos llevará a obtener un bosquejo o diagrama a escala de la futura planta.

- Fase III: Plan de Distribución Detallada. En esta fase se debe estudiar y preparar en detalle el plan de distribución alcanzado en el punto anterior e incluye el análisis, definición y planificación de los lugares donde van a ser instalados y colocados los puestos de trabajo, así como la maquinaria o los equipos e instalaciones de la actividad.
- Fase IV: Instalación. En la última fase, se deberán realizar los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van instalando los equipos, máquinas e instalaciones, para lograr la materialización de la distribución en detalle que fue planeada. Estas cuatro fases se producen en secuencia, y según el autor del método para obtener los mejores resultados debe solaparse unas con otras. (Antonio F., 2017)

Herramientas de la metodología de SLP

- Análisis P-Q (Producto-Cantidad)

Lo primero que se debe conocer para realizar una distribución en planta es saber qué se va a producir y en qué cantidades, estas previsiones deben disponerse para cierto horizonte temporal.

A partir de este análisis es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio. En cuanto al volumen de información debemos prever que pueden presentarse situaciones variadas, ya que, el número de productos puede variar de uno a varios cientos o millares.

R. Muther recomienda la elaboración de un gráfico en el que se presenten en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos deben ser representados en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida. En función de la gráfica resultante es recomendable la implantación de uno u otro tipo de distribución. (Benjamín W. Niebel, 2009).

1. Análisis de flujo de materiales

Se genera a partir del diagrama de operaciones, aquí se muestra la secuencia y la cantidad de movimientos que se llevan a cabo en los diferentes procesos para el desarrollo de cada producto. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elaboran gráficas y diagramas descriptivos del flujo de los materiales. (Odette Gras, 2021)

2. Relación de actividades

Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta.

Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser esta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo de materiales entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad entre ellas; o que las características de determinado proceso requieran una determinada posición en relación con determinado servicio auxiliar. El flujo de materiales es solamente una de las razones para la proximidad de ciertas operaciones unas con otras.

Entre otros aspectos, el proyectista debe considerar en esta etapa las exigencias constructivas, ambientales, de higiene y seguridad en el trabajo, los sistemas de manipulación necesarios, el abastecimiento de energía y el almacenaje transitorio y externalización de residuos y desperdicios, organización de la mano de obra, los sistemas de control de los procesos, los sistemas de información, entre otros. Esta información resulta de vital importancia para poder integrar los medios auxiliares de producción en la distribución de una manera racional.

Para poder representar las relaciones encontradas, definidas y existentes, de una manera lógica que permita clasificar la intensidad de dichas relaciones, se emplea la tabla racional de actividades, que consiste en un diagrama de doble entrada en el que quedan plasmadas las necesidades de proximidad entre cada actividad y las restantes según los factores de proximidad definidos a tal efecto. (Benjamín W. Niebel, 2009).

A continuación, se muestra un ejemplo de diagrama relacional de actividades:

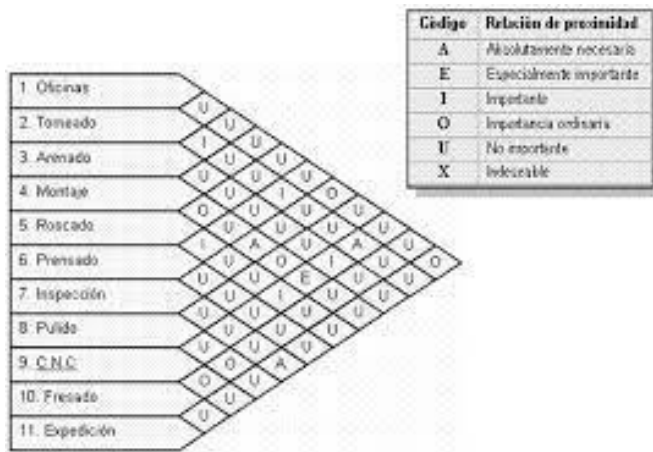


Ilustración 3: Ejemplo de Diagrama de Relación de Actividades

Fuente: Imagen obtenida del libro de Distribución de planta e ingeniería de métodos de Richard Muther

3. Diagrama Relacional

Toda la información obtenida, referente tanto a las relaciones entre actividades como a la importancia relativa de la proximidad entre ellas, se coloca en el diagrama relacional de actividades. Este pretende recolectar la ordenación topológica de las actividades con base a la información de la que se dispone. De tal forma que, los departamentos que deben acoger las actividades son adimensionales y no poseen una forma definida.

El diagrama es un gráfico simple en el que las actividades son representadas por nodos unidos por líneas. Estas últimas representan la intensidad de la relación (A, E, I, O, U y X) entre las actividades unidas a partir del código de líneas que se detalla en la siguiente figura.

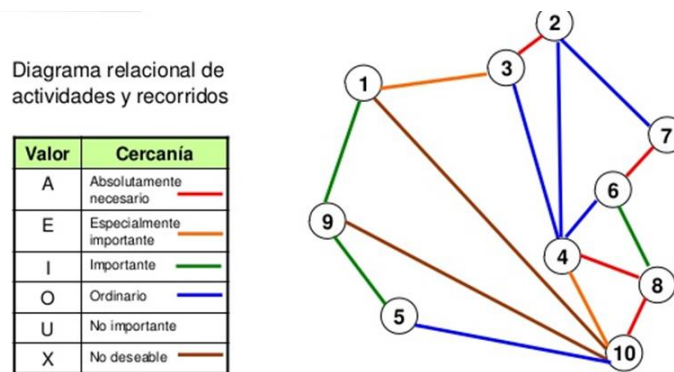


Ilustración 4: Ejemplo de Diagrama Relacional de Actividades

Fuente: Imagen obtenida de la publicación de métodos para la implementación de distribución de planta, (Johana O., 2017)

El objetivo de este diagrama es minimizar el número de cruces entre las líneas que representan las relaciones entre las actividades, o por lo menos aquellas que representan una mayor intensidad relacional.

De esta forma, se trata de conseguir distribuciones en las que las actividades con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posible, cumpliendo el principio de la mínima distancia recorrida y en las que la secuencia de actividades sea similar a aquella con la que se tratan, elaboran o montan los materiales. (Johana O., 2017)

4. Requerimientos de espacio

El siguiente paso hacia la obtención de alternativas factibles de distribución es la introducción en el proceso de diseño, de información referida al área requerida por cada actividad para su normal desempeño. El planificador debe hacer una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad.

La experiencia revela que no existe un procedimiento general “ideal” para el cálculo de las necesidades de espacio. Se debe emplear el método más adecuado a nivel de detalle con el que se está trabajando, a la cantidad y exactitud de la información que se posee y a su propia experiencia previa.

El espacio requerido por una actividad no depende únicamente de factores inherentes a sí misma, sino que puede verse condicionado por las características del proceso productivo global, de la gestión de dicho proceso o del mercado mismo.

El desarrollador del proyecto puede hacer uso de los diversos procedimientos de cálculo de espacios existentes para lograr una estimación del área requerida por cada actividad. Los datos obtenidos deben confrontarse con la disponibilidad real del espacio.

Si la necesidad de espacio es mayor que la disponibilidad, deben de realizarse los reajustes necesarios, disminuyendo la previsión de requerimientos de superficie de las actividades, o bien, aumentar la superficie total disponible modificando el proyecto de edificación (o el prototipo edificio si éste ya existiera).

El ajuste de las necesidades y disponibilidades de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes que desemboca finalmente a una solución que se presenta en el diagrama relacional de espacios. (Benjamín W. Niebel, 2009).

5. Espacio disponible

Los resultados obtenidos al usar el método SLP del espacio requerido para distribuir los elementos de una planta deben confrontarse con la disponibilidad real de espacio, es decir; la altura de la cubierta, el tipo de cubierta, área total de la planta y área de oficinas.

Hay que considerar que los resultados obtenidos son pronósticos con una base sólida, pero con un cierto grado de incertidumbre. Por ejemplo, la variabilidad de la demanda, o el tipo de gestión de almacenes pueden afectar el área necesaria para desarrollar una actividad, además de considerar la estructura y subdivisiones el espacio.

Si la necesidad de espacio fuera mayor que el espacio disponible actual, se deben de realizar los debidos ajustes, ya sea disminuyendo los requerimientos de superficie de cada actividad o aumentar la superficie total disponible modificando el proyecto de construcción o la propia nave si es que esta ya existiera. El ajuste de las necesidades y disponibilidad de espacio suele ser un proceso iterativo de continuos acuerdos, correcciones y reajustes. (Benjamín W. Niebel, 2009).

6. Diagrama relacional de espacios

El diagrama relacional de espacios es similar al diagrama relacional de actividades, con la particularidad de que en este caso los símbolos distintivos de cada actividad son representados a escala, de forma que el tamaño que ocupa cada uno sea proporcional al área necesaria para el desarrollo de la actividad.

La representación del diagrama relacional de espacios debe de realizarse a escala y es el punto de partida para la obtención de las posibles soluciones de implantarlo.

A continuación, se presenta un ejemplo de diagrama relacional de espacios desarrollado en una empresa del sector metalmecánico:

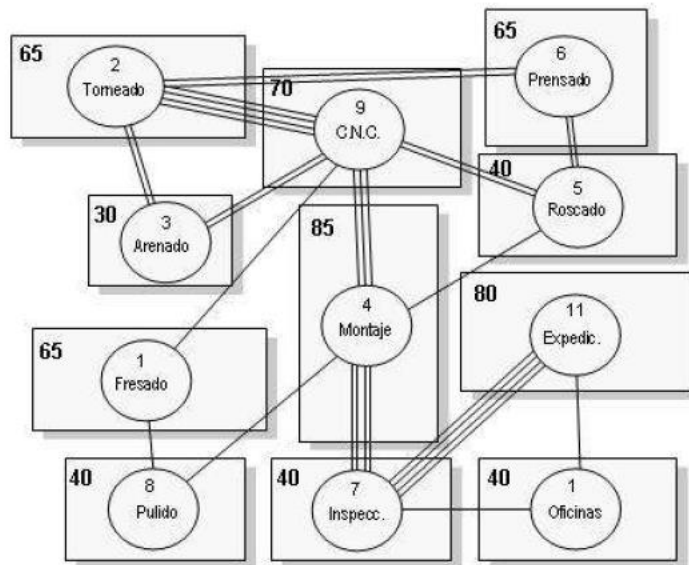


Ilustración 5: Ejemplo de Diagrama Relacional de Espacios

Fuente: Imagen obtenida del libro de Distribución de planta e ingeniería de métodos de Richard Muther

En estos símbolos es frecuente añadir, además, otro tipo de información referente a la actividad como, por ejemplo, el número de equipos o la planta en la que debe situarse.

Con la información incluida en este diagrama se está en disposición de construir un conjunto de distribuciones alternativas que den solución al problema. Se trata pues de transformar el diagrama ideal en una serie de distribuciones reales, considerando todos los factores condicionantes y limitaciones prácticas que afectan al problema.

Entre estos elementos se pueden citar características constructivas de los edificios, orientación, uso de suelos en las áreas colindantes a la que es objeto de estudio, equipos de manipulación de materiales, disponibilidad insuficiente de recursos financieros, vigilancia, seguridad del personal y los equipos, turnos de trabajo con una distribución que necesite, instalaciones extras para su implantación.

La obtención de soluciones es un proceso que exige creatividad y que debe desembocar en un cierto número de propuestas (Muther aconseja que sean de dos a cinco propuestas) elaboradas de forma suficientemente precisas, que resultaran de haber estudiado y filtrado un número mayor de alternativas desarrolladas esquemáticamente. (Benjamín W. Niebel, 2009).

Diagrama de hilos

El diagrama de hilos es un plano o modelo a escala en el que se sigue y mide con un hilo el trayecto de los trabajadores, de los materiales o del equipo durante una sucesión determinada de hechos. El diagrama de hilos es un diagrama de recorrido especial, que sirve para medir la distancia con ayuda de un hilo. Por eso tiene que estar dibujado exactamente a escala y no como el diagrama de recorrido común, que puede ser aproximado con tal de que especifique las distancias que interesan. Este diagrama se inicia de la misma forma que todos los demás estudios de métodos, registrando todos los hechos pertinentes a partir de observaciones. (Benjamín W. Niebel, 2009)

La siguiente imagen muestra un ejemplo de diagrama de hilos.

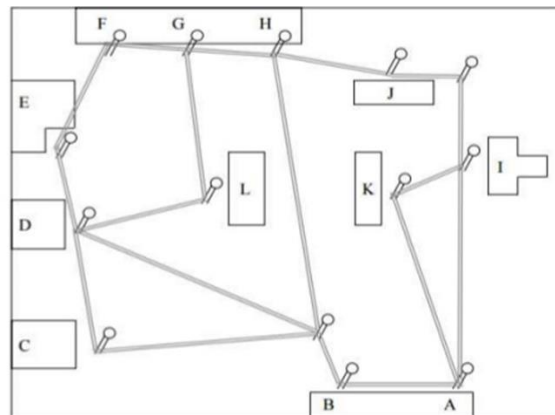


Ilustración 6: Ejemplo de Diagrama de Hilos

Fuente: Imagen obtenida del libro de Distribución de planta e ingeniería de métodos de Richard Muther

7. Consideraciones de modificación

Es necesario considerar modificaciones a lo ya elaborado en busca de mejoras previas a la propuesta de Layout. La solución final deberá tener en cuenta todos los condicionantes reales y limitaciones prácticas, en toda implantación industrial los factores más importantes derivan de los siguientes elementos: (Benjamín W. Niebel, 2009)

- Productos y materias primas
- Maquinaria y equipos
- Movimientos y esperas (Mantenimiento)
- Personal, servicios y edificios

8. Limitaciones Prácticas

Son limitaciones que, por características del departamento o la planta, impiden la ubicación de cierto departamento en cierta área de la planta (limitaciones de espacio, si la planta ya está construida o limitaciones de recursos, como instalaciones eléctricas, de gas, entre otros. Es muy común que a medida que se va trabajando, surgen distintas ideas para redistribuir el espacio debido a diferentes factores, ya sea por temas de crecimiento, mejoras de procesos, ergonomía o malas prácticas; sin embargo, cada una de estas ideas tienen sus limitaciones. Por ejemplo, en todos los casos se deben de respetar ciertas instalaciones, tal es el caso como sótanos o baños de una casa que su estructura sea difícil de cambiar, además de: (Odette Gras, 2021)

- La poca rentabilidad de la inversión
- La excesiva dependencia de un único tipo de instalación
- Las obstrucciones que causarían en el recorrido
- Problemas en el transporte de materiales

9. Desarrollo de alternativas de Layout

Una vez que se han determinado los requerimientos de espacio, las relaciones entre las actividades y el flujo entre cada departamento y dentro de las estaciones de trabajo, es posible plantear una propuesta de Layout considerando las limitaciones del terreno o la construcción. La generación de posibles soluciones depende de la formación y conocimiento del equipo que elabora las alternativas necesarias para poder evaluar aquella que resulte más aceptable.

La generación de posibles soluciones puede realizarse mediante:

- Planos y esquemas
- Maquetas bidimensionales (flujos horizontales)
- Modelos tridimensionales (flujos horizontales y verticales)
- Técnicas de simulación informática

Para ello es necesario tener en cuenta principios de mínima distancia, espacio cubico, circulación, integración, seguridad y flexibilidad. (Odette Gras, 2021)

10. Evaluación y selección

Una vez desarrolladas las soluciones, se procede a seleccionar una de ellas para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas, ya que, la evaluación de los planes alternativos determinará que propuestas ofrecen la mejor distribución en planta. Los métodos más referenciados con este fin se enlistan a continuación:

- Comparación de ventajas y desventajas
- Análisis de factores ponderados
- Comparación de costos
- Otros

El método más simple de evaluación de los mencionados anteriormente es el de listar las ventajas y desventajas que presentan las alternativas de distribución. Sin embargo, este método es el menos exacto, por lo que es aplicado en las evaluaciones preliminares o en las fases (I y II) donde los datos no son tan específicos.

Por su parte el segundo método consiste en la evaluación de las alternativas de distribución con respecto a un cierto número de factores previamente definidos y ponderados según la importancia relativa de cada uno sobre el resto siguiendo para ello una escala que puede variar entre 1-10 o 1-100 puntos. De tal forma se seleccionará la alternativa que tenga la mayor puntuación total. Esto aumenta la objetividad de lo que pudiera ser un proceso muy subjetivo de toma de decisión. Además, ofrece una manera excelente de implicar a la dirección en la selección y ponderación de los factores, y los supervisores de producción y servicios en la clasificación de las alternativas de cada factor.

El método más sustancial para evaluar las distribuciones de planta es el de comparar costos. En la mayoría de los casos, si el análisis de costos no es la base principal para tomar una decisión, se usa para suplementar otros métodos de evaluación.

Las dos razones principales para efectuar un análisis de costos son: justificar un proyecto en particular y comparar las alternativas propuestas. El preparar un análisis de costos implica considerar los costos totales involucrados o solo aquellos costos que se afectaran por el proyecto. (Benjamín W. Niebel, 2009)

3.4 Herramientas de ingeniería industrial

Para esta investigación, es necesario utilizar herramientas que establezcan la facilidad de recolección de datos, análisis y dar seguimiento a la información para este trabajo de tesis, que con ayuda de las siguientes herramientas se implementen procesos de forma ordenada y que ayuden a plantear soluciones para el problema principal de distribución.

- Diagrama de Pareto

Se reconoce que más del 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa

Según Freivalds y Niebel (2014) los indicadores identificados se miden con ayuda de un diagrama de Pareto, organizándolos de forma descendente, con una distribución acumulativa.

Este diagrama es un gráfico de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso. La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

- Diagrama de afinidad (Método K-J)

Según la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000), un diagrama de afinidad es una forma de organizar la información reunida en sesiones de lluvia de ideas. Está diseñado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se encuentran en un estado de desorganización. El diagrama de afinidad ayuda a agrupar aquellos elementos que están relacionados de forma natural. Como resultado, cada grupo se reúne alrededor de un tema o concepto clave. El uso de un diagrama de afinidad es un proceso creativo que produce consenso por medio de la clasificación que hace el equipo en vez de una discusión. El diagrama fue creado por Kawakita Jiro y también es conocido como método KJ.

- Diagrama de Ishikawa o de (causa-efecto)

“Es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con sus posibles causas. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas”. (Humberto, G., 2013)

- Diagrama de flujo del proceso

“Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso”. (Humberto, G., 2013)

Los pasos para la construcción de un diagrama de flujo se enlistan a continuación:

1. Definir el objetivo del diagrama: Esto ayudará a definir el proceso sobre el que se hará el diagrama y el nivel de detalle que se requiere.
2. Delimitar el proceso bajo estudio: Es necesario expresar por escrito cuál es el proceso, dónde inicia, dónde termina y las grandes variantes que se incluirán en el diagrama.
3. Hacer un esquema general del proceso: Para cumplir con esta actividad es necesario identificar las etapas o grupos de acciones más relevantes que constituyen el proceso bajo estudio.
4. Profundizar en el nivel de detalle requerido: hasta incluir lo que se requiere de las actividades que constituyen cada etapa principal.
5. Resaltar los puntos de decisión y bifurcación: Para mejorar un proceso es usual clasificar las acciones o actividades en seis categorías, (operaciones, transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabajo o reproceso).
6. Revisar el diagrama completo: Comprobar que el diagrama tiene una secuencia clara y que ayuda a cumplir con el objetivo buscado.
7. Usar el diagrama para cumplir el objetivo planteado.

A continuación, se presenta una imagen de los símbolos que ocupa el diagrama de flujo de procesos de acuerdo con el estándar ASME:

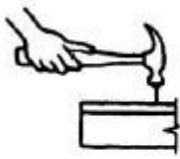


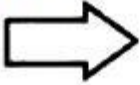




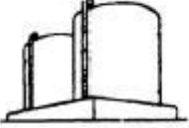
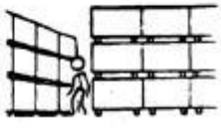









<p>Operación</p>  <p>Un círculo grande indica una operación, como</p>	 <p>Clavar</p>	 <p>Mezclar</p>	 <p>Taladrar orificio</p>
<p>Transporte</p>  <p>Una flecha indica transporte, como</p>	 <p>Mover material mediante un carro</p>	 <p>Mover material mediante una banda transportadora</p>	 <p>Mover material transportándolo (mediante un mensajero)</p>
<p>Almacenamiento</p>  <p>Un triángulo representa almacenamiento, como</p>	 <p>Materia prima en algún almacenamiento masivo</p>	 <p>Producto terminado apilado sobre tarimas</p>	 <p>Archiveros para proteger documentación</p>
<p>Retrasos</p>  <p>Una letra D mayúscula indica un retraso, como</p>	 <p>Esperar un elevador</p>	 <p>Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado</p>	 <p>Documentos en espera a ser archivados</p>
<p>Inspección</p>  <p>Un cuadrado indica inspección, como</p>	 <p>Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad</p>	 <p>Leer el medidor de vapor en el quemador</p>	 <p>Analizar las formas impresas para obtener información</p>

Ilustración 7: Símbolos del diagrama de flujo del proceso

Fuente: Ilustración obtenida de la publicación de Oscar Q. (2005). Simbología de un diagrama de flujo del proceso

- Matriz FODA

El análisis o matriz FODA es una herramienta clave para hacer un estudio de la situación actual de una organización o persona basada en sus debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas que ofrece su entorno para facilitar la toma de decisiones, en un momento determinado de tiempo.

La sigla FODA, es un acrónimo de fortalezas (factores críticos positivos con los que se cuenta), oportunidades (aspectos positivos que se pueden aprovechar utilizando las fortalezas), debilidades (factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir) y amenazas (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro del objetivo).

Esta es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual para obtener un diagnóstico preciso para la toma de decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados. (David Fred, R., 2003).

- Organigrama

El organigrama de una empresa es un esquema gráfico que representa la estructura interna de una organización, reflejando las relaciones jerárquicas y las competencias de la misma, este esquema brinda información esencial sobre las estructuras departamentales y la organización de una empresa para comprenderla de manera visual.

Esta herramienta sirve para detectar fallos en la estructura organizacional, además de distribuir mejor la autoridad y actualizar el sistema de personal. El organigrama tiene una importante función comunicativa pues indica a los empleados su posición en la empresa, su interrelación con otros puestos y las posibilidades de acceder en la cadena de mando. (Alejandro L., 2020).

- Método de Extrapolación Lineal

La extrapolación lineal es el método más habitual de pronóstico, se trata de un proceso que se utiliza para aproximar el valor que toma una función en un punto situado fuera de un intervalo observado. (Lilly S., 2010)

Este método ayuda a estimar valores que son mayores o menores que los valores en un conjunto de datos estimados a largo plazo. Para realizar el cálculo es necesario contar con un registro de antecedentes “x” y “y”, considerando que la función que relaciona los valores de ambos

ejes es lineal que permitan obtener una serie de puntos, con un valor intermedio de forma aproximada. A continuación, se muestra la fórmula de extrapolación lineal dados dos puntos conocidos $P_1(X_1, Y_1)$ y $P_2(X_2, Y_2)$, de esta manera la fórmula de extrapolación lineal es la siguiente:

$$y = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} * (x - x_1) + y_1$$

Donde X e Y son las coordenadas del punto extrapolado. (Lilly S., 2010)

3.5 Metodología de las 5's

La metodología de las 5's es una filosofía para el mejoramiento continuo de una empresa, adoptando un plan sistemático de gestión que nos ayude a la clasificación, orden y limpieza obteniendo una mayor productividad y un mejor lugar de trabajo. (Juan Carlos H.; Antonio V., 2013)

Esta metodología está formada por un conjunto de actividades sistematizadas, a las que Hiroyuki Hirano domino como 5's debido a las iniciales de: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*. Este método de mejora continua es muy importante dentro de cualquier organización, puesto que, ayuda a que una fábrica esté ordenada, organizada y limpia produciendo menos defectos, mejoras en sus tiempos y que sea un lugar más seguro para trabajar.

Las 5's son universales, se puede aplicar en todo tipo de empresa y organización. El objetivo de esta metodología es de mejorar y mantener las condiciones de clasificación, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No se trata sólo de estética, sino de mejorar la seguridad, el clima laboral, la motivación del personal, la calidad, la eficiencia y la competitividad de la organización. Todo esto ayudará a que los colaboradores desempeñen de mejor forma su labor.

Las 5's son una práctica de calidad ideada en Japón a principios de la década de los 70. Su nombre responde a las iniciales de 5 palabras japonesas, que se presentan a continuación:

Japonés	Español
Seiri	Clasificación
Seiton	Organización
Seiso	Limpieza
Seiketsu	Estandarización
Shitsuke	Disciplina

Tabla 2: Método de las 5's

Fuente: Elaboración propia con información del libro de ingeniería industrial de Niebel y Freivalds

La metodología está orientada a la calidad y mejoramiento de los métodos de trabajo de cualquier área de una organización. Esta se originó en Japón bajo la orientación de Deming está incluida dentro de lo que se le conoce como mejoramiento continuo.

Ponerlo en práctica requiere de la elaboración previa de un plan que especifique las actividades a realizar, tiempos para su ejecución, así como los responsables de la realización de cada acción.

Contar con un plan permite ver el alcance del proyecto, los tiempos y recursos que serán necesarios, además de proporcionar una herramienta invaluable para dar seguimiento a las acciones acordadas entre los participantes de la puesta en marcha de la metodología. (Juan Carlos H.; Antonio V., 2013)

3.6 Fases operativas de las 5's

Esta metodología se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas, y más seguras, es decir, busca mejorar un mejor ambiente en el lugar de trabajo, a continuación, se explican cada una de las fases.

3.6.1 Seiri (Selección)

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y eliminar estos últimos.

El método de implementación se sigue de la siguiente manera:

- a) Identificar los elementos innecesarios.
- b) Depuración de las cosas inútiles.
- c) Identificación por medio de tarjetas de color.
- d) Plan de acción.
- e) Control e informes.

Los resultados que se obtienen son:

- a) Más espacio.
- b) Mejor control de inventario.
- c) Eliminación del despilfarro de artículos.
- d) Menos accidentes.
- e) Menor cantidad de elementos perdidos.

3.6.2 Seiton (Orden)

Es establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea rápido y fácil encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Su implementación se realiza de la siguiente manera:

- a) Controles visuales.
- b) Marcación de la ubicación.
- c) Marcación con colores.
- d) Identificación de contornos.

Los resultados que se obtienen son:

- a) Se encuentran rápido y fácilmente documentos u objetos de trabajo, economizando tiempos y movimientos.
- b) Facilita regresar a su lugar los objetos o documentos que se han utilizado.
- c) Ayuda a identificar cuando falta algo.
- d) Mejor apariencia en las áreas.

3.6.3 Seiso (Limpieza)

Se trata de limpiar y eliminar todo rastro de suciedad, así como, identificar y eliminar las fuentes que originan la suciedad, y de esta forma evitar que aparezcan en el futuro.

Su método de aplicación se muestra a continuación:

- a) Limpieza general
- b) Señalización
- c) Control
- d) Seguimiento

Los resultados que se obtienen son:

- a) Aumentará la vida útil del equipo e instalaciones
- b) Menos probabilidad de contraer enfermedades
- c) Menos accidentes
- d) Mejor aspecto
- e) Ayuda a evitar mayores daños a la economía

3.6.4 Seiketsu (Estandarizar)

Su objetivo es distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, manteniendo la limpieza e higiene.

El método de implementación es el siguiente:

- a) Reglamento interno
- b) Criterios de evaluación
- c) *Check list* de evaluación
- d) Formatos

Los resultados que se obtienen son:

- a) Se guarda el conocimiento producido durante años en archivos.
- b) Se mejora el bienestar del personal al crear nuevos hábitos de conservar impecable el área de trabajo en forma permanente y constante.
- c) Los empleados aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.

- d) Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos de trabajo innecesarios.

3.6.5 Shitsuke (Disciplina)

Consiste en trabajar permanentemente, para mantener la disciplina desarrollando capacitaciones eficientes.

A continuación, se describe su método de aplicación:

- a) Capacitar al personal
- b) Respetar y hacer respetar las normas del sitio de trabajo
- c) Llevar puesto los equipos de protección
- d) Habito de limpieza

Los resultados que obtienen son:

- a) Se evitan reprimendas y sanciones
- b) Mejora la eficacia
- c) El personal es más apreciado por los jefes y compañeros
- d) Mejora la imagen
- e) Se minimizan los errores

(Juan Carlos H.; Antonio V., 2013)

Capítulo 4: Diagnóstico de la operación de la empresa

El diagnóstico operacional de una empresa es una evaluación del estado actual de la compañía, con ello se realiza un análisis de los procesos, indicadores de desempeño, metas y controles en la operación, al considerar su relación con los clientes, proveedores, y productos o servicios. A través de este diagnóstico se conocen las oportunidades de mejora, cuya solución contribuya a lograr los objetivos planteados.

Las fotografías de este capítulo fueron tomadas en la empresa con la autorización del gerente de operaciones Alexis Vázquez. El formato de autorización se encuentra en el apartado de anexos (Anexo 1: Formato de autorización para toma de fotografías).

4.1 Descripción del producto

La empresa se ha distinguido por fabricar productos de calidad que cumplan con las expectativas del cliente, además, cuenta con una amplia gama de diseños que se adaptan a los requerimientos de sus clientes, de esta manera son hechos a la medida (*make to order*). Entre los cuales están:

Tipos de productos

Racks, *dollies*, *gages*, *fixures* y plataformas de arrastre son los productos de fabricación de la empresa, aún que la producción es con base en un diseño solicitado por parte de los clientes, los que se realizan con más frecuencia son los siguientes:

- *Racks* especiales

Es un tipo de contenedor utilizado en la industria automotriz para facilitar el transporte de autopartes y accesorios para el automóvil, es un producto que tiene como pieza fundamental columnas de PRT, barras de apoyo, componentes y perfiles mecanizados que garantizan la protección y resguardo de las piezas.



Ilustración 8: *Racks* especiales

- *Dollies*

Son carros de arrastre, especialmente diseñados para transportar piezas utilizadas en la industria automotriz, con el objetivo de ser integrados en un sistema automatizado.

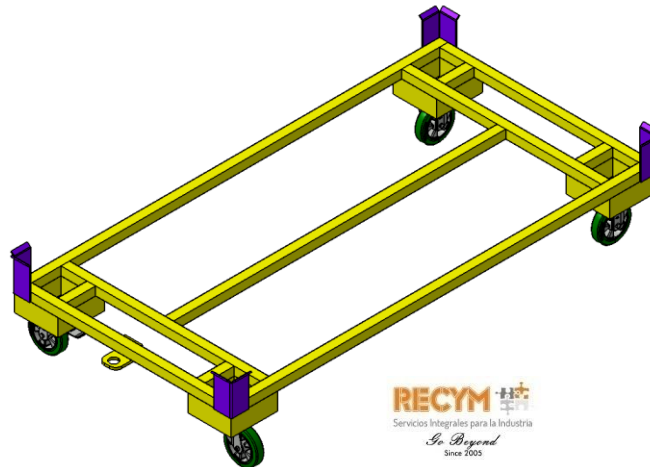


Ilustración 9: Dollies

- *Fixtures* para soldadura

Es un dispositivo de sujeción o soporte utilizado en la industria manufacturera. Lo que hace que un *Fixture* sea único es que cada uno se fabrica para adaptarse a un número de parte específico. El propósito principal de un *fixture* es localizar, y, en algunos casos, sujetar una pieza de trabajo, ya sea durante una operación de maquinado, soldadura, inspección o algún otro proceso industrial.




Ilustración 10: Fixtures para soldadura

4.1 Descripción del proceso

En la empresa existen una gran variedad de productos, que en su mayoría comparten el mismo proceso, maquinaria y materia prima. De esta manera todos los procesos inician con una orden de compra del cliente, en el cual se establecen los requerimientos del producto, posteriormente se elabora el diseño en el área de ingeniería de proyectos de Recym, el ingeniero se encarga de dibujar en el programa Catia el producto solicitado por el cliente, proceso que demora de uno a cinco días de diseño dependiendo de la complejidad, una vez terminada la propuesta de diseño se realiza una presentación con el cliente para verificar que este cumpla con sus expectativas o en el caso contrario se realicen las modificaciones antes de empezar la fabricación. Después de la aprobación se hace la solicitud de materia prima al departamento de compras, bajo la inspección del área de ingeniería. Una vez que se tienen los materiales listos, se siguen los siguientes pasos:

- Elaboración de *racks*

Pasos a seguir	Imagen
<p>a) Corte de materiales:</p> <p>En esa área se realizan distintas actividades, como son cortes, barrenados, redondeado y rebabeado de piezas, para los cuales tres personas son las designadas en realizar cortes y se requiere de ayudantes generales para las otras actividades dentro de esa área.</p>	 <p data-bbox="1170 1520 1349 1598">RECYM Servicios Integrales para la Industria <i>Go Beyond</i> Since 2005</p> <p data-bbox="829 1629 1284 1661"><i>Ilustración 11: Corte de materiales</i></p>

b) Ensamblados

El siguiente paso es realizar cada uno de los ensamblados del rack empezando por la base, posteriormente costados, seguido de los respaldos y finalmente interiores.

Para este proceso se asignan a diferentes personas que con ayuda de un escantillón colocan la primera soldadura al ensamble



Ilustración 12: Ensamble y soldadura de piezas

c) Colocación de la soldadura final

La colocación de la soldadura final o levantamiento del rack es el último proceso de soldadura, realizado por los líderes o personal con mayor experiencia en soldadura para garantizar la calidad y duración de los productos



Ilustración 13: Levantamiento de racks

d) Pulido y limpieza

Esta es una actividad designada a los ayudantes generales, quienes se encargan de realizar los detalles finales como son el pulido y limpieza de los productos antes de mandarlos al área de pintura



Ilustración 14: Limpieza y pulido de racks

e) Pintura

Este es el proceso en el que pintores capacitados se encargan de pintar cada uno de los *raks*, después de haber sido limpiados y pulidos en el proceso anterior. Para realizar esta actividad se colocan de dos a tres capas de pintura y en cada una de estas capas pasan por un proceso de secado de aproximadamente 20 minutos.



Ilustración 15: Colocación de pintura

f) Rotulado

Los ayudantes generales se encargan de colocar todos los rótulos en cada uno de los racks, cada pieza contiene de 6 a 7 rótulos y para realizar este proceso, una semana antes de que se terminen de soldar las piezas, el departamento de ingeniería tiene que diseñar cada rótulo y mandar a maquinas para que las personas encargadas puedan realizar su trabajo.



Ilustración 16: Rotulación de racks



- Elaboración de *Dollies*

En la introducción de este apartado se menciona que el proceso de inicio de todos los proyectos es el mismo desde la orden de compra, diseño, aprobación del mismo y solicitud de materiales, de acuerdo a lo ya mencionado, a continuación, se muestra el proceso de elaboración de *dollies*:

Pasos a seguir	Imagen
<p>a) Corte de materiales</p> <p>El primer paso a realizar es el corte de materiales, para este producto en específico la materia prima más importante son PTR de 2” y soleras de ½”, al ser un producto de fácil elaboración, en este proceso los cortadores se encargan de realizar los barrenos y pulido de las piezas</p>	 <p><i>Ilustración 17: Corte de materiales para dollies</i></p>
<p>b) Ensamble</p> <p>El siguiente paso es la colocación de soldadura para ensamblar la pieza de arrastre, al ser un producto que su diseño no contiene sub ensambles, esta actividad la puede realizar cualquier soldador capacitado</p>	 <p><i>Ilustración 18: Ensamble de un dollie</i></p>
<p>c) Pintura</p> <p>Esta es la etapa final del proceso productivo de un <i>dollie</i>, una vez que el producto ya se encuentra soldado, pasa al área de pintura en donde se pinta según las especificaciones del cliente y se le colocan las llantas.</p>	 <p><i>Ilustración 19: Dollie terminado</i></p>

- Elaboración de *Fixtures*

Este producto al igual que los racks, requieren de un proceso de elaboración más complejo, dependiendo de los niveles que solicite el cliente, a continuación, se muestran los pasos a seguir para la fabricación de un *Fixture*:

Pasos a seguir	Imagen
<p>a) Corte de materiales</p> <p>El primer paso es realizar el corte de materiales como ángulos, soleras y PTR's. para realizar este tipo de trabajos se requiere de ayudantes generales, ya que la mayoría de los cortes tienen que ser barrenadas para la colocación de rodillos.</p>	 <p><i>Ilustración 20: Corte de materiales</i></p>
<p>b) Sub ensambles</p> <p>Una vez que se tienen listos los cortes, el siguiente paso a realizar es el ensamble de cada una de las partes de un fixture como bases, costados y respaldos, este procedimiento tiene un grado de complejidad mayor dependiendo de los niveles solicitados por el cliente.</p>	 <p><i>Ilustración 21: Proceso de sub ensambles</i></p>

<p>c) Ensamble final</p> <p>Ya que se tienen todos los sub ensambles listos, se realiza el ensamble final o levantamiento del fixture, en este paso se coloca la soldadura final y acabado de la estructura.</p>	 <p><i>Ilustración 22: Ensamble final de un fixture</i></p>
<p>d) Pintura</p> <p>En el paso siguiente el departamento de pintura en conjunto con los ayudantes generales realiza la limpieza y pintura para obtener el producto terminado según las especificaciones del cliente</p>	 <p><i>Ilustración 23: Pintura de producto terminado (Fixture)</i></p>
<p>e) Colocación de rodillos</p> <p>Para finalizar el proceso se colocan los rodillos y se realiza una prueba de calidad para corroborar el correcto funcionamiento.</p>	 <p><i>Ilustración 24: Colocación de rodillos</i></p>

En la descripción anterior se muestran tres de los procesos que se realizan con mayor frecuencia, considerando que cualquier proyecto tiene el mismo inicio desde la orden de compra, la elaboración de los diseños y la propuesta del producto al cliente, a continuación, se muestran de manera gráfica los diagramas de flujo de cada uno de los procesos descritos anteriormente.

4.2 Diagramas de flujo del proceso actual

En el capítulo 4.1 se hace la descripción del proceso de elaboración de los productos con mayor demanda, y haciendo uso de las metodologías mencionadas en esta investigación, a continuación, se muestra de manera gráfica, el diagrama de flujo del proceso actual de cada una de las operaciones antes mencionadas, logrando un tiempo de elaboración de 13.7 horas que se detallará en el diagrama de flujo de recorrido en el capítulo 4.9.

Diagrama de flujo de la elaboración de un *Rack*

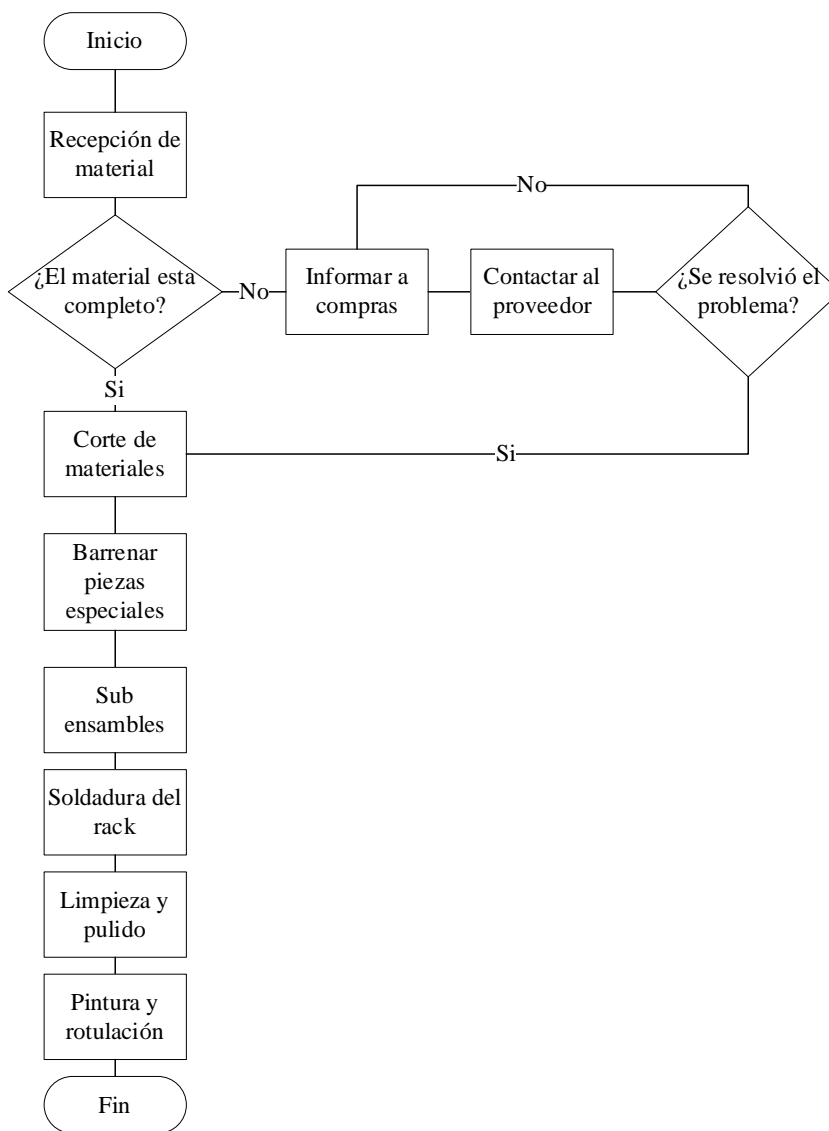


Ilustración 25: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un Rack

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la empresa

Diagrama de flujo de la elaboración de un *Dollie*

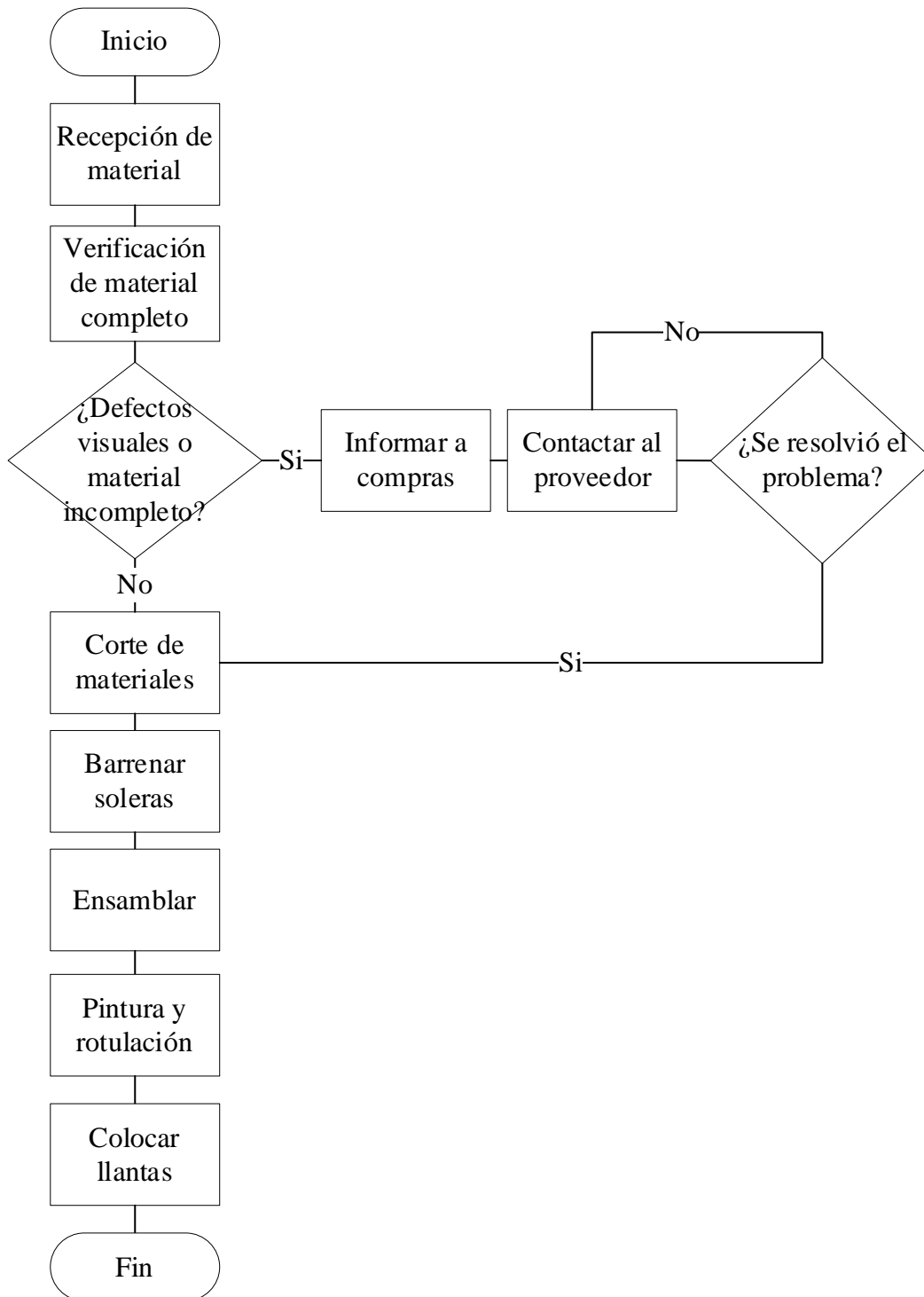


Ilustración 26: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un Dollie

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la empresa

Diagrama de flujo de la elaboración de un *Fixture*

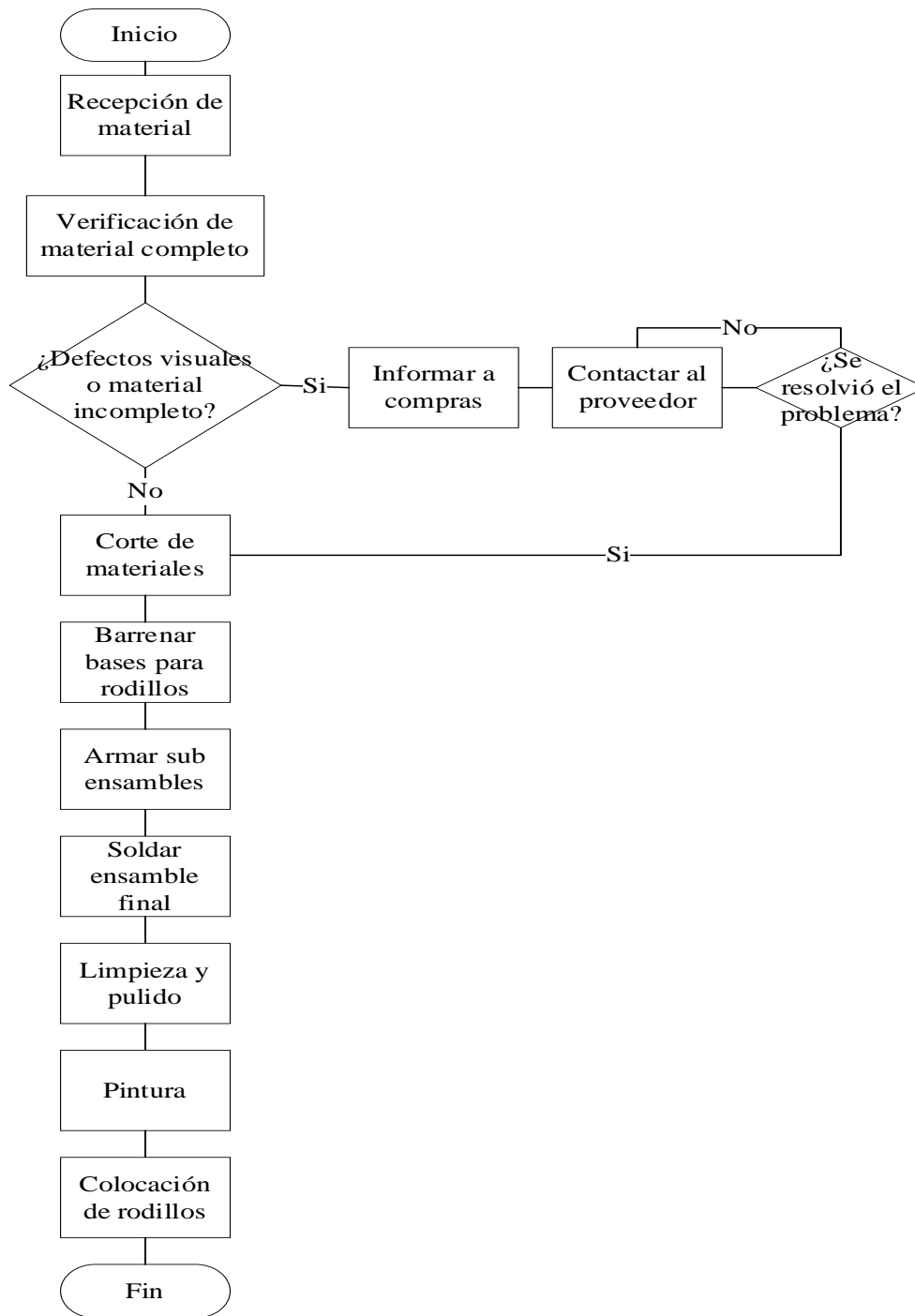


Ilustración 27: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de un Fixture

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la empresa

4.3 Organigrama de la empresa

El organigrama es una estructura organizativa de un sistema estable de relaciones entre los colaboradores de una empresa. En él se presentan de forma gráfica los distintos niveles de la jerarquía y la relación existente entre ellos. (Méndez, 1995)

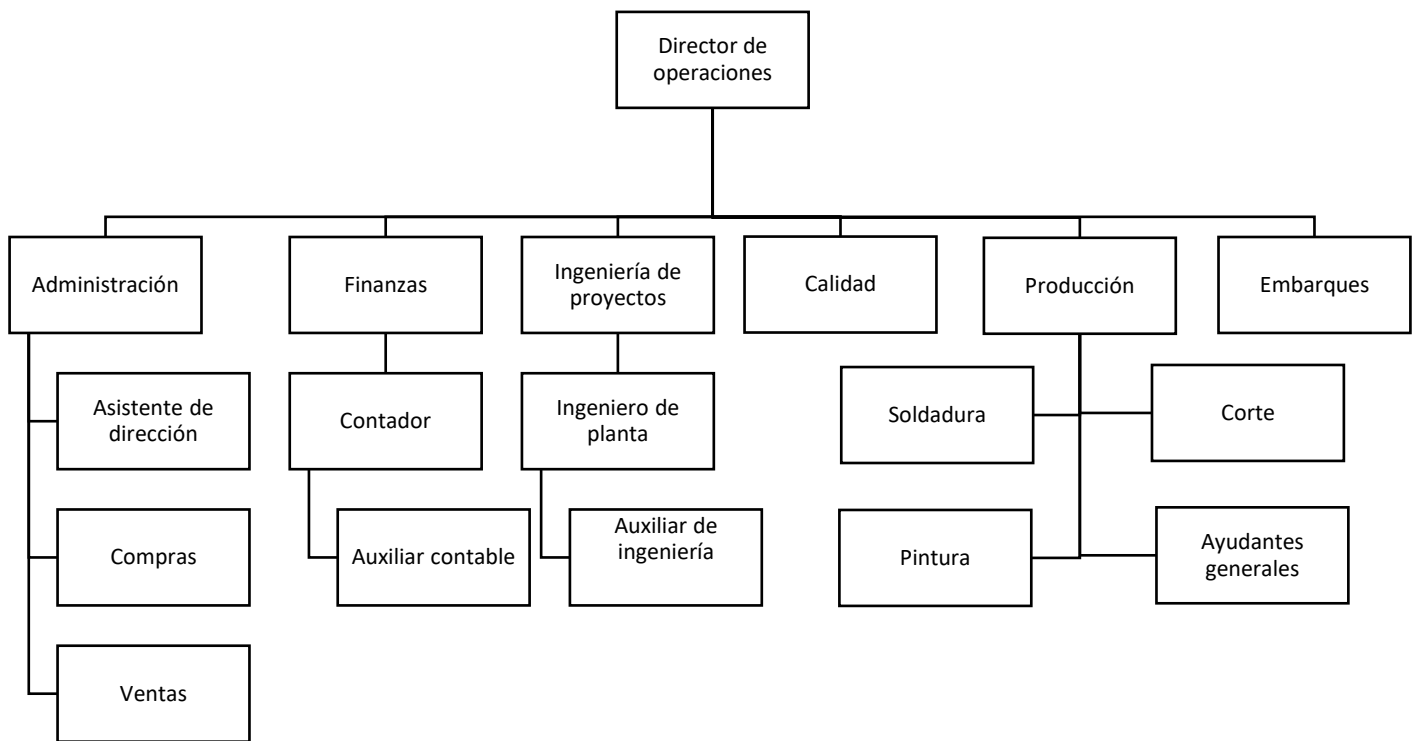


Ilustración 28: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del departamento de Recursos Humanos

En el organigrama anterior se puede visualizar la forma en la que la empresa está organizada, las áreas que existen dentro de la organización y el personal con el que se cuenta. De esta manera la empresa maneja un solo turno de trabajo referente a una jornada laboral de 8:00 a 18:00 horas de lunes a viernes que aplica para todas las áreas, y esta tiene 23 personas laborando dentro de sus instalaciones, que se conforman de la siguiente manera de acuerdo con las distintas áreas con las que se cuenta.

En el primer nivel se encuentra el director de operaciones, quien se encarga de realizar las ventas de los productos que se fabrican. Dentro del área administrativa está un asistente de dirección, la cual tiene como función principal comprar todo tipo de insumos, desde maquinaria, materia prima, consumibles y demás productos o servicios que se requieran para la elaboración de las piezas que se producen en la empresa. El área de finanzas cuenta con un contador público y dos auxiliares contables, en ingeniería de proyectos se tiene al ingeniero de planta y un auxiliar de ingeniería, por su parte, producción abarca el mayor porcentaje del personal, teniendo a seis personas en soldadura, tres cortadores, tres ayudantes generales y cuatro pintores, que dan un total de 16 personas en producción. Mientras que en calidad y embarques hay una persona encargada para cada área.

Así mismo, en cuanto a la forma en que la empresa se encuentra organizada actualmente y por el número de personas que laboran en ellas, el modelo de estructura organizacional es de estructura simple-funcional, ya que existe una línea directa entre el personal y el directivo, además de que cada integrante realiza únicamente su actividad específica.

4.4 Distribución de planta

La distribución de planta hace referencia a la disposición de los elementos de la planta, es decir, las máquinas, estaciones de trabajo, áreas de almacenamiento, pasillos y los espacios comunes que comprenden una instalación productiva. Se trata de un aspecto estratégico para cualquier tipo de empresa, ya sea de manufactura o de servicios. (Muther, 1961)

En este capítulo se desarrollarán algunos puntos de SLP, como los factores de la distribución de planta, diagrama de flujo, diagrama de recorrido, diagrama de hilos y diagrama relacional de actividades que hacen referencia a la situación actual de la empresa y que servirán de apoyo para las propuestas de implementación. Los pasos a desarrollar serán el análisis de flujo de materiales, diagrama relacional, desarrollo de alternativas de Layout y evaluación y selección.

Factores de la distribución de planta

Cuando se decide realizar la distribución de la planta siempre será necesario conocer y disponer de toda la información posible de los factores o elementos que la conforman, tales como (maquinaria, materiales, factor humano, servicios de seguridad, edificios y movimiento); a continuación, se muestran dichos elementos con información referente a la situación actual de la empresa:

- Maquinaria

En el capítulo 2 “Descripción de la empresa y antecedentes”, se menciona que Recym pertenece al sector metalmecánico y el proceso de elaboración de sus productos es mediante la soldadura.

En la siguiente tabla se muestra el tipo de maquinaria que se requiere para este proceso:

Maquinaria	Imagen	Consideraciones
Cortadora manual	 <p data-bbox="354 527 773 606"><i>Fuente 1: Imagen recuperada de DeWalt https://mx.dewalt.global/producto/DW872/tronzadora-de-14-355mm-2200-wa</i></p>	<p data-bbox="865 254 1419 394">Actualmente la empresa cuenta con tres cortadoras de la marca DeWalt de 14” y un peso de 21.3 kg.</p> <p data-bbox="865 417 1474 663">En la distribución actual de la empresa, cada cortadora tiene un espacio asignando de (1.05 m. x 2.56 m.), el tipo de operarios que se requieren para su uso es de ayudantes generales o cortadores.</p>
Planta para soldar	 <p data-bbox="363 982 789 1094"><i>Fuente 2: Imagen obtenida de la página soldadura y consumibles https://soldadurayconsumibles.com/millermatic252-maquina-de-soldar.html</i></p>	<p data-bbox="865 695 1474 1056">Se cuenta con 5 plantas para soldar de la marca Miller y las dimensiones de cada planta son de (30” de alto x 23” ancho x 30.5” de profundidad) y tienen un peso de 164 kg. La operación de esta maquinaria requiere de uso específico de soldadores capacitados, ya que, el riesgo para el personal es muy alto.</p>
Pulidora	 <p data-bbox="354 1430 768 1535"><i>Fuente 3: Imagen obtenida de la página Bosch https://www.bosch-professional.com/mx/es/products/gws-850-06013775G2</i></p>	<p data-bbox="865 1169 1474 1530">Para este proceso la empresa cuenta con un total de 10 pulidoras, siete amoladoras angulares de 4 1/2”, con una potencia de 670 W. y un peso de 1.8 kg., y tres amoladoras angulares de 9”, 2200 W. de potencia y un peso de 3.2 kg., todas de la marca Bosch. El tipo de operarios que se requieren es de ayudantes generales.</p>
Taladros manuales	 <p data-bbox="354 1738 768 1843"><i>Fuente 4: Imagen obtenida de la página Bosch https://www.bosch-professional.com/mx/es/products/gws-850-06013775G2</i></p>	<p data-bbox="865 1556 1474 1696">Dentro de la maquinaria se cuenta con dos taladros manuales de 1.8 kg., y 550 W. de potencia absorbida.</p> <p data-bbox="865 1719 1474 1860">La operación de estos taladros la realizan los ayudantes generales, el riesgo para el personal es bajo y no requiere de servicios auxiliares.</p>




<p>Taladro de banco</p>	 <p>Fuente 5: Imagen obtenida de la página Bosch https://www.bosch-professional.com/mx/es/products/gws-850-06013775G2</p>	<p>Se cuenta con un taladro de banco de (78 cm. X 46 cm. X 28 cm.) con un peso de 27 kg. En la operación de esta maquinaria se solicitan ayudantes generales, el riesgo de personal es bajo y no requiere de servicios auxiliares.</p>
<p>Compresor de aire</p>	 <p>Fuente 6: Imagen obtenida de la página https://www.segundamano.mx/anuncios/ciudad-de-mexico/coyoacan/industrial/compresor-de-aire-twcoimex-de-5-hp-500-lts-929327809</p>	<p>La empresa cuenta con un compresor de aire de la marca Twcoimex de 500 litros y 10 caballos de fuerza de la cual se tienen cuatro salidas de aire con regulador.</p>
<p>Pistolas de succión de baja presión</p>	 <p>Fuente 7: Imagen obtenida de la página Truper https://www.truper.com/ficha_tecnica/Pistola-p-pintar-succion-HVLP-vaso-alum-boquilla-14mm-11089.html</p>	<p>Se cuenta con cuatro pistolas de succión de baja presión de la marca Devilbiss MGQ-500, la operación de estas pistolas requiere de pintores o ayudantes generales, ya que el riesgo de personal es bajo y no requiere de servicios auxiliares.</p>

Tabla 3: Maquinaria actual de la empresa

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el encargado de producción.

- Materiales

Son factores fundamentales para considerar las características de los materiales con los que se va a trabajar, como por ejemplo el tamaño, la forma, volumen, peso, características físicas y químicas de estos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento.

En el capítulo 4.2 “Descripción del proceso” se menciona que la fuente principal para la elaboración de cada uno de los productos es la soldadura, a continuación, se muestra la lista de insumos y herramientas, así como las cantidades que se requieren para su elaboración, basados en una pieza:

- Una fuente de energía y cables de soldadura
- Un alimentador de alambre de electrodo / sistema de pistola de soldadura MIG
- Un cilindro de gas con 75% argón y 25% CO2, con mangueras y reguladores
- 2 discos de 14" para cortadoras
- 1 disco laminado de 4.5" para pulidoras
- Brocas de diferentes medidas
- Pintura
- Solventes
- Estopa
- 15 PTR de 2" calibre 12 blanco
- 15 PTR de 2" calibre 12 blanco
- 3 PTR de 2" x 1" calibre 11 verde
- 2 soleras de 1/8" x 2"
- Tubos y redondos
- Láminas de acero
- Placas
- Ángulos de diferentes medidas

- Factor humano

Es importante considerar la mano de obra directa e indirecta con la que se cuenta, es por ello por lo que se debe de considerar el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que realizan. Para esta descripción se hará referencia al factor humano en el equipo de producción.

- Mano de obra directa: Dentro de la empresa existe mano de obra especializada en soldadura, corte y pintura, de acuerdo al organigrama, Recym cuenta con 16 personas laborando en el área de producción, los cuales se clasifican de la siguiente manera:
 - ✓ Seis soldadores
 - ✓ Tres cortadores
 - ✓ Tres ayudantes generales
 - ✓ Cuatro pintores

- Jefes de equipo: Así mismo la empresa cuenta con un jefe de equipo en cada área, el cual se encarga de supervisar el proceso que le corresponda y de solicitar los materiales y suministros. De esta manera se tienen a tres jefes de equipo dentro de la empresa, correspondientes a las tres principales áreas de producción (corte, soldadura y pintura).
- Personal directo: Corresponde al personal de oficina y el gerente de operaciones que se encargan de las ventas y actividades administrativas dentro de la empresa, siendo un total de siete personas las que conforman este grupo.
- Puestos de trabajo: Actualmente la empresa cuenta con ocho puestos de trabajo entre actividades administrativas y el proceso productivo, los cuales se clasifican de la siguiente manera:
 1. Gerente de operaciones
 2. Ingeniería
 3. Compras
 4. Contabilidad
 5. Corte
 6. Soldadura
 7. Pintura
 8. Embarques
- Servicios de personal

Se cuenta con servicios de seguridad para el personal en los accesos y protocolos de sanidad, así como la seguridad de materiales y maquinaria, llevando a cabo medidas de inspección, control de calidad y mantenimiento.

Actualmente y debido a la situación de COVID 19, la empresa tuvo que adoptar medidas de seguridad para sus trabajadores en cuanto al acceso y salida de cualquier persona. Se mandaron a fabricar diferentes cubrebocas para todo el personal, el cual se debe portar diariamente, además de establecer el uso obligatorio de lentes de seguridad, sanitizante de calzado y uso de gel antibacterial para tener acceso a las instalaciones.

Por otro lado, el acceso al área de producción es únicamente con calzado seguridad, tapones auditivos y ropa adecuada para cada actividad, debido al tipo de trabajo que se realiza y el peso de

los materiales que se utilizan, tomando en cuenta EPP (Equipo de Protección Personal), conforme a las actividades, ya sean caretas, guantes de corte, lentes para cortar con plasma o mascarillas 3M.

En cuanto a la inspección y control de calidad, la empresa actualmente no cuenta con el personal designado para establecer esa área, sin embargo, cada jefe de equipo procura revisar su proceso antes de ser enviado. Para el caso de mantenimiento de la maquinaria, cada operador tiene la obligación del cuidado de su equipo y maquinaria asignado, por tal motivo ellos se encargan de realizar el mantenimiento autónomo, dejando claro que la empresa no cuenta con un departamento de mantenimiento y que este no se sigue de acuerdo a una planeación para prevenir posibles fallos y que esto repercuta en la producción.

- Edificios

Una de las funciones que desempeña el edificio esta cubrir a los operarios, materiales, maquinaria y actividades auxiliares, esto ocupa una parte importante para la redistribución de planta.

Recym cuenta con una nave industrial ubicada en el Parque Industrial Resurrección, siendo esta una ubicación estratégica pues se encuentra cerca de la mayoría de sus clientes y eso favorece en los costos y tiempos de entrega, sin embargo, necesita ser reorganizada con la finalidad de lograr una eficiencia en el proceso productivo, evitando que existan pérdidas de tiempo y dinero al momento de la fabricación de los productos, ya que, actualmente no se tiene el suficiente aprovechamiento de espacios, provocando la invasión de áreas entre operarios y un aspecto de desorden en la empresa, motivo principal del desarrollo de esa investigación, puesto que, el desorden en las empresas es un factor importante en la disminución de productividad, que al mismo tiempo genera estrés en los colaboradores y puede llegar a ser un riesgo al provocar accidentes de trabajo o daños a la salud.

- Movimiento

Es flujo que siguen la mano de obra y los materiales (métodos de transporte, recorridos, dotaciones, entre otros).

En la fabricación de productos que realiza la empresa se desarrollan diferentes actividades que involucran el manejo de materiales, equipos y herramientas, desde que llega la materia prima

y se realiza la descarga del material para ser colocada en su área, hasta que se va el producto terminado.

Iniciando con el proceso de corte de materiales, los operadores tienen que moverse de lugar, muchas veces invadiendo el área de colocación de piezas cortadas porque se requiere de tiempo y esfuerzo para realizar el transporte desde el área de corte hasta cada una de las estaciones de soldadura sin ayuda de algún método de transporte, ya que, los materiales que se utilizan para la fabricación son de un peso considerable y no se cuenta con equipos de transporte para realizar estos movimientos.

Una vez que se tienen las piezas ensambladas necesitan ser transportadas a la estación de soldadura final y este proceso requiere de la ayuda de dos o más operadores, considerando el peso de cada ensamble. El siguiente movimiento es el transporte del producto al área de pintura.

Por el tamaño y peso de cada pieza es necesario que el movimiento se realice con ayuda de un carro de arrastre. Finalmente, se realiza la carga del producto terminado hacia el transporte que se enviará al cliente, este proceso de carga requiere en la mayoría de las veces del apoyo de todo el personal de producción, corte y pintura, cuando los envíos no son muy pesados, de lo contrario, el departamento de compras se encarga de contratar un montacargas para realizar dicha operación.

En conjunto el objetivo de los factores de la distribución de planta está designado a resolver las siguientes necesidades:

- Optimizar el flujo de la información de materiales y personas
- Mejorar la utilidad del espacio, maquinaria y personas
- Incrementar la comodidad y seguridad del trabajador
- Conseguir flexibilidad para adaptarse a posibles cambios en la organización de cada una de las áreas de la empresa

A continuación, se muestra el Layout actual de la empresa, el cual se encuentra dividido en planta alta y baja:

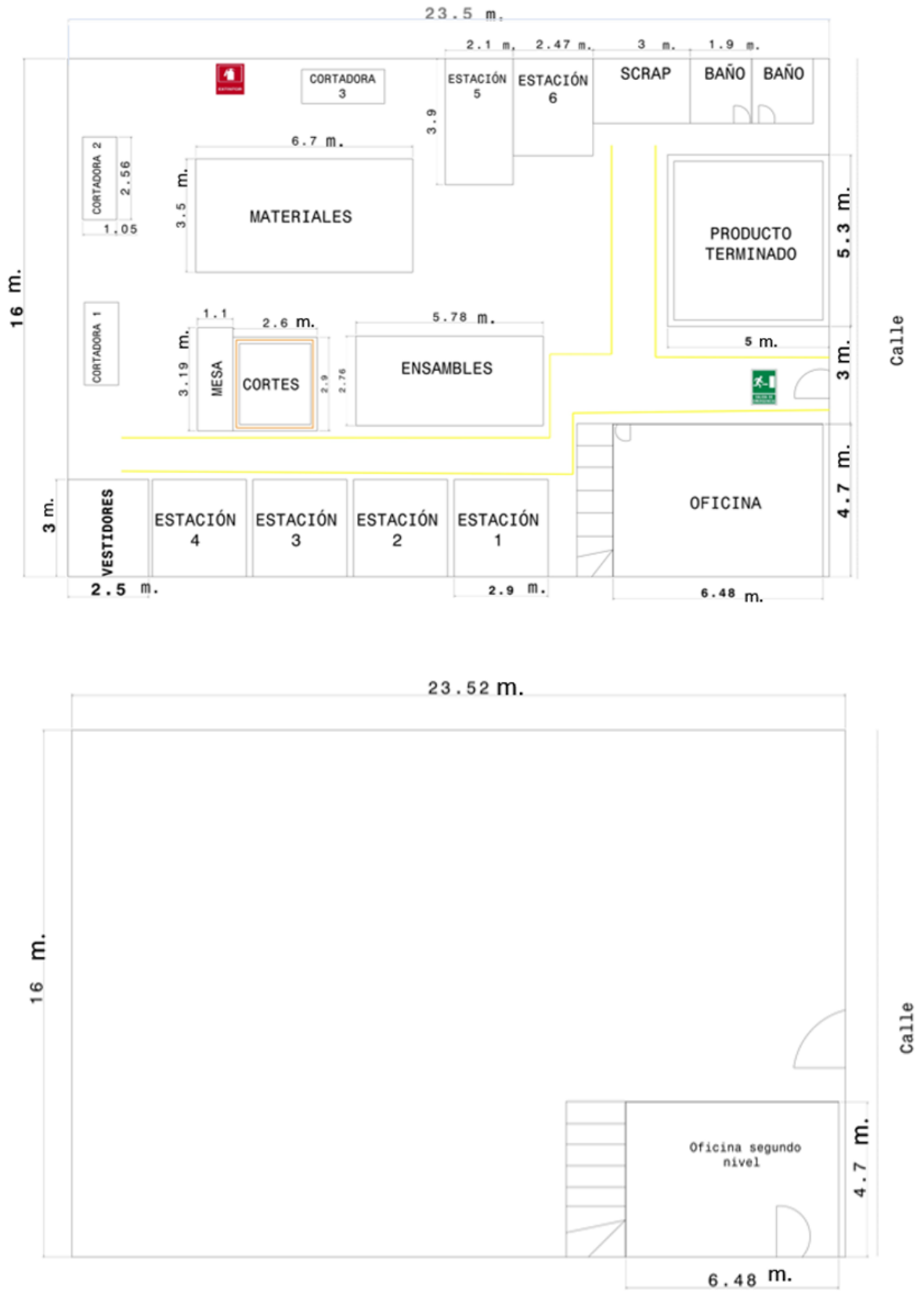


Ilustración 29: Layout actual de la empresa, planta alta y baja

En el diagrama se muestra cómo se encuentran estructuradas cada una de las áreas, y se hace mención que el flujo de materiales que se muestra en el capítulo 4 “Diagnóstico de la operación de la empresa” provocan la reducción de espacio generando cuellos de botella tanto en el área de corte como en la soldadura.

El momento se ve reflejado al momento de hacer un cambio de proyectos, puesto que, no se tiene el espacio suficiente para colocar gran cantidad de material, y en varias ocasiones por no existir tarjetas de identificación de material, el personal se llega a confundir, lo que genera pérdida de material y equivocaciones en las dimensiones con piezas similares, siendo este un problema grave porque requiere de retrabajos, pérdida de tiempo y dinero que generan retrasos en las entregas al cliente.

Del mismo modo, ese espacio se muestra desordenado y sucio a consecuencia de la gran cantidad de polvo, rebabas y pedacería que se genera constantemente, ya que, no se cuenta con personal designado para la limpieza de esa área.

Lo mismo sucede con los ensambles y el producto terminado, puesto que, los productos fabricados son de dimensiones grandes y el lugar que se tiene designado no es suficiente para la cantidad de trabajo que se produce, lo que genera que invadan espacio de otras áreas y en ocasiones no hay libre acceso ni movilidad.

Al analizar el diagrama se ha llegado a determinar que la distribución de la maquinaria tiene que ser de manera lineal, debido que para la fabricación de sus productos cumplen con el mismo proceso de fabricación y este se determina como factor determinante para la redistribución de planta.

4.5 Situación actual de la empresa

Recym es una empresa que desea ser competitiva, preparada con medios y herramientas y que por ende pretenda corregir los errores que se están presentando en las diferentes áreas que requieren ser atendidas para cumplir con sus demandas y metas propuestas. Por tal motivo es necesario evaluar su situación actual para proyectarse a una situación óptima y convertirse en una empresa competitiva.

Basado en este análisis se buscarán respuestas a los principales problemas de la empresa a través de la elaboración de propuestas de mejoramiento que permitan dar soluciones, generando un beneficio para la empresa reflejado en el orden y limpieza, así como en el ahorro de recursos tanto económicos como materiales.

Las siguientes imágenes son una muestra del estado actual de la empresa en el área productiva.



Ilustración 30: Desorden en los espacios de trabajo

Regularmente el área productiva se encuentra desordenada, como se puede visualizar en la imagen anterior el material de trabajo casi siempre se encuentra tirado, siendo este uno de los problemas que más afecta a la empresa, puesto que, al no tener un control, periódicamente existe pérdida de equipo y material de trabajo, además de que esta situación no da buen aspecto a la empresa y es muy inseguro para todos los colaboradores, principalmente para operadores de producción.



Ilustración 31: Falta de adecuada distribución de planta

En la imagen anterior se muestra un claro ejemplo de la falta de una adecuada distribución de planta, ya que, no existen delimitaciones de áreas de trabajo, ni espacios designados para la colocación de materiales. De igual manera, se puede observar que hay material de trabajo que no corresponde al área, además el espacio se ocupa como bodega y eso disminuye el espacio productivo para la empresa.



Ilustración 32: Falta de limpieza en áreas de trabajo

Frecuentemente las áreas de trabajo se encuentran desordenadas y sucias, de entrada, las actividades que se realizan en las instalaciones generan rebabas y desechos de acero que los trabajadores no colocan en su lugar, sin embargo, en la imagen se observa que no existe una limpieza adecuada y que los operadores mantienen cosas personales en su área, ya que, no existe un reglamento, ni procedimiento interno que eviten dicha situación.



Ilustración 33: Material y áreas de trabajo no identificadas

Otro de los grandes problemas que se observa es que no hay identificaciones en ninguna zona de trabajo, por tal motivo cada operador busca su espacio para colocar el trabajo que va realizando y en el caso de los cortadores, casi siempre realizan retrabajos por la falta de identificación de material y que los soldadores llegan a confundir piezas, generando pérdida de material que afecta no solo a la cuestión económica de la empresa, sino también al tiempo de entrega con los clientes.



Ilustración 34: No se respetan los espacios de trabajo

Al no tener las áreas identificadas cada uno de los trabajadores eligen su área de trabajo como mejor se acomodan, siendo este un problema porque no todos tienen el mismo espacio y esto en algunas ocasiones llega a provocar disgustos o incomodidades entre el personal, además de que la zona para colocación de ensambles y producto final se reduce.

Como se puede observar, las imágenes anteriores son un claro ejemplo de que la empresa carece de espacios limpios y ordenados, evidencias que responden a las preguntas de investigación planteadas en esta tesis a las cuales se puede responder que, los espacios de trabajo no se están aprovechando adecuadamente, ya que existen zonas con material innecesario que ocupan espacio.

Además, la herramienta y material de trabajo no están identificadas correctamente y aunque cuentan con su sitio de colocación, en la mayoría de las ocasiones no se respetan.

No existe una planificación de limpieza por zona, es por ello por lo que cada uno de los colaboradores carecen del compromiso de mantener sus áreas de trabajo limpias; además de que no se respetan los espacios de trabajo y esto provoca desorden y reducción de espacio en cada área.

Diagrama de afinidad

Después de analizar el proceso de elaboración de los productos y ver la situación actual de la empresa, se desarrollará un diagrama de afinidad para concretar las ideas de los análisis anteriores y mostrar de manera gráfica los hechos, opiniones e ideas sobre las áreas que se encuentran en un estado de desorganización.

A continuación, se muestra el diagrama de afinidad de una adecuada distribución de planta:

ADECUADA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA			
Diseño de la planta	Disposición de los equipos	Rutas de acceso y comunicación	Salida del producto terminado
Organizar la distribución de los procesos	Organizar equipos y maquinaria correspondiente cerca de cada proceso	Establecer rutas de acceso libres de materiales o cualquier tipo de obstrucción	Ubicar la zona de producto terminado cerca del proceso final y libre de cualquier obstrucción
Colocación de etiquetas y señaléticas de áreas y materiales	Clasificación de equipo de trabajo y herramienta	Las rutas de acceso y pasillos de vialidad deben de estar debidamente señaladas	Contar con los vehículos necesarios para cargar y trasportar el producto final
Delimitar áreas	Colocar un área específica de material de trabajo	Las rutas deben ser aptas para todo tipo de movimientos y traslados de materiales y productos	
Definir flujo del proceso y de materiales			

Ilustración 35: Diagrama de afinidad

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del diagnóstico situacional de la empresa

Diagrama Ishikawa o causa-efecto

De acuerdo con el capítulo 4.5 “Situación actual de la empresa”, se realiza un diagrama de Ishikawa en el cual se visualizan de manera gráfica las causas de la falta de organización en el área productiva, tomando en cuenta que la misión principal de este trabajo es definir la mejor manera de organizar las áreas, todos los materiales y herramientas para conseguir una mejor imagen en cuanto a orden y limpieza, ya que, no se trata solo de estética, sino de mejorar la seguridad, el clima laboral, la comodidad de los colaboradores al realizar su trabajo y la calidad de la empresa.

A continuación, se presenta el diagrama de causa y efecto, en el cual se muestran las causas que influyen en la falta de organización en el proceso productivo de la empresa, para que con base a eso se lleve a cabo una tabla con el detalle de problemas encontrados y el impacto que provocan en la organización.

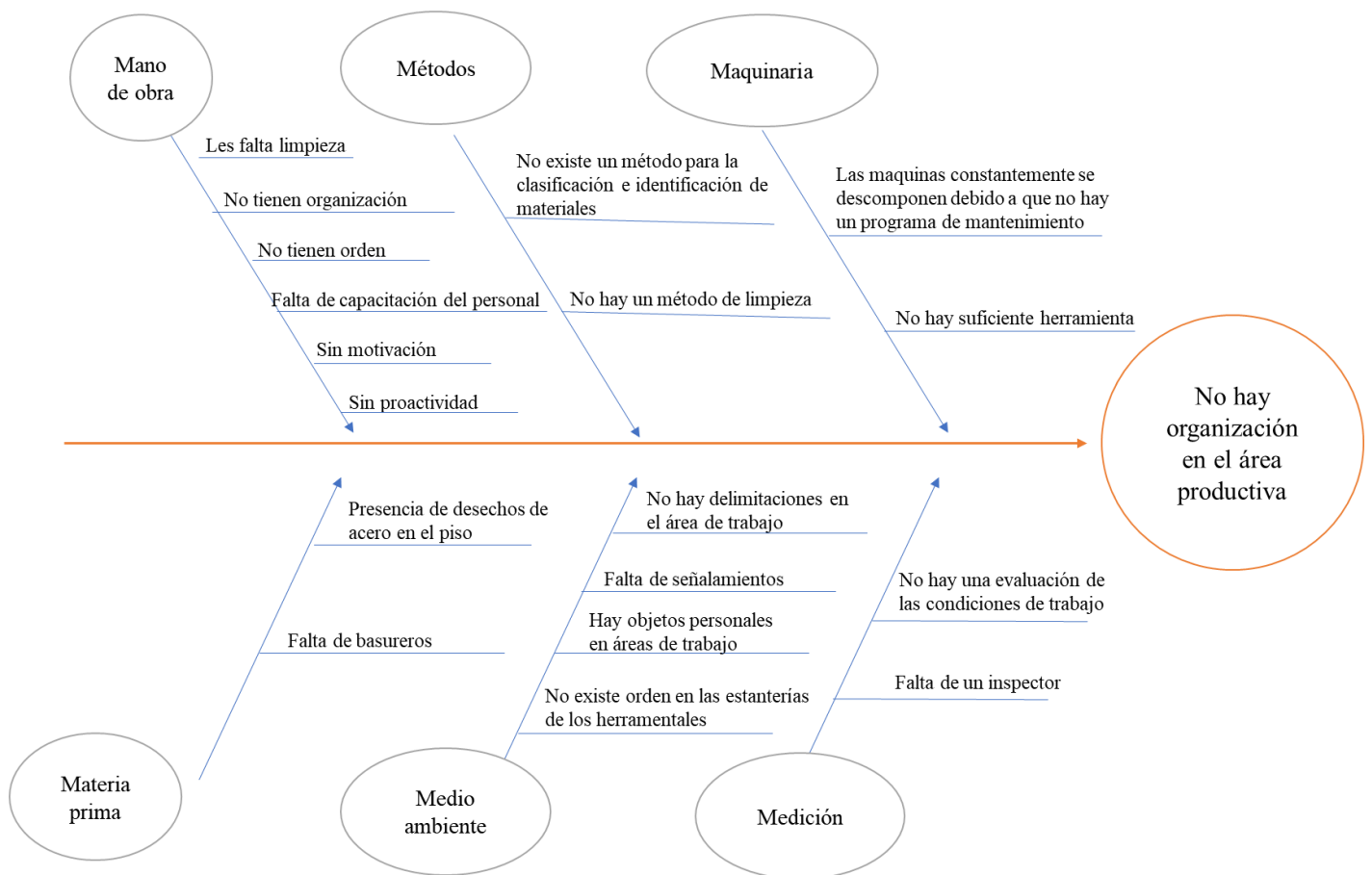


Ilustración 36: Diagrama de causa-efecto

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del diagnóstico situacional de la empresa

Una vez visualizada la situación actual de la empresa, el siguiente paso es realizar una clasificación de los problemas más recurrentes, conocer el impacto que tienen sobre la operación y qué tanto afecta económicamente a la empresa, para poder determinar la prioridad con la que necesitan ser atendidas como se muestra en la siguiente tabla, tomando en cuenta que la máxima prioridad tiene valor de uno y la mínima de cuatro:

PROBLEMAS ACTUALES	IMPACTO	IMPACTO ECONÓMICO (Aproximadamente)	PRIORIDAD
No existe orden ni limpieza en áreas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Genera mal aspecto para la empresa • Reducción de espacios • Perdida de herramienta y materiales de trabajo 	\$ 4232.16	1
Falta de identificaciones y señaléticas	<ul style="list-style-type: none"> • Perdida de materiales • Retrabajos • Gastos económicos incensarios • Entregas a destiempo 	\$ 1000	3
No existe una adecuada distribución de planta	<ul style="list-style-type: none"> • Mal aprovechamiento del espacio • Desorden en el área de producción 	—	2
Falta de motivación del personal	<ul style="list-style-type: none"> • Poca productividad • Pérdida económica • Mal ambiente de trabajo 	\$ 2000	4

Tabla 4: Problemas actuales y prioridad de atención

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en el diagnóstico situacional de la empresa

Como se visualiza en la tabla anterior, uno de los problemas con mayor impacto es la falta de orden y limpieza en cada una de las áreas de trabajo, ya que, además de generar un mal aspecto para la empresa, repercute en el impacto económico por perdida de herramienta o material de trabajo,

además de que al no contar con señaléticas para la identificación de piezas cortadas la mayoría de los soldadores llegan a confundirse en tomar piezas de dimensiones similares, generando retrabajos y gastos innecesarios en la compra de materia prima que solvente las piezas que faltan, en el anexo 5 se muestra la lista de costos de impacto económico de la tabla anterior “Problemas actuales y prioridad de atención”.

Por otro lado, la falta de motivación de personal es otro de los factores de impacto económico, puesto que, al no tener un buen ambiente de trabajo los colaboradores optan por irse y el suplir esas vacantes requiere de costos de capacitación, lo que equivale a un sueldo de trabajo de \$2000 semanales por persona.

De esta manera, se requiere de principal atención al orden, limpieza y una adecuada redistribución de planta, siendo estos aspectos en los cuales se está trabajando en esta investigación de tesis.

Diagrama de Pareto

Con base en los datos de la tabla 4 de los problemas actuales de la empresa, se desarrolló el Diagrama de Pareto en el cual se muestran los porcentajes que ocupa cada problema de acuerdo con el impacto económico que tienen de mayor a menor, tomando en cuenta que la falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo ocupan el lugar número uno en prioridad con el 59% de impacto.

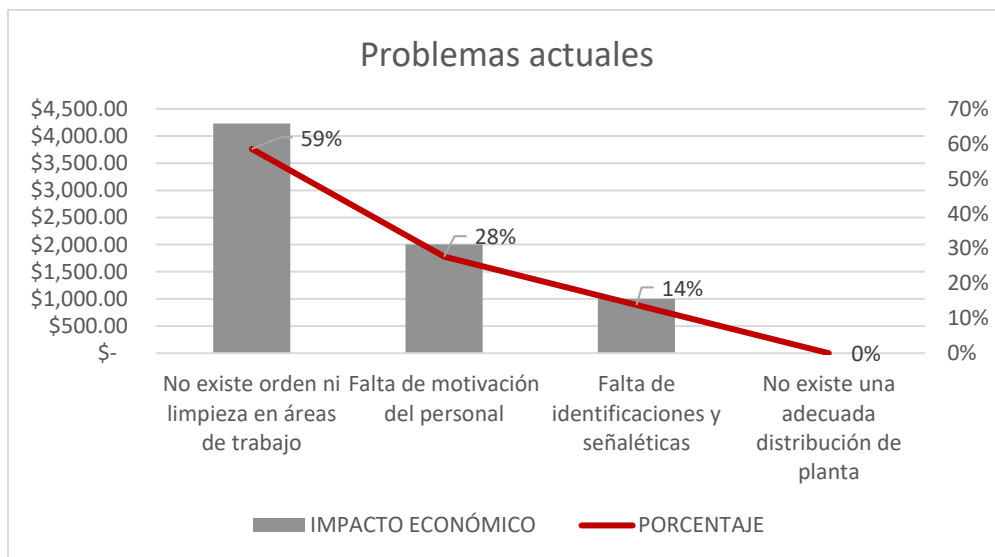


Ilustración 37: Diagrama de Pareto de problemas actuales

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del departamento de compras

4.6 Análisis FODA

En la descripción anterior se habla sobre la situación actual de la empresa, enfocado a los problemas con los que se cuenta y siguiendo con el tema de investigación, a continuación, se presenta el estudio de análisis FODA en el cual se detallan los diversos factores que son clave para la organización y para el cual tiene como objetivo principal el fortalecer las debilidades, anular las amenazas, aprovechar las oportunidades y fortalezas mostradas por la empresa.

META	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Mejorar el orden y limpieza del proceso productivo mediante la implementación de 5's y una propuesta de redistribución de planta en Recym S.A de C.V.	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad por parte de los colaboradores • La empresa cuenta con el espacio para realizar su proceso • Conocimiento del trabajo (Proceso) • Apoyo de los colaboradores para realizar la implementación 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe una adecuada distribución de planta • Déficit de equipamiento • Falta de organización, orden y limpieza en áreas de trabajo • Falta de motivación del personal
OPORTUNIDADES	ESTRATEGIA FO	ESTRATEGIA DO
<ul style="list-style-type: none"> • Procesos estandarizados • Necesidad del producto • Tendencias favorables en el mercado • Crecimiento del mercado 	Aprovechar la disponibilidad que se tiene por parte de los colaboradores, el conocimiento de su trabajo en el proceso y las tendencias favorables en el mercado para realizar las capacitaciones de inducción a las 5's y redistribución de planta.	Realizar una propuesta de redistribución del proceso productivo, de manera que se trabaje mediante una línea de producción, organizando y ordenando cada uno de los procesos.
AMENAZAS	ESTRATEGIA FA	ESTRATEGIA DA
<ul style="list-style-type: none"> • Mala imagen del área • Insatisfacción en el ambiente de trabajo • Ingreso de nuevos competidores • falta de personal 	Tomando en cuenta la disponibilidad y apoyo de los colaboradores, crear estrategias para un mejor aprovechamiento del personal y espacios de trabajo que generen mejor imagen en el área	Elaboración de manuales de procedimiento e implementación de 5's. Contratación de personal capacitado para el puesto de trabajo y mantener un ambiente de respeto entre los colaboradores.

Ilustración 38: Matriz FODA con estrategias

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en el diagnostico situacional de la empresa

Con el análisis de la matriz FODA que se muestra anteriormente se pueden visualizar las oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas con las que cuenta la empresa, así como, las estrategias que se seguirán para cumplir con la meta de reflejar orden y limpieza mediante la implementación de las metodologías de 5's y una propuesta de redistribución de área en el proceso productivo.

4.7 Determinación del tamaño de la planta y expectativa de crecimiento

Se conoce como tamaño de planta a la capacidad instalada de producción. Esta capacidad se expresa en la cantidad producida por unidad de tiempo, es decir, volumen, peso, valor o unidades de producto elaborados por año, mes, días, turno, horas entre otros.

A continuación, se determinará la capacidad instalada de la planta a partir del análisis de proyección de la demanda y el pronóstico de venta, tomando en cuenta la demanda actual, de acuerdo con la producción y la capacidad del sistema que la empresa viene trabajando.

La demanda actual que tiene Recym es de 1899 piezas producidas en 2021 entre *racks*, *dollies*, tinas y plataformas, conforme los programas de producción y órdenes de compra de ese año. Tomando en cuenta que su capacidad anual es de 2745 piezas que se calculan de la siguiente manera:

- Capacidad de horas máquina

El primer paso para calcular la capacidad instalada es realizar el cálculo de horas máquina en el proceso de fabricación tomando en cuenta los siguientes datos:

$$(\text{Total de máquinas}) \times (\text{Horas de trabajo diarias}) = \text{Horas máquina}$$

Considerando que la empresa cuenta con 3 cortadoras y 5 plantas para soldar, se sustituyen los datos en la fórmula

$$(8 \text{ Máquinas}) \times (8.5 \text{ Horas}) = 68 \text{ Horas Máquina}$$

- Capacidad instalada con un solo producto

Después de obtener las horas máquina, se debe calcular la capacidad instalada con un solo producto, la cual establece el número de piezas producidas por día y se calcula dividiendo el total de horas máquina sobre las horas de producción de una pieza como se muestra a continuación:

$$\frac{(\text{Horas máquina})}{(\text{Horas de producción de una pieza})} = \text{Capacidad instalada}$$

En el anexo 2 se muestra una tabla de control de tiempos de producción, en la cual se calcula que para producir un rack se requieren 472 minutos equivalentes a 8 horas de trabajo, que sustituidos en la fórmula anterior, se obtiene el siguiente resultado:

$$\frac{(68)}{(8)} = 8.5 \text{ piezas/día}$$

Por lo tanto, la capacidad instalada se redondea a 9 piezas producidas por día, por los 305 días laborables al año, dan un total de 2745 *racks* al año.

- Capacidad instalada anual:

$$(9) \times (305) = 2745 \text{ piezas al año}$$

A continuación, se muestra el pronóstico de ventas futuras calculado con el método de extrapolación lineal que se explica a detalle en el marco teórico de esta investigación y en el anexo 6 se presenta el desarrollo del cálculo de holgura, para realizar la proyección se tomaron como base el historial de ventas a partir del año 2017 al 2026 como se muestra a continuación:

Periodo	Año	Pronóstico anual (Piezas)	Capacidad anual (Piezas)	% de cumplimiento	Holgura
1	2017	2500	2745	100%	13%
2	2018	1000			
3	2019	1100			
4	2020	1500			
5	2021	1899			
Pronóstico de ventas a futuro					
6	2022	1389	2745	100%	13%
7	2023	1850			
8	2024	1964			
9	2025	1985			
10	2026	2042			

Tabla 5: Pronóstico de ventas futuras

Fuente: elaboración propia con información proporcionada por el director de operaciones

A continuación, se muestra la gráfica de análisis de tendencia de piezas vendidas, de acuerdo a los datos de la tabla anterior:

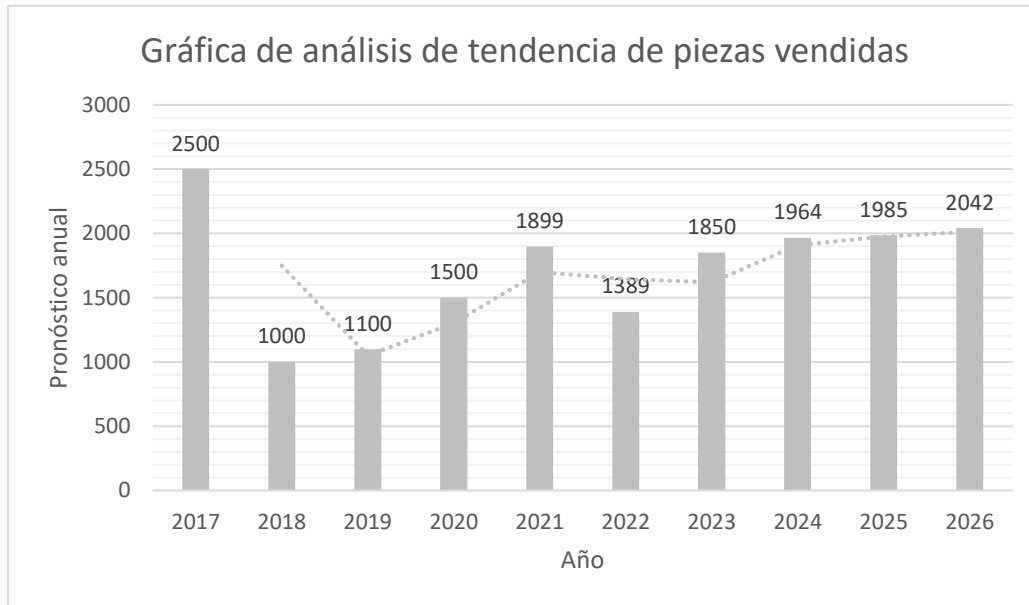


Ilustración 39: Gráfica de análisis de tendencia de piezas vendidas

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la tabla de proyección de ventas futuras

Los datos de la tabla anterior muestran la cantidad de piezas anuales producidas a partir de 2017, siendo uno de los mejores años para la empresa y su porcentaje de cumplimiento de entregas a sus clientes. Con base a esos datos se muestra que en 2018 fue un año de crisis, puesto que, las ventas descendieron a más de la mitad del año anterior. En 2019 empiezan los años de recuperación y los pronósticos de ventas anuales para los próximos cinco años se espera mantener una estabilidad de crecimiento con holgura del 13%, esperando tener un aumento de clientes y capacidad de la empresa.

Para determinar el tamaño de la planta se tomaron a consideración ocho días festivos al año como se muestra en la siguiente tabla, de la misma manera que se toma en cuenta el tiempo normal de operación el cual se determinó como se observa en la tabla de jornada de trabajo presentada a continuación:

Mes	Día
Enero	01 (Asueto nacional por inicio de año)
Febrero	05 (Aniversario de la constitución mexicana)
Marzo	21 (Natalicio de Benito Juárez)
Mayo	01 (Día del trabajo)
Noviembre	01, 20 (Día de muerto, Revolución Mexicana)
Diciembre	25, 31 (Navidad, Fin de año)

Tabla 6: Días oficiales de descanso

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del calendario laboral de México: días de descanso oficiales y no oficiales

- Jornada de trabajo

Se labora en un solo turno de trabajo de 8 horas diarias de lunes a viernes como se muestra en la siguiente tabla:

Días	Horario	Break	Comida	Break
Lunes – viernes	8:00 am. – 6:00 pm.	10:00 – 10:30	13:00 – 14:00	17:00 – 17:30

Tabla 7: Horario de trabajo

Y en una jornada de trabajo como se muestra a continuación:

Jornada de trabajo	8 horas
Horas laboradas semanales	40 horas
No. De días laborales (semana)	5
No. De días laborales (mensuales)	20

Tabla 8: Jornada de trabajo

Fuente: Las tablas elaboradas en esta sección son elaboración propia con información proporcionada por el departamento de Recursos Humanos de la empresa

Basándose en la información anterior se determina el Tiempo Normal de Operación (T.N.O) según los siguientes cálculos:

$$\text{T.N.O} = (\text{Días laborables al año}) \times (\text{Horas de trabajo al día})$$

Para realizar el cálculo de los días laborables al año se toman los siguientes datos:

365 días – 8 días festivos – 52 domingos = 305 días/ año

Tomando en cuenta que el tiempo productivo por operario es de 8 horas y que los días hábiles de trabajo por año son 305, se realiza el siguiente cálculo para obtener el tiempo normal de operación

$$T.N.O = (305 \text{ días/año}) \times (8 \text{ hrs. Día})$$

$$T.N.O = 2440 \text{ Horas/año}$$

En el apartado de proyección de ventas se presentó un aproximado de 1899 piezas producidas anuales, pero no se está trabajando a su máxima capacidad instalada, ya que, cada planta para soldar tiene una capacidad de producción aproximada de 16000 piezas anuales según datos del proveedor, y tomando en cuenta la capacidad calculada anteriormente, la empresa puede producir 2745 piezas al año sin ningún problema.

A continuación, se muestra la tabla de capacidad instalada con datos de la capacidad real contra la utilizada y el porcentaje de aprovechamiento que se calcula en el anexo 2 de esta investigación

Máquina	Capacidad (Piezas producidas anualmente)	
	Real	Utilizado
Planta para soldar	2745 piezas	1899 piezas
Porcentaje de aprovechamiento	69 %	

Tabla 9: Capacidad instalada

Como se puede observar, actualmente la empresa cuenta con un aprovechamiento del 69% del total de capacidad de producción, si se toman en cuenta las 5 plantas para soldar.

Con las ventas anuales que se tienen, se propone una expansión de la capacidad y aprovechamiento de una mejor manera de su proceso productivo para comenzar a obtener mejores ganancias.

4.8 Desarrollo de la redistribución de planta y aplicación de herramientas del método SLP

Una correcta distribución en planta permite un adecuado orden y manejo de las áreas y equipos, principalmente los que tienen una influencia directa en la producción, con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos, además de brindar una mejor condición y ambiente laboral para todos los involucrados. En este capítulo se desarrollarán las herramientas de SLP, empezando por el análisis P-Q, análisis de flujo de recorrido, diagrama relacional de actividades, diagrama de hilos, requerimiento de espacios y diagrama de relación de espacios, tomando en cuenta que las herramientas faltantes se presentarán en el capítulo 5 de propuestas de implementación.

4.8.1 Análisis P-Q

Lo primero que se debe de conocer para realizar una distribución en planta es saber qué se va a producir y en qué cantidades, de esta manera para iniciar con la aplicación del método SLP se desarrollará el análisis P-Q (Producto-Cantidad), en el cual se muestra el producto de mayor producción en la empresa:

Producto	Demanda (Q)
A	1320
B	550
C	29

Tabla 11: Demanda de productos

Donde:	
A	<i>Racks</i>
B	<i>Dollies</i>
C	<i>Fixtures</i>

Tabla 10: Significado de los productos

Participación	Producto	Q (Piezas al año)	Demanda %	Participación Acumulada. %	Demanda acumulada	Participación acumulada
1	A	1320	70%	33%	1320	1
1	B	550	29%	67%	1870	2
1	C	29	10%	100%	1899	3

Tabla 12: Análisis P-Q

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por el gerente de operaciones

Como se muestra en la tabla anterior, la empresa cuenta con tres tipos de productos, *racks*, *dollies* y *fixtures*, de los cuales el que cuenta con mayor porcentaje de demanda son los *racks* con un 70%, los *dollies* ocupan el 29% y la elaboración de *fixtures* el 10%, ya que, son productos que se elaboran de manera especial, no tan recurrente con base a pedidos del cliente de Tenneco Ligonier.

A continuación, se muestra el diagrama P-Q, que nos permite apreciar que la cantidad de productos que llegan a cubrir el 80% del volumen de producción en la planta es solo uno, “A”. Debido a ello, los procesos de análisis, estimaciones y propuestas para una mejora de distribución de la planta y flujo de materiales serán hechos tomando como base dicho producto, puesto que en el mismo se concentra el mayor volumen de producción.

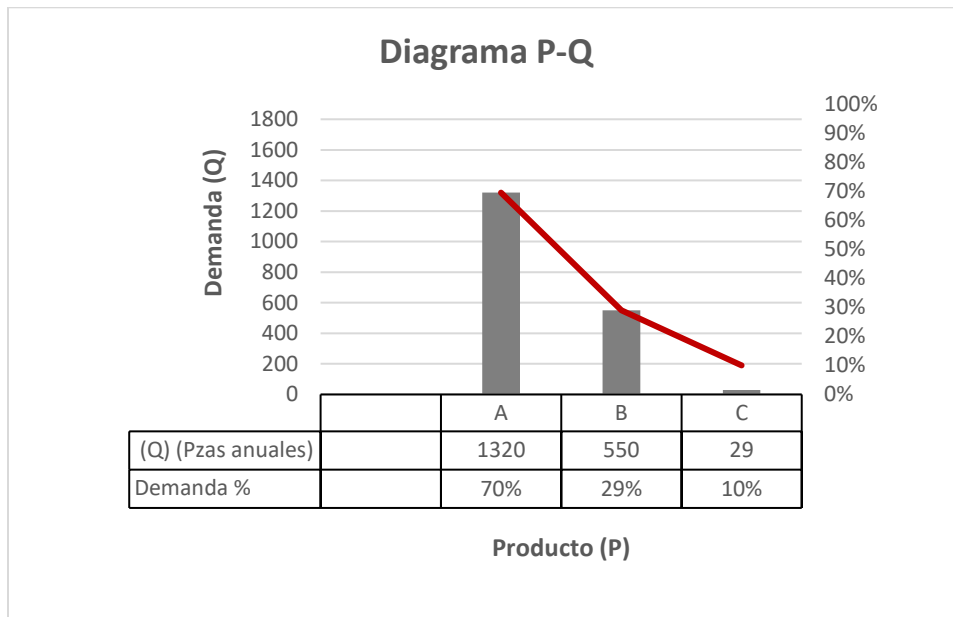


Ilustración 40: Diagrama P-Q

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la tabla de análisis P-Q

4.8.2 Análisis de flujo de recorrido

Se genera a partir del diagrama de operaciones, aquí se muestra la secuencia y la cantidad de movimientos que se llevan a cabo en los diferentes procesos para el desarrollo de cada producto. A partir de la información del proceso productivo y de los volúmenes de producción, se elabora el diagrama de flujo de recorrido de los productos que fabrica la empresa, tomando en cuenta que el proceso de producción para los tres productos ocupa la maquinaria de la misma manera.

A continuación, se muestran los diferentes diagramas de flujo de recorrido de los tres productos que fabrica la empresa.



















DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO				
PROCESO:	Elaboración de racks			
Elaborado Valentina Cote	Revisado Alexis Vazquez		Autorizado Alexis Vazquez	
Actividad	Símbolo	Actual	Resumen	
Operación		6	Distancia recorrida: 50 metros Tiempo de elaboración de 1 rack: 822 minutos / 13.7 hrs.	
Transporte		6		
Espera		2		
Inspección		1		
Almacenamiento		1		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Observaciones
Llegada de materia prima	-	-		
Inspección del material	-	15		
Almacenamiento de materia prima	15	40		
Traslado de materiales al área de corte	2	5		
Corte de materiales	-	90		
Colocación de materiales en el área de corte	4	15		
Traslado de materiales a cada estación	2	5		
Elaboración de ensamblés	2	207		
Traslado de ensamblés a la estación 12	5	15		
Levantamiento de racks	6	40		
Colocación de la soldadura final	6	210		
Pulido y limpieza de racks	8	60		
Colocación de pintura y rotulado de los racks	-	120		

Ilustración 41: Diagrama de flujo de recorrido de la elaboración de un rack

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo de la empresa




















DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO				
PROCESO:	Elaboración de dollies			
Elaborado Valentina Cote	Revisado Alexis Vazquez		Autorizado Alexis Vazquez	
Actividad	Símbolo	Actual	Resumen	
Operación		7	Distancia recorrida: 44 metros Tiempo de elaboración de 1 dollie: 280 minutos / 4.6 hrs.	
Transporte		6		
Espera		2		
Inspección		1		
Almacenamiento		1		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Observaciones
Llegada de materia prima	–	–		
Inspección del material	–	15		
Almacenamiento de materia prima	15	40		
Traslado de materiales al área de corte	2	5		
Corte de materiales	–	30		
Colocación de materiales en el área de corte	4	10		
Traslado de materiales a cada estación	2	5		
Elaboración de ensamblajes	2	60		
Traslado de ensamblajes a la estación 6	5	10		
Ensamble del dollie	6	20		
Colocación de la soldadura final	–	15		
Pulido y limpieza	8	20		
Pintura y rotulación	–	40		
Colocación de llantas	–	10		

Ilustración 42: Diagrama de flujo de recorrido de la elaboración de un dollie

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo de la empresa




















DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO				
PROCESO:	Elaboración de fixtures			
Elaborado Valentina Cote	Revisado Alexis Vazquez	Actual	Autorizado Alexis Vazquez	
Actividad	Símbolo	Actual	Resumen	
Operación		7	Distancia recorrida: 44 metros Tiempo de elaboración de 1 Fixture: 420 minutos / 7 hrs.	
Transporte		6		
Espera		2		
Inspección		1		
Almacenamiento		1		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Observaciones
Llegada de materia prima	-	-		
Inspección del material	-	15		
Almacenamiento de materia prima	15	40		
Traslado de materiales al área de corte	2	15		
Corte de materiales	-	60		
Colocación de materiales en el área de corte	4	15		
Traslado de materiales a cada estación	2	10		
Elaboración de ensamblajes	2	90		
Traslado de ensamblajes a la estación 6	5	10		
Ensamble del fixture	6	45		
Colocación de la soldadura final	-	30		
Pulido y limpieza	8	30		
Pintura y rotulación	-	40		
Colocación de rodillos	-	20		

Ilustración 43: Diagrama de flujo de recorrido de la elaboración de un fixture

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo de la empresa

4.8.3 Diagrama de recorrido

Al momento de realizar una distribución de planta, el diagrama de recorrido se convierte en un auxiliar valioso, ya que, con él se obtiene una vista global compacta y general de un proceso en existencia o propuesto, además de que familiariza rápidamente a los involucrados con el proceso. Los símbolos para realizar el diagrama de recorridos según la norma ASME se muestran a continuación:







Símbolo						
Descripción	Control	Operación	Demora	Combinados	Transporte	Almacenamiento

Ilustración 44: Símbolos ASME para diagrama de recorridos

Fuente: Ilustración obtenida de la publicación de Oscar Q. (2005). Simbología de un diagrama de recorrido

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de recorrido actual, en donde se indica la trayectoria seguida en la elaboración de los tres productos que se fabrican en la empresa, el diagrama va a acompañado de símbolos de análisis de proceso según la norma ASME, estos símbolos son colocados sobre el plano con el fin de indicar lo que sucede en el proceso de producción.

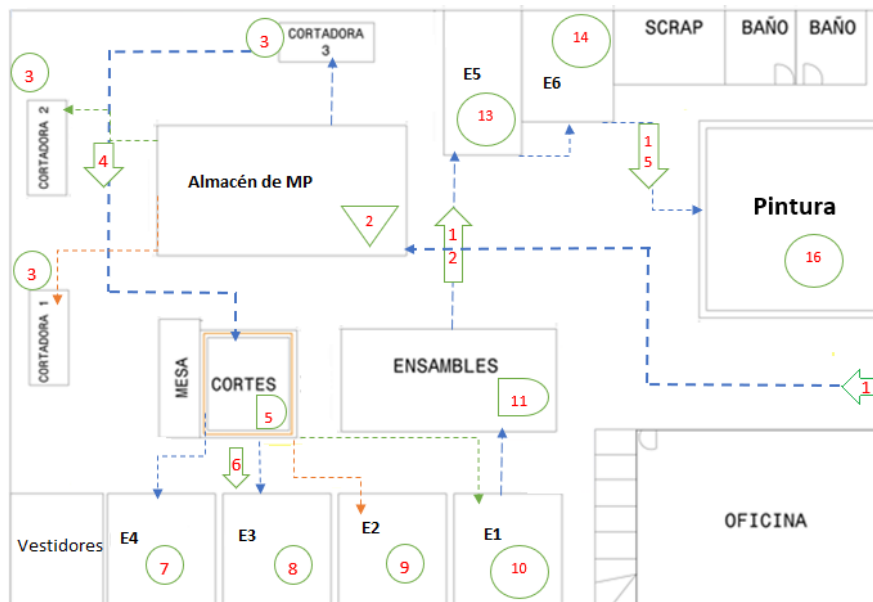


Ilustración 45: Diagrama de recorrido actual de la empresa

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo de la empresa

4.8.4 Diagrama relacional de actividades

Después de conocer el recorrido de los productos, se debe plantear el tipo y la intensidad de las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manipulación y los diferentes servicios de la planta.

El diagrama relacional de actividades muestra las relaciones entre cada área, departamento, oficina o área de servicio. Este diagrama responde a la pregunta: ¿Qué tan importante es para este departamento, oficina o instalación de servicios, estar cerca de otro departamento, área u oficina?

Para realizar este diagrama se utilizan códigos de cercanía que reflejan la importancia de cada relación como persona nueva o consultor externo, se necesita hablar con muchas personas a fin de determinar dichos códigos y una vez establecidos, se determina el acomodo de los departamentos, oficinas y áreas de servicio. A continuación, se presentan dichos códigos en la tabla de valores, así como la tabla de razones usada para la realización del diagrama de actividades.

Valor	Cercanía	Valor en Líneas
A	Absolutamente Importante	=====
E	Especialmente Necesario	=====
I	Importante	=====
O	Ordinario, está bien	=====
U	Sin Importancia	=====
X	Indeseable	=====
XX	Muy Indeseable	=====

Código	Razón
1	Por Control
2	Por Higiene
3	Por Proceso
4	Por Conveniencia
5	Por Seguridad

Ilustración 46: Tabla de valores

Ilustración 47: Tabla de razones

Fuente: Imágenes obtenidas de E. Menjívar “Diagrama de relación de actividades”

Una vez teniendo claros los datos y áreas que se van a colocar en el diagrama, se procede a la realización con el propósito de conocer la importancia de la proximidad entre procesos, basado en el flujo de materiales, para posteriormente realizar las propuestas de distribución de la planta para ese proyecto.

A continuación, se muestra el diagrama relacional de actividades de la empresa Recym S.A de C.V.

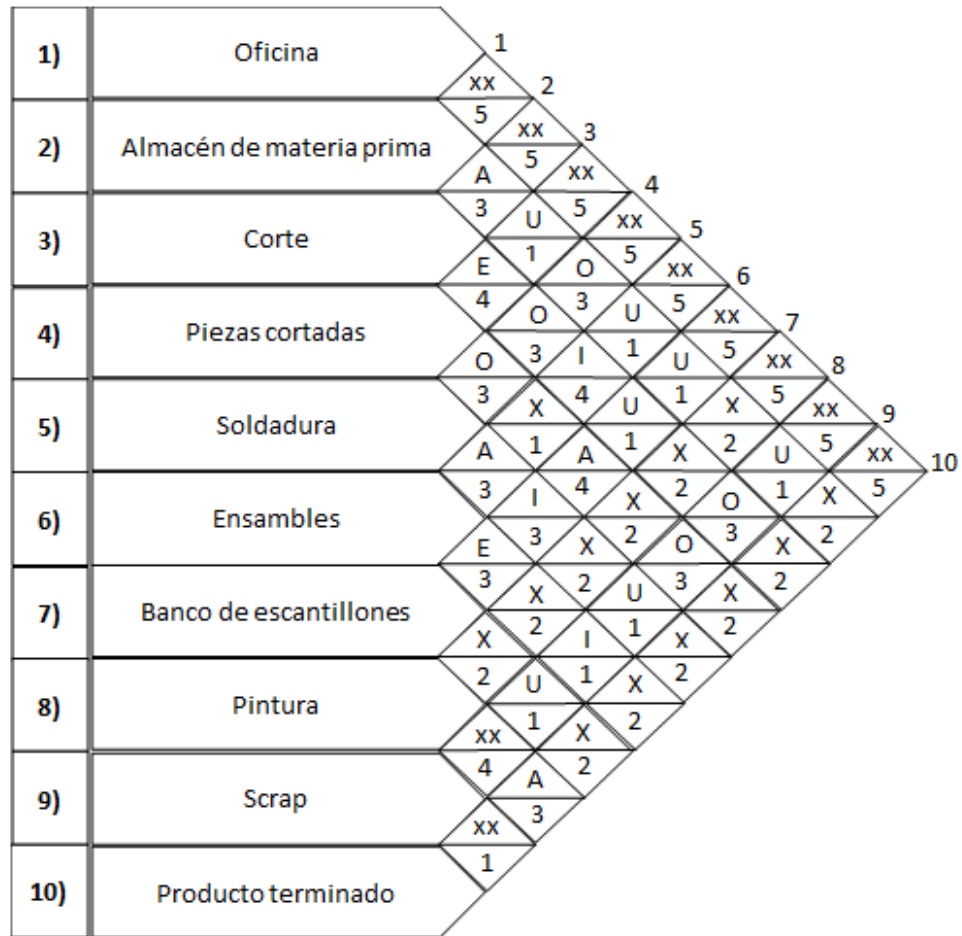


Ilustración 48: Diagrama relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la empresa

La imagen anterior representa la relación que existe entre cada proceso, de la cual se visualiza que la mayoría de las áreas guardan una relación debido al proceso que se realiza, sin embargo y por temas de seguridad, es importante que la oficina no tenga ninguna cercanía con las demás áreas, ya que, el personal no está capacitado ni cumple con el equipo de protección personal para ingresar a dichos espacios.

De la misma manera, el área de pintura necesita un espacio alejado de los demás procesos, ya que, por higiene y calidad no debe de estar en contacto con residuos que dañen la imagen del producto terminado.

4.8.5 Diagrama de hilos

Para registrar y examinar las actividades que se realizan en un proceso de fabricación se utiliza un diagrama de hilos, que al igual que el diagrama de recorridos, es una herramienta que conviene utilizar al realizar una distribución de planta, ya que, de manera visual muestra al analista como se encuentra distribuida la empresa y cuál es el recorrido que siguen los materiales en su proceso de fabricación de productos.

A continuación, se muestra el diagrama de hilos actual del proceso de fabricación de productos (*racks, dollies, fixtures*) en Recym

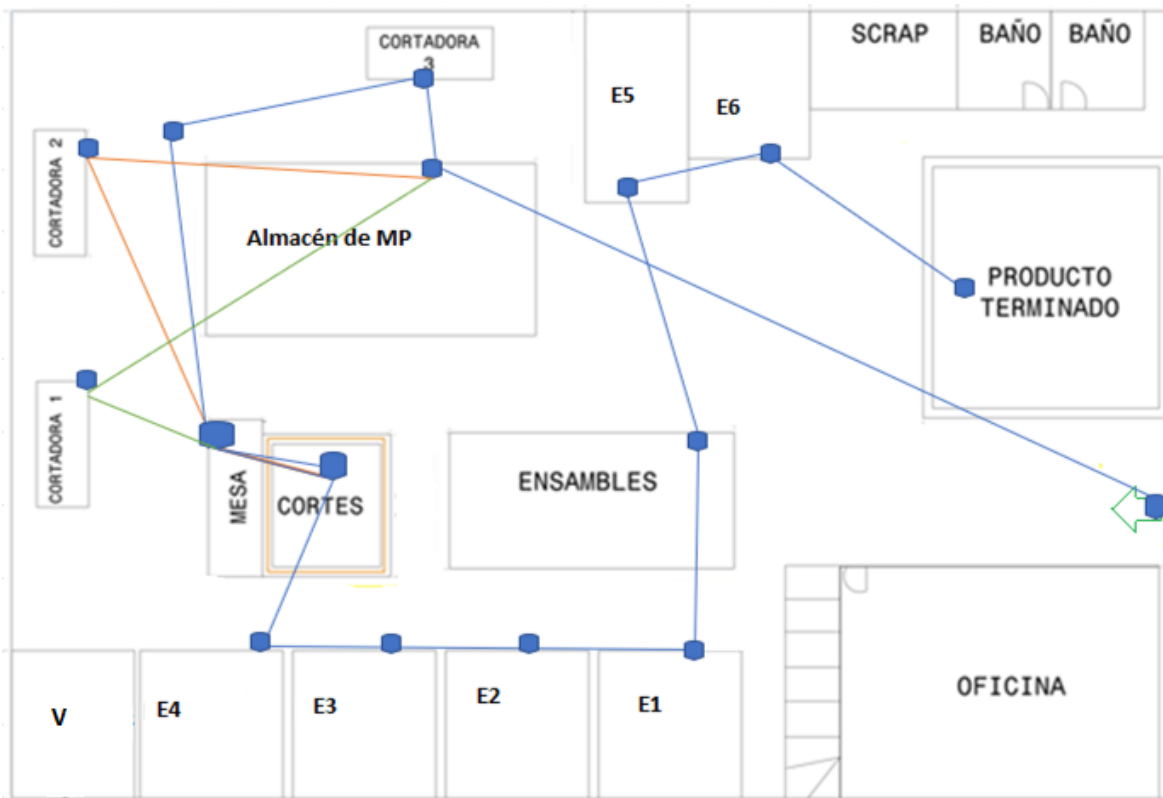


Ilustración 49: Diagrama de hilos actual

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de producción

El diagrama anterior muestra de manera gráfica el proceso que se sigue para la elaboración productos desde la llegada de materia prima hasta obtener el producto terminado. De manera visual se puede observar que en el almacén de materia prima se desglosan tres colores los cuales representan a las tres cortadoras con las que se cuenta y que juntas se incorporan al proceso lineal.

4.8.6 Requerimiento de espacios

En las empresas suele desconocerse acerca de los espacios, ya que, es más fácil establecerlos teniendo los equipos, herramientas, maquinaria, etcétera. A continuación, se presentan los datos generales de dimensiones y requerimientos de las áreas involucradas en el proceso de elaboración de los productos que se fabrican en la empresa, basado en el diagrama relacional de actividades.

- Almacén de materia prima

Esta es una de las áreas más importantes y por la cual inicia el proceso productivo, ya que, en esta zona se resguarda el material que se necesita para elaborar dichos productos.

El área designada con la que cuenta la empresa actualmente es de 6.7 metros de largo por 3.5 metros de ancho, tomando en cuenta que no se tiene una bodega de almacenamiento, sino que en este espacio designado se encuentra un rack con esas dimensiones y en él se coloca el material.

- Área de corte

Esta es la zona designada para realizar el corte de materiales, y para ello se requiere un espacio de 13.5 metros cuadrados, de acuerdo a las dimensiones de cada una de las cortadoras que se describen en la tabla de dimensiones de maquinaria mostrada a continuación.

- Área de piezas cortadas

Es el área que tienen designada los cortadores para colocar los cortes que se necesitan para la elaboración de los productos, esta zona se encuentra junto al área de corte y corresponde a un espacio de 7.4 metros cuadrados.

- Soldadura

El área para soldar es una de las áreas que más requerimiento de espacio necesita, ya que, de este proceso depende la elaboración de cada producto, se cuenta con 5 plantas para soldar y aun que sus dimensiones no son tan grandes, el espacio designado para cada soldador si son de dimensiones considerables, puesto que, las dimensiones de los productos requieren de ese espacio, es por ello que cada estación de trabajo tiene designada un área de 2.9 m. x 3 m. y multiplicado por las seis estaciones de trabajo, se obtiene un total de 52.2 metros cuadrados designados al área de soldadura.

- Ensamblajes

Es el espacio designado para colocar cada uno de los ensamblajes del producto y esta zona cuenta con un espacio asignado de 16 metros cuadrados.

- Pintura

La pintura es el proceso final de la elaboración de productos de Recym y actualmente en esta área se tienen designado 9 metros cuadrados

- Scrap

Es el área designada para la colocación de material inservible o sobrantes que ya no se pueden utilizar. En esta zona se encuentra un contenedor que ocupa un espacio de 3 metros cuadrados.

- Producto terminado

Se encuentra junto a la zona de embarques y es un área de 26.5 metros cuadrados en los que se coloca el producto final

- Maquinaria

Para obtener una mejor distribución, se requiere tomar en cuenta un factor fundamental, como lo son las dimensiones de la maquinaria para estimar el área total real que requiere cada zona de trabajo. A continuación, se muestra una tabla con las dimensiones de la maquinaria requerida en el proceso.

Maquinaria	Cantidad	Dimensiones (metros)	Espacio requerido (metros cuadrados)
Cortadora manual	3	0.78 x 0.38	9 m ²
Taladro de banco	1	0.46 x 0.28 x 0.78	1.28 m ²
Planta para soldar	5	0.76 x 0.58 x 0.77	20 m ²
Compresor de aire	1	1 x 1.5	1.5 m ²

Tabla 13: Dimensiones de maquinaria

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del área de producción

Para obtener una mejor visión acerca de la distribución de maquinaria, se presenta el siguiente diagrama que muestra como está distribuida la maquinaria actualmente.

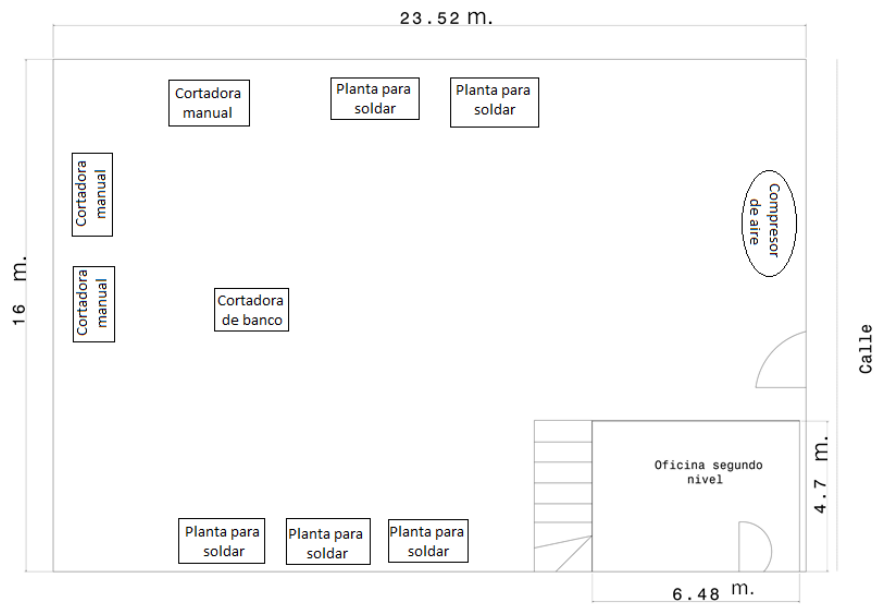


Ilustración 50: Distribución de maquinaria en el área de producción

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del área de producción

4.8.7 Diagrama relacional de espacios

Tomando como referencia la distribución de equipo el área de producción mostrada anteriormente, se presenta el diagrama relacional de espacios.

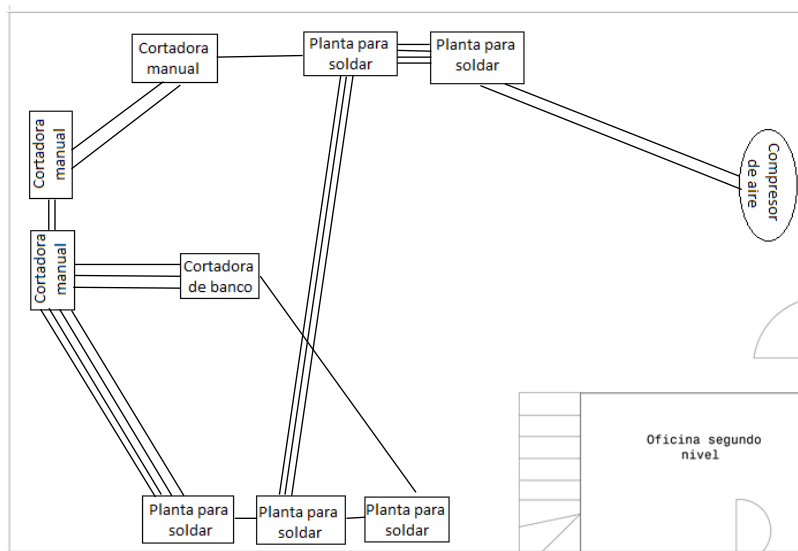


Ilustración 51: Diagrama relacional de espacios

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del área de producción

Capítulo 5: Propuestas de implementación

La implementación de 5's junto con la distribución de planta, tienen como objetivo eliminar desperdicios, procurar un entorno de trabajo limpio y ordenado, así como obtener el mejor aprovechamiento de espacio disponible, de manera que los trabajadores se sientan cómodos de trabajar en un espacio limpio y seguro, además de obtener un mejor aprovechamiento de los recursos y mejora de los tiempos de trabajo.

Para ello es fundamental seguir los cinco pasos clave junto con el apoyo de recursos disponibles y la adaptación a la cultura de la empresa, obteniendo resultados que engloben al objetivo general de la investigación, es decir, a la propuesta del mejoramiento de la productividad, orden y limpieza en la empresa, que genere un impacto visual y evite reclamaciones por parte de los clientes.

En el presente capítulo se abordarán las propuestas de implementación, empezando por orden y limpieza mediante la aplicación de 5's, seguido de la distribución de planta con ayuda del sistema SLP (*Systematic Layout Planning*).

5.1 Elaboración del plan de implementación de 5's

La metodología 5's tiene como objetivos la limpieza y el orden de cada puesto de trabajo, estandarizando el área mediante la delimitación de zonas, el uso de tarjetas, uso de aparatos, entre otros. La integración de esta metodología permite motivar a los empleados al ver cambios visuales positivos en su entorno de trabajo, así como mejorar la eficiencia de los procesos eliminando posibles fallos de calidad.

Plan de trabajo con tiempos y recursos

Para empezar con una correcta implementación es necesario tener un plan de seguimiento para la aplicación de la metodología, el cual se establece mediante un orden de inicio a fin, este plan se elabora según datos obtenidos de los colaboradores, quienes detallan los problemas que la empresa presenta actualmente, por lo que se realizaron los siguientes planes de trabajo para la elaboración de este proyecto y la implementación de la metodología de 5's, que se describen a continuación:

Plan de Trabajo: Propuesta de redistribución de planta e implementación de 5's para una empresa del sector metalmecánico

Objetivo: Desarrollar una propuesta de redistribución de planta e implementación de 5's para una empresa del sector metalmecánico en el estado de Puebla, con el fin de mejorar el orden y la limpieza dentro del área productiva, que permita una correcta organización y distribución de la manufactura.

Proyecto	Actividad	¿Cómo realizarlo?	Responsable	Costos	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre													
					Semana	Semana	Semana	Semana	Semana													
					2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4		
Redistribución de planta e implementación de 5's	Establecer el plan de trabajo	Elaborar un diagrama de Gantt	Ayudante de ingeniería	La implementación de este proyecto no requiere de ningún gasto económico debido a que la empresa cuenta con el material necesario como papelería, pintura y de más recursos que se necesitan, además de que para la elaboración de los gabinetes de herramienta también se tiene el material y la mano de obra para su elaboración																		
	Presentar el plan de trabajo al gerente de operaciones	Realizar una presentación con los objetivos del proyecto																				
	Realizar un análisis de la estructura y proceso productivo de la empresa	Recorridos en el área de producción y entrevistas al personal involucrado																				
	Dar a conocer al personal cada una de las metodologías	Elaborar presentaciones y material informativo como ayudas visuales para dar a conocer las metodologías	Ingeniería / Ayudantes generales																			
	Difundir el objetivo de la aplicación de la metodología	Colocar carteles y repartir folletos con la información																				
	Asignar a responsables de actividades	Realizar un examen de las metodologías y seleccionar al personal mejor capacitado	Ayudante de ingeniería																			
	Elaboración de formatos y tarjetas que se van a utilizar en la implementación	Diseñar los formatos en la computadora, de acuerdo a la información de la empresa	Ayudante de ingeniería																			
	Clasificar lo necesario de lo innecesario	Cada responsable de área se encarga de seleccionar lo innecesario mediante tarjetas rojas	Personal del área de producción																			
	Solicitar pintura y otros recursos que se utilizarán para la delimitación de áreas de trabajo	Realizar una requisición de material al departamento de compras	Ayudante de ingeniería																			
	Limpieza del área productiva	Después de la clasificación de lo innecesario, cada operador se encarga de la limpieza de su área	Personal del área de producción																			
	Delimitación de las áreas	Solicitar el apoyo del área de pintura para la delimitación	Pintores																			
	Elaboración de gabinetes para la herramienta	Realizar el diseño de los gabinetes y solicitar la elaboración en producción	Soldadores																			
	Clasificar la herramienta	Solicitar apoyo a un ayudante general para ordenar y clasificar la herramienta de trabajo en los gabinetes	Ayudante general																			
	Elaborar un plan de acción con reglas y lineamientos para mantener el orden y la limpieza	Con ayuda del encargado de producción redactar una política de orden y limpieza	Ingeniero / Ayudante de ingeniería																			
	Diseñar la propuesta de diagrama de flujo y diagrama de flujo de recorrido	Mediante el análisis del proceso productivo y con la ayuda del ingeniero de procesos elaborar el diagrama de acuerdo a las necesidades	Ingeniero / Ayudante de ingeniería																			
	Elaborar una propuesta de organigrama para el área de producción	Con información de producción y el análisis de la elaboración del producto	Ayudante de ingeniería																			
Diseñar alternativas de Layout y diagramas del método de SLP	Con base al diagnóstico situacional de la empresa, diseñar las propuestas	Ayudante de ingeniería																				
Evaluación de las propuestas	Elaborar una tabla comparativa de pros y contras de cada una de las propuestas	Ayudante de ingeniería																				

Ilustración 52: Plan de trabajo general

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa

Objetivo general	Número	Objetivos Especificos	Acciones	Recursos	Responsables	Fecha
Implementación de 5's que permita una correcta organización y distribución de la manufactura con el fin de mantener el orden, limpieza, estandarización y disciplina dentro de la organización	1	Dar a conocer el objetivo general a todo el personal	Capacitación del personal y colocación de ayudas visuales para la elaboración de 5's	Equipo de computo, proyector, impresora, hojas, lapiceros, cinta para pegar	Responsable del proyecto	03-04 de agosto de 2020
	2	Separar las cosas necesarias de las innecesarias para luego retirar todo lo que no se requiera, de tal manera que en cada área de trabajo sólo se tengan cosas/herramientas a utilizar en el proceso.	Clasificar con tarjetas rojas las cosas innecesarias de cada área	Tarjetas rojas, cinta para pegar, lapiceros	Personal del área de producción (Cortadores, ayudantes generales, soldadores, pintores)	05-08 de agosto de 2020
	3	Ordenar cada estación de trabajo, así como áreas de herramientas y materiales	Delimitar áreas de trabajo, zonas de paso y almacenaje de herramienta o materia prima Evitar herramientas duplicadas Respetar espacios de trabajo Colocar cada herramienta en su lugar designado	Pintura, brochas, cinta para delimitar, identificadores de herramienta, señaléticas.	Responsable del proyecto y operadores del área de producción	10-14 de Septiembre de 2020
	4	Eliminación de residuos innecesarios y limpieza general del área	Implementar horarios fijos de limpieza e inspección Limpiar las herramientas de trabajo después de usarlas y antes de guardarlas Mantener las áreas despejadas y libres de objetos innecesarios No tirar nada al suelo Retirar diariamente el exceso de polvo y suciedad del suelo	Herramientas de limpieza, escobas, trapos, bolsas de basura	Responsable del proyecto, ingeniero de planta, operadores del área de producción, personal de limpieza.	Todos los días
	5	Estandarización de la metodología, mediante la creación de hábitos de orden y limpieza	Diseñar un plan de acción con reglas y lineamientos para mantener el orden y la limpieza, además de realizar inspecciones periódicas por parte del encargado	Equipo de computo, impresora, hojas, lapiceros	Responsable del proyecto, ingeniero de planta y operadores	Cada ocho días
	6	Mantener el compromiso y disciplina de la aplicación de la metodología	Seguir la aplicación de los pasos anteriores, realizar inspecciones periódicas, limpieza diaria en cada área y espacio de trabajo	Todos los recursos mencionados anteriormente	Responsable del proyecto, director de operaciones, ingeniero de planta, personal de limpieza y operadores	Cada quince días

Ilustración 53: Plan de trabajo de la implementación de 5's

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la empresa

Para realizar con éxito la implantación de la herramienta en la empresa será necesario contar con un equipo de trabajo motivado, de este modo los resultados serán visibles en un menor espacio de tiempo y, por lo tanto, el personal tendrá una motivación mucho mayor. Para ello será necesario realizar un plan de difusión y propaganda de las metodologías de 5's y redistribución de planta al personal de trabajo dentro de las áreas de producción y corte para promover los beneficios y que se adquiriera un compromiso por parte de las personas, lo cual permitirá llevar a cabo el proyecto y obtener buenos resultados a la hora de implementarlo.

Posteriormente se realizará la identificación de áreas y materiales de trabajo, lo que conlleva a la colocación de señalamiento de posiciones y la planificación de la limpieza en cada zona, para estandarizar el proceso y mejorar el diagrama de flujo de proceso en la empresa.

Finalmente, los resultados obtenidos, presentados en este trabajo de investigación serán sustentados con registros fotográficos y la revisión documental de diferentes fuentes de información.

Las 5's pertenecen al conjunto de herramientas de *lean manufacturing*, y es la primera herramienta que se debe implementar en la empresa para obtener resultados de orden y limpieza. El acrónimo formado indica paso a paso las directrices que se deben adoptar para la correcta implementación e integración de esta. Por consiguiente, se especifica y detallan los pasos a seguir:

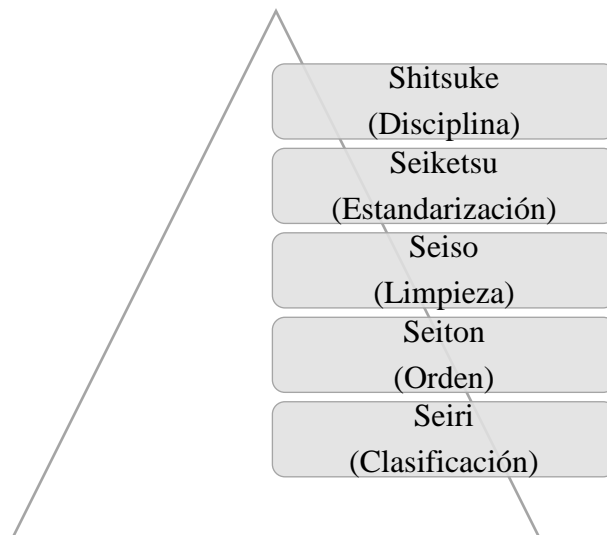


Ilustración 54: Directrices que integran las 5's

Fuente: Elaboración propia con información del libro de ingeniería de Niebel y Freivalds

- Seiri (Clasificación o eliminación de lo innecesario)

Clasificar significa separar las cosas necesarias de las innecesarias, para luego retirar todas aquellas que no se requieran de tal manera que en el área de trabajo solo se tengan herramientas y equipos que se van a utilizar en el proceso.

Para la aplicación de esta herramienta es necesario utilizar tarjetas rojas que indiquen el grado de utilidad de las cosas y objetos con los que cuenta la empresa, siendo este un punto importante dentro de la clasificación de materiales, ya que, se generan diversos residuos debido a la cantidad y variedad de materiales con los que se trabaja. La tarjeta debe colocarse en el objeto del cual se dude de su utilidad, de este modo se descubre si es necesario en la zona de trabajo, si se debe de reubicar o eliminar.

A continuación, se muestra el diseño de la tarjeta roja que se utilizará para la clasificación y eliminación de materiales dentro del proceso productivo de Recym:


TARJETA ROJA 5'S			
Propuesta por:			
Área:			
Descripción del artículo:			
CATEGORIA			
Maquina/Equipo	Materia prima		
Herramienta	Trabajo en proceso		
Instrumento	Producto terminado		
Partes eléctricas	Otro		
RAZÓN DE LA TARJETA			
Innecesario	Fuera de especificaciones		
Defectuoso	Otro		
ACCIÓN REQUERIDA			
Eliminar	Reubicar		
Retomar	Reciclar		
Reparar	Otro		

Ilustración 55: Propuesta de tarjeta roja de 5's

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la metodología de 5's

- Seiton (Orden)

La palabra Seiton hace referencia al orden, y en este apartado se describen las propuestas para ordenar aquellos elementos necesarios para la realización de las actividades, puesto que, este es uno de los factores que no se lleva a cabo dentro de la empresa, ya que, el área productiva se encuentra muy desordenada, existen cosas inútiles e innecesarias, acumulación de basura y chatarra, que generan un mal aspecto e incluso una condición insegura para sus colaboradores.

La resistencia al cambio y la poca disciplina por parte de los trabajadores para retornar las cosas a su sitio es uno de los mayores inconvenientes a la hora de realizar una correcta aplicación del Seiton. Es por ello por lo que el primer paso es elaborar una lista de todas las áreas que necesitan ser identificadas, además de ubicar ciertos elementos en nuevos lugares para disminuir los tiempos de recorrido.

Una vez establecidos los lugares fijos, se procede a colocar las identificaciones, que mediante esta norma de estandarización cada elemento va a tener un orden específico, cada uno en su lugar, y de esta manera obtener trabajos de calidad, con personal más productivo y eficientes en su labor, además de la aplicación de los siguientes recursos:

- ✓ Delimitación de áreas de trabajo, zonas de paso, almacenaje de herramientas, materia prima u otros
- ✓ Evitar herramientas duplicadas
- ✓ Obtener un lugar adecuado de trabajo

- Seiso (Limpieza)

La tercera “s” indica que tras haber eliminado lo innecesario y clasificado aquello que realmente se necesita para realizar las operaciones, se debe de realizar limpieza en el área de implementación de las 5’s, de este modo se pretende identificar el problema y eliminarlo. De esta manera en el capítulo 4.5 en la situación actual de la empresa, se puede observar que la limpieza es uno más de los factores con los que no se cumple, pues se puede ver reflejado en la suciedad que hay en el piso, el desorden de las herramientas y en la ubicación de los equipos en la jornada de trabajo.

Es por ello que se propone implementar horarios fijos de limpieza e inspección, que se consideren como un acto de mantenimiento de los equipos y espacios de trabajo, de manera que

todo colaborador debe conocer la importancia de estar en un ambiente de trabajo limpio, por lo cual cada uno de los operadores tiene la obligación de mantener su área de trabajo limpia y de retirar cualquier tipo de suciedad generada antes y después de cada trabajo realizado, ya que, un ambiente limpio proporciona mejor calidad en el trabajo, seguridad y además mayor productividad de personas y materiales.

Para conseguir que la limpieza sea un hábito dentro de la empresa, se deben de tener en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Limpiar las herramientas de trabajo al terminar de usarlas y antes de guardarlas.
 - ✓ La mesa de trabajo en corte debe estar limpia y libre de herramienta innecesaria para que pueda volver a ser usada en un proyecto nuevo.
 - ✓ No debe de tirarse nada al suelo.
 - ✓ Diariamente se debe de retirar el exceso de polvo y suciedad de suelo además de los lugares que amerite.
 - ✓ No se debe de realizar ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo es tener un ambiente de trabajo agradable y limpio.
-
- Seiketsu (Estandarización)

Es la “s” mediante la cual se establecen las rutinas necesarias para una correcta implementación. Se definen los estándares para llevar a cabo las tres primeras “s”. este punto está relacionado a la creación de hábitos para conservar el lugar de trabajo en condiciones perfectas, de tal modo que el diseño de la implementación quede de la siguiente manera:

- ✓ Involucrar a todos los niveles de la organización asignando trabajos y responsabilidades
- ✓ Diseñar un plan de acción a seguir con reglas y lineamientos en acuerdo al orden y limpieza que debe existir
- ✓ Inspección periódica por parte del encargado
- ✓ Dar a conocer las metodologías

Una vez que se logran implementar las primeras cuatro fases, es necesario tener el compromiso de cada uno de los colaboradores para que de esta manera se mantenga el área de trabajo limpia y

ordenada. Considerando como un factor importante, dar a conocer las metodologías de implementación al personal de corte y producción en la empresa.

Obtener el hábito de disciplina es cuestión de tiempo, sin embargo, mantener la motivación y el entusiasmo de la implementación no será tarea fácil por lo que se recomienda tener una vez cada quince días charlas sobre la metodología de 5's para que de esta manera y poco a poco la gente que trabaja en la empresa, principalmente operadores del área de corte y producción se creen una cultura de mejora continua y hábitos de orden y limpieza.

- Shitsuke (Compromiso y disciplina)

Disciplina no significa que va a estar una persona al pendiente de cada colaborador, disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone que se deben de hacer. En este caso se pretende lograr un entorno de trabajo con base a buenos hábitos. Mediante el entrenamiento y la formación para todos y la puesta en práctica de estos conceptos, es como se quiere llegar a eliminar los malos hábitos pasados y poner en práctica lo nuevo aprendido.

Se trata de que la mejora alcanzada con las 4's anteriores se convierta en una rutina para el personal de la empresa. Además, esto revierte en un crecimiento humano y personal a nivel de autodisciplina y satisfacción. La 5's son el mejor ejemplo de compromiso con la mejora continua. Es muy importante asumirla con responsabilidad para obtener mejores resultados.

Una vez que toda la organización sigue la metodología, se obtiene una nueva forma de laborar, retroalimentación constructiva entre colaboradores, respeto y la calidad de trabajo. Para lo cual se deben de poner en práctica las 5's antes mencionadas, e incluso hacer publicaciones de los logros obtenidos. Esta es la fase más compleja, sin embargo, cuando se logra aplicar se obtienen resultados que no solo benefician a la empresa, si no a la persona que los aplica.

5.2 Implementación de 5's y resultados

Una vez establecidas las propuestas de implementación que se desean aplicar para la mejora de la empresa, se tiende a la aplicación de la metodología, que se muestran a continuación.

Se realizará la primera etapa de la metodología (Seiri o clasificación) mediante el uso de tarjetas rojas, cada operador tiene la obligación de realizar el proceso de clasificación en su área

de trabajo, para ello es indispensable organizar una reunión con los colaboradores para dar a conocer las metodologías y el objetivo del proyecto dentro de la empresa. De esta manera podrán comprender y darle la importancia necesaria de hacer un buen trabajo a la hora de la implementación.

Una vez que se tiene claro el objetivo, la clasificación se realizará en objetos personales en cada área de trabajo, herramienta, maquinaria, materia prima y otros objetos o materiales que ocupen espacio y no tengan un uso constante, de manera que, mediante esta clasificación se puedan desechar las cosas que ya no tengan uso en el proceso productivo y así liberar espacios para una mejor distribución de planta.

Previamente identificados los elementos que se encuentran en el proceso productivo, se realizará una reunión con el gerente de operaciones donde se analice el estado de cada uno de los elementos, ya sea obsoleto, dañado, poco uso, entre otros para decidir el método de eliminación o reubicación de cada uno de ellos. El objetivo está enfocado en dejar solo los elementos estrictamente necesarios y útiles. Lo cual generará un entorno de trabajo con mucho más espacio que el disponible inicialmente.

- Aplicación de la segunda “s” (Seiton/orden)

Una vez implementada la clasificación, el siguiente paso es el orden, estableciendo lugares específicos para cada objeto y áreas de trabajo, así como la delimitación de áreas y zonas de paso, el almacenaje de herramientas, materia prima entre otros.

Para aplicar esta estrategia se fabricaron carritos de almacenamiento de herramienta, se colocaron señaléticas en la mesa de trabajo para mantener un orden de las piezas importantes, y con pintura amarilla se delimitaron áreas de trabajo y pasillos de tránsito del personal como se muestra a continuación:

RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

ANTES



Ilustración 56: La herramienta no cuenta con un lugar específico para su resguardo

DESPUES



Ilustración 57: Orden y clasificación de la herramienta

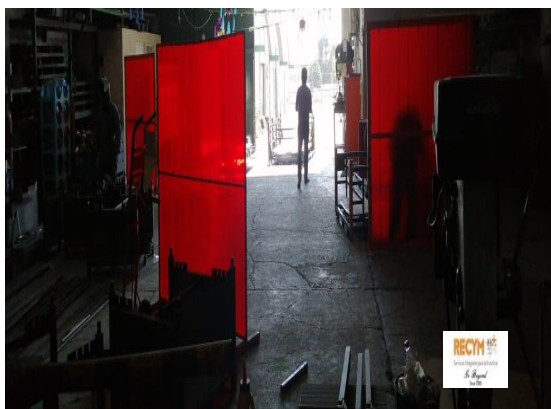


Ilustración 58: Área de producción sin pasillos de tránsito



Ilustración 59: Delimitación de pasillos de tránsito



Ilustración 60: No se tiene identificación de materiales



Ilustración 61: Colocación de señaléticas



Ilustración 62: Espacios de trabajo sin delimitar



Ilustración 63: Delimitación de espacios de trabajo

Tabla 14: Resultados de la implementación de seiri y seiton

Fuente: Elaboración propia con evidencias tomadas en el proceso productivo de la empresa

El desarrollo de esta etapa de la implementación se llevó a cabo de manera exitosa, debido a que la dirección y el personal de la empresa estaban realmente comprometidos con la metodología, de tal manera que se gestionaron los recursos necesarios para la realización del proyecto, quedando satisfechos con los resultados obtenidos, evidenciándose una mejora en la imagen interna de la empresa para sus clientes y el personal que labora, debido a la fácil identificación de áreas y de las vías de circulación.

- Aplicación de la tercera “s” (Seiso/limpieza)

Este paso consiste en hacer la limpieza general del lugar y se debe asociar a la inspección, ya que, se trata de revisar como se encuentran todas las áreas para poder evitar daños a los equipos

manteniéndolos en un excelente estado, evitar problemas en la producción y generar mejoras de bienestar físico y mental del trabajador.

Para iniciar la implementación de Seiso, se designaron equipos de trabajo entre las áreas de corte, producción y pintura, los cuales se encargaron de hacer los movimientos de equipos, la eliminación de residuos, polvo y limpieza en general de pisos, herramientas y maquinaria. Una vez teniendo limpio cada espacio, maquinaria y herramienta, se realizó la delimitación con pintura de las áreas designadas para materiales cortados y producto terminado, que generaron impacto en la imagen del área productiva.

A continuación, se muestran imágenes del antes y después de la aplicación de Seiso en el área productiva de la empresa:



RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	
ANTES	DESPUES
 <p><i>Ilustración 64: Área de corte y producción</i></p>	 <p><i>Ilustración 65: Delimitación del área de corte</i></p>
 <p><i>Ilustración 66: No existe un área específica para el producto terminado</i></p>	 <p><i>Ilustración 67: Delimitación del producto terminado</i></p>



Ilustración 68: Proceso de limpieza del área



Ilustración 69: Limpieza general de producción

Tabla 15: Resultados de la aplicación de seiso/limpieza

Fuente: Elaboración propia con evidencias tomadas en el proceso productivo de la empresa

Como se observa en las imágenes anteriores, la técnica de limpieza en el área de producción se realizó sin ninguna complicación, debido a que la limpieza es una de las actividades con menor grado de dificultad dentro de la metodología, y, a que los dos pasos anteriores son de suma importancia para llegar a este punto, además de que se vuelve parte de la cultura diaria de trabajo y todos los trabajadores mostraron gran desempeño en la ejecución de la misma.

Sin lugar a duda la aplicación de Seiso generó gran impacto en la imagen de la empresa, principalmente en el proceso productivo, generando de igual manera satisfacción no solo para el director de operaciones, si no para todos los colaboradores. De esta manera y para mantener el proceso de limpieza constantemente, se generó un formato de control e inspección el cual se puede visualizar en el apartado de anexos, en el “Anexo 3 Formato de control de orden y limpieza” y este se aplicará cada vez que se lleve a cabo este proceso.

- Aplicación de la cuarta “s” (Seiketsu/estandarización)

Continuando con la implementación de 5’s se realizaron las acciones de estandarización y disciplina, que permiten que la clasificación orden y limpieza se mantenga en el tiempo dentro del lugar de trabajo y continúen hasta que formen parte de las actividades diarias en el área de producción. En esta etapa se requiere del compromiso de todo el personal y una de las formas de mantener lo alcanzado en las etapas anteriores es por medio de la definición de estándares de orden y limpieza para lo cual se establecieron políticas de trabajo que ayudan al sostenimiento de la metodología implementada.

La siguiente política fue realizada con la finalidad de concientizar al trabajador de que existe una mejor forma de hacer sus actividades diarias dentro de un ambiente de trabajo limpio, ordenado y por ende seguro. Tales políticas fueron entregadas a cada trabajador y los puntos que abarcan se enlistan a continuación:

“Políticas de orden y limpieza para la empresa Recym S.A de C.V.”

1. Es obligación de todos conocer y aplicar las normas relacionadas al programa de mejoramiento de 5´s
2. Es tarea de todos mantener el ambiente de trabajo limpio y ordenado de acuerdo a la metodología de 5´s. las tareas relacionadas con organización, orden y limpieza deben de ser integradas como parte de las actividades diarias y no como actividades extraordinarias
3. Se debe de informar a todo el personal nuevo de los estándares y aplicaciones de la metodología de 5´s
4. Es obligación de cada trabajador dejar su lugar de trabajo limpio y ordenado antes de finalizar el turno
5. Cada trabajador deberá solicitar solo la herramienta de trabajo necesaria y es responsable de entregarla limpia y colocarla en su lugar
6. Las herramientas de trabajo útiles tales como mesas, estantes y casilleros se deben de mantener correctamente limpios y pintados
7. Se deben de mantener en perfecto estado las líneas divisorias de áreas y tránsito de personas
8. Hacer correcto uso de los formatos establecidos y sin alterar la información para tener un mejor control de la implementación y estandarización de la metodología.

El delegar responsabilidades y crear equipos de trabajo son herramientas que facilitan el cumplimiento de tareas e incrementan el compromiso y la participación de cada uno de los miembros de la empresa, es por ello que se requiere del compromiso de cada uno de los trabajadores para cumplir con las políticas de orden y limpieza antes mencionadas.

- Aplicación de la quinta “s” (Shitsuke/disciplina)

Mantener el orden y la limpieza dentro de un área de trabajo y en el proceso general que realiza la empresa requiere de obediencia para mantener los puntos aplicados anteriormente, que con el paso del tiempo y la estandarización de estos procedimientos se vuelve una disciplina para el personal que lo aplica.

La disciplina es mediante la cual se procura normalizar la aplicación del trabajo y convertir en hábito todos aquellos estándares establecidos en los puntos anteriores. Para dar seguimiento a las actividades implementadas se deben de realizar continuamente listas de chequeo, con el fin de conservar todo lo alcanzado en óptimas condiciones, es por ello que se crearon formatos de verificación y control de 5's para la empresa de la industria metal mecánica Recym S.A de C. V. los cuales se realizaran mediante seguimientos en un periodo no mayor a dos meses, es necesario que sean realizados con la participación del gerente y todos los trabajadores del área, para ello deben de llevarse a cabo reuniones enfocadas a evaluar el estado de la metodología implementada. Dejando claro que las inspecciones y los controles visuales diarios son pieza clave para evitar situaciones que afecten el desarrollo de las 5's.

A continuación, se muestra el formato de control y disciplina de la implementación de 5's:


Control y evaluación de 5's en el área de producción de Recym S.A de C.V.			
Fecha de la auditoria		Evaluador	
			
5's	Artículo inspeccionado	Descripción	Puntaje
CLASIFICACIÓN	Materiales o partes	En exceso de inventario o en proceso	
	Maquinaria	Existencia de objetos innecesarios alrededor	
	Herramientas	Limpias y en buen estado	
	Objetos personales	¿Realmente necesarios en el proceso?	
Subtotal			
ORDEN	Indicadores de lugar	¿Las áreas de almacenamiento están marcadas?	
	Indicadores de artículos	Demarcación de los artículos y lugares	
	Vías de acceso y almacenamiento	¿Se encuentran libres y correctamente ordenadas?	
	Herramientas	¿Se encuentran en su lugar bien identificados?	
Subtotal			
LIMPIEZA	Pisos	Libres de basura, aceite, grasa u otro material	
	Maquinaria	Libres de objetos, polvo y aceite	
	Limpieza e inspección	¿Se realiza junto con el mantenimiento?	
	Hábito de limpieza	¿El operador limpia su espacio de trabajo regularmente?	
Subtotal			
ESTANDARIZACIÓN	Las primeras 3's	¿Se Mantienen y cumplen con las implementaciones?	
	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?	
	Procedimientos claves	¿Se utilizan los procedimientos escritos en las políticas?	
	Plan de mejoramiento	¿Existe un plan futuro de mejoramiento para el área?	
Subtotal			
DISCIPLINA	Herramientas	¿Son almacenadas correctamente?	
	Control de inventario	¿Están al día y son revisadas regularmente?	
	Aplicación de políticas	¿Se llevan a cabo correctamente?	
Subtotal			
Ponderación		TOTAL	
0 = Muy mal 1 = Mal 2 = Promedio 3 = Bueno 4 = Excelente			

Ilustración 70: Formato de control y disciplina de 5's

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del capítulo 5 de este tema de investigación

5.3 Plan de implementación de la redistribución de planta

La correcta distribución de planta permite un adecuado orden y manejo de las áreas y equipos, principalmente los que tienen una influencia directa en la producción con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos, además de brindar una mejor condición y ambiente laboral para todos los involucrados en el proceso productivo.

Al establecer una propuesta de distribución de planta se busca optimizar movimientos y procesos innecesarios en la línea de producción, con el fin de reducir costos y garantizar la seguridad a cada operador y personal administrativo, mejorando el recorrido de operaciones y materiales, además de un incremento en la producción.

Una vez aplicada la metodología de las 5's y teniendo en claro cuál es el objetivo de la aplicación de estas metodologías en la empresa, analizando la situación actual, se puede realizar una adecuada distribución de planta.

De esta manera y retomando la información del capítulo 4.6 del análisis FODA, se identifican las debilidades y amenazas del proceso que deben de ser afrontadas con estrategias adecuadas que ayuden a mejorar la situación actual como se muestra en la siguiente imagen:

<p>META</p> <p>Mejorar el orden y limpieza del proceso productivo mediante la implementación de 5's y una propuesta de redistribución de planta en Recym S.A de C.V.</p>	<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad por parte de los colaboradores • La empresa cuenta con el espacio para realizar su proceso • Conocimiento del trabajo (Proceso) • Apoyo de los colaboradores para realizar la implementación 	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • No existe una adecuada distribución de planta • Déficit de equipamiento • Falta de organización, orden y limpieza en áreas de trabajo • Falta de motivación del personal
<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos estandarizados • Necesidad del producto • Tendencias favorables en el mercado • Crecimiento del mercado 	<p>ESTRATEGIA FO</p> <p>Aprovechar la disponibilidad que se tiene por parte de los colaboradores, el conocimiento de su trabajo en el proceso y las tendencias favorables en el mercado para realizar las capacitaciones de inducción a las 5's y redistribución de planta.</p>	<p>ESTRATEGIA DO</p> <p>Realizar una propuesta de redistribución del proceso productivo, de manera que se trabaje mediante una línea de producción, organizando y ordenando cada uno de los procesos.</p>
<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mala imagen del área • Insatisfacción en el ambiente de trabajo • Ingreso de nuevos competidores • falta de personal 	<p>ESTRATEGIA FA</p> <p>Tomando en cuenta la disponibilidad y apoyo de los colaboradores, crear estrategias para un mejor aprovechamiento del personal y espacios de trabajo que generen mejor imagen en el área</p>	<p>ESTRATEGIA DA</p> <p>Elaboración de manuales de procedimiento e implementación de 5's. Contratación de personal capacitado para el puesto de trabajo y mantener un ambiente de respeto entre los colaboradores.</p>

Ilustración 71: Análisis de debilidades y amenazas

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del análisis FODA

Mediante la elaboración de las estrategias para afrontar las debilidades y amenazas presentes en el proceso productivo, se puede observar que la redistribución de planta es requerida por la empresa, puesto que existe una inadecuada distribución de áreas y maquinaria, ocasionando desorden y obstrucción en el flujo de materiales que a su vez generan demoras en el proceso.

Una vez realizado el análisis de problemas se propone realizar una modificación en el diagrama de flujo del proceso que en consecuencia se verá reflejado en el *Layout* de la empresa, manifestando los cambios y las nuevas estrategias de trabajo.

5.4 Propuestas de redistribución de planta

Como ya se mencionó con anterioridad, una correcta distribución de planta permite un adecuado orden y manejo de las áreas y equipos, principalmente los que tienen una influencia directa en la producción con el fin de minimizar tiempos, espacios y costos,

Tomando en cuenta la tabla de debilidades y amenazas de la matriz FODA desarrollada en este capítulo, se puede observar que la redistribución de planta es uno de los factores de importancia para el complemento de la mejora de la empresa en la aplicación de 5's, es por ello que en esta sección se presentan las propuestas de diseño del diagrama de flujo adecuado al proceso y la elaboración de un *Layout* que permitan dar un mejor aspecto a la empresa en cuanto al orden y limpieza, que con la liberación de desechos se obtenga un mayor y mejor espacio de trabajo.

Cabe recalcar que la empresa no cuenta con un diagrama de flujo y que su proceso carece de inspecciones de calidad, es por ello por lo que se generó una propuesta en la cual se realicen inspecciones desde que llega la materia prima, durante el proceso de fabricación y al finalizar el proceso para corroborar que el producto realizado cumpla con las expectativas del cliente y se eliminen tiempos y costos por retrabajos.

De la misma manera el diseño de una correcta distribución ocupa uno de los factores más importantes en este proyecto, debido a que actualmente no se da el adecuado aprovechamiento de espacios y eso genera el desorden en los trabajadores al obstruir las distintas áreas de trabajo como se visualiza en el capítulo 4.5 de la situación actual de la empresa. Por tal motivo se propone que el diseño de *Layout* tenga como finalidad crear una línea de trabajo en el proceso productivo desde la llegada y almacenamiento de materia prima, hasta la salida del producto terminado, como se

muestra a continuación en la elaboración de los diseños de propuestas de diagrama de flujo del proceso y *Layout* de redistribución de la empresa.

5.5 Propuesta del diagrama de flujo y diagrama de flujo de recorrido

A continuación, se muestra el diagrama de flujo y diagrama de flujo de recorrido de la elaboración de los tres productos que fabrica la empresa Recym S.A de C.V, en los cuales se indican con relleno de la forma gris para los cambios realizados:

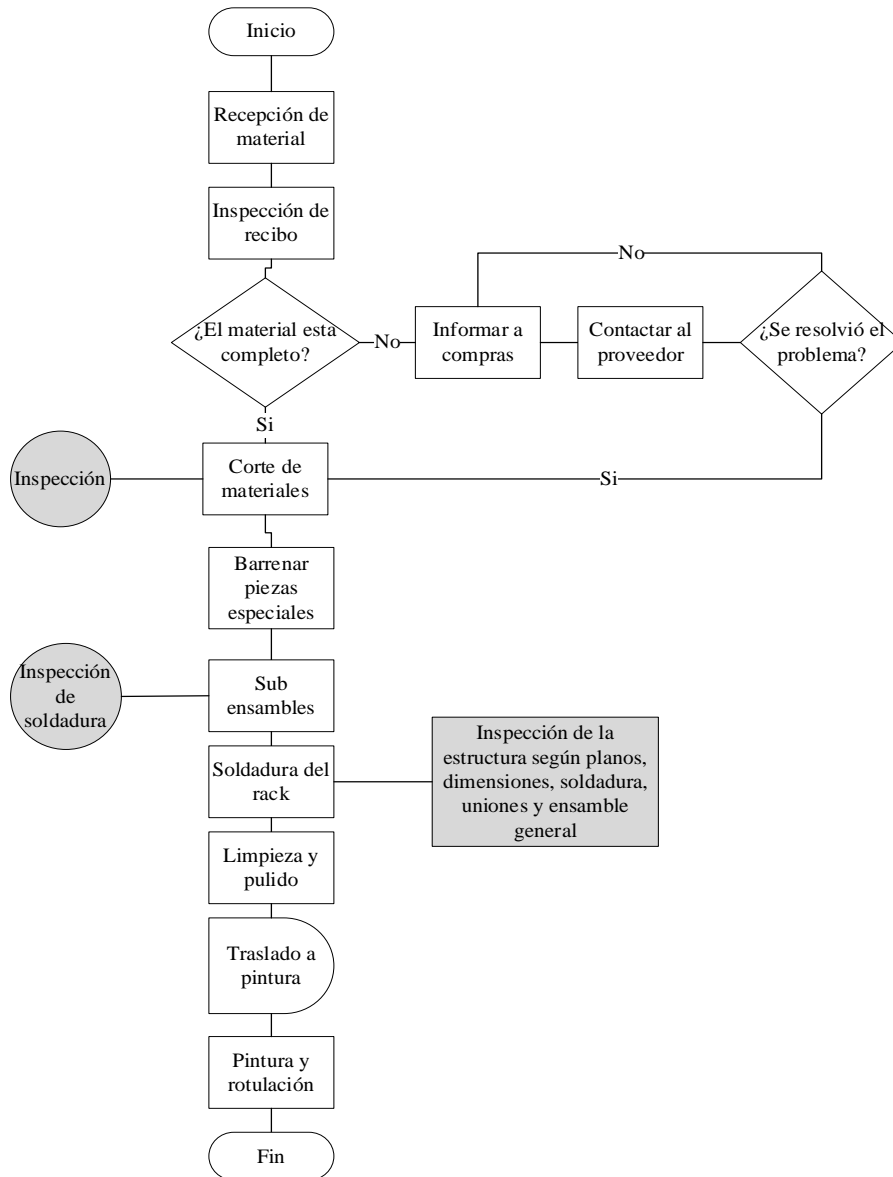


Ilustración 72: Propuesta de diagrama de flujo

Fuente: Elaboración propia con información desarrollada en este proyecto de investigación

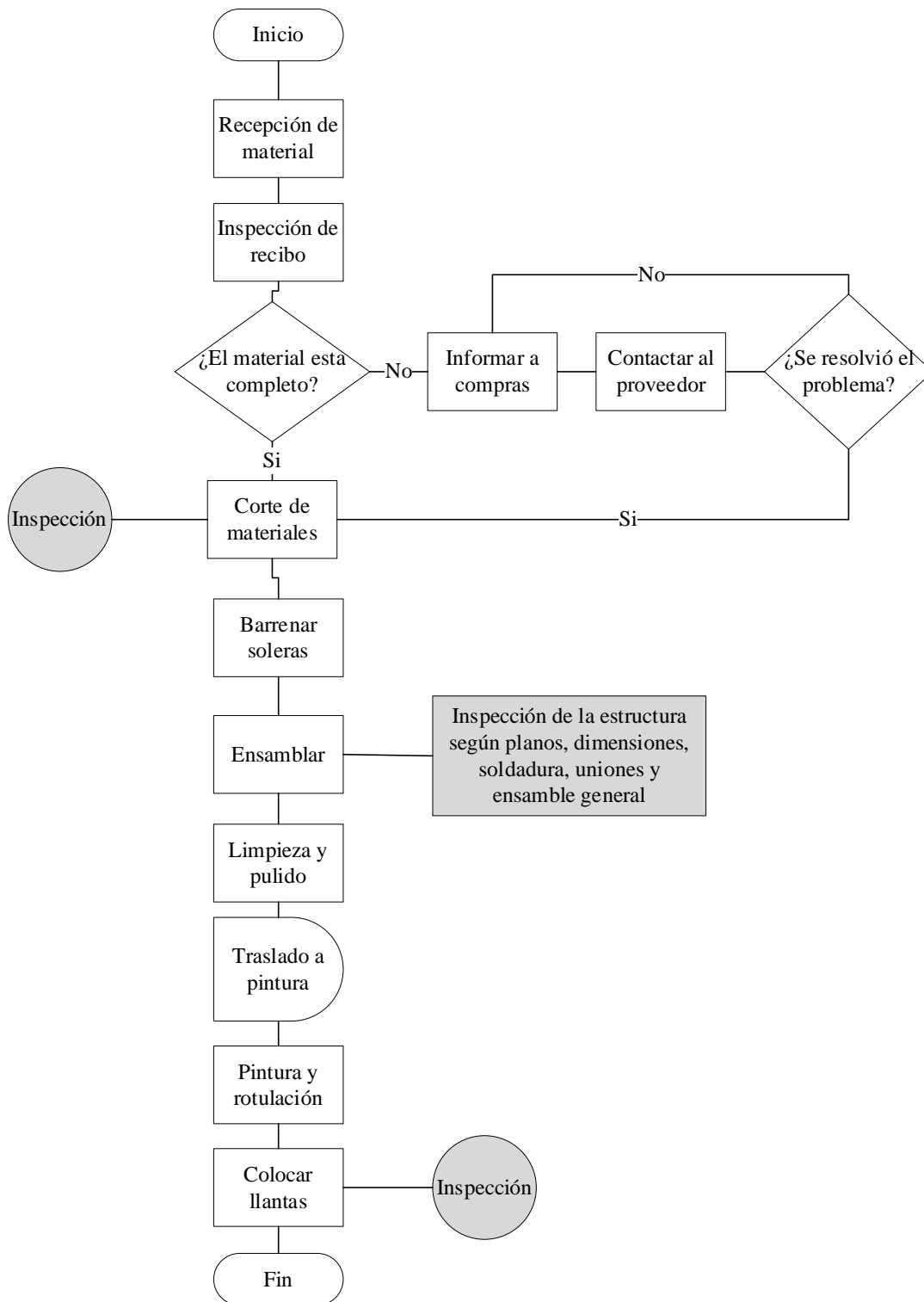


Ilustración 73: Propuesta de diagrama de flujo de un dollie

Fuente: Elaboración propia con información desarrollada en este proyecto de investigación

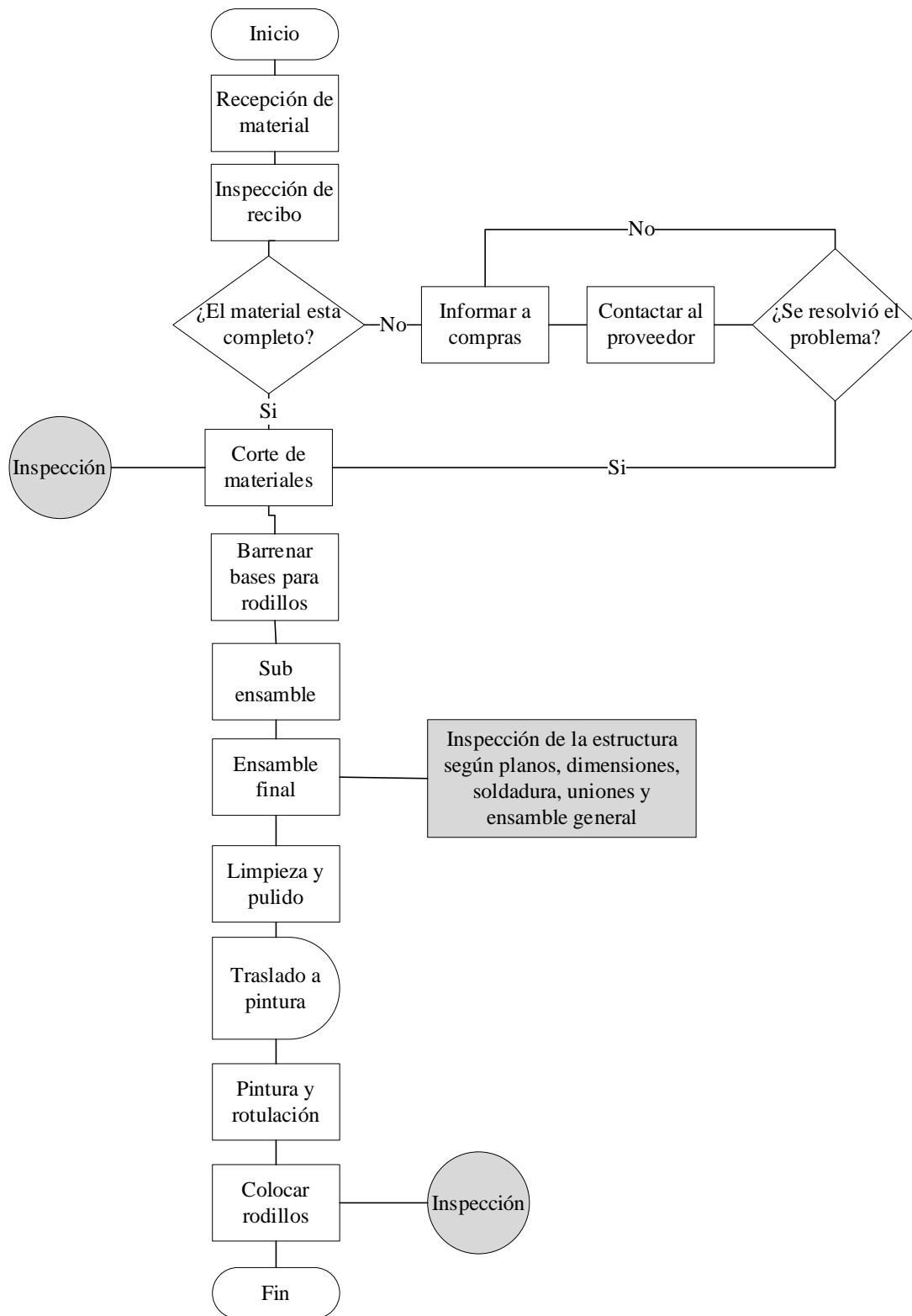


Ilustración 74: Propuesta de diagrama de flujo de un fixture

Fuente: Elaboración propia con información desarrollada en este proyecto de investigación

Propuesta de Diagrama de flujo de recorrido

DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO				
PROCESO:	Elaboración de racks			
Elaborado Valentina Cote	Revisado Alexis Vazquez	Autorizado Alexis Vazquez		
Actividad	Símbolo	Actual	Resumen	
Operación		6	Distancia recorrida: 50 metros Tiempo de elaboración de 1 rack: 857 minutos / 14.2 hrs.	
Transporte		6		
Espera		2		
Inspección		4		
Almacenamiento		1		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Observaciones
Llegada de materia prima	-	-		
Inspección del material	-	15		
Almacenamiento de materia prima	15	40		
Traslado de materiales al área de corte	2	5		
Corte de materiales	-	90		
Inspección de piezas cortadas	-	10		
Colocación de materiales en el área de corte	4	15		
Traslado de materiales a cada estación	2	5		
Elaboración de ensambles	2	207		
Inspección de soldadura	-	10		
Traslado de ensambles a la estación 6	5	15		
Levantamiento de racks	6	40		
Colocación de la soldadura final	6	210		
Inspección final del rack	-	15		
Pulido y limpieza de racks	8	60		
Colocación de pintura y rotulado de los racks	-	120		

Ilustración 75: Propuesta de diagrama de flujo de recorrido

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo de la empresa.























DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO				
PROCESO:		Elaboración de dollies		
Elaborado Valentina Cote	Revisado Alexis Vazquez	Autorizado Alexis Vazquez		
Actividad	Símbolo	Actual	Resumen	
Operación		7	Distancia recorrida: 44 metros Tiempo de elaboración de 1 rack: 310 minutos / 5 hrs.	
Transporte		6		
Espera		2		
Inspección		4		
Almacenamiento		1		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Observaciones
Llegada de materia prima	-	-		
Inspección del material	-	15		
Almacenamiento de materia prima	15	40		
Traslado de materiales al área de corte	2	5		
Corte de materiales	-	30		
Inspección de piezas cortadas	-	10		
Colocación de materiales en el área de corte	4	10		
Traslado de materiales a cada estación	2	5		
Elaboración de ensambles	2	60		
Inspección de soldadura	-	10		
Traslado de ensambles a la estación 6	5	10		
Ensamble de dollie	6	20		
Colocación de la soldadura final	-	15		
Inspección final del rack	-	10		
Pulido y limpieza	8	20		
Pintura y rotulación	-	40		
Colocación de llantas	-	10		

Ilustración 76: Propuesta de diagrama de flujo de recorrido para dollies

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo de la empresa.






















DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO				
PROCESO:		Elaboración de fixtures		
Elaborado Valentina Cote	Revisado Alexis Vazquez	Autorizado Alexis Vazquez		
Actividad	Símbolo	Actual	Resumen	
Operación		7	Distancia recorrida: 44 metros Tiempo de elaboración de 1 rack: 455 minutos / 7.5 hrs.	
Transporte		6		
Espera		2		
Inspección		4		
Almacenamiento		1		
Descripción	Distancia (m)	Tiempo (minutos)	Símbolo	Observaciones
Llegada de materia prima	-	-		
Inspección del material	-	15		
Almacenamiento de materia prima	15	40		
Traslado de materiales al área de corte	2	15		
Corte de materiales	-	60		
Inspección de piezas cortadas	-	10		
Colocación de materiales en el área de corte	4	15		
Traslado de materiales a cada estación	2	10		
Elaboración de ensambles	2	90		
Inspección de soldadura	-	15		
Traslado de ensambles a la estación 6	5	10		
Ensamble de dollie	6	45		
Colocación de la soldadura final	-	30		
Inspección final del rack	-	10		
Pulido y limpieza	8	30		
Pintura y rotulación	-	40		
Colocación de llantas	-	20		

Ilustración 77: Propuesta de diagrama de flujo de recorrido para fixtures

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo de la empresa.

Las propuestas de los diagramas anteriores muestran un cambio en la inspección de materia prima, piezas en el área de corte, inspección de soldadura y de producto final, ya que, actualmente el proceso de elaboración solo cuenta con una inspección en la llegada de materia prima y debido a eso, se han tenido reclamos por parte de clientes, principalmente por las dimensiones del producto.

Con esta propuesta lo que se pretende es tener un mejor control de calidad que se vea reflejado en la satisfacción del cliente y un mejor diseño en los productos. Para ello, se realizó un organigrama de producción en el cual se muestran cada subproceso y el personal designado para realizar las actividades.

A continuación, se muestra el organigrama de producción propuesto:

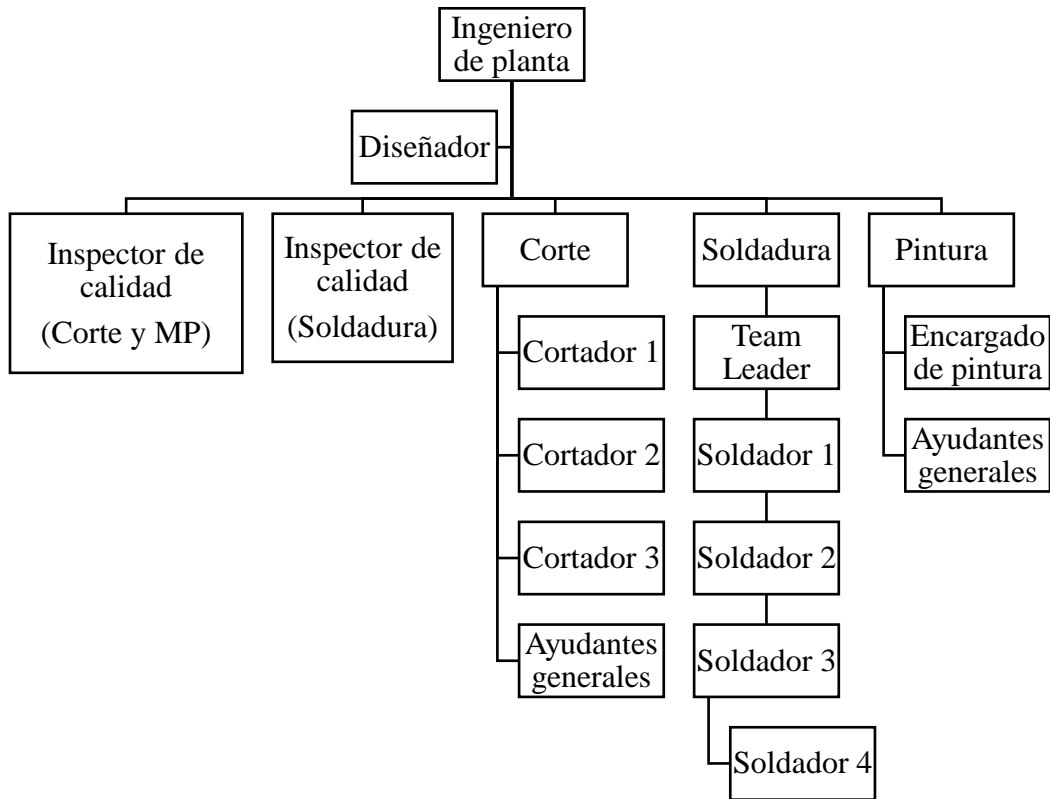


Ilustración 78: Organigrama de producción

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del proceso productivo

Con el organigrama de producción se pretende tener las áreas bien definidas dentro del proceso de producción y personal asignado para cada inspección de trabajo.

5.6 Propuestas de *Layout*

Siguiendo el proceso de propuestas de redistribución de planta, en este apartado lo que se pretende es desarrollar una redistribución en el área productiva de la empresa Recym S.A de C.V de tal manera que la empresa obtenga como principal beneficio trabajar sobre una línea de producción que generará orden, limpieza, y rapidez para la fabricación de los productos que se realizan.

Consideraciones de modificaciones

Previo a la realización de propuestas de *Layout* es necesario tomar en cuenta una serie de aspectos que afectan o apoyan a la mejora de cada uno de los diseños, dichos aspectos se muestran a continuación:

- a) La distancia entre cada área de proceso no debe ser muy larga debido al peso de los materiales y el espacio que se tienen asignado
- b) Todas las áreas que no tengan nada que ver con el proceso deben estar fuera de este
- c) Todos los empleados que interactúan con frecuencia debido al proceso deben de trabajar en una ubicación central y no en lugares separados ni distantes, pues de este modo se reduce la pérdida de tiempo de desplazamiento
- d) La seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en el diseño de cualquier distribución de planta
- e) La mano de obra debe de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruido, entre otros. De la misma manera deben de considerarse la flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que tienen que realizar
- f) La distribución de planta debe conseguir que la circulación de los materiales sea lúida a lo largo de la misma, evitando así el costo que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene

Alternativa 1 de *Layout*

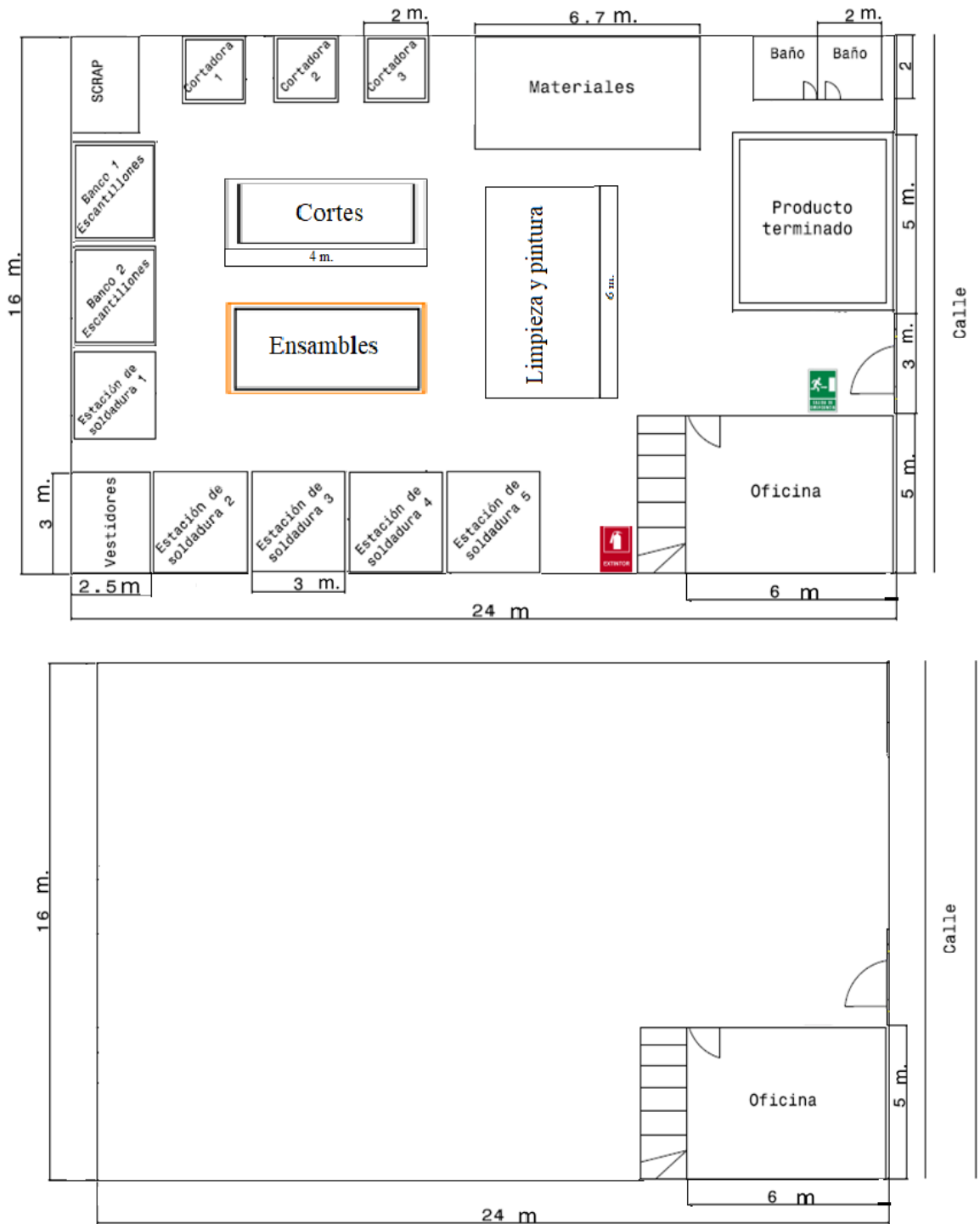


Ilustración 79: Primera propuesta de *Layout* planta baja y alta

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del diagnóstico de este proyecto de investigación

Descripción de la propuesta de *Layout*

Como se puede observar, en la imagen anterior se muestra la propuesta 1 de *Layout* donde se indica de manera gráfica el orden y la secuencia que deben de seguir el flujo de materiales y el proceso de elaboración de *racks*.

En esta propuesta se realizaron cambios en la distribución del almacén de materia prima o materiales y el área de *scrap*, los cuales al ser colocados como se muestra en la propuesta se genera un mayor espacio y orden en la línea de producción, considerando que el recorrido inicia por la derecha tomando como referencia la entrada a la empresa, además se conservan las 5 estaciones de soldadura y se agregaron dos bancos para escantillones que en el *Layout* actual no se tienen, sin embargo son necesarios para el proceso. De esta manera el área de producción se visualiza más ordenada y con todos los subprocesos unificados.

A continuación, se muestra una tabla de ventajas y desventajas para esta propuesta:

Alternativa 1 de Layout	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Bajos costos de implementación y mantención• No se requiere de personal especializado para su implementación• Facilita el flujo del proceso y materiales• Orden en la línea de producción• Disminuye los tiempos de recorrido entre cada subproceso• Mejora el aspecto físico de la empresa	<ul style="list-style-type: none">• Se requiere de varios días para limpiar y despejar las nuevas áreas de <i>scrap</i> y materiales• El cambio de áreas requiere de montacargas debido al peso de los estantes• La fabricación de los bancos para escantillones es un poco tardada

Tabla 16: Ventajas y desventajas de la alternativa 1

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de las propuestas de *Layout*

Alternativa 2 de *Layout*

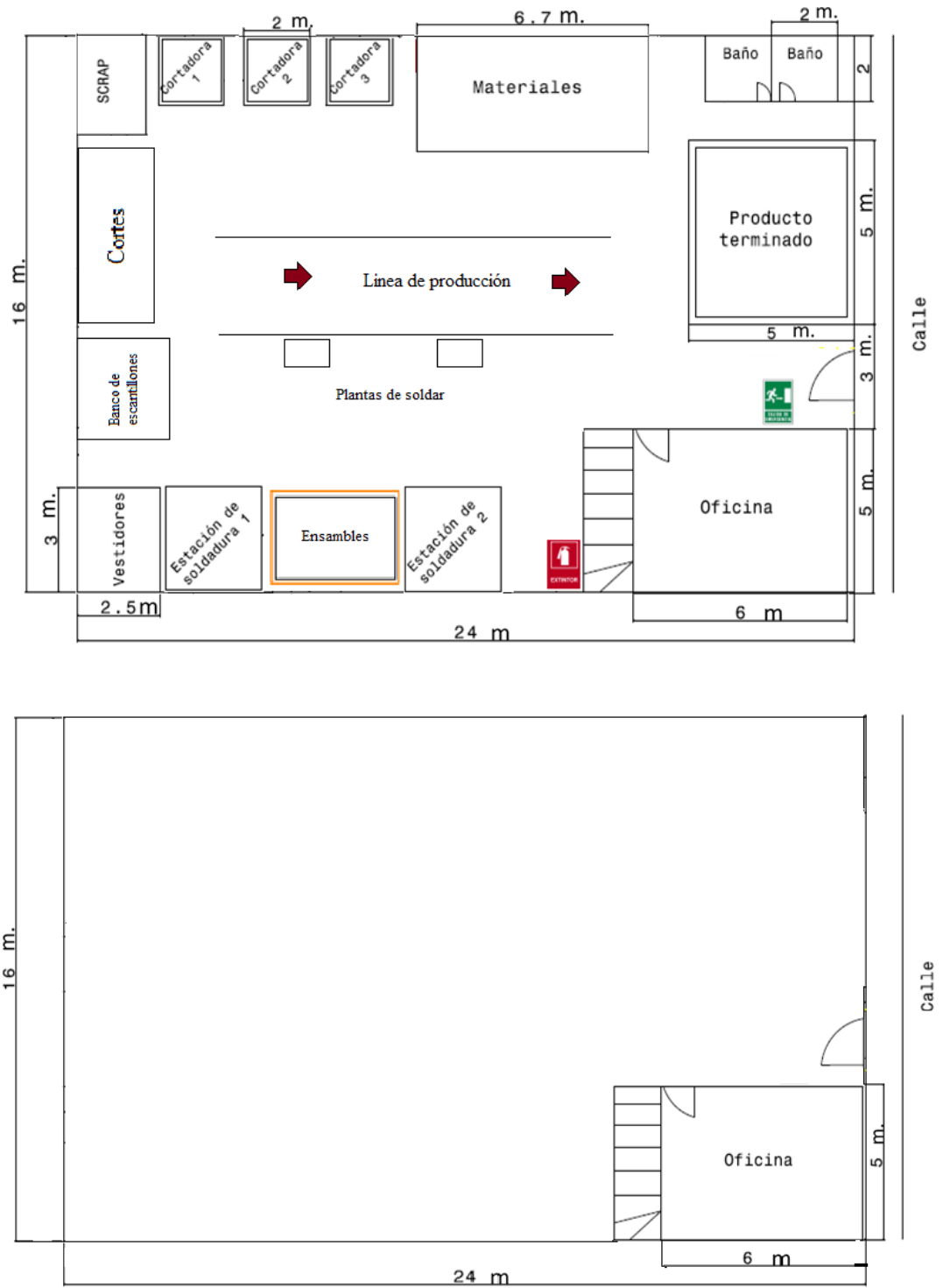


Ilustración 80: Segunda propuesta de Layout planta baja y alta

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del diagnóstico de este proyecto de investigación

Descripción de la propuesta de *Layout*

Para la propuesta 2 de *Layout* se puede visualizar que en esta distribución se reduce el número de estaciones de soldadura debido a que, la propuesta consiste en diseñar una línea de producción que se establezca al centro del área. Conforme al diagnóstico y encuestas realizadas a los trabajadores comentan que para ellos es más fácil seguir una secuencia de soldadura, de esta manera se propone realizar un cambio en la distribución del almacén de materia prima o materiales y el área de *scrap* para despejar el centro del área de producción y sobre ella colocar la línea.

Para este cambio es necesario colocar conexiones subterráneas para las plantas de soldar que se ubicaran a los costados de la línea, de igual manera se requiere de la colocación de mamparas que ayuden a la protección visual de cada uno de los operadores.

Por otro lado, se mantienen las tres cortadoras junto al área de materiales y se coloca un espacio para cortes de modo que, sea de fácil acceso tanto para los cortadores como para soldadores y se eviten los recorridos largos. El banco de escantillones junto con las dos estaciones de soldadura que se mantienen tiene como objetivo crear cada subensamble que se colocaran en un área específicamente de ensambles para posteriormente ser trasladados a la línea en la cual se realiza el levantamiento de racks y colocación de soldadura final.

Con esta propuesta se pretende crear un método de trabajo que reduzca tiempos y movimientos en el proceso y que se contribuya al orden y limpieza dentro de la misma. A continuación, se muestra la tabla de ventajas y desventajas:

Alternativa 1 de Layout	
Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• Eficiencia en el flujo de materiales• Orden en la línea de producción• Disminuye los tiempos de recorrido• Mejora el aspecto físico de la empresa	<ul style="list-style-type: none">• Requiere de gastos económicos para la implementación• Adaptabilidad ante los cambios• Se requiere de varios días para la reestructuración

Tabla 17: Ventajas y desventajas de la alternativa 2

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de las propuestas de *Layout*

Alternativa 1 de diagrama de recorrido

En el *Layout* propuesto se indica una redistribución de la planta la cual está diseñada para facilitar el desplazamiento tanto de materiales como de cada uno de los operadores. El propósito principal es disminuir el recorrido que se realiza con cada operación, teniendo cada estación y área de trabajo cerca según lo marca el diagrama de relación de actividades que se muestra en el capítulo 4.8 en el desarrollo de la redistribución de planta, además con esta propuesta se pretende mantener un mejor control en cuanto a orden y limpieza, ya que, cada área esta específicamente delimitada y cuenta con mayor espacio de trabajo.

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido de la propuesta 1 de *Layout*:

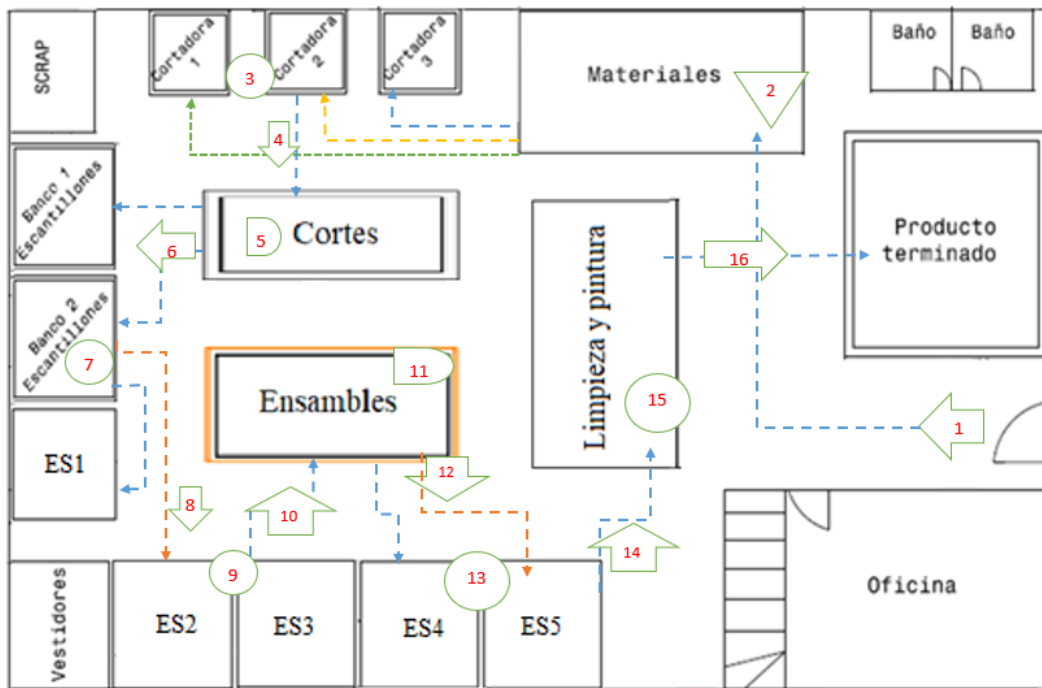


Ilustración 81: Propuesta 1 de diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del diagnóstico de este proyecto de investigación

En la imagen anterior se puede observar que una de las ventajas de la nueva redistribución es la distancia recorrida entre cada operación, así como el espacio ganado para el área de limpieza y pintura que beneficiara al área de producto terminado y la facilidad de embarques.

Alternativa 2 de diagrama de recorrido

Para la realización de la segunda propuesta, se tomó en cuenta la creación de una línea de producción, la cual tiene como principal objetivo la disminución de tiempo de fabricación de los productos, ya que al crear una línea de trabajo cada operador esta específicamente designado a realizar cierta acción sin interrupción alguna, adoptando el enfoque de producir más piezas en el menor tiempo, por consecuencia traerá la reducción de estaciones de soldadura, dejando a un soldador en la realización de escantillones y otros dos para la fabricación de ensambles que posteriormente pasaran a la línea de producción o levantamiento de *racks*, como se observa en el siguiente diagrama de recorrido:

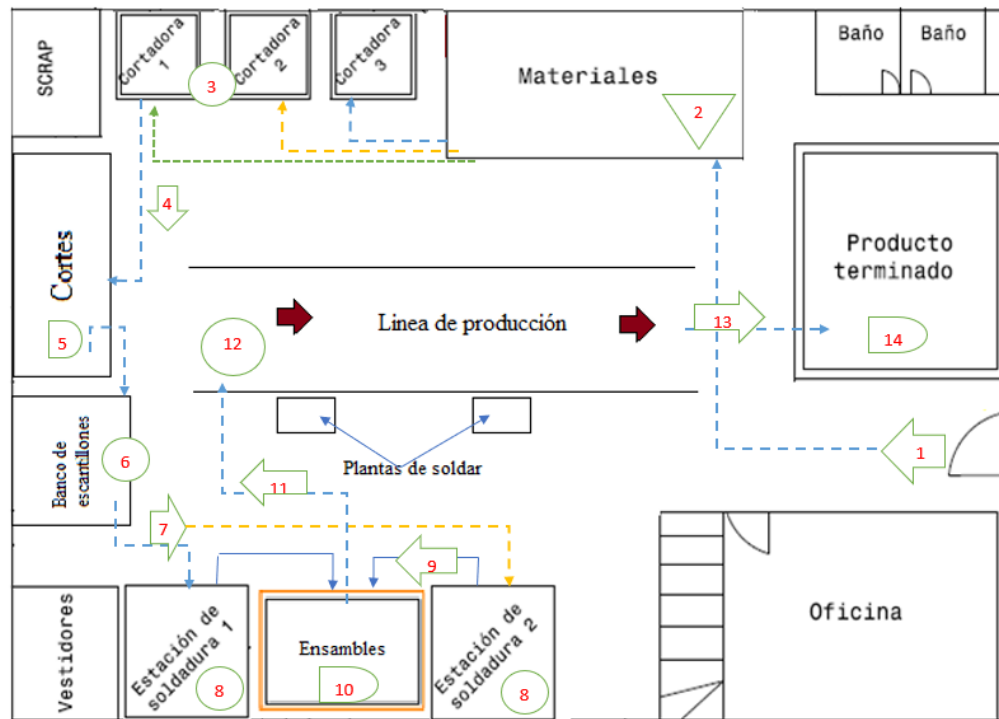


Ilustración 82: Propuesta 2 de diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del diagnóstico de este proyecto de investigación

Como se puede observar en el diagrama anterior se ha considerado eliminar dos estaciones de soldadura de la distribución actual, el cual no tiene influencia dentro del proceso de producción, ya que, las plantas para soldar se colocarán dentro de la línea propuesta. Cabe mencionar que

dentro de esta propuesta se deben de considerar algunos gastos económicos que se muestran en el Anexo 4.

5.7 Evaluación y selección de propuestas

Para seleccionar la opción más viable en cuanto a la redistribución de planta, se presenta la siguiente tabla realizada a través del método cualitativo por puntos:

Factor	Peso	Opción 1		Opción 2	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Adaptación a la estructura general de la empresa	10	10	100	10	100
Concordancia con la estrategia de la empresa	15	8	120	6	90
Facilidad de una futura expansión	15	10	150	7	105
Adaptabilidad ante los cambios	15	9	135	7	105
Eficiencia del recorrido de los productos	20	10	200	9	180
Eficiencia de almacenaje	15	9	135	8	120
Espacio para recepción de materia prima	10	10	100	10	100
Suma	100		940		800

Tabla 18: Evaluación de propuestas

Fuente: Elaboración propia con información recopilada de las propuestas de Layout

Como se puede observar en la tabla anterior, se determinó que la opción 1 de redistribución de planta es la mejor alternativa, ya que, se le otorga una calificación superior en los factores significativos de selección, además de que en comparación con la alternativa 2, la propuesta no requiere de gastos económicos, siendo esta una de las ventajas para la aceptación e implementación en la empresa.

Conclusión de redistribución de planta

Tomando en cuenta los aspectos mencionados en el capítulo 5 de las propuestas de implementación, podemos llegar a la conclusión de que actualmente la empresa no tiene una correcta distribución de planta, por tal motivo el espacio disponible en el área de producción no se aprovecha adecuadamente. Es por ello que, mediante un análisis y la aplicación de herramientas de distribución de planta se generaron las propuestas de *Layout* de la empresa Recym S.A de C.V. de las cuales se obtuvo como resultado de mejor propuesta la alternativa 1 de *Layout* debido a que no se requiere de ningún gasto económico para su implementación además de que los resultados en la tabla de evaluación de propuestas fueron muy satisfactorios ya que cumple con la mayoría de los factores y al implementar el diseño no solo se tiene mayor espacio en el área, sino que también se cumple la aplicación de orden y limpieza aplicados en este proyecto.

Con ayuda de las herramientas de distribución de planta se logró establecer una propuesta que, de acuerdo con los requerimientos del proceso de producción de *racks*, se obtuvieran mejoras en el ahorro de tiempos y fluidez al transportar los materiales, que se mantuvieran los espacios limpios, ordenados, organizados y que cada área estuviera situada en puntos estratégicos de acuerdo con el diagrama relacional de actividades. Como resultado se obtuvo que la primera propuesta cumple con las expectativas esperadas generando un menor tiempo en el recorrido, el cual es de 800 minutos y 45 metros, en la fabricación de un *rack*, adquiriendo mejor fluidez en el recorrido dentro de la planta, que, en comparación con el tiempo inicial de 822 minutos y 50 metros, se obtuvo un ahorro de 22 minutos y 5 metros.

Conclusiones y recomendaciones

Este proyecto tuvo como objetivo realizar una propuesta de redistribución de planta e implementación de 5's en una empresa del sector metalmeccánico en el estado de Puebla, mediante la aplicación de metodologías y herramientas aprendidas en la licenciatura de ingeniería industrial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Para el desarrollo de este proyecto, primero se realizó un análisis de la situación actual de la empresa por medio de encuestas a cada uno de los colaboradores, así como recorridos por todas las áreas y estudio del proceso de elaboración de sus productos, mediante el cual se observaron las áreas de oportunidad sobre las cuales se desarrollaría el proyecto, atacando puntos como orden y limpieza en cada uno de los espacios designados al proceso productivo y la redistribución de planta para un mejor aprovechamiento de la zona y reducción de tiempos en el flujo de materiales.

Con base a esta evaluación se implementó la metodología de 5's, de la cual se obtuvieron resultados de orden, limpieza y estandarización como se muestra en el capítulo 5 de las propuestas de implementación, en la que se visualiza claramente el antes y después de la implementación.

Por otro lado, al interior de las organizaciones comúnmente existen personas resistentes al cambio, sin embargo, en la empresa Recym S.A de C.V, se mostró el compromiso y la participación de cada uno de los colaboradores, tanto gerencia como operativos para generar un mejor aspecto en el sitio de trabajo y un proceso confiable y seguro.

La correcta identificación de los elementos necesarios e innecesarios, la colocación de señaléticas, la delimitación de áreas y la identificación de materiales de corte generaron orden en la elaboración de los productos y disciplina en el trabajo de los colaboradores, ya que, como se describe en el diagnóstico de la operación de la empresa, anteriormente se tenían invasiones de áreas de trabajo y pérdida constante de material, que de acuerdo al análisis de costos de impacto económico el ahorro por pérdida de material fue de \$ 4382.16.

La estandarización establece el tiempo necesario y lo que se requiere para realizar cada una de las etapas del proceso, es importante mencionar que inicialmente el proceso de producción no contaba con una estandarización ni referencia de tiempos de producción, ocasionando una inestabilidad y deficiencia en el proceso productivo, se logró establecer una propuesta para la

redistribución en planta de acuerdo con los requerimientos del proceso de producción, con esta propuesta se pretende mejorar el aprovechamiento de espacios y flujo de materiales, y se espera que con base al análisis de alternativas de las propuestas de Layout y diagramas de recorrido la empresa mejore su nivel de eficiencia.

En conclusión, para el sostenimiento de la aplicación de estas metodologías, se recomienda dar seguimiento a los formatos de 5's propuestos en este proyecto, realizar capacitaciones referentes a estas metodologías y de mejora continua, rotar al personal encargado de supervisión de 5's con el objetivo de que todos participen y se sientan responsables de cumplir con estos estándares, de esta manera se estará motivando a los trabajadores para dar seguimiento y mantener la implantación para un mejor lugar de trabajo, seguro y confiable.

Así mismo se recomienda programar un día a la semana para la supervisión del cumplimiento de 5's por parte del gerente de operaciones, con el cual se verificará el cumplimiento de la estandarización, realizando al mismo tiempo el registro de tiempos a distintas horas del día para mantener un control de tiempos y movimientos.

Por último, el mantener la aplicación de inspecciones de calidad dentro del proceso productivo y en el caso de haber alguna reclamación por parte del cliente o internamente se deberán postear alertas de calidad para mejorar el cumplimiento y buscar alternativas de solución de no más de 20 días.

A continuación, se muestra la tabla de propuestas que se implementaron y las que faltan de implementar con el tiempo y costo de implementación que se muestra a detalle en el anexo 7, considerando que las propuestas de ambas metodologías son de bajo costo, ya que, la mayoría de los materiales y recursos utilizados se encuentran disponibles en la empresa generando un ahorro de costos de mano de obra e implementación.

Propuestas de implementación	¿Implementado?	Tiempo de implementación	Costo de implementación
5's			
Clasificación	✓	3 días	\$90
Orden	✓	4 días	\$1500
Limpieza	✓	Realizar todos los días	\$686
Estandarización	✓	Cada 8 días	----
Disciplina	✓	Cada 15 días	----
Redistribución de planta			
Diagramas de flujo de proceso	✓	8 días	----
Organigrama de producción	✓	8 días	----
Alternativas de Layout	•	7 días	\$3100
Diagramas de recorrido	•	5 días	----

Tabla 19: Propuestas que se implementaron

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la elaboración de este proyecto

Para concluir y en resumen de la tabla anterior, se visualiza que el desarrollo de esta tesis obtuvo una implementación del 77% y que el 33% restante requiere de cambios físicos en el proceso productivo, tomando en cuenta que el desarrollo de este proyecto tuvo una duración de seis meses de investigación en campo como se muestra en el plan de trabajo del capítulo 5, y un costo de implementación total de \$2276 por la compra de papelería y pintura de las propuestas implementadas y \$3100 de la redistribución que falta por implementar, que suman un total de \$5376.

Bibliografía

- Armendáriz, L. (2014). Determinación de la capacidad instalada. Lifeder. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/capacidad-instalada/#:~:text=Para%20determinar%20la%20capacidad%20instalada%20se%20calcula%20como%20primer%20paso,o%20durante%2016%20horas%20diarias.>
- Baca U. Gabriel “Introducción a la ingeniería industrial”. Pág. 214-215
- Benítez, O. y Crisóstomo, M. M. (2004). Implantación de la Metodología 5 S´ en la Planta elaboradora de embutidos la higuera S.A. de C.V. Tesis de Especialidad en control de calidad facultad de ingeniería química, universidad veracruzana., Xalapa, Veracruz, México.
- Benjamín W. Niebel Andris Freivalds. Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. Duodécima edición. Recuperado de: https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa_Industrial_12ma_Niebel_y_Freivalds
- Benjamín W. Niebel. Diagrama del proceso de flujo. Estudio del trabajo. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/diagrama-de-proceso-de-flujo>
- Eduardo Medrano. (2020). Metalmecánica en México, la comunidad industrial del futuro. Vanguardia industrial. Recuperado de: <https://www.vanguardiaindustrial.net/metalmecanica-en-mexico-la-comunidad-industrial-del-futuro>
- Fernández Antonio. Systematic Layout Planning. Recuperado de: <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- Hiroyuki Hirano (1995), Productivity Press, 5s for operators.
- Octavio W. (2013). Capacidad de producción en estaciones de proceso. Recuperado de: <https://matematicasempresariales.wordpress.com/2013/11/23/ejemplo-de-calculo-de-una-capacidad-de-produccion-en-estaciones-de-proceso/>
- Irene (2021). Calendario laboral 2021 México: días de descanso oficiales y no oficiales. Recuperado de: <https://factorial.mx/blog/calendario-laboral-mexico-2021/>

- Marina Riegner. (2010). 5 metodologías de implementación. Recuperado de: <https://aplicacionesdenegocios.files.wordpress.com/2010/11/5-metodologia-implementacion-erp.pdf>
- Material de la universidad San Ignacio de Loyola (curso: ingeniería de métodos II, Mag. Carlos Rojas Ramos)
- Muther Richard, “Distribución en planta”. Editorial. Hispano Europeo. Barcelona. 4ta edición. 1981.
- Oscar, X. (2015). Metodología de las 5´s. Universidad de Guayaquil. Recuperado de:file:///D:/Downloads/TESIS%20TITULACION%202015%20Oscar%20Quimis%20C.pdf
- Peinado, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administración de producto: operadores industrias y de servicios. Curitiba: UnicenP, 2007.
- Sánchez, Juan (julio 2010); Optimización de las instalaciones del taller de la empresa VHPC C.A en seguridad, distribución e infraestructura; Venezuela.
- SLACK, Nigel et al. Administración de Producto. São Paulo: Atlas, 2002.
- Tercero, Oliver (agosto 2010), Aplicación de la metodología 5s dentro del proceso de mejora continua de la empresa INMOKA S. A., Guayaquil.

Anexos

Anexo 1: Formato de autorización para toma de fotografías

	<p>Recym, S.A. de C.V. Camino Ant. a la Resurrección No. 10428 Nave 60 Parque Industrial Resurrección C.P. 71600 Puebla Pue. México Tel. +52 (919) 222 89 29 20 x 2000 100 30 67 www.recym.com.mx</p>
---	--

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA TOMA DE FOTOGRAFÍAS

L.A.E. Jesús Alexis Vázquez Osorio.

Director de operaciones

RECYM S.A de C.V.

Por medio de la presente, doy mi consentimiento para que se tomen fotografías dentro de la empresa (RECYM S.A de C.V.) misma que se encuentra ubicada en camino antiguo a la Resurrección No. 10428 Nave 60 Parque Industrial Resurrección Puebla, Pue. México.

Mediante este formato, autorizo el uso de las imágenes con el único propósito de difusión en la publicación del proyecto de tesis realizado en la empresa por Valentina Rosalba Cote Pirú quien es la encargada de tomar dichas fotografías con fines educativos y de investigación.

Destacando que las fotografías que contienen mis imágenes se tomaron en el periodo de julio de 2020 a diciembre de 2020.

Confirmo que estas imágenes fueron tomadas con mi total conocimiento, consentimiento y que serán utilizadas para el fin antes descrito.



L.A.E. Jesús Alexis Vázquez Osorio
Director de operaciones

RECYM 
Recym, S.A. de C.V.

13 ENE 2021

Camino Ant. a la Resurrección No. 10428 Nave 60
Parque Industrial Resurrección Puebla, Pue.
Tel. +52 (919) 222 89 29
RFC: R-030342969
www.recym.com.mx

Ilustración 83: Formato de autorización de toma de fotografías

Anexo 2: Control de tiempos de producción



		<h3>Control de tiempos</h3>							
Nombre del analista	Valentina Cote	Aprobado por	L.A.E. Alexis Vázquez	Departamento		Producción			
Producto	Rack R010126	Fecha de análisis		30.09.2020					
Ensamble	Encargado	Hora de inicio	Hora de termino	Tiempo transcurrido x ensamble (mm.)	Producción	Condiciones de trabajo	Cantidada requerida por 10 racks	Tiempo requerido para 10 racks	
Base	Saul	11:00	12:20	20	4	Bueno	10	200	
Costado	Saul	08:15	09:00	17	3	Regular	20	340	
Respaldo	Saul	09:10	10:50	25	4	Bueno	10	250	
Soporte inf. Izquierdo	Ricardo	08:00	09:00	30	2	Bueno	10	300	
Soporte inf. Derecho	Ricardo	09:05	10:35	30	3	Bueno	10	300	
Soporte superior izquierdo	Ricardo	10:40	11:40	30	2	Bueno	20	600	
Soporte superior derecho	Ricardo	11:45	13:00	30	3	Bueno	20	600	
Tope	Arturo	12:00	12:15	15	3	Bueno	30	450	
Brazos de sujeción	Ángel	11:20	12:40	10	8	Bueno	60	600	
Armado de racks	Arturo	08:00	08:30	30	1	Regular	10	300	
Staking	Javier	11:50	11:55	5	4	Bueno	40	200	
Aplicación de soldadura	Javier	08:10	11:40	210	1	Regular	10	2100	
Colocación de patines	Arturo	14:00	14:30	20		Regular	30	600	
Total				472			280	6840	

Ilustración 84: Control de tiempos de producción

Se requieren 6840 minutos para la fabricación de 10 *racks* que es el equivalente a 114 horas de trabajo o 14 jornadas laborales, tomando en consideración los datos obtenidos del control de tiempos de producción.

Con base a la capacidad instalada calculada en el capítulo 4.7 Determinación del tamaño de la planta de 2745 piezas al año y conforme los datos obtenidos en la proyección de ventas que oscilan entre 1500 y 1899 piezas anuales. Se está hablando que la capacidad instalada aprovechada es el 69%.

$$\frac{(1899) \times (100)}{2745} = 69\%$$

Anexo 3: Formato de evaluación de orden y limpieza

FORMATO DE EVALUACIÓN ORDEN Y LIMPIEZA		
Área	Fecha de revisión:	Autoriza:
Realizado por:		
SUELOS, PASILLOS Y VIAS DE CIRCULACIÓN	SI	NO
¿Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni materiales innecesarios?		
¿Las vias de circulación dentro del area de trabajo se encuentran despejadas por seguridad del personal?		
¿Las características del suelo permiten su limpieza y mantenimiento?		
MAQUINARIA Y EQUIPOS	SI	NO
¿La maquinaria se encuentra limpia y libre de material innecesario?		
¿Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasas?		
HERRAMIENTAS	SI	NO
¿Estan almacenadas en gabinetes o estantes adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar?		
¿Se guardan limpias de aceite y grasa?		
¿Las electricas tienen el cableado y las conecciones en buen estado?		

Ilustración 85: Formato de evaluación de orden y limpieza

Formato utilizado para la implementación de Seiso o limpieza con la finalidad de tener un control y estandarización del proceso.

Se recomienda entregar un formato a cada trabajador para aplicar todos los días antes de iniciar turno, para la verificación de orden y limpieza en cada área de trabajo, mediante esta evaluación rápida los trabajadores adoptaran la responsabilidad y disciplina de mantener su espacio de trabajo limpia y libre de cosas innecesarias, además con la aplicación de este formato se estará aplicando la estandarización de la metodología de 5´s.

Anexo 4: Cotización de precios de mamparas para soldadura




Opción	Imagen	Descripción	Costo	Proveedor
1		Cortina para soldar anti-chispa ignifuga de 1.82 x 1.82 metros, color rojo.	\$ 1117.46	Mercado libre
2		Cortina de vinil retardante de llamas con ojales de uso pesado cada 12", armazón de acero calibre 18 resistente a la oxidación, fácil de ensamblar con cinchos reutilizables incluidos. Tamaño 6" x 8" de alto y ancho	Precio unitario: \$ 2904 Más de tres productos: \$ 2794	ULINE MÉXICO
3		Cortina para soldadura Westward, de 6 pies de altura por 6 pies de ancho, grosor 0.014", ojales cada 12", material de PVC transparente, resistencia a la temperatura: 1000 Degrees F.	\$ 788. 80	GRAINGER MÉXICO

Tabla 20: Cotización de precios de mamparas

La tabla anterior muestra la cotización de mamparas de soldadura que se requieren en la segunda propuesta de implementación de *Layout*, detallada en el capítulo 5 de las propuestas de implementación de esta tesis. Por recomendación se sugiere comprar la opción 1, ya que, es de precio accesible y cumple con las necesidades que se requieren dentro de esa propuesta.

Anexo 5: Lista de costos de impacto económico

En el capítulo 4.5 Situación actual de la empresa, se presenta una tabla de Problemas actuales y prioridad de atención en la cual se visualiza el impacto económico aproximado que generan los problemas que presenta la empresa actualmente, a continuación, se muestra la lista de precios que crean el costo aproximado de la Tabla 4:

Descripción	Imagen	Costo
Pulidora Bosh		\$ 1544.46
Taladro manual Bosh		\$ 1837.70
Pedacería de materia prima, PTR, Tubos, Soleas		\$ 1000

Tabla 21: Lista de costos de impacto económico

En la tabla anterior se muestran las pérdidas más comunes de herramienta y materiales de trabajo como PTR, tubos y soleras, que impactan en un costo aproximado de \$ 4382.16, considerando que los retrabajos y entregas a destiempo no generan un costo adicional ya que, no se realizan pagos por trabajo extra dentro o fuera de la empresa y sus clientes tampoco toman medidas de sanción que generen algún costo demás por entregas a destiempo. Por lo tanto, la falta de identificaciones y señaléticas impactan en un costo aproximado de \$1000 equivalente al costo de materia prima.

Anexo 6: Cálculo de holgura de la proyección de ventas

En el capítulo 4.7 Determinación del tamaño de la planta y expectativa de crecimiento, se muestra una tabla de pronóstico de ventas futuras en la cual se indica que la holgura de venta es del 13%.

A continuación, se muestran los cálculos que terminan dicho porcentaje:

Método de Extrapolación		
Año	Ventas (Unidades)	Variaciones porcentuales de venta
2017	2500	0
2018	1000	0.40
2019	1100	0.10
2020	1500	0.36
2021	1899	0.27
2022	1389	-0.27
2023	1850	0.33
2024	1964	0.06
2025	1985	0.01
2026	2042	0.03
	TOTAL	1.29

Tabla 22: Proyección de ventas por el método de extrapolación

Una vez obtenidas las ventas futuras, se calcula la variación porcentual de venta, derivada de la división de ventas del año que se quiere calcular sobre las ventas del año anterior, menos uno.

A continuación, se muestra el ejemplo del cálculo de variación porcentual de venta del año 2019, de acuerdo a los datos de la tabla anterior:

$$\left(\frac{1100}{1000} \right) - 1 = 0.10$$

Después de calcular la variación de los 10 años asignados se realiza una suma de todas las variaciones, obteniendo un total de 1.29 que multiplicado por el 100% nos da una variación porcentual de venta del 129% y dividido entre el número total de años, el resultado de la holgura es del 13%

$$\left(\frac{129 \%}{10} \right) = 13 \%$$

Anexo 7: Cálculo de costos de implementación

De acuerdo a la tabla 19 de las propuestas de implementación, se detallan los costos de implementación de cada una de las propuestas como se muestra a continuación:

- Costos de clasificación

Papelería de tarjetas de clasificación \$ 6.00 por hoja con 4 tarjetas

$$(6) \times (15) = \$90$$

- Costos de orden

Compra de un carro para clasificación de herramientas \$1500



- Costo de limpieza

Galón de pintura Comex de 4 litros \$686

- Costo de alternativa de *Layout*

Escantillón \$ 2300

Renta de monta cargas \$ 800

Total de costos de implementación = \$5376