

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“INCREMENTO DE LA CAPACIDAD INSTALADA
EN EL ÁREA DE METALSHOP”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

Elaborada por:

ADOLFO ANGEL OROZCO GUZMÁN

Para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Asesor:

ING. ERIK GERARDO MARTÍNEZ GÓMEZ

Salvatierra, Gto.

Agosto, 2024



FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Lugar y fecha: 19 de agosto de 2024

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. M.C.P. OMAR GIL VÁZQUEZ

Jefe(a) de la División de Estudios Profesionales o su equivalente en los Institutos Tecnológicos Descentralizados

PRESENTE

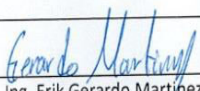
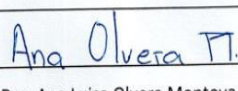
Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre:	Adolfo Angel Orozco Guzman
Carrera:	Ingeniería Industrial
No. De Control	IN19110269
Nombre del proyecto:	Incremento de la capacidad instalada en el área de Metashop
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE


M.C.P./Omar Gil Vázquez

 Ing. Erik Gerardo Martínez Gómez Nombre y firma del Asesor	 Ing. Alejandra Martínez Coria Nombre y firma del revisor	 Dra. Ana Luisa Olvera Montoya Nombre y firma del revisor
--	--	---

*Solo aplica en caso de Tesis

Ccp. Expediente



Manuel Gómez Marín No. 300 Comunidad de Janicho, Salvatierra, Guanajuato C.P.
38933 Tels. 466 663 98 00 y 466 688 06 31 Ext. 130, e-mail: omgil@ites.edu.mx
| www.ites.edu.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE GUANAJUATO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
TEL. 466 688 06 31

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a mis Padres por brindarme esta oportunidad de terminar la carrera y continuar como profesionista, todo esto se lo debo gracias a ellos y a su apoyo.

También agradezco a Dios por mantener a mi familia unida y con salud.

Gracias a mi Universidad Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra por permitirme formar parte de ella e impartirme sus conocimientos y estadía que conforma una educación profesional.

Le agradezco a mis profesores por aportarme gran parte de su conocimiento, para forjar mi desarrollo profesional y emocional, impartiendo las materias necesarias para el desarrollo de mi trabajo como profesionista y hacer frente a cualquier problema que se presente.

Estoy agradecido con mis compañeros de trabajo, ya que la carrera es un poco pesada. Al estar con ellos apoyándonos unos con los otros hacen que un trabajo se convierta en una experiencia que nos aporte bastante conocimiento teórico-práctico en un ambiente bastante agradable junto a ellos. Además de que sabes que siempre estarán para apoyarte y yo siempre estaré para apoyarlos a ellos. (F Y E).

DEDICATORIA

A mis padres por haberme dado todo el apoyo emocional y económico que requiere un esfuerzo tan grande como este, por brindarme su apoyo cuando lo necesitaba y por siempre estar al pendiente de cualquier situación, sin importar cual sea el problema, confiando en mi en todo momento y dándome siempre lo mejor. Mis padres, Sara y Adalberto las personas que más amo en la vida.

RESUMEN

Dentro del Capítulo 1 muestra los datos generales del proyecto, donde se incluye la información de la empresa, planteamiento del proyecto, objetivos del proyecto, actividades a realizar y por qué se va a desarrollar el proyecto.

En el Capítulo 2 contiene la información de diferentes proyectos similares que se han realizado y que nos pueden ayudar para darnos una idea de cómo se hizo y los resultados que se obtuvieron tomando la información como experiencia o implementación en el proyecto, además de la filosofía de la empresa con apartados como misión, visión, valores y tecnología de la empresa referente a la maquinaria que se cuenta en el área.

El Capítulo 3 trata del marco teórico, donde se incluye cada información necesaria para la elaboración del proyecto, así como las diferentes estrategias que se pueden emplear para el cumplimiento de los objetivos específicos y actividades programadas, conteniendo palabras y puntos clave esenciales para un mayor enfoque del proyecto.

Las actividades seleccionadas se colocan en el Capítulo 4 Metodología, donde nos indica que y cómo es que se realizaran las actividades para plasmarlas en el apartado de resultados. Además, dentro de este capítulo se describe el enfoque, tipo de investigación del proyecto y las técnicas y recolección de datos, que se utilizaran para obtener los datos necesarios, formatos y poder llevar acabo las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos específicos, como el focus group, entrevistas informales, Checklist y herramientas de medición como flexómetro, vernier, Goniómetro, etc.

En el Capítulo 5 se plasman los resultados obtenidos, a través de la implementación de las actividades del aumento de capacidad instalada, donde desglosa los datos anteriores y actuales que la empresa tuvo gracias a los cambios producidos por las nuevas maquinarias instaladas y mejoras realizadas dentro del área de Metalshop.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XI
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Objetivo General	16
1.3. Objetivos Específicos.....	17
1.4. Justificación del proyecto	17
1.5. Hipótesis	18
1.6. Alcance del proyecto.....	18
1.7. Limitaciones	18
1.8. Descripción detallada de las actividades	19
1.9. Lugar donde se realizará el proyecto	20
1.10. Información sobre la empresa.....	21
CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA.....	22
2.1 Fundamentos teóricos.....	22
2.1.1 Fundamentos del proyecto	22
2.2 Filosofía de la empresa.....	25
2.2.1 Misión	25
2.2.2 Visión.....	25
2.2.3 Valores	25
2.3 Tecnología actual de la empresa	26
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO.....	28

3.1 Lean Manufacturing	28
3.1.1 Aplicación de conceptos Lean	28
3.1.2 Requisitos para la eliminación del desperdicio	29
3.2 Desperdicios o mudas.	29
3.3 Sobreproducción	30
3.3.1 Características de la sobreproducción	30
3.3.2 Causas de la sobreproducción.....	31
3.4 Sobreinventario	32
3.4.1 Características de los sobreinventarios	32
3.4.2 Causas de los sobreinventarios	33
3.5 Productos defectuosos	33
3.5.1 Características que generan los defectos	34
3.5.2 Causas de los defectos y repetición de tareas.....	34
3.6 Transporte de materiales.....	35
3.6.1 Características del transporte	35
3.6.2 Causas del transporte	35
3.7 Procesos innecesarios.....	36
3.7.1 Características de los procesos innecesarios	36
3.7.2 Causas de los procesos innecesarios.....	36
3.8 Espera	37
3.8.1 Características de la espera	37
3.8.2 Causas de la espera	38
3.9 Movimientos innecesarios	38
3.9.1 Características de los movimientos innecesarios de las personas ..	38
3.9.2 Causas de los movimientos innecesarios de las personas	39
3.10 Herramientas básicas de Lean Manufacturing	39
3.10.1 Diagrama de pescado (Ishikawa).....	39

3.10.1.1 Procedimiento para elaborar un diagrama de Ishikawa	40
3.11 5'S	40
3.11.1 Seleccionar	41
3.11.2 Organizar	42
3.11.3 Seguimiento	43
3.11.4 Estandarizar	44
3.11.5 Limpiar	45
3.12 Diagrama de árbol	46
3.13 Productividad	46
3.13.1 Eficiencia.....	47
3.13.2 Eficacia	48
3.14 Kaizen.....	48
3.14.1 Proceso de planificación para la mejora continua.....	50
3.14.2 Mudanzas estratégicas para aplicar Kaizen	50
3.15 Tipos de hipótesis.....	51
3.16 ¿Qué es una investigación?	51
3.16.1 Tipos de investigación.....	52
3.16.2 Investigación cuantitativa y cualitativa	53
3.17 Diagrama de flujo de proceso.....	54
3.18 Requerimiento del estudio de tiempos.....	55
3.19 Cronómetro.....	55
3.20 Tablero de estudio de tiempos	56
3.21 Capacitación.....	56
3.21.1 Proceso de capacitación	57
3.22 Técnica del tiempo para controlar la productividad	58
3.23 Layout.....	59
3.23.1 Principios de Layout.....	59

3.24 Metrología.....	60
3.25 Instrumentos de medición.....	61
4. METODOLOGÍA	64
4.1 Enfoque de investigación	64
4.2 Tipo de investigación	64
4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos	65
4.4 Método.....	68
4.4.1 Objetivo 1.....	68
4.4.2 Objetivo 2.....	69
4.4.3 Objetivo 3.....	71
4.4.4. Objetivo 4.....	72
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	73
5.1 Objetivo 1.....	73
5.2 Objetivo 2.....	79
5.3 Objetivo 3.....	85
5.4 Objetivo 4.....	103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
Conclusiones	115
Recomendaciones	115
FUENTES DE INFORMACIÓN	117
Bibliografía	117
ANEXOS	120
Anexo 1.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de la empresa Metalfrio Solution.....	21
Tabla 2. Tabla de la maquinaria de Metalfrio Solution.	26
Tabla 3.Tabla de técnicas e instrumentos de recolección de datos.	65
Tabla 4. Cambios en Layout de Metalshop.	81
Tabla 5. Tabla de mejoría antes y después del proyecto (Diseño de carros para material) con el limite general producido de 250 piezas de arrastres.	114

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Imagen satelital de la empresa MetalFrio Solution.	20
Ilustración 2. Boceto de diagrama de Ishikawa.	40
Ilustración 3. Imagen representativa de las 5's.	40
Ilustración 4. Imagen de paso de implementación para seleccionar (Seiri).	42
Ilustración 5. Imagen de preguntas para implementación de Seiton.	43
Ilustración 6. Imagen de la implementación de Shitsuke.	44
Ilustración 7. Imagen de apoyo de evaluación de 5's.	44
Ilustración 8. Imagen de ayuda para elaboración de un diagrama de árbol.	46
Ilustración 9. Tipos de investigación.	52
Ilustración 10. Características de la investigación cuantitativa y cualitativa.	54
Ilustración 11. Función de formación del talento humano.	58
Ilustración 12. Vernier.	61
Ilustración 13. Flexómetro.	62
Ilustración 14. Cronometro.	63
Ilustración 15. Goniómetro.	63
Ilustración 16. Formato recolector de tiempos.	68
Ilustración 17. Imagen de tabla de acuerdo al análisis de capacidad.	69
Ilustración 18. Diagrama de Ishikawa.	70
Ilustración 19. Layout del área de Metalshop.	70
Ilustración 20. Ciclo Deming de mejora continua.	71
Ilustración 21. Carro para material.	72
Ilustración 22. Diagrama de flujo de proceso del área de Metalshop.	73
Ilustración 23. Formulario de toma de tiempos llenado.	74
Ilustración 24. Porcentaje de tiempos recopilados.	75
Ilustración 25. Tabla de estudio de tiempos.	75
Ilustración 26. En la imagen se muestra el tiempo disponible por día.	76
Ilustración 27. Imagen del análisis de capacidad instalada.	76
Ilustración 28. Grafica del análisis de capacidad mensual y capacidad demandada.	77
Ilustración 29. Análisis positivo de capacidad instalada.	78
Ilustración 30. Gráfico de producción mensual y demanda.	78

Ilustración 31. Diagrama de Ishikawa correspondiente a maquila del área de Metalshop.....	79
Ilustración 32. Layout actualizado del área de Metalshop.....	80
Ilustración 33. Enumeración de espacios donde están colocadas cada una de las máquinas.....	80
Ilustración 34. Maquinas Muratec en proceso de instalación.	82
Ilustración 35. Maquina Muratec 3 instalada y trabajando de manera normal.	82
Ilustración 36. Maquina Muratec 4 trabajando de manera normal.	83
Ilustración 37. Producción y maquila de Marzo a Octubre.	84
Ilustración 38. Gráfico de Maquila de Marzo a Noviembre del 2023.	84
Ilustración 39. 5's en Troqueles.	85
Ilustración 40. Ergonomía del trabajador.	86
Ilustración 41. Mejora en seguridad del trabajador.	86
Ilustración 42. Limitación de área en maquinaria Muratec.	87
Ilustración 43. Tapa resguardadora en dobladora.....	87
Ilustración 44. Liberación de troqueles obsoletos (5's).	88
Ilustración 45. Caja de documentación en maquinaria.....	88
Ilustración 46. Ergonomía del trabajador.	89
Ilustración 47. Despeje de área por material innecesario.	89
Ilustración 48. Estandarización en carros y canastillas de material.	90
Ilustración 49. Guarda en maquina Muratec.	90
Ilustración 50. Herramienta seccionada y marcada para dobladora.	91
Ilustración 51. Identificación de racks.	91
Ilustración 52. Inventario de herramienta de punzonado.	92
Ilustración 53. Acondicionamiento de estructura para libro de instructivos.	92
Ilustración 54. Diseño de tapa para piso.	93
Ilustración 55. Portaherramientas para llaves Allen.	93
Ilustración 56. Guardas de seguridad en los racks de Metalshop.	94
Ilustración 57. Diseño de rack para polines.....	94
Ilustración 58. Checklist de arranque en Muratec.	95
Ilustración 59. Capacitación 1 para Checklist de arranque.	96
Ilustración 60. Capacitación 2 para Checklist de arranque en Muratec.	97
Ilustración 61. capacitación 3 para Checklist de arranque en Muratec.	98
Ilustración 62. Capacitación 4 para Checklist de arranque en Muratec.	99

Ilustración 63. Hoja 1 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.	100
Ilustración 64. Hoja 2 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.	101
Ilustración 65. Hoja 3 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.	102
Ilustración 66. Hoja 4 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.	103
Ilustración 67. Tapa posterior arrastre.	104
Ilustración 68. Arrastre posterior.	105
Ilustración 69. Tapa lateral arrastre.....	106
Ilustración 70. Guía para base compresora.	107
Ilustración 71. Guía para base compresora.	108
Ilustración 72. Arrastre posterior.	108
Ilustración 73. Tapa posterior arrastre.	109
Ilustración 74. Subensamble de piezas con tuerca insertos.	109
Ilustración 75. Resultado final de piezas subensambladas para los arrastres finales.....	110
Ilustración 76. Vistas de la opción 1 para transporte de piezas de arrastres.	111
Ilustración 77. Vista previa de carrito de transporte para material de arrastres.	112
Ilustración 78. Opción 2 de carrito para transporte de piezas de arrastres. ...	112
Ilustración 79. Vista previa de opción 2 para carrito de arrastres.....	113

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se analizará el aumento de capacidad instalada ya que es muy importante para cualquier lugar donde se requiera de una mayor producción, esencialmente si se trata de cantidades muy grandes, si se quiere reducir la mano de obra, el costo de producción y/o eliminar la maquila dentro de la cadena de suministros de una empresa.

En este caso en la Empresa Metalfrio Solution específicamente en el área de Metalshop (maquinas), se tiene un bajo índice de producción respecto a la cantidad demandada, por lo cual la empresa está obligada a acudir a otro sistema de producción como el outsourcing o mejor conocido como la maquila. La maquila siempre es cara y le genera un alto costo de producción a la empresa, por lo cual, también aumenta el precio de sus productos o le deja menos ganancias a la misma.

La empresa Metalfrio Solution se quiere deshacer de este problema, por lo cual, se debe aumentar la productividad del área de Metalshop, que es donde se está presentando este problema. Para ello se analizará las posibles causas de porque se origina este problema y se buscará generar una solución para evitar este tipo de problemas, aumentando la productividad del área sin afectar el flujo de procesos de la misma, a través de la implementación de las diferentes herramientas de manufactura.

Dentro del Capítulo 1 muestra los datos generales del proyecto, donde se incluye la información de la empresa, planteamiento del proyecto, objetivos del proyecto, actividades a realizar y por qué se va a desarrollar el proyecto.

En el Capítulo 2 contiene la información de diferentes proyectos similares que se han realizado y que nos pueden ayudar para darnos una idea de cómo se hizo y los resultados que se obtuvieron tomando la información como experiencia o implementación en el proyecto, además de la filosofía de la empresa con

apartados como misión, visión, valores y tecnología de la empresa referente a la maquinaria que se cuenta en el área.

El Capítulo 3 trata del marco teórico, donde se incluye cada información necesaria para la elaboración del proyecto, así como las diferentes estrategias que se pueden emplear para el cumplimiento de los objetivos específicos y actividades programadas, conteniendo palabras y puntos clave esenciales para un mayor enfoque del proyecto.

Las actividades seleccionadas se colocan en el Capítulo 4 Metodología, donde nos indica que y cómo es que se realizaran las actividades para plasmarlas en el apartado de resultados. Además, dentro de este capítulo se describe el enfoque, tipo de investigación del proyecto y las técnicas y recolección de datos, que se utilizaran para obtener los datos necesarios, formatos y poder llevar acabo las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos específicos, como el focus group, entrevistas informales, Checklist y herramientas de medición como flexómetro, vernier, Goniómetro, etc.

En el Capítulo 5 se plasman los resultados obtenidos, a través de la implementación de las actividades del aumento de capacidad instalada, donde desglosa los datos anteriores y actuales que la empresa tuvo gracias a los cambios producidos por las nuevas maquinarias instaladas y mejoras realizadas dentro del área de Metalshop.

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

La empresa Metalfrio Solution se dedica a la fabricación y venta de equipos de refrigeración, está conformada por cuatro líneas de producción, un departamento de puertas, un departamento de maquinaria y un área de embarques que interactúan entre sí para conformar el producto final.

Dentro del área de máquinas se está presentando un problema de alto nivel de maquila¹, debido a la falta de productividad y capacidad del área.

La presencia de la maquila en la empresa Metalfrio Solution es un problema muy grave, ya que indica una baja productividad en los procesos de fabricación, haciendo recurrir a la maquila externa, aumentando costos de producción, costos de transporte, modificar tiempos de entrega, aumentos en horas extra de trabajo y desequilibrios en la planeación.

Metalfrio Solution es una empresa que necesita de la maquila, siempre va a tener desventajas ante la competencia, ya que los costos del producto y tiempo de espera es mucho mayor en comparación a otra empresa que si tenga los recursos necesarios para fabricar el producto, por lo cual la empresa Metalfrio Solution está cerrada a un incremento de producción o nuevas propuestas de expansión.

1.2. Objetivo General

Cumplir el requerimiento del volumen programado para 2023 a través del incremento de capacidad instalada para evitar un sobre costo de producción por maquila de piezas fabricadas.

¹ Maquila: Pagar un servicio de producción, manufacturas, transformación, ensamblaje, empaque y etiquetados del producto.

(Impulsa, 2018)

1.3. Objetivos Específicos

- Incremento de capacidad para 100% de la producción.
- Eliminar 70% de producción por maquila.
- Evitar mudas de producción en cambios de layout.
- Disminuir MOD en área de soldadura con cambios en las piezas y transporte de estas.

1.4. Justificación del proyecto

Mantener un flujo constante es indispensable para la empresa Metalfrio Solution, si desea alcanzar el éxito y cumplir con la productividad o demanda inesperada, se debe de adaptar a los cambios, ya que dentro de la empresa siempre existirían variaciones a las cuales se debe responder. El cambio es algo primordial en cualquier trabajo, ya que si se quiere mejorar algo debemos cambiar el modelo anterior.

Es importante resolver este problema ya que si se quiere tener un crecimiento exponencialmente económico se necesita deshacerse de todas las causas que originan esta problemática (maquila), teniendo un ahorro de todos los costes de producción y mano de obra, además de mantener un equipo de personal bien capacitado y un equilibrio y/o reducción de recursos necesarios para la producción planeada (Eficiencia).

Eliminar el proceso de maquila dentro de Metalshop, mantendría un flujo mayor de producción ya que estaríamos eliminando el principal cuello de botella dentro de la cadena de suministros de Metalfrio Solution.

1.5. Hipótesis

H0: Implementando técnicas de manufactura esbelta (5's, Kaizen, estandarización) y aumentando la capacidad instalada se logrará mejorar el rendimiento y reducir la maquila dentro del área de Metalshop, cumpliendo con esto, los objetivos de dicha área para 2023.

H1: Implementando técnicas de manufactura esbelta (5's, Kaizen, estandarización) y aumentando la capacidad instalada no se logrará mejorar el rendimiento y reducir la maquila dentro del área de Metalshop, incumpliendo con esto, los objetivos de dicha área para 2023.

1.6. Alcance del proyecto

- Disminuir el costo de producción en el área de Metalshop.
- Aumento del tiempo de operación de la maquinaria.
- Disminución de desperdicios en el área de Metalshop.
- Reducción de MOD en Metalshop.
- Puede llegar a generar más MOD y empleo en el área de recursos humanos.

1.7. Limitaciones

- El presente proyecto se realizará solo en Metalfrio Solution específicamente en el área de Metalshop (Máquinas).
- El tiempo no sea el suficiente para realizar el proyecto.
- Exista un paro temporal o definitivo en la empresa Metalfrio Solution.

1.8. Descripción detallada de las actividades

Observación. Se realizará la observación para identificar los puntos críticos del área, así como la identificación de maquinaria, procesos y funcionamiento de la misma.

Diagrama de flujo. Se abordará un diagrama de flujo para ver el flujo del proceso en la planta dentro del área de Metalshop.

Análisis de capacidad instalada. Se realizará un análisis tomando en cuenta la capacidad de maquinaria, tiempo de operación en relación a la demanda programada para septiembre.

Modificación de espacio en layout. Se identificará la manera de modificar espacios innecesarios para colocación de nueva maquinaria.

Instalación de maquinaria. Se instalará maquinaria necesaria para cumplir con el plan de producción.

Toma de tiempos. Se tomarán tiempos ciclos de todas las máquinas para poder determinar la productividad y capacidad de las mismas.

Diagrama de pescado. Se llevará a cabo la creación de un diagrama de pescado para identificar las posibles causas y consecuencias de la maquila.

Realizar mejoras dirigidas. Eliminar mudas dentro del proceso de producción.

Modificación de layout en área de soldadura. Se modificará el layout existente en el área de máquinas para mejorar el flujo de este y reducir mano de obra directa dentro del área.

Diseño de carros. Se diseñarán carros para disminuir el tiempo ciclo de las piezas fabricadas en soldadura.

Checklist: Se diseñará un Checklist de arranque de maquinaria para evitar posibles fallos dentro del tiempo de operación debido a falta de conocimiento de manejo de las mismas.

1.9. Lugar donde se realizará el proyecto

En la ilustración 1 se muestra la imagen satelital de la empresa Metalfrio Solution S.A de C.V.



Ilustración 1. Imagen satelital de la empresa MetalFrio Solution.

Fuente: https://earth.google.com/web/search/Metalfrio+Celaya,+Ciudad+Industrial+de+Celaya,+Celaya,+Guanajuato,+M%C3%A9xico/@20.55456633,-100.81707557,1758.9859031a,2247.31060291d,35y,-0h,0t,0r/data=CigiJgokCWECUooqjUBAESH_z23vZCNAGcIBloo9DVLAIfp9bZBDi2DA

1.10. Información sobre la empresa.

En la tabla 1 se muestran los datos más relevantes de la empresa.

Tabla 1. Datos de la empresa Metalfrio Solution.

Fuente: Propia.

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Nombre:	Metalfrio Solutions, Celaya, México S.A de S.V.
Giro:	Comercial
Domicilio:	Celaya, Guanajuato-México, poniente 4, manzana 2 – lotes 11 y 12, Ciudad industrial.
Teléfono:	461-618-8100
E-mail:	frodriguez@metalfrio.com
RFC:	
Nombre del contacto:	Francisco Rodríguez Aboytes.

CAPÍTULO 2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Fundamentos teóricos

En el presente proyecto no se cuenta con fundamentos teóricos por seguridad de la empresa.

2.1.1 Fundamentos del proyecto

-“Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal”.

Autor: Jesús Miguel Mejía.

El objetivo de esta tesis es proponer una mejora para la optimización de los procesos y eliminar actividades que no agregan valor la empresa, a lo cual el autor utiliza diversas herramientas de lean manufacturing (fabricación ajustada) como reducción de mudas, Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor), 5's y tarjetas Kanban.

La aplicación del Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor), permitió identificar el desperdicio de espera e inventario, el cual establece que el 99.3% del Lead time el producto se encuentra en espera para ser procesada en cada una de las estaciones en toda la línea de producción, mientras el 0.7% representa el tiempo de ciclo que es el tiempo necesario para el procesamiento del producto. Este tiempo de espera se debe principalmente a tres motivos: el 68,92% del tiempo de espera es causado por la decisión de mantener stock en las estanterías previo al inicio de la producción debido al transporte de libros para su procesamiento con planeamiento de una semana; el 21.49% se debe al sistema de trabajo representado por lotes de producción de 14 libros, lo cual genera interrupciones entre las estaciones de trabajo; y finalmente el 9.59% se debe al balance de línea actual y al cuello de botella.

Además de que la aplicación de 5's le da la ayuda de visualizar fácilmente los documentos, inspira a los trabajadores a trabajar de manera eficiente en un área limpia y mantener un inventario actualizado.

(Mejía, 2023)

-“Análisis de factibilidad para el incremento de capacidad instalada en el almacén del centro de distribución de una empresa en Cancún”

Autores: Felipe Pérez, Paola Alfaro, Luz María De La Garza, Francisco Lerma.

La investigación se desarrolló en el almacén del centro de distribución Sigma Alimentos Cancún, empresa dedicada al almacenamiento y distribución de alimentos congelados. El problema se centró en determinar la capacidad real de almacenamiento de la empresa y encontrar una propuesta para el incremento en el almacenamiento en frío que satisfaga la demanda de los próximos años. Se utilizó una metodología de planeación y evaluación de proyectos de 4 fases de estudio: de marcado, técnico, económico-financiero y de resultados. En el desarrollo del proyecto están los análisis de los 3 estudios y sus respectivos resultados. Al final de esta investigación se propone la expansión del espacio de almacenamiento, aumentando su capacidad instalada en 67 500 kilogramos, lo que permitirá su correcto funcionamiento en al menos 5 años, demostrando que, incluso, podría ser operado por 9 años más.

(Pérez, Alfaro, Garza, & Lerma, 2020)

-“Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen (Mejora)) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera”

Autores: Edith Luz Vargas Crisóstomo, José William Camero Jiménez

La presente investigación se desarrolla en una empresa manufacturera que en los últimos cuatro años ha estado presentando un problema de baja productividad en el área de producción de adhesivos acuosos, cuyos valores de productividad son inferiores a 5 Kg/h-h, que es el valor esperado. Por consiguiente, en el presente estudio se consideró necesario aplicar una estrategia de mejora basada en la metodología de Lean Manufacturing, por lo que se seleccionó la metodología Kaizen (Mejora) y las 5S. La aplicación se llevó a cabo en etapas que consistieron, primero, en un diagnóstico situacional,

seguido del diseño, la implementación y la evaluación de los resultados; estas etapas se desarrollaron en 7 meses, de enero a julio del 2019. Al culminar la aplicación de la metodología del Lean Manufacturing, se evaluaron los resultados de la productividad y se obtuvo un valor promedio de 5.58 Kg/h-h. Cabe mencionar que, en el año 2018, antes de la aplicación del Lean Manufacturing, se tenía un valor promedio de productividad de 4.37 Kg/h-h. (Jiménez, Camero., & ., 2021)

-“Diseño de layout en un almacén del Ingenio Azucarero de Imbabura, Ecuador”. Autores: Erik Orozco, Neyfe Sablón, Karla Barrezueta.

En muchas ocasiones, los sistemas productivos obtienen sus ventajas competitivas de la efectiva gestión de sus almacenes e inventarios, donde la toma de decisiones define fundamentalmente la estructura de los costos y nivel de servicio al cliente. Esto conlleva a que el diseño de almacenes se convierta en un problema de alta complejidad, especialmente por: los problemas de tamaño y de dimensionamiento de todas sus áreas. En tal sentido, se diseñó una propuesta de layout, de conjunto con el dimensionamiento de todas sus áreas, para el almacén de productos terminados en un ingenio azucarero de Imbabura, Ecuador. Se emplearon la combinación efectiva de herramientas de pronósticos, tales como: la simulación de eventos discretos y los modelos de gestión de inventarios. Se obtuvo un mejor uso de la capacidad neta, de la utilización del área y de la altura de almacenamiento, para un alto nivel de servicio al cliente y disminuyendo los costos por concepto de manipulación de materiales. (Orozco, Sablón, Barrezueta, & ., 2019)

-“Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia”.

Autores: Sofía Carrillo, Carmen Ruíz.

Todo proceso de mejora continua debe promover que las condiciones de trabajo se presenten de manera que los retrasos, las pérdidas de operatividad o cualquier fallo se reduzcan paulatinamente, de modo que el aprovechamiento de los recursos esté lo más cercano a lo óptimo posible. Es por ello que se ha trazado como objetivo primordial en este estudio establecer una propuesta de

implementación de lean manufacturing por medio del uso de herramientas de producción esbelta y de confiabilidad de procesos, de modo que se promueva la búsqueda del beneficio mutuo en el aprovechamiento de oportunidades de mejora y optimización de recursos y procesos. Para tal hecho, se hicieron mediciones del sistema actual versus el propuesto o mejorado de manera que se facilitara la operación, el manejo de las rutinas de trabajo, el ambiente físico de las instalaciones y se elevara la motivación de todos en la empresa. Este tipo de investigación se presenta de manera descriptiva diseñado con base a las herramientas lean manufacturing como las cinco eses (5 s) y herramientas de mantenimiento en confiabilidad a través de sus conceptos.

(Carrillo, Ruíz, & ., 2019)

2.2 Filosofía de la empresa

2.2.1 Misión

Entregar los mejores productos y soluciones de servicio para la refrigeración de alimentos y bebidas, que promuevan las marcas de nuestros clientes.

2.2.2 Visión

Hasta 2025, consolidarnos como un jugador clave en el sector de la refrigeración comercial en Norteamérica y LATAM, siendo la mejor opción para nuestros clientes, unido al enfoque de un negocio sostenible y rentable.

2.2.3 Valores

- Gestión de personas.

Atraer, desarrollar, cuidar y retener a la persona.

- Enfoque en los resultados.

Trabajo en equipo para conseguir los mejores resultados en una empresa.

- Orientación al cliente.

Mejor comprensión del cliente para ofrecer las mejores soluciones.

- Liderazgo.

Capacidad para inspirar e influir en la organización.

- Construcción de alianzas.

Trabajamos juntos estableciendo relaciones integrales dentro y fuera de la empresa.

- Dueños del negocio.

Todos actuando como dueños de la empresa.

2.3 Tecnología actual de la empresa

En la siguiente tabla se muestra la tecnología actual de la empresa, definiendo nombres, características e imágenes de la maquinaria con la que cuenta la empresa Metalfrio Solution, dentro del área de Metalshop.

Tabla 2. Tabla de la maquinaria de Metalfrio Solution.

Fuente: Propia.

Máquina	Descripción	Cantidad	Fotografía
SLITTER	Corta los rollos de lámina en n número de piezas del mismo tamaño (blanks).	1	
GUILLOTINA	Corta los blanks en piezas del tamaño real de la pieza final.	4	

PUNZONADORA Barrena las
piezas para
darle el
diseño,
tamaño y
forma
deseada.

6



DOBLADORA
(PRENSA) Dobla las
piezas en
diferentes
tamaños,
ángulos,
convirtiendo
la pieza
plana en una
pieza con
forma 3D.

9



CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing (manufactura esbelta) es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo. También se denomina manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota. Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizadas y capacitadas. Debemos entender que Lean Manufacturing es una tarea incansable e ininterrumpida para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes. El verdadero poder de Lean Manufacturing radica en descubrir continuamente las oportunidades de mejora que esconde toda empresa, pues siempre existirán desperdicios que podrán ser eliminados. Se trata de crear una forma de vida en la que se reconozca que los desperdicios existen y siempre serán un reto para aquellos que estén dispuestos a encontrarlos y eliminarlos.

Una empresa lean, esbelta o ágil, que quiere obtener el mejor beneficio dadas las condiciones cambiantes de un mundo globalizado, debe ser capaz de adaptarse rápidamente a cambios, utilizando las excelentes herramientas de mejora, prevención, solución de problemas y administración disponibles, y contando con hábitos que influyen en la cultura y con una administración congruente con el liderazgo que motive el cambio y el autocrecimiento.

(Socconini, 2020)

3.1.1 Aplicación de conceptos Lean

Se han desarrollado diversas aplicaciones, no solo en la manufactura, sino en los servicios. Actualmente se desarrollan casos de éxito en las siguientes aplicaciones de todos estos conceptos y herramientas:

- Lean Manufacturing (manufactura ágil).
- Lean Government (administraciones públicas ágiles).

- Lean Office (oficinas ágiles).
- Lean Healthcare (hospitales ágiles).
- Lean Hotel (hoteles ágiles).
- Lean Design (diseño ágil).
- Lean Logistics (logística ágil).
- Lean Accounting (contabilidad ágil).

Las aplicaciones específicas van en el sentido de mejorar procesos, cualquiera que estos sean, y de eliminar practicas desperdiciadoras que existen casi en cualquier proceso.

(Socconini, 2019)

3.1.2 Requisitos para la eliminación del desperdicio

Es importante tener en cuenta Siete puntos clave para implantar la metodología Lean en los procesos productivos de cualquier empresa:

- Definir el valor y hacerlo desde el prisma del cliente, que es quien necesita una solución.
- Determinar la cadena de valor para poder mejorar, eliminando los desperdicios.
- Crear un flujo dinámico en el que siempre se aporte valor.
- Generar el tirón o pull del cliente, cuyo pilar sea la demanda real y no una perspectiva a largo plazo.
- Mejora constante para conseguir la excelencia.
- Requisitos para la eliminación del desperdicio Tener un fuerte liderazgo.
- Tener la convicción de que hay que apoyar la capacitación continua.

(APD, 2023)

3.2 Desperdicios o mudas.

La mejor traducción de la palabra japonesa muda debería ser «exceso». Los siete tipos de desperdicio que afectan negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en

empresas e instituciones. Uno de los principales objetivos de Lean Manufacturing es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente todos los desperdicios en la industria, ya que reducen diariamente la capacidad de las empresas y representan un reto para administradores, gerentes y empleados en general. Para entender lo que es un desperdicio, es conveniente explicar primero que son las actividades que agregan valor (VA por sus siglas en inglés). Las VA son aquellas que producen directamente un cambio que el cliente desea, al grado que esté dispuesto a pagar por ese esfuerzo. Desperdicio o exceso será cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente. Estos esfuerzos aumentan los costos y disminuyen el nivel de servicio, con lo cual afectan los resultados obtenidos por la empresa. Toyota clasifica en siete grandes grupos los desperdicios o muda:

- Muda de sobreproducción.
- Muda de sobreinventario.
- Muda de productos defectuosos.
- Muda de transporte de materiales y herramientas.
- Muda de procesos innecesarios.
- Muda de espera.
- Muda de movimientos innecesarios del trabajador.

3.3 Sobreproducción

- Sobreproducir significa básicamente:
- Producir más de lo necesario.
- Producir más rápido de lo requerido.
- Manufacturar productos antes de que se necesiten.

(Socconini, 2019)

3.3.1 Características de la sobreproducción

La economía no alcanza el punto de mayor eficiencia, que sería cuando los productores pueden vender toda su mercancía.

Es lo contrario al exceso de demanda.

Los compradores y vendedores no alcanzan el mayor beneficio posible.

En competencia perfecta no hay sobreproducción porque el mercado alcanza el equilibrio por sí solo. Es decir, si la cantidad ofrecida es mayor a la demanda del público, los productores bajarán los precios para poder colocar todo su stock.

Una de las causas de superproducción es que el Gobierno fije por ley cuál será el precio(fijo o mínimo) de un producto y esta tarifa, a su vez, sea mayor a la del equilibrio de mercado.

(Lopez, 2020)

3.3.2 Causas de la sobreproducción

- El personal y el material se mueven innecesariamente.

El excedente de producción debe almacenarse antes de poder venderlo. Por lo tanto, debe destinar empleados y máquinas para trasladar los componentes, los productos en fase de fabricación y los productos terminados a su zona de almacenamiento.

- Los defectos de los productos quedan enmascarados hasta salir del almacén.

Cuando la producción es excesiva, las existencias también se sobrecargan. Incluso si se realizan controles en las diferentes etapas de producción, simplemente hay circulando demasiados productos y artículos en fase de fabricación.

- Disminuye la rentabilidad debido a una mala gestión del stock

La sobreproducción reduce el tiempo de rotación de su stock. El espacio que usa es más importante que el que realmente necesita. La falta de optimización del espacio o de ciertas etapas de su producción repercute en su rentabilidad.

- Los riesgos legales de la venta a pérdida

En caso de sobreproducción, la única forma de dar salida a su mercancía es reducir el precio. Pero no es una solución que se pueda utilizar a largo plazo.

(villacis, 2022)

3.4 Sobreinventario

Sobreinventario es cualquier material, producto en proceso o productos terminados que exceden a lo que se necesita para satisfacer la demanda del cliente. En general, los inventarios se generan para evitar las siguientes ineficiencias:

- Pronósticos erróneos sobre la demanda esperada.
- Desequilibrio en la producción.
- Poca confianza en que no haya descomposturas en la maquinaria empleada para la producción.
- Desconocimiento de la capacidad real de producción.
- Producir para aumentar la eficiencia de equipos o áreas individuales.
- Procesos o máquinas separados por grandes distancias.
- División del trabajo por lotes, lo que ralentiza el proceso.
- Productos defectuosos que hay que sustituir mediante un aumento en la producción.
- Campañas masivas de retrabajo cuando los defectos salen a flote.
- Tiempos muy altos para cambio de producto o preparación de máquinas.
- Distribución inadecuada de la planta.
- Altos colchones de producto sin plan de producción entre los procesos, con lo cual se ocultan los problemas.

3.4.1 Características de los sobreinventarios

- Espacios grandes en el andén de recepción de materias primas.
- Permanencia de las primeras entradas, en lugar de aplicar el principio «primero en entrar, primero en salir».
- Grandes cantidades de producto a la espera de ser procesado.
- Grandes áreas destinadas al almacenamiento de producto (materias primas, materiales, producto en proceso y producto terminado).
- Tiempos prolongados de proceso cuando se implementan cambios de ingeniería.
- Necesidad de recursos adicionales para el manejo de los materiales (personal, equipo, estantes, almacenes, espacios, sistemas).

- Baja rotación de inventarios.
- (Socconini, 2019)

3.4.2 Causas de los sobreinventarios

- Escaso conocimiento de la velocidad con la que se presenta la demanda real.
- Procesos inadecuados para satisfacer los requerimientos y especificaciones de los clientes.
- Cuellos de botella sin control.
- Capacidad insuficiente de las empresas proveedoras.
- Programación excesiva de tiempo extra.
- Malas decisiones administrativas.
- No se logra la optimización del trabajo de las personas y de los centros de trabajo.
- Bonos de productividad mal aplicados.

3.5 Productos defectuosos

Esta muda se refiere a la pérdida de los recursos empleados para producir un artículo o servicio defectuoso, ya que se invirtieron materiales, tiempo de la máquina y, lo más importante, tiempo de una persona para realizar un trabajo que, a fin de cuentas, no sirvió para agregar valor al cliente. Es algo similar a lo que ocurre cuando se quema un pastel al hornearlo: se desperdician ingredientes, gas y el trabajo de los cocineros; todo acaba en la basura, incluidos el tiempo y dinero invertidos. Aquí también entran las repeticiones de tareas, ya que, si bien el defecto puede ser corregido, la repetición implica realizar una o más tareas dos o más veces, incurriendo así en más gastos y en la pérdida de disponibilidad de los recursos de la empresa.

3.5.1 Características que generan los defectos

- Exceso de personal dedicado a inspeccionar, retrabajar o reparar.
- Inventario acumulado específicamente para ser retrabajado.
- Flujo complejo del producto dentro de la planta.
- Producto o servicio de calidad cuestionable.
- Errores en los embarques y en las entregas.
- Poca interacción entre cliente y empresas proveedoras.
- Pocas ganancias debido a las repeticiones de tareas, los desechos y los costos por primas de fletes urgentes y devoluciones.
- La organización se vuelve reactiva: se «apagan fuegos».

3.5.2 Causas de los defectos y repetición de tareas

- Procesos ineficientes.
- Variación excesiva en el proceso de producción.
- Incapacidad de las empresas proveedoras.
- Falta de control del proceso.
- Falta de control de los errores del personal.
- Decisiones administrativas inadecuadas.
- Capacitación inadecuada.
- Equipo y herramientas inadecuados.
- Distribución inadecuada de la planta o manejo excesivo de los materiales.
- Altos niveles de inventario.
- Malas condiciones ambientales.
- Falta de cultura de calidad.
- Falta de liderazgo en el tema de la calidad.
- Desconocimiento de las causas de los problemas.

(Socconini, 2019)

3.6 Transporte de materiales

Esta muda consiste en todos aquellos traslados de materiales que no apoyan directamente el sistema de producción. Mover los productos de un lado a otro de la planta no se traduce en un cambio significativo para el cliente, pero sí implica un costo, e incluso pone en riesgo la integridad del producto. Cabe aclarar que nos referimos en este caso al transporte dentro de las instalaciones de la empresa, y no a la entrega del producto a los clientes o centros de distribución.

(adminDSI, 2022)

3.6.1 Características del transporte

- Experiencia.
- Eficiencia.
- Seguridad de envíos.
- Rapidez.
- Flexibilidad.
- Trazabilidad total.
- Compromiso con el medio ambiente.

(adminDSI, 2022)

3.6.2 Causas del transporte

- Extravío de mercancía.
- Sobre peso y sobredimensión de carga.
- Documentación faltante o errónea.

- Retrasos.
- Receptor ausente.

(Altamarina, 2021)

3.7 Procesos innecesarios

Procesos innecesarios Si bien dentro de la empresa se pueden encontrar siempre muchos procesos bien estandarizados, estos no siempre agregan directamente valor para el cliente. Muchos de los trabajos son consecuencia de las necesidades del taller (como el cambio de un troquel de una prensa), de la calidad de la manufactura (como la inspección de un artículo antes de enviarlo a la siguiente estación) o de la mala planificación de las entregas (como desembalar la materia prima antes de iniciar la producción). La gestión adecuada de este tipo de desperdicio incluye su eliminación total, su combinación con otro proceso que, si agregue valor, su reducción o incluso su simplificación. Los ingenieros de planta se refieren a este proceso como ECRS (eliminación, combinación, reducción, simplificación).

3.7.1 Características de los procesos innecesarios

- Presencia de cuellos de botella en el proceso.
- Falta de especificaciones claras por parte del cliente.
- Exceso de inspecciones o verificaciones.
- Falta de equipos con dispositivos a prueba de errores.
- Algunas estaciones permanecen paradas mientras se hace trabajo administrativo.
- Información excesiva (en el proceso se cuenta con muchos documentos que no se utilizan).

3.7.2 Causas de los procesos innecesarios

- Mala comprensión de los procesos.

- Se realizan cambios en ingeniería sin efectuar los cambios correspondientes en el proceso.
- Tecnología nueva mal utilizada.
- Toma de decisiones a niveles inadecuados.
- Políticas y procedimientos inadecuados.
- Falta de información de los requerimientos del cliente, así como de sus especificaciones.

(Socconini L. , 2019)

- No se cuenta con una definición del proceso productivo, ni del flujo del proceso.

(Socconini L. , 2019)

3.8 Espera

Esta muda se refiere al tiempo que se pierde cuando un operador espera a que la maquina termine el trabajo, cuando las máquinas se detienen para esperar que el operador haga algún ajuste, o incluso cuando tanto el operador como la máquina están a la espera de materiales, herramientas o instrucciones. Todo esto implica un consumo de tiempo que no agrega valor, y constituye el más común de todos los desperdicios en la industria.

3.8.1 Características de la espera

- El operador espera a que la máquina termine su ciclo de procesamiento.
- La máquina espera a que la persona termine su ciclo.
- Los tiempos necesarios para el cambio de un producto o para la preparación de una máquina obligan a esperar a las personas.
- Una persona espera a otra para poder empezar o terminar su trabajo.
- La persona y la máquina están a la espera de instrucciones, de un programa o de materiales.
- Despreocupación por los errores de los equipos.
- Paros inesperados de equipo.

3.8.2 Causas de la espera

- Mala programación de la producción.
- Poco control de la producción.
- Desequilibrio de las operaciones.
- Falta de programación de los cambios de producto.
- Programación inadecuada de tiempos extras.
- No se cuenta con la maquinaria adecuada.
- Se emplea demasiado personal.
- El trabajo se organiza por departamentos y existe demasiada especialización.
- Falta de programas de capacitación en multihabilidades.
- Falta de capacitación de los operadores.

(Socconini, 2019)

3.9 Movimientos innecesarios

Movimientos innecesarios de las personas Esta muda se refiere al traslado de personas de un punto a otro en su lugar de trabajo o en toda la empresa, sin que ello sea indispensable para aportar valor al producto y sin que contribuya a la transformación o beneficio del cliente. Si observamos con cuidado cada ciclo de un trabajador, se encontrará fácilmente este tipo de desperdicio: si contamos los pasos o seguimos las rutas (algo a lo que no estamos acostumbrados) se descubre que muchas veces la persona camina más de lo necesario. Otro ejemplo muy común de este desperdicio son las búsquedas de herramientas, materiales o información. Todos esos movimientos, además de los indispensables para el cliente, hacen perder tiempo y, por ende, reducen la productividad de los procesos.

3.9.1 Características de los movimientos innecesarios de las personas

- Se emplea mucho tiempo en localizar materiales.
- Se emplea mucho tiempo en localizar personas e instrucciones.
- Se emplea mucho tiempo en localizar herramientas.

- Se realizan movimientos innecesarios al agacharse o caminar.
- Se realizan esfuerzos para alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo.

3.9.2 Causas de los movimientos innecesarios de las personas

- Distribución inadecuada de la planta.
- Mala organización del área de trabajo.
- Métodos de trabajo mal definidos o sin actualizar.

(leanlandia, 2019)

- Lotes de producción grandes.
- Los equipos o las personas no trabajan a su máxima capacidad.
- Poco control de la producción.

(leanlandia, 2019)

3.10 Herramientas básicas de Lean Manufacturing

3.10.1 Diagrama de pescado (Ishikawa)

Es una herramienta gráfica que se obtiene de una lluvia de ideas, en la que se enlistan de una manera organizada todas las causas de un determinado efecto, con lo cual resulta más fácil separar los problemas y las posibles zonas de mejora.

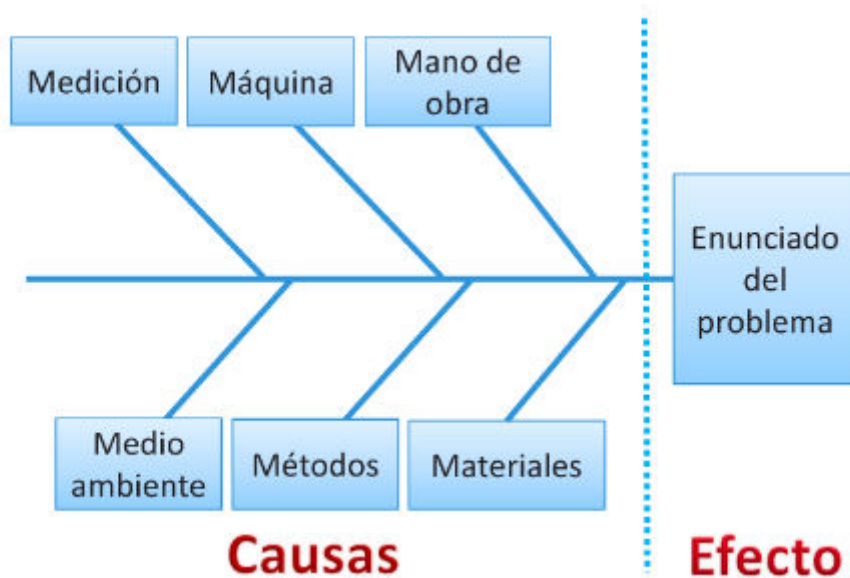


Ilustración 2. Boceto de diagrama de Ishikawa.

Fuente: (Socconini & L., 2021)

3.10.1.1 Procedimiento para elaborar un diagrama de Ishikawa

1. Se define el problema.
 2. Se definen categorías.
- (Socconini, 2021)
3. Se hace una lluvia de ideas en cada categoría.
 4. Se verifican las ideas en el lugar de los hechos.
 5. Se rodea en rojo las causas raíz.

3.11 5'S



Ilustración 3. Imagen representativa de las 5's.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/198577>

3.11.1 Seleccionar

Seleccionar (Seiri) : Es retirar todos los artículos que no son necesarios de nuestra área de trabajo.

Proceso de selección:

- Reconocer las áreas de oportunidad.
- Definir el criterio de selección.
- Identificar los objetos seleccionados.
- Disponer de los elementos seleccionados.

3.11.1.2 Procedimiento para aplicar 5'S (Seleccionar)

1.- Reconocer las áreas de oportunidad

- Almacenes
- Áreas de servicio
- Oficinas
- Producción
- Archivadores
- Equipos informáticos

2.- Definir el criterio de selección

Está de más Obsoleto Dañado Descartar Transferirlo Regalarlo Venderlo
Repararlo.

(Socconini, 2021)

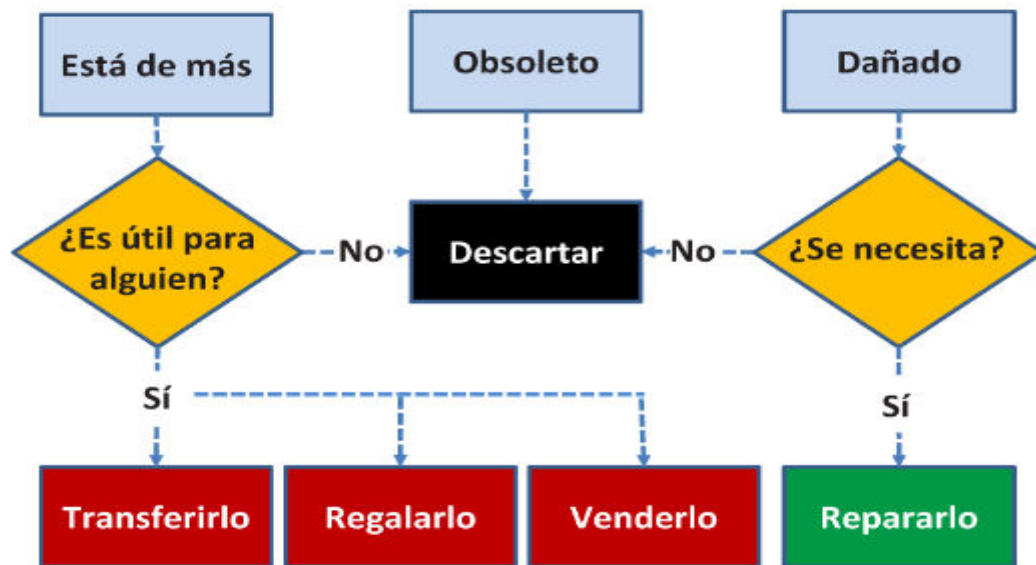


Ilustración 4. Imagen de paso de implementación para seleccionar (Seiri).

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/198577>

3.- Los objetos seleccionados como no necesarios deben ser identificados con una tarjeta roja y confinados en un área de cuarentena.

3.11.2 Organizar

Organizar (Seiton) : Es ordenar los artículos necesarios para realizar el trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa.

1. Preparar el área de trabajo.
2. Asignar lugares específicos.
3. Establecer reglas y seguirlas.

Elementos clave

- Lo que se necesita debe tener su ubicación.
- Eliminación de la búsqueda.

Significado

- Organizar los elementos esenciales para facilitar el acceso.
- Un lugar para todo.
- Todo en su lugar después del uso.

(Socconini, 2021)

3.11.2.1 Procedimiento para aplicar 5'S (Organizar)

1. Preparar el área de trabajo
2. Asignar lugares
3. Establecer reglas

Pregunta	Respuesta
¿Qué?	Definir los artículos necesarios (seleccionar)
	Identificar los artículos
¿Dónde?	Definir la localización
	Identificar el lugar
¿Cuántos?	Definir la cantidad
	Identificar la cantidad necesaria

Ilustración 5. Imagen de preguntas para implementación de Seiton.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/198577>

3.11.3 Seguimiento

Seguimiento (Shitsuke): Es hacer un hábito de las 4 S para asegurar que las áreas de trabajo sean más productivas.

El seguimiento nunca termina:

- Mejorar los estándares.
- Hacer recorridos gemba.
- Invitar a personas externas.
- Reconocer públicamente los éxitos.

(Socconini, 2021)

3.11.3.1 Procedimiento para aplicar 5'S (Seguimiento)

Preparación	Implementación 1.º S	Implementación 2.º S
Formación a directivos	Aplicar evaluación inicial de 5'S	Revisión de avances y formación 2.º S
Formación a todo el personal	Fotos del estado actual	Ordenar y marcar
Definición de equipo guía	Formación 1.º S	Verificar
Definición de áreas modelo (piloto)	Tarjetas rojas	Evaluación (<i>check list</i> con fotos de la 2.º S)
Dividir áreas	Clasificar	Fotografías para auditorías
Hacer pizarrones	Verificar tarjetas rojas	
Diseño de logotipo y lema	Evaluación (<i>check list</i>)	
Fotografiar áreas	Fotografías de avances	
Día cero		
Implementación 3.º S	Implementación 4.º S	
Revisión de avances y formación 3.º S	Crear manual de estandarización	
Establecer programas de limpieza	Crear formatos de evaluación	
Verificar	Hacer reglamento de orden y limpieza	
Evaluación (<i>check list</i> con fotos de la 3.º S)		
Fotografías de avances		

Ilustración 6. Imagen de la implementación de Shitsuke.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/198577>

3.11.4 Estandarizar

Estandarizar (Seiketsu): Estandarizar es lograr que los procedimientos, las prácticas y las actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza son mantenidas y mejoradas en las áreas de trabajo.

3.11.4.1 Procedimiento para aplicar 5'S (Estandarizar)

1. Integrar las actividades de las 5'S en el trabajo regular.
 - Establecer procedimientos
 - Elaborar manuales de estandarización.
 - Implementar evaluaciones de revisión.
2. Evaluar tareas.



Ilustración 7. Imagen de apoyo de evaluación de 5's.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/198577>

(Socconini & L., 2021)

3.11.5 Limpiar

Limpiar (Seiso): Es, básicamente, eliminar la suciedad.

3.11.5.1 Procedimiento para aplicar 5'S (Limpiar)

1. Determinar un programa de limpieza

Se deben asignar responsables de las actividades de limpieza y definir con qué frecuencia y cuándo se deben de llevar a cabo.

2. Definir métodos de limpieza.

- Hacer un listado con cada una de las actividades de limpieza que se han de realizar.
- Listar los artículos y equipos de limpieza que se necesitan.
- Documentar las actividades de limpieza en un procedimiento.

(Socconini & L., 2021)

3.12 Diagrama de árbol

Permite apreciar la relación entre las causas y efectos de un problema, combinando los 5 porque y las ideas generadas del problema, causas y efectos.

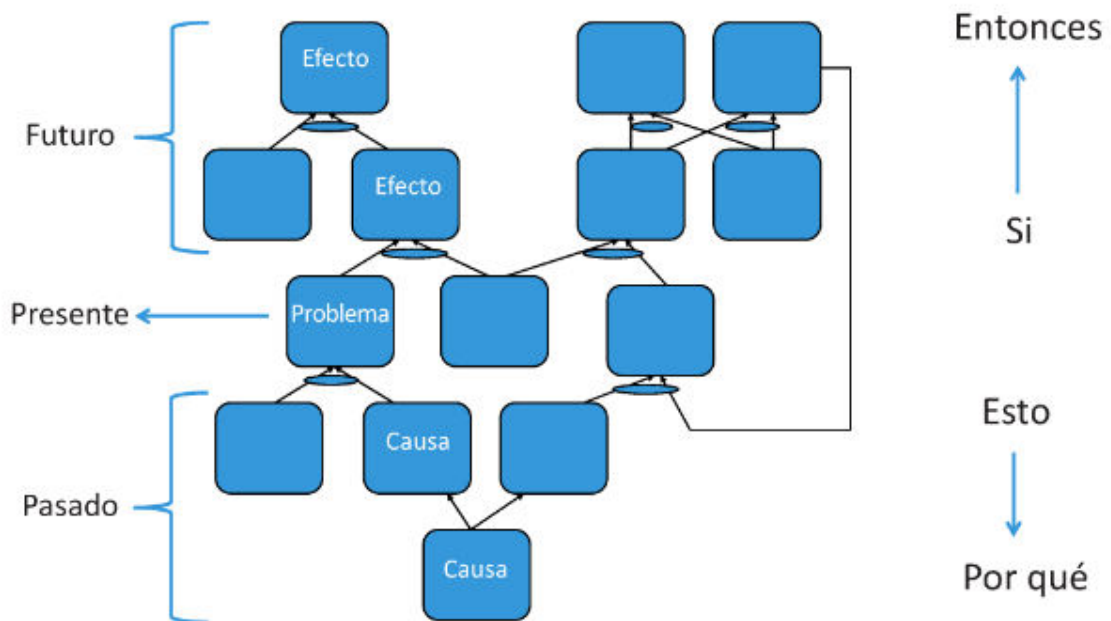


Ilustración 8. Imagen de ayuda para elaboración de un diagrama de árbol.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/198577>

(Socconini & L., 2021)

3.13 Productividad

La producción indica la acción de producir y también tiene que ver con el producto que resulta de dicha acción. Por tanto, la función de producción se refiere a la cantidad de productos hechos con ciertos recursos. A su vez, esta fue definida por Solow en 1957 en función de los insumos de capital y trabajo en un periodo (Lehmann y Koelling, 2010). La función de producción señala la relación tecnológica entre la cantidad de insumos y la cantidad del producto

(Varian, 2010) y representa las mejores combinaciones posibles de entrada-salida.

(Rodriguez, 2022)

El concepto de producción difiere del concepto de productividad. El primero es la cantidad producida mientras que la productividad es un concepto relativo. Por eso, la productividad debe ser comparada con un estándar en un momento específico o en el tiempo (Tangen, 2005), por lo tanto, mayor productividad no significa aumento de la producción o cantidad producida y como la productividad es un concepto relativo, su interpretación depende de variaciones a lo largo del tiempo o diferencias en comparación con otros productores o competidores.

3.13.1 Eficiencia

Los términos eficiencia y productividad son usados, en numerosas ocasiones, de manera intercambiable, pero según de acuerdo con Coelli et al., (2005) no son lo mismo y no tiene el mismo significado. Chase y col. (Citado por Burger, 2008) definen la eficiencia como la relación entre la producción frente a un estándar, de este modo debe existir cierta combinación eficiente de salida/entrada que constituye el estándar más alto de comparación, entonces si no existe un estándar de comparación no es posible evaluar la eficiencia.

La eficiencia se define como el nivel mínimo de recursos que, en teoría, se requiere para ejecutar las operaciones deseadas en un sistema productivo determinado, en comparación con la cantidad de recursos que realmente se utilizan, así el concepto de eficiencia es similar y está relacionado con el concepto de tasa de utilización que indica qué cantidad de equipo o de proceso es utilizado en la práctica, en comparación con su máximo.

La eficiencia describe el grado en que una actividad genera salidas con cierto mínimo consumo de entradas o salidas mayores con una cantidad dada de insumos; es la relación entre la producción real o salidas del proceso productivo y la capacidad efectiva, que es la capacidad de diseño menos las pérdidas, por tanto, la eficiencia describe qué tan bien se están utilizando los recursos, y esta

se da de manera óptima cuando los recursos utilizados generan el máximo rendimiento.

(Rodriguez, 2022)

3.13.2 Eficacia

La eficiencia y la eficacia se tratan generalmente como conceptos relacionados pero separados (Vuorinen et al., 1998). La eficacia indica la capacidad de alcanzar un propósito, relaciona la salida con el objetivo (Lehmann y Koelling, 2010) y es el grado en que los resultados finales se logran de acuerdo con un estándar requerido (Johnston y Jones, 2004). La eficacia indica la capacidad de alcanzar una meta o un propósito, relaciona la salida con el objetivo establecido para la operación (Vuorinen et al., 1998).

La eficacia señala la medida en que se alcanzan los objetivos, sin tener en cuenta los costos de los factores de producción utilizados para obtener el resultado o el volumen de salidas (Djellal y Gallouj, 2008). El concepto de efectividad está vinculado a la creación de valor para el cliente, es la capacidad de alcanzar objetivos o el grado en que se logran los resultados propuestos (Tangen, 2005). Productividad y efectividad, son distintas, la segunda está ligada a la capacidad de alcanzar objetivos específicos, mientras que la productividad se refiere a la relación entre los productos e insumos, se este modo, incrementar la productividad no es condición suficiente para mejorar la eficacia.

(Rodriguez, 2022)

3.14 Kaizen

Podemos definir la Estrategia Kaizen como “el proceso continuo de análisis de situación para la adopción proactiva de decisiones creativas e innovadoras tendientes a incrementar de manera consistente la competitividad de la empresa mediante la mejora continua de los productos, servicios y procesos (tanto productivos, como de apoyo y planificación)”.

El concepto de proceso define un conjunto de actividades (como lo son la definición de los valores, misiones, visiones, y objetivos de la empresa, como así también los análisis de las fortalezas y debilidades de la empresa, las oportunidades y amenazas del entorno y el análisis de la brecha) que de forma armónica permite marcar una clara diferencia competitiva en el mercado.

(Leon, 2009)

El hecho de ser continuo, lo diferencia de aquel accionar que tiende a realizarse durante un período del ejercicio y que no se vuelve a ver hasta el próximo. De lo que se trata es de realizar la estrategia como una forma de vida corporativa. Una actividad continua en la cual se evalúa de manera constante las situaciones a los efectos de formular y reformular las estrategias, su implantación y evaluación. El objetivo es lograrlo de manera consistente, lo cual implica obtener resultados no sólo en el corto plazo sino y por sobre todas las cosas en el largo plazo, la competitividad de la corporación. O sea, tener en los mercados globalizados la mayor participación de mercado, con la mayor rentabilidad sobre la inversión, mediante el mayor valor agregado por empleado y los mejores índices de satisfacciones por parte de clientes y consumidores.

La pregunta es cómo lograrlo. La respuesta es, “mediante la mejora continua no sólo de los procesos productivos de bienes y servicios, sino también de los productos y servicios, y de los procesos de apoyo y de la planificación en sí”. Nada debe escapar al proceso de mejora continua. Se debe mejorar el enfoque y posicionamiento de la empresa, se debe mejorar la percepción que de sus productos y servicios tienen los usuarios, se debe mejorar la manera de comunicarse con los consumidores.

Se debe mejorar metódica y sistemáticamente todos y cada una de las actividades y procesos realizados por la corporación. La mejora continua que podrá parecer como insignificante en un corto período de tiempo, separará de manera significativa a la empresa de sus competidores en un plazo no muy largo, pues la suma constante y sinérgica de conocimientos, calidad, productividades, ahorros y tiempos del ciclo engendran espacios difíciles o costosos de igualar.

(Leon, 2009)

3.14.1 Proceso de planificación para la mejora continua.

1. Compromiso de los máximos directivos. Es menester que éstos no sólo manifiesten su interés y subrayen la importancia de instaurar la Mejora Continua como objetivo estratégico, sino además que presten su apoyo económico y moral a la plena ejecución del mismo. Ello además implica seguir una determinada línea de conducta, evitando las contradicciones entre las acciones y las palabras (evitando de tal forma desmotivar a los empleados y obreros). Debe ponerse en juego un claro compromiso de liderazgo y motivación. (Leon, 2009)

2. Hacer conocer con claridad y precisión las necesidades y ventajas a los empleados.

3. Dar plena participación a los empleados. No hay compromiso sin participación.

4. Capacitación. Continua y en todos los niveles y áreas de la organización.

5. Planificación. Implica definir en primer lugar con precisión la misión, valores, visión y objetivos de la empresa, para a partir de allí proceder a profundizar el análisis de la misma, pasando luego a fijar objetivos cuantitativos y cualitativos a lograr en determinados plazos de tiempo.

6. Reconocer explícitamente los Factores Fundamentales de Supervivencia.

7. Comprometerse con un trabajo en equipo no sólo a nivel de sectores y procesos, sino además a nivel de toda la organización.

8. Implementar un sistema de evaluación, control e información, eficaz y confiable, que permita contar con datos precisos en tiempo y forma.

9. Participación de los integrantes de la organización en los beneficios.

3.14.2 Mudanzas estratégicas para aplicar Kaizen

Los Mudanzas Estratégicas están constituidos por:

- Las capacidades de empleados desaprovechadas.
- Tiempo
- Información
- Fortalezas de la empresa
- Clientes / Consumidores

(Leon, 2009)

3.15 Tipos de hipótesis

Hipótesis nula

La hipótesis nula se refiere a que la diferencia en un experimento se debe a fluctuaciones al azar y a que la variable independiente no tiene ningún efecto en la dependiente. Estadísticamente, se relaciona con la afirmación de que todas las muestras utilizadas salieron de la misma población en cuanto a las medidas que se estudian. La hipótesis nula es una forma conservadora de redactar la pregunta de la investigación, la cual predice que no habrá ninguna prueba evidente entre grupos (Sommer & Sommer, 2001:330). Tras una prueba estadística, la hipótesis nula se acepta (si no hay diferencia) sólo si el investigador concluye que la variable independiente no tuvo efecto en el resultado; o se rechaza (si hay una diferencia confiable) cuando la diferencia no se debió a la suerte (Sommer & Sommer, 2001:331).

Hipótesis alterna

La hipótesis alterna también se conoce como hipótesis de trabajo o de investigación, la cual constituye una alternativa a la hipótesis nula y establece, en términos positivos, que habrá una diferencia entre los grupos o que la variable independiente tendrá un efecto significativo en la dependiente. La hipótesis alterna descansa en la aceptación o en el rechazo de la hipótesis nula (Sommer & Sommer, 2001).

(Cruz, Orozco, & ., 2014)

3.16 ¿Qué es una investigación?

Investigar significa indagar, averiguar y/o buscar. Si profundizamos en la definición dada por estos autores, encontramos que indagar a su vez significa analizar, examinar, preguntar y/o demandar; averiguar representa consultar, curiosear y/o ahondar; mientras que buscar simboliza rebuscar, escudriñar y/o escrutar.

Investigar despierta nuestra parte creativa y nos da la oportunidad de aportar y encontrar soluciones y respuestas.

(Cruz, Orozco, & ., 2014)

3.16.1 Tipos de investigación

Tipos de investigación ²				
Según el grado de abstracción	Según el grado de generalización	Según la manipulación de variables	Según la dimensión cronológica	Según el lugar
Investigación pura o básica Búsqueda de nuevos conocimientos con el objetivo de aumentar la teoría, despreocupándose de las aplicaciones prácticas que puedan derivarse de ella.	Investigación fundamental Su objetivo está encaminado a aumentar el conocimiento teórico. Es investigación pura de carácter nomotético (formula leyes generales).	Investigación descriptiva No se manipula ninguna variable. Se limita a observar y describir los fenómenos (estudios de casos, encuestas, estudios de seguimiento, estudios etnográficos) (pretende interpretar lo que es).	Investigación histórica Describe fenómenos que acontecieron en el pasado. La fuente básica de consulta son documentos (intenta describir lo que fue).	Investigación de laboratorio Intenta conseguir el máximo control para realizar sus estudios.
Investigación aplicada Busca la resolución de problemas prácticos, con un margen de generalización limitado. Su propósito de realizar aportes al conocimiento científico es limitado.	Investigación-acción Tiene como finalidad producir cambios en la realidad estudiada, más que llegar a conclusiones de carácter teórico. Es una investigación aplicada, orientada a la toma de decisiones y de carácter práctico (investigación orientada a tomar decisiones).	Investigación experimental Supone la manipulación de una variable independiente. Se incluyen en este apartado los estudios que en general aplican diseños experimentales (busca predecir lo que podría ocurrir).		Investigación de campo Se caracteriza por estudiar una situación o fenómeno natural o social <i>in situ</i> , es decir, en el lugar que se origina o presenta.
		Investigación ex post facto No se pueden controlar las variables independientes. Se espera que el fenómeno ocurra de forma natural; una vez que esto ha ocurrido, los métodos de análisis pueden ser similares a los descriptivos o a los experimentales.		

Ilustración 9. Tipos de investigación.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/39957>

(Martínez, 2012)

3.16.2 Investigación cuantitativa y cualitativa

La investigación cualitativa: Una característica fundamental del método cualitativo es que concibe lo social como una realidad construida que se genera a través de articulaciones con distintas dimensiones sociales, es decir, por una diversidad cultural sistematizada, cuyas propiedades son muy diferentes a las de las leyes naturales. Las etapas o fases en la investigación cualitativa no son excluyentes, sino que operan en un proceso indicativo e interactivo.

En el método cuantitativo los conceptos se convierten en variables clasificatorias y demostrables en su validez y confiabilidad. En el método cualitativo, los conceptos son parte del proceso de la investigación, un apoyo para enunciar la realidad, no un fin. La observación en la investigación cualitativa representa la búsqueda de significaciones de la comunidad objeto del estudio, es decir, su mundo de ideas o representaciones creadas por sus propias necesidades, por sus formas de relación; para ello se requiere de la observación y la escucha, se deben escuchar los lenguajes creados por los grupos, porque en ellos van reflejadas sus necesidades, sus grados de identidad, sus valores, todo ello surgido a partir de contradicciones, de necesidades de cohesión que los grupos logran a partir de la comunicación, de la unión y convivencia en grupo.

La investigación cuantitativa: Consiste en contrastar hipótesis desde el punto de vista probabilístico y, en caso de ser aceptadas y demostradas en circunstancias distintas, a partir de ellas elaborar teorías generales. La estadística dispone de instrumentos cuantitativos para contrastar estas hipótesis y aceptarlas o rechazarlas con una seguridad determinada. Por tanto, tras una observación, genera una hipótesis que contrasta y emite después conclusiones que se derivan de dicho contraste de hipótesis.

En la observación cuantitativa se recuperan datos objetivos, ya sea dicho número de observado(s) que repite(n) una conducta, que brinda(n) una misma respuesta, que tiene(n) cierta característica, que responde(n) de cierta manera ante un estímulo, etcétera.

(Davila, 2014)

Investigación cualitativa	Investigación cuantitativa
Derivada de la fenomenología y comprensión	Basada en la inducción probabilística del positivismo lógico
Observación participante	Medición penetrante y controlada
Subjetiva-objetiva	Objetiva
Inferencias de sus datos	Inferencias más allá de los datos
Exploratoria, inductiva y descriptiva	Confirmatoria, inferencial y deductiva
Orientada al proceso	Orientada al resultado
Datos "ricos y profundos"	Datos "sólidos" y repetibles
No generalizable	Generalizable
Holista	Particularista

Ilustración 10. Características de la investigación cuantitativa y cualitativa.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/40363>

(Davila, 2014)

3.17 Diagrama de flujo de proceso

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos. Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta.

(Niebel & Freivalds, 2009)

3.18 Requerimiento del estudio de tiempos

Antes de realizar un estudio de tiempos, deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales. Por ejemplo, si se requiere un estándar de un nuevo trabajo, o de un trabajo antiguo en el que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar completamente familiarizado con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas. Los analistas deben decirle al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada una de estas partes puede realizar los pasos necesarios para permitir un estudio sin contratiempos y coordinado. El operario debe verificar que está aplicando el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, etc., cumplen con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos. También debe investigar la cantidad de material disponible para que no se presenten faltantes durante el estudio. Después, el representante del sindicato se asegura que sólo se elijan operarios capacitados y competentes, debe explicar por qué se realiza el estudio y responder a cualquier pregunta pertinente que surja por parte del operario.

3.19 Cronómetro

En la actualidad se usan dos tipos de cronómetros: el tradicional cronómetro minuterio decimal (0.01 min) y el cronómetro electrónico que es mucho más práctico. El cronómetro decimal, que se muestra en la figura 10.1, tiene 100 divisiones en la carátula, y cada división es igual a 0.01 minutos; es decir, un recorrido completo de la manecilla larga requiere un minuto. El círculo pequeño de la carátula tiene 30 divisiones, cada una de las cuales es de 1 minuto. Por lo tanto, por cada revolución completa de la manecilla larga, la manecilla corta se

mueve una división, o un minuto. Para iniciar este cronómetro, se desliza el botón lateral hacia la corona. (Niebel & Freivalds, 2009)

Al oprimir la corona, ambas manecillas, la larga y la corta, regresan a cero. Al soltarla el cronómetro inicia de nuevo la operación, a menos que se deslice el botón lateral alejándolo de la corona. Al mover el botón lateral lejos de la corona el reloj se detiene.

3.20 Tablero de estudio de tiempos

Cuando se usa un cronómetro, los analistas encuentran conveniente tener un tablero adecuado para sostener el estudio de tiempos y el cronómetro. El tablero debe ser ligero, de manera que no se canse el brazo, ser fuerte y suficientemente duro para proporcionar el apoyo necesario para la forma de estudio de tiempos. Entre los materiales adecuados se incluyen el triplay y el plástico liso de ¼ de pulgada. El tablero debe tener contactos para el brazo y el cuerpo con el propósito de que el ajuste sea cómodo y resulte fácil escribir mientras se sostiene. Para un observador derecho, el reloj debe estar montado en la esquina superior derecha de la tabla. Un broche de resorte a la izquierda mantiene la forma para el estudio de tiempos en su lugar. De pie en la posición adecuada el analista de tiempos puede ver la estación de trabajo por encima de la tabla y seguir los movimientos del operario, al mismo tiempo que mantiene el reloj y la forma dentro de su campo visual inmediato.

(Niebel & Freivalds, 2009)

3.21 Capacitación

La educación y la capacitación son pues, procesos que potencian la capacidad de innovación como factor de cambio y transformación organizacional. Peter Drucker expresa: “Las empresas requieren un conjunto de habilidades humanas específicas, claramente identificadas para ser promovidas por medio de estrategias educativas. Ellas son: Capacidad de crear, imaginar, inventar, a través de la aplicación de conocimientos, generando nuevas y distintas

soluciones a los problemas que afectan a la empresa”. El desarrollo y estimulación de tales habilidades están directamente relacionados con la educación permanente de las personas y de los paradigmas que se adoptan. (Mejía & Montoya, 2010)

En ese sentido, la capacitación de los empleados se transforma en la función social más importante de la empresa, ya que persigue que los capacitados adquieran las competencias cognitivas y socio - afectivas necesarias para utilizar las capacidades existentes y poner en movimiento los recursos de la empresa, lo que posibilita a las personas para que desarrollen su potencialidad creadora en beneficio tanto del trabajador como de la organización.

3.21.1 Proceso de capacitación

En este modelo el proceso de absorción de conocimientos se compone de dos elementos: la instrucción y el entrenamiento, que son los medios por los cuales una persona se apropia del saber. La instrucción proporciona conocimientos, es decir, herramientas conceptuales; el entrenamiento, por el contrario, busca crear habilidades y debe garantizar que la persona sepa cómo utilizar lo aprendido por medio de la instrucción, por lo tanto, no se puede hablar de entrenamiento, si la persona no sabe utilizar los conocimientos, ya que no tiene la capacidad de poner en práctica los conocimientos teóricos aprendidos. La instrucción sin entrenamiento es inútil, al igual que el entrenamiento sin instrucción. La capacitación debe responder a las necesidades de la organización, es decir no puede ser percibida como un proceso de afuera hacia adentro, porque los cambios no se realizan de esta manera. El proceso de transferencia se refiere al fin último que persigue la formación que es la acción externa; es el momento en que se materializan el qué y el cómo y producen un impacto en la realidad empresarial. Es un proceso de adentro hacia afuera, resultado del proceso de absorción y que depende única y exclusivamente de los miembros de la empresa y de si están verdaderamente interesados en llevar a la práctica el saber adquirido.

En la ilustración 1, se muestra la función de formación del talento humano en la capacitación.

(Mejía & Montoya, 2010)

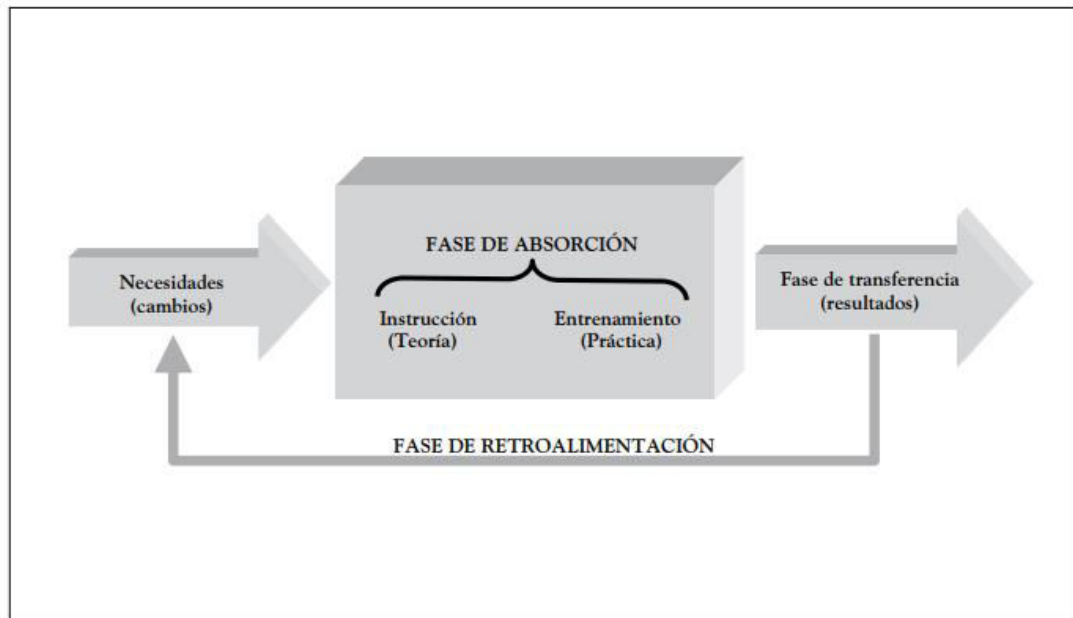


Ilustración 11. Función de formación del talento humano.

Fuente:<http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co/realidad/pdfs/TalentoHumano.pdf>

(Mejía & Montoya, 2010)

3.22 Técnica del tiempo para controlar la productividad

Técnicas de análisis de trabajo Puede decirse que el campo de la dirección de empresas nació alrededor del concepto de productividad.

Las ideas de Taylor junto a las de Frank y Lilian Gilbreth, pioneros en el estudio de movimientos, dieron origen a una época de búsqueda científica de la productividad mediante el cronómetro. En las técnicas de análisis del trabajo, se pretende encontrar la duración más adecuada que ha de tener una tarea determinada, a fin de establecer esa duración como un estándar que ha de ser alcanzado. En ocasiones, el estándar puede servir de base a un sistema de remuneración variable de manera que, cuando se supera el estándar, se percibe una prima o plus. Para encontrar esa duración estándar, se puede recurrir a

cronometrar la tarea mientras está siendo realizada por un operario trabajando a un ritmo normal. Ésta es la labor de los analistas que, armados de un cronómetro y una tabla, anotan junto al puesto de trabajo, la duración de una serie de ciclos a fin de encontrar un estándar razonable y aceptable. Un método alternativo consiste en descomponer la tarea en una serie de movimientos elementales (acercar un componente, posicionarlo en un lugar, etc.) y determinar una duración estándar para cada movimiento, de forma que por adición se obtiene la duración de la tarea. Existen tablas de movimientos simples que permiten realizar un análisis de laboratorio de una tarea determinada. Las técnicas de análisis del trabajo han sido fuertemente criticadas por los sindicatos en las plantas de fabricación. Su imagen de buscadores de la productividad al servicio del capital ha hecho que se los percibiese como individuos que pretenden obtener más trabajo a cambio de nada, cuando la realidad pone de manifiesto que el aprendizaje, los cambios en los productos y en los procesos y las mejoras en los métodos permiten acortar los tiempos de fabricación sin mayor esfuerzo para los operarios. La misión de los análisis de trabajo es regularizar esas mejoras e incluirlas en la base de datos de la empresa.

(Paz & Gonzáles, 2012)

3.23 Layout

El término layout es una palabra del inglés que puede interpretarse como disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una planta o negocio, ya sea recepción de materia prima, almacén, operación, control e inspección de calidad, patios de maniobra, estacionamiento y otros. Para elaborar un layout es necesario contar con un inventario preliminar de todas las áreas que conforman la empresa; este debe incluir las dimensiones de las áreas, superficie y altura.

3.23.1 Principios de Layout

Se refiere a integrar todos los elementos que conforman y ayudan a la funcionalidad del negocio o la planta.

Principio del mínimo recorrido: Con el fin de reducir los tiempos de operación, el recorrido del proceso o flujo de proceso debe ser la mínima distancia.

Principio del óptimo flujo: El flujo debe ser lógico de acuerdo con el ensamble del producto, a fin de evitar regresiones.

(Platas & Cervantes, 2014)

Principio de la seguridad y satisfacción: El área de trabajo debe contar con rutas de evacuación, depósitos adecuados para la basura y áreas de trabajo limpias.

Principio de la flexibilidad: El área debe tener facilidad de reacomodo y flexibilidad para cambios de productos o servicio.

Principio del espacio cúbico: Se refiere al aprovechamiento integral de la planta respecto al piso, paredes, techo y pasillos.

(Platas & Cervantes, 2014)

3.24 Metrología

La metrología, como ciencia que se encarga de todo lo relativo a la medición, en el transcurso de su desarrollo, ha ido diferenciando tres aspectos rigurosamente distinguibles, pero con una necesaria relación. Por una parte, el afán unificador, la necesidad de reducir la calidad a la más estricta definición, ha requerido una investigación científica más profunda. Lo demuestra el hecho de que de los cientos y miles de unidades de medición surgidas espontáneamente en todo el mundo y a través de toda la historia, se ha podido avanzar hasta la creación de siete unidades fundamentales: longitud, masa, tiempo, temperatura termodinámica, corriente eléctrica, intensidad luminosa y cantidad de sustancia, si bien, se trabaja en la perspectiva de una mayor reducción.

(Ramírez & Flores, 2002)

3.25 Instrumentos de medición

Medición Conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar el valor de una magnitud. En esta obra definiremos un instrumento de medición de la siguiente manera: Instrumento de medición. Dispositivo destinado a ser utilizado para hacer mediciones, solo o asociado a uno o varios dispositivos anexos. Representa una serie de elementos interrelacionados que constituye la trayectoria de la señal medida, que inicia con un sensor (entrada) y termina en un indicador (salida). Este último dará el resultado de la medición o de un valor relacionado directamente con la variable de entrada, a través de una escala u otro indicador numérico de salida. Un instrumento de medición es un equipo, aparato o máquina que realiza la lectura de una propiedad (o característica) de una variable aleatoria; la procesa, la traduce y la hace entendible al analista encargado de la medición.

Vernier

El calibrador es un instrumento de precisión usado para medir pequeñas longitudes (centésimas de milímetros) de diámetros externos, internos y profundidades, en una sola operación. Fue inventado en 1631 por Pierre Vernier para interpretar con mayor aproximación las fracciones decimales (de longitudes o ángulos) gracias a subdivisiones lineales o fracciones de arco. En la ilustración 12 se muestra una imagen del instrumento llamado Vernier.

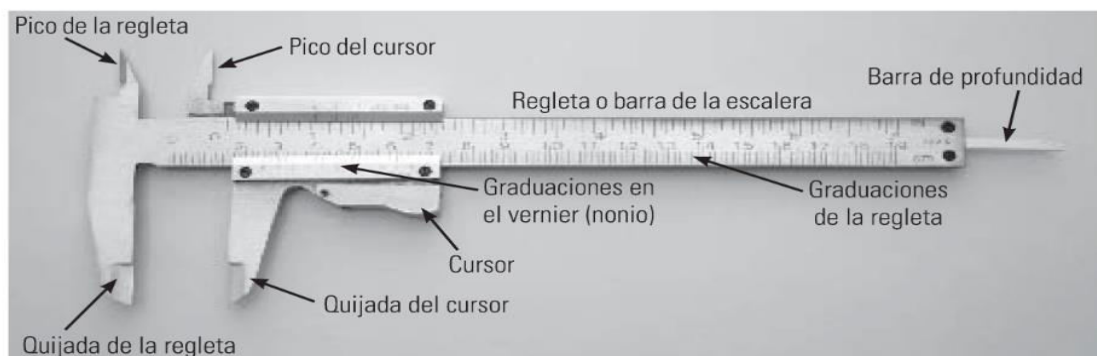


Ilustración 12. Vernier.

Fuente: <https://elibro.net/es/ereader/itess/39456>

(Escamilla, 2014)

Flexómetro

La definición de flexómetro es sencilla. Se trata de un instrumento de medición formado por una delgada cinta metálica flexible y auto enrollable en una carcasa, que puede ser tanto metálica como de plástico, y equipada con un sistema de freno o bloqueo de la cinta para ayudar a mantener fija una medición. En la ilustración 13 se muestra la imagen de un flexómetro.

(Boada, 2022)



Ilustración 13. Flexómetro.

Fuente: <https://www.rubi.com/es/blog/flexometro-rubi/>

(Boada, 2022)

Cronometro

Un cronómetro es un reloj de precisión que se emplea para medir fracciones de tiempo muy pequeñas. A diferencia de los relojes convencionales que se utilizan para medir los minutos y las horas que rigen el tiempo cotidiano, los cronómetros suelen usarse en competencias deportivas y en la industria para tener un registro de fracciones temporales más breves, como milésimas de segundo. En la ilustración 14 se muestra la imagen de un cronometro.



Ilustración 14. Cronometro.

Fuente: <https://definicion.de/cronometro/>

(Perez, 2022)

Goniómetro

Es una herramienta manual que tiene como objetivo facilitar la medición de ángulos. Posee una forma de semicírculo o círculo graduado en 180° o 360° , aunque esta composición puede variar según el tipo de goniómetro. En la ilustración 15 se muestra la imagen de un goniómetro.



Ilustración 15. Goniómetro.

Fuente: [https://shop.mitutoyo.mx/products/es_MX/01.05.05/Transportador%20de%20%C3%A1ngulos%20universal/\\$catalogue/mitutoyoData/PR/187-](https://shop.mitutoyo.mx/products/es_MX/01.05.05/Transportador%20de%20%C3%A1ngulos%20universal/$catalogue/mitutoyoData/PR/187-901/index.xhtml?jsessionid=AA4366A23C04CD16599F9364617FC3E5)

901/index.xhtml?jsessionid=AA4366A23C04CD16599F9364617FC3E5

(Industrias, 2022)

4. METODOLOGÍA

4.1 Enfoque de investigación

La investigación cuantitativa: Consiste en contrastar hipótesis desde el punto de vista probabilístico y, en caso de ser aceptadas y demostradas en circunstancias distintas, a partir de ellas elaborar teorías generales. La estadística dispone de instrumentos cuantitativos para contrastar estas hipótesis y aceptarlas o rechazarlas con una seguridad determinada. Por tanto, tras una observación, genera una hipótesis que contrasta y emite después conclusiones que se derivan de dicho contraste de hipótesis.

(Davila, 2014)

La investigación será de enfoque cuantitativo ya que se utilizará para comprender frecuencia y patrones dentro de la empresa, cuantificando y centrándose en la recopilación los datos. Esto a través de la medición de una muestra de una población, utilizando herramientas de análisis matemático y estadístico para predecir resultados futuros dentro de la empresa.

4.2 Tipo de investigación

Investigación de campo: Se caracteriza por estudiar una situación o fenómeno natural o social, es decir, en el lugar que se origina o presenta.

Investigación histórica: Describe fenómenos que acontecieron en el pasado. La fuente básica son los documentos (intenta describir lo que fue).

(Martinez, 2012)

Investigación documental: La investigación documental es una de las técnicas de la investigación cualitativa que se encarga de recolectar, recopilar y seleccionar información de las lecturas de documentos, revistas, libros, grabaciones, filmaciones, periódicos, artículos resultados de investigaciones, memorias de eventos, entre otros; en ella la observación está presente en el

análisis de datos, su identificación, selección y articulación con el objeto de estudio.

(Reyes, 2020)

El tipo de investigación será de campo ya que los datos recopilados serán dentro del ámbito de trabajo laboral, es decir, mientras se está realizando las actividades de productivas. Además de tipo histórica-documental, ya que también se recopilarán parte de los datos de documentos históricos o anteriores de la empresa.

4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

En la tabla 3 se muestran los métodos, técnicas e instrumentos que se utilizaran para la obtención de datos dentro del proyecto.

Tabla 3. Tabla de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Fuente: Propia.

Instrumento o técnica de recolección de datos	Imagen	Descripción
Observación		La observación se realizará mediante la realización de actividades diarias comprendiendo y analizando los diferentes procesos llevados a cabo dentro del área.
Focus group		El focus group se realizará todos los días por la mañana con uno o más integrantes

Check list



responsables de cada área para determinar y dialogar y dar posibles soluciones a problemas presentados dentro del área de trabajo.

Se realizará un Checklist en caso de obtener información y recabar datos de chequeo dentro del área.

Entrevistas informales



Se realizarán entrevistas informales con personal del área (operadores, jefes de grupo, supervisores, coordinador de área), para resolver dudas u/u obtener información.

Vernier



Se utilizará el Vernier para obtener medidas muy precisas y en lugares donde solo el vernier tiene la capacidad y alcance de medición.

Flexómetro



Se utilizará el flexómetro en casos prácticos y muy constantes especialmente para medición de piezas, estructuras, planta, maquinas, etc.

Cinta de métrica



La cinta métrica será de uso especial para tomar medidas del layout del área, ya que esta tiene un mayor alcance para medidas de mayor longitud.

Cronometro



El cronometro será uno de nuestros instrumentos esenciales para la recolección de datos en unidades de tiempo, recabando datos de tiempos ciclo, tiempo manual y tiempo máquina.

Goniómetro



Se ocupará el goniómetro en ocasiones para tomar medidas de ángulos para piezas y estructuras a diseñar.

Objetivo 1. Análisis de capacidad instalada. Se realizará un análisis tomando en cuenta la capacidad de maquinaria, tiempo de operación en relación a la demanda programada para septiembre; con esto se pretende determinar si se cuenta con la capacidad necesaria para satisfacer dicha demanda. En la ilustración 17 se muestra la tabla correspondiente al análisis de capacidad instalada del área de Metalshop.

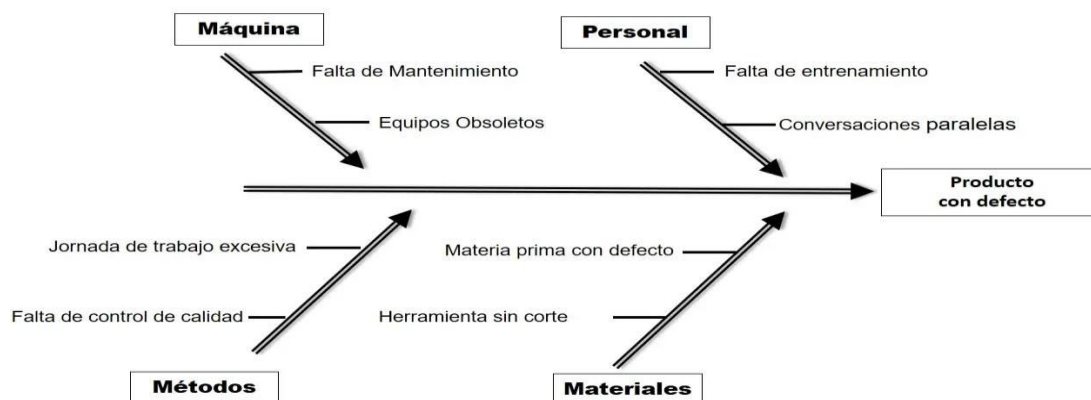
CODIGO	DESCRIPCIÓN	TC SLITTER	MO SLITTER	TC GUILLOTINE	MO GUILLOTINE	TC PUNCH	MO PUNCHING	TC BENDING	MO BENDING
FS10923	BASE PARA FUNDA DEL TERMOSTATO (1)								
FS11183	CUADRO DE LAMINA (0)								
FS11318	REFUERZO MICRO MOTOR SOPORTE 90.0 X 30.0 MM (0)								
FS11345	SOPORTE TERMOSTATO (1)								
FS12252	PISO EXTERIOR (3)								
FS14993	BASE PARA COMPRESORA (5)								
FS18121	TAPA EXTERIOR PUERTA CPC25 (1)								
FS6196	REFUERZO PORTA-RUEDA 150.0 X 150.0 MM (1)								
FS6209	TIRA GALV. PARA MARCO (2)								
FS6220	REFUERZO SOBRE BASTIDOR 90.0 X 25.0 MM (1)								
FS6934	REFUERZO DE TAMPA (2)								
FS6944	PANEL INTERIOR PUERTA (1)								
FS6969	REFUERZO FRONTAL PARA TAPA								
FS6981	FRENTE EXTERIOR (5)								
FS6991	RESPALDO EXTERIOR (5)								
FS6995	LATERAL EXT. DERECHO (0)								
FS6997	LATERAL EXT. IZQUIERDO (0)								
FS6999	PISO INTERIOR								
FS7003	MOLDURA UNION *C* 538MM (1)								
FS7033	MOLDURA UNION *C* 797MM (0)								
FS7036	TANQUE INTERIOR								
FS8112	PLACA P/FIJAR BISAGRA 85.0 X 48.0 MM (11)								

Ilustración 17. Imagen de tabla de acuerdo al análisis de capacidad.

Fuente: Propia.

4.4.2 Objetivo 2.

Objetivo 2. Diagrama de pescado. Se llevará a cabo la creación de un diagrama de pescado para identificar las posibles causas y consecuencias de la maquila. En la ilustración 18 se muestra un ejemplo del diagrama de Ishikawa.



Fuente: <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>

[illegible]

Fuente: propia.

Objetivo 2. Instalación de maquinaria.

Se instalará la maquinaria necesaria, complementando el proceso de capacidad/demanda eliminando la maquila externa generada por falta de productividad y capacidad instalada del área de Metalshop.

4.4.3 Objetivo 3.

Objetivo 3. Realizar mejoras dirigidas. Eliminar mudas dentro del proceso de producción principalmente:

- Tiempos muertos.
- Transporte de material.
- Sobre proceso.



Ilustración 20. Ciclo Deming de mejora continua.

Fuente: <https://logisticasimple.com.mx/ciclo-de-deming/>

Objetivo 3. Checklist de arranque. Con la finalidad de evitar posibles averías o errores al arranque de máquina, se realizará un Checklist para marcar cada actividad realizada en cada máquina.

Además de que se actualizara los instructivos de operación de arranque de la máquina y se capacitara al personal para el llenado del Checklist y operación de las maquinas instaladas.

4.4.4. Objetivo 4.

Objetivo 4. Modificación de piezas en área de soldadura. Se modificarán los tipos de piezas existentes en el área de máquinas para mejorar el flujo de este y reducir mano de obra directa dentro del área.

Objetivo 4. Diseño de carros. Se diseñarán carritos especiales para piezas semiterminadas para disminuir tiempos y aumentar productividad en el área de soldadura.



Ilustración 21. Carro para material.

Fuente: <https://www.truper.com/carro-carga-plegable-t-plataforma-300kg.html>

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1 Objetivo 1.

Objetivo 1. Diagrama de flujo.

Se logro identificar en secuencia cada operación que se hace dentro del área de Metalshop, de esta forma conocer todo el ciclo completo de cómo trabaja el área, desde su inicio de producción hasta su entrega a la línea. En la ilustración 22 se muestra el diagrama de flujo realizado para el conocimiento total de cómo trabaja el área de Metalshop. El diagrama de flujo es muy extenso, por lo cual se muestra completo en anexo 1.

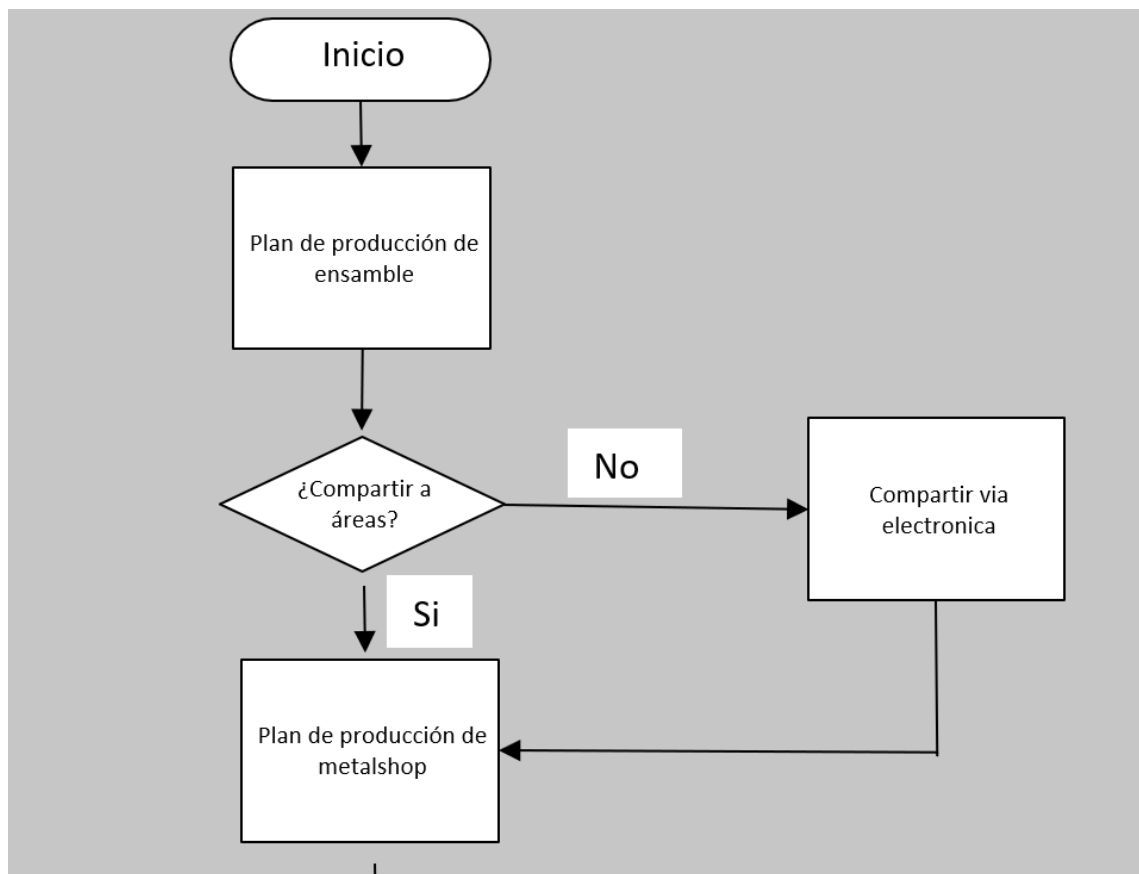


Ilustración 22. Diagrama de flujo de proceso del área de Metalshop.

Fuente: Propia.

Objetivo 1. Toma de tiempos.

Se recopilaron y actualizaron los tiempos de los diferentes procesos del área de producción incluyendo procesos de Slitter en un 36%, guillotinas 56%, punzonado 33% y prensado 68%. En la ilustración 23 se muestra el formulario del llenado de tiempos.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MÁQUINA	No. OPERADORES	No. Piezas	1	2	3	4	5
1637	lateral techo ext respaldo	Slitter	1	1	17	17	17	17	17
17373	Pase central ajuste Gola	DS	1	1	20	21	22	21	22
6944	Panel interior puerta	Slitter	1	2	9	9	9	9	9
6944	Panel interior puerta	GI	3	2	35	35	36	37	35
6945	lateral ext derecho	D1	1	1	23	25	24	23	24
12252	Pso exterior	Slitter	1	1	11	11	12	11	11
7036	Tanque interior	D7	3	1	50	50	52	48	47
11568	Tanque interior	Slitter	2	1	11	11	11	11	11
10311	Panel frente	D7	2	1	23	25	22	23	22
15047	Ventila frente	D3	2	1	28	29	28	29	30
		D6	1	1	36	36	36	37	36
					2				
6198	Panel respaldo	D7	2	1	21	23	23	23	23
16090	lateral techo ext. int	Slitter	2	1	18	18	18	18	18
		GI	2	1	32	32	33	32	32
7036	Tanque interior	Slitter	1	1	16	16	16	16	16
1632	Pase interior	Slitter	2	5	10	10	10	10	10
18301	lateral interior izquierdo	Slitter	2	1	10	10	10	10	10
18300	lateral interior derecho	Slitter	2	1	10	10	10	10	10
15476	lateral respaldo int. izq	Slitter	2	1	10	10	10	10	10
15472	lateral respaldo int. derecho	Slitter	2	1	10	10	10	10	10
6991	Respaldo	D7	3	1	47	47	45	44	44
17440	Piso exterior	D6	2	1	17	17	17	17	17
6945	Lat. ext. der.	D6	2	1	16	18	16	15	16
13082	Lat. techo exterior	Slitter	2	1	19	19	19	19	19
15474	Piso interior	D7	2	1	58	60	59	61	57
18598	Guia para fase compresora	DS	1	1	18	20	18	18	18
14428	Lat- int	Slitter	1	2	9	9	9	9	9
14449	Canal tapón tubo	Slitter	1	5	8	8	8	8	8
14588	Desuados Pso interior	GI	3	6	22	23	21	22	22
14432	Piso ext. Superior	D8	1	1	21	22	22	22	21
14448	Canal tapón tubo	GI	2	1	8	9	9	7	8
14428	Lat. interior derecho	GI	3	2	26	29	28	28	28

Cuántas toneladas de lámina por año se compra para máquinas

Ilustración 23. Formulario de toma de tiempos llenado.

Fuente propia.

En la ilustración 24 se muestra la gráfica de avance en toma de tiempos de los diferentes procesos de producción. Tomando en cuenta que el total de piezas son 1485.



Ilustración 24. Porcentaje de tiempos recopilados.

Fuente propia.

Objetivo 1. Análisis de capacidad instalada.

En el análisis de capacidad instalada se detectó que el área de punzonado es el que tenía deficiencia al momento de producción, ya que es el que más tiempo (en segundos) llevaba en la fabricación de las diferentes piezas. En la ilustración 25 se muestra en rojo el promedio de tiempo/pieza que lleva la producción de máquinas punzonadoras.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	TC SLITTER	MO SLITTER	TC GUILLOTINE	MO GUILLOTINE	TC PUNCH	MO PUNCHING	TC BENDING	MO BENDING
F510923	BASE PARA FUNDA DEL TERMOSTATO (1)	12.0	2	40.0	2	0.0	0	0.0	0
F511183	CUADRO DE LAMINA (0)	10.0	2	4.2	2	0.0	0	0.0	0
F511318	REFUERZO MICROMOTOR SOPORTE 90.0 X 30.0 MM	12.0	2	10.0	2	0.0	0	0.0	0
F511345	SOPORTE TERMOSTATO (1)	8.0	2	5.4	1	45.0	1	42.0	1
F512252	PISO EXTERIOR (3)	10.0	1	10.2	2	121.8	1	59.8	3
F514993	BASE PARA COMPRESORA (5)	2.0	1	9.6	2	95.0	1	21.7	1
F518121	TAPA EXTERIOR PUERTA CPC25 (1)	9.0	1	20.2	2	61.2	1	61.2	3
F56196	REFUERZO PORTA-RUEDA 150.0 X 150.0 MM (1)	16.0	2	30.0	1	0.0	0	0.0	0
F56209	TIRA GALV. PARA MARCO (2)	24.0	2	8.0	1	0.0	0	0.0	0
F56220	REFUERZO SOBRE BASTIDOR 90.0 X 25.0 MM (1)	24.0	2	40.0	1	0.0	0	0.0	0
F56934	REFUERZO DE TAPPA (2)	24.0	2	22.0	2	80.0	1	0.0	1
F56944	PANEL INTERIOR PUERTA (1)	9.0	1	0.0	3	46.2	1	40.0	2
F56969	REFUERZO FRONTAL PARA TAPA	8.0	2	47.3	2	27.4	1	23.2	2
F56981	FRENTE EXTERIOR (5)	10.6	1	19.8	2	70.8	1	46.2	3
F56991	RESPALDO EXTERIOR (5)	9.0	1	19.8	2	118.6	1	46.4	3
F56995	LATERAL EXT. DERECHO (0)	3.5	1	0.0	0	32.2	1	58.9	1
F56997	LATERAL EXT. IZQUIERDO (0)	12.0	2	7.2	3	27.4	1	43.6	2
F56999	PISO INTERIOR	8.0	2	15.9	3	47.6	1	55.0	2
F57003	MOLDURA UNION *C* 538MM (1)	32.0	2	30.0	2	0.0	0	0.0	0
F57033	MOLDURA UNION *C* 797MM (0)	8.0	2	10.0	1	0.0	0	0.0	0
F57036	TANQUE INTERIOR	14.0	2	10.0	3	101.2	1	48.8	3
F58112	PLACA P/FIJAR BISAGRA 85.0 X 48.0 MM (11)	10.0	2	33.0	2	0.0	0	0.0	0
		12.5		17.8		39.2		24.9	

Ilustración 25. Tabla de estudio de tiempos.

Fuente: Propia.

Tomando en cuenta el tiempo el tiempo de almuerzo, descanso, herramientado, se determinó el tiempo total disponible de operación, constando de 70800 seg/día. En la ilustración 26 se muestra el tiempo disponible por día de operación.

Tempo por dia	Almuerzo	Descanso	Tiempo por herramientado	Tiempo disponible
86400	4800	3600	7200	70800

Ilustración 26. En la imagen se muestra el tiempo disponible por día.

Fuente: Propia.

En el análisis de capacidad de producción se obtiene como resultado que efectivamente el cuello de botella, incapacidad instalada es el área de punzonado ya que la demanda mensual de Septiembre excede con facilidad la capacidad de producción con un 17.4% correspondiente a 66,239 piezas. Tal cual no lo muestra la ilustración 27.

Capacidad de produccion				
Maquina	Slitter	Guillotina	Punzonado	Dobladora
Producción	5661.941	3968.165	1781.336	2848.782
Cantidad de maquinas	1	4	6	9
Producción * # de Maquinas	5662	15873	10688	25639
Produccion mensual	169858.233	476179.800	320640.439	769171.117
Cantidad requerida	386880	386880	386880	386880
Capacidad	-217021.767	89299.800	-66239.561	382291.117

Ilustración 27. Imagen del análisis de capacidad instalada.

Fuente: Propia.

En la ilustración 28 se muestra la gráfica de acuerdo a la producción mensual sobre la cantidad requerida o demandada.

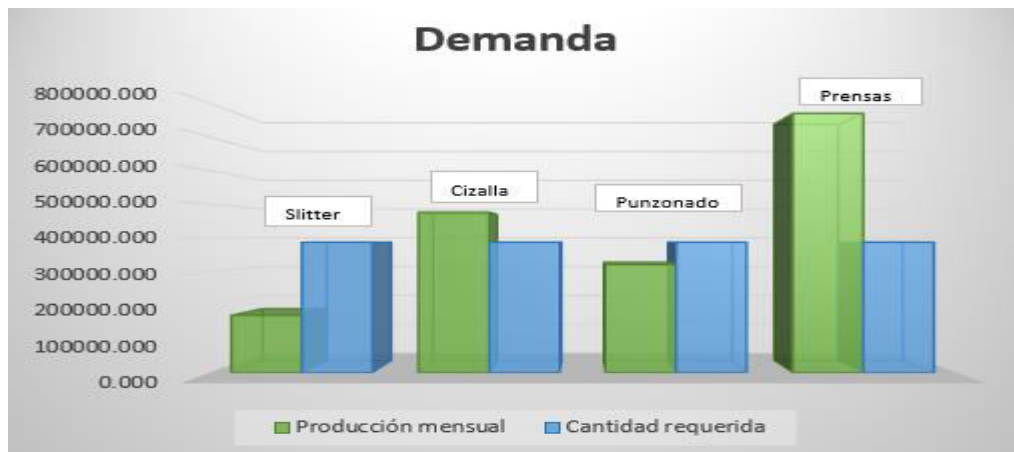


Ilustración 28. Grafica del análisis de capacidad mensual y capacidad demandada.

Fuente: Propia.

La máquina Slitter muestra un numero bajo en comparación a la demanda, sin embargo, esta es una maquinaria primaria, es decir, puede cortar el número de piezas a favor de producción, por lo cual su número de producción mensual puede incrementar exponencialmente. En una corrida o ciclo puede sacar hasta 10-15 piezas por blank a necesidad de producción.

Una vez revisado el análisis de capacidad instalada se llegó a la conclusión que se necesitaba adquirir 2 máquinas nuevas para el área de punzonado, de tal manera que la producción mensual sea mayor a la demanda mensual en su punto más alto. Sobrepasando la cantidad demanda con un total de 40,640 piezas equivalente a un 10.5% por encima del nivel demandado. En la ilustración 29 se muestra el análisis de capacidad instalada positivo contra la demanda.

Capacidad de producción				
Maquina	Slitter	Guillotina	Punzonado	Dobladora
Producción	5661.941	3968.165	1781.336	2848.782
Cantidad de máquinas	1	4	8	9
Producción * # de máquinas	5662	15873	14251	25639
Producción mensual	169858.233	476179.800	427520.586	769171.117
Cantidad requerida	386880	386880	386880	386880
Capacidad	-217021.767	89299.800	40640.586	382291.117

Ilustración 29. Análisis positivo de capacidad instalada.

Fuente: Propia.

En la ilustración 30, se muestra el grafico del análisis de producción mensual y cantidad requerida con aumento de capacidad instalada.



Ilustración 30. Gráfico de producción mensual y demanda.

Fuente: Propia.

5.2 Objetivo 2.

Objetivo 2. Diagrama de pescado.

Se realizó un diagrama de Ishikawa resaltando las causas que pueden originar la maquila dentro del área de Metalshop. Esto con la finalidad de identificar si nuestros verdaderos causantes de maquila radican en la incapacidad instalada u otro factor causante de la misma.

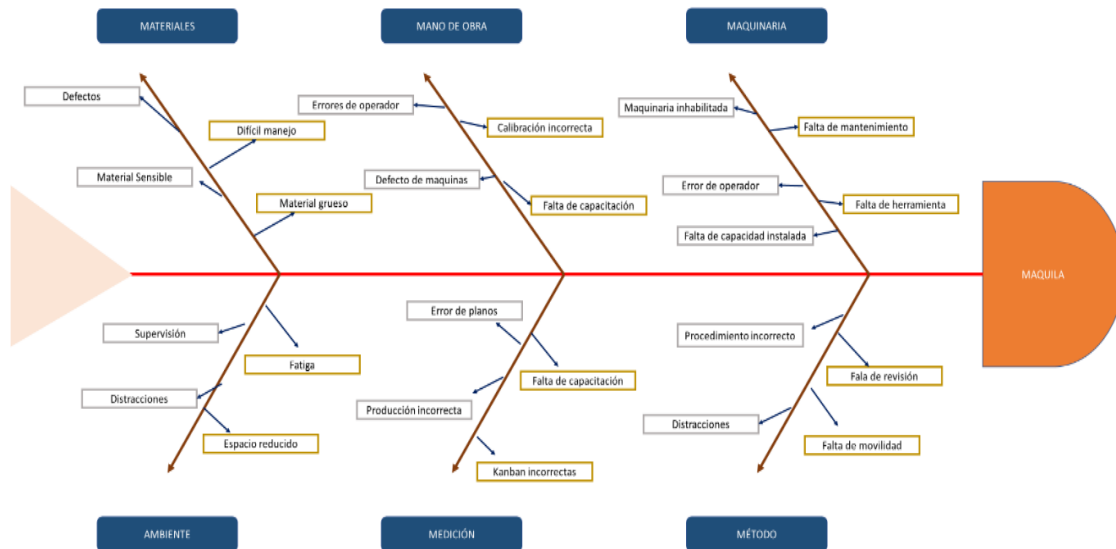


Ilustración 31. Diagrama de Ishikawa correspondiente a maquila del área de Metalshop.

Fuente: Propia.

Objetivo 2. Modificación de espacio en layout.

Se modificó el layout del área de Metalshop, llegando a un acuerdo con el ingeniero y supervisor del área, acerca de donde sería más viable colocar la nueva maquinaria sin afectar el flujo de procesos, ni causar ningún problema por transporte o productividad.

Se instalaron 2 máquinas punzonadoras nuevas para el cumplimiento de la capacidad instalada en relación a la demanda programada. La información completa se muestra en la actividad siguiente (Instalación de maquinaria).

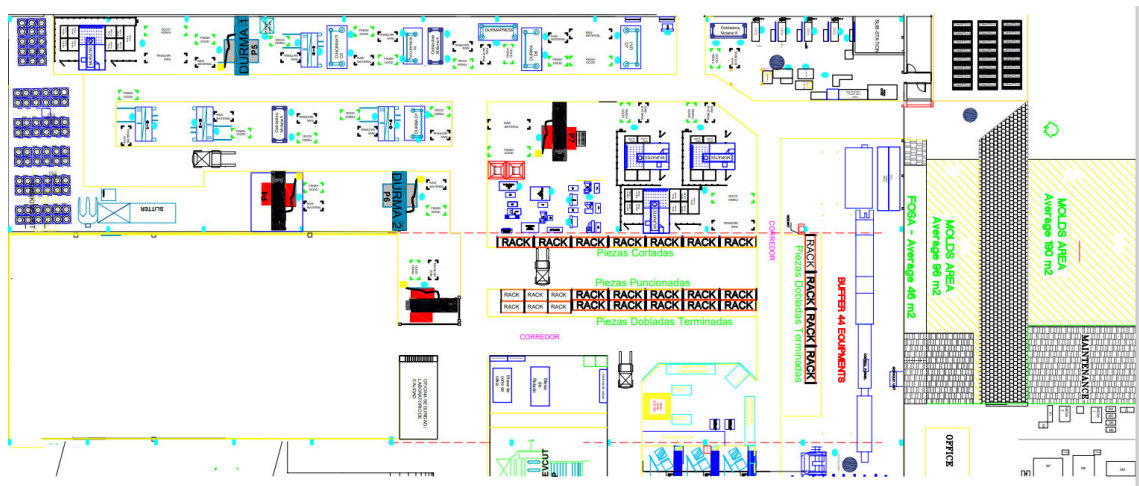


Ilustración 32. Layout actualizado del área de Metalshop.

Fuente: Propia.

En la ilustración 33, se muestran los espacios designados para cada maquinaria, de tal manera que sean más fáciles de identificar respecto al Layout anterior.

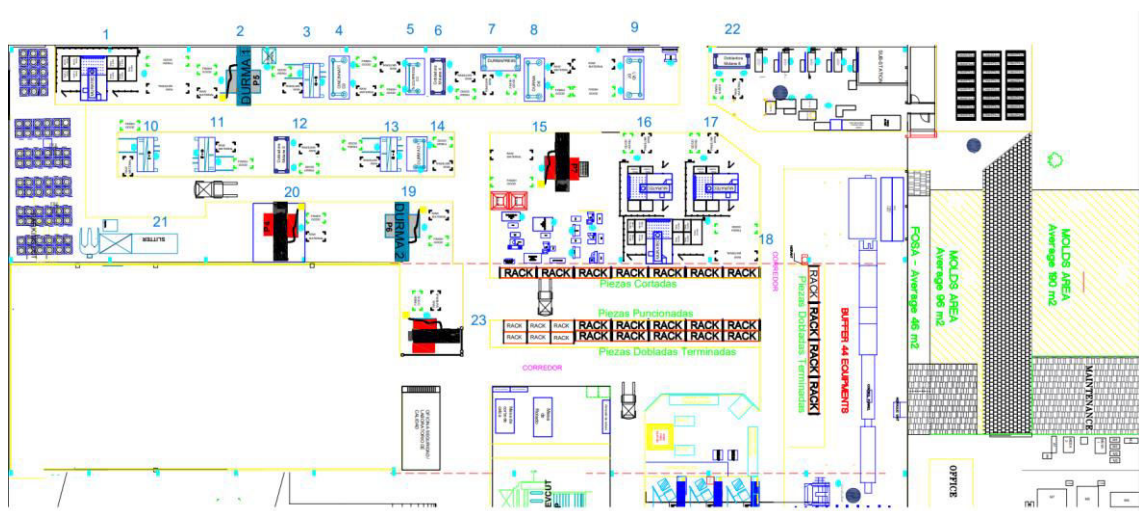


Ilustración 33. Enumeración de espacios donde están colocadas cada una de las máquinas.

Fuente: Propia.

En la tabla 4 se muestran subrayados con verde los movimientos que se realizaron para la instalación de la nueva maquinaria de acuerdo a las estaciones de enumeración de máquinas.

Tabla 4. Cambios en Layout de Metalshop.

Fuente: Propia.

Espacio	Maquina anterior	Tipo de maquina	Maquina actual	Tipo de maquina
1	Cizalla 3	Guillotina	Muratec 4	Punzonadora
2	Durma 1	Punzonadora	Durma 1	Punzonadora
3	Dobladora 8	Prensa	Cizalla 3	Guillotina
4	Dobladora 3	Prensa	Dobladora 3	Prensa
5	Dobladora 2	Prensa	Dobladora 2	Prensa
6	Dobladora 4	Prensa	Dobladora 4	Prensa
7	Dobladora 9	Prensa	Dobladora 9	Prensa
8	Dobladora 6	Prensa	Dobladora 6	Prensa
9	Dobladora 7	Prensa	Dobladora 7	Prensa
10	Cizalla 1	Guillotina	Cizalla 1	Guillotina
11	Cizalla 2	Guillotina	Cizalla 2	Guillotina
12	Dobladora 5	Prensa	Dobladora 5	Prensa
13	Strippit	Punzonadora	Cizalla 4	Guillotina
14	Dobladora 1	Prensa	Dobladora 1	Prensa
15	Amada 2	Punzonadora	Amada 2	Punzonadora
16	Muratec 2	Punzonadora	Muratec 2	Punzonadora
17	Muratec 1	Punzonadora	Muratec 1	Punzonadora
18	N/A	N/A	Muratec 3	Punzonadora
19	Durma 2	Punzonadora	Durma 2	Punzonadora
20	Amada 1	Punzonadora	Amada1	Punzonadora
21	Slitter	Guillotina	Slitter	Guillotina
22	N/A	N/A	Dobladora 8	Prensa
23	Amada 3	Punzonadora	Amada 3	Punzonadora

Objetivo 2. Instalación de maquinaria.

Se instalaron 2 nuevas Máquinas Muratec (Punzonadoras), para dar abasto a la capacidad demandante. Se colocaron en los espacios designados con mejor área de oportunidad para el aprovechamiento de espacio, tiempo y conveniencia de la producción. En la ilustración 34 se muestran las maquinas en proceso de instalación y en la ilustración 35 y 36 se muestran las maquinas ya instaladas y trabajando de manera correcta.

Las maquina se nombraron como Muratec 3 y Muratec 4. La máquina Muratec 3 se instaló en el lugar 18 y la Muratec 4 en el espacio 1. Los espacios se muestran en la ilustración 33; Enumeración de espacios donde están colocadas cada una de las máquinas.



Ilustración 34. Maquinas Muratec en proceso de instalación.

Fuente: Propia.



Ilustración 35. Maquina Muratec 3 instalada y trabajando de manera normal.

Fuente: Propia.



Ilustración 36. Maquina Muratec 4 trabajando de manera normal.

Fuente: Propia.

Objetivo 2. Eliminación de maquila.

Con la medición de nivel de producción y nivel de maquila de los meses anteriores y próximos a la instalación de las nuevas máquinas Muratec, se logró reducir no solo el 70% de la maquila, si no eliminarla completamente del área de Metalshop. En la ilustración 37 se muestra el nivel producido en el área de Metalshop y el total de equipos adquiridos por maquila.

Total Dias	31	29	30	30	31	31	29	31
Dias habiles	22	19	22	22	21	23	21	22
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado	Realizado
Total Maquinas	6,352	5,740	6,960	7,126	6,750	7,375	7,856	7,624
Total Maquila	0	100	1,153	1,007	998	1,255	0	0
Total PHU	6,352	5,840	8,113	8,133	7,748	8,630	7,856	7,624
Total Maquinas STU	7,592	6,388	7,238	8,078	7,042	7,946	9,502	9,388
Total Maquila STU		111	1,199	1,142	1,439	1,923	0	0
Total STU	7,592	6,499	8,437	9,220	8,481	9,869	9,502	9,388
Prom dia Maquinas (STU)	245	224	281	307	274	318	328	303
Prom Dia Ensamble (STU)	345	342	384	419	404	429	452	427
Refurbish (total)	732	537	776	456	500	520	413	320

Ilustración 37. Producción y maquila de Marzo a Octubre.

Fuente: Propia.

En la ilustración 38, se muestra el grafico de maquila del mes de Marzo a Noviembre del 2023.

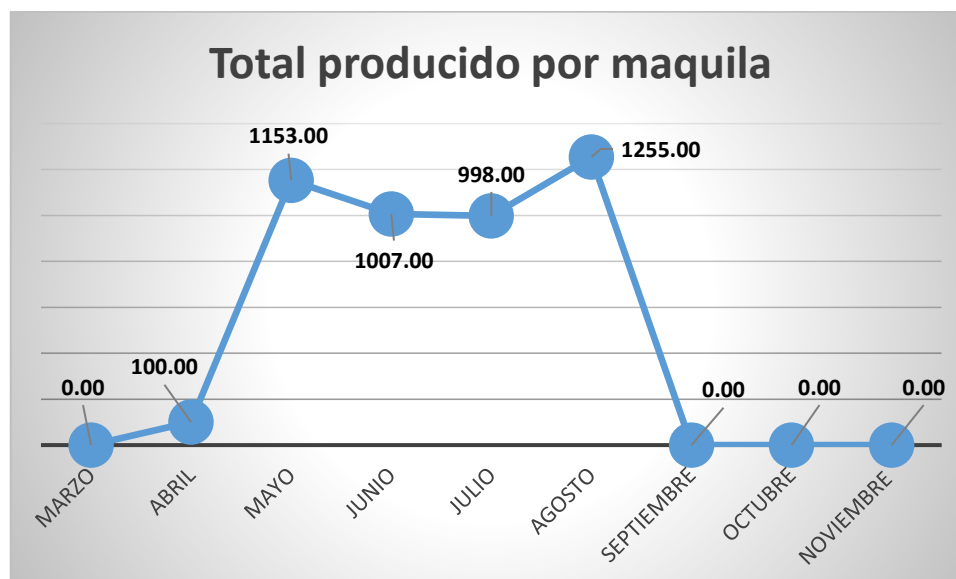


Ilustración 38. Gráfico de Maquila de Marzo a Noviembre del 2023.

Fuente: Propia.

5.3 Objetivo 3.

Objetivo 3. Realizar mejoras dirigidas.

Se realizaron diversas mejoras con la finalidad de reducir y mejorar el flujo en el área de Metalshop, induciendo a mantener una mayor orden, limpieza, clasificación, reducción de tiempos, seguridad y diferentes mudas que se iban presentando en el transcurso de supervisión en el área. En las siguientes ilustraciones se muestran cada una de las mejoras realizadas con su descripción del antes y después.

El análisis de estas mejoras no se ha medido de acuerdo al tiempo de estadía y disposición de los líderes.

En la ilustración 39 se muestra la aplicación de 5's en el área de troqueles, donde se reduce el tiempo de flujo de entradas y salidas gracias al acomodo de los mismos.



Ilustración 39. 5's en Troqueles.

Fuente: Propia.

En la ilustración 40 se muestra la ergonomía en el trabajador. Realizando de manera más eficaz y precisa la actividad de ajuste de mordazas.



Ilustración 40. Ergonomía del trabajador.

Fuente: Propia.

En la ilustración 41 se muestra mejora en rampa para seguridad en el trabajador. Mejorando posturas y evitando daños en las piezas finales, disminuyendo errores.



Ilustración 41. Mejora en seguridad del trabajador.

Fuente: Propia.

En la ilustración 42 se muestra la delimitación de espacio para trabajar de manera segura en la maquina Muratec.



Ilustración 42. Limitación de área en maquinaria Muratec.

Fuente: Propia.

En la ilustración 43 se muestra diseño de tapa en dobladora. Evitando fallas por atrancamientos y disminuyendo accidentes.



Ilustración 43. Tapa resguardadora en dobladora.

Fuente: Propia.

En la ilustración 44 se muestra la mejora del antes y después de aplicar 5 ´s en el área de troqueles. Liberando espacio para mayor área de oportunidad dentro de la misma.



Ilustración 44. Liberación de troqueles obsoletos (5's).

Fuente: Propia.

En la ilustración 45 se muestra el diseño de cajillas de documentación para resguardar documentos, mejorando la vista de las máquinas y manteniéndolas al alcance de los operadores.



Ilustración 45. Caja de documentación en maquinaria.

Fuente: Propia.

En la ilustración 46 se muestra la postura correcta y la mejora dirigida, de acuerdo a eficiencia y ergonomía del operador.



Ilustración 46. Ergonomía del trabajador.

Fuente: Propia.

En la ilustración 47 se muestra la eliminación de espacio innecesario y área de habilitación para maquinaria nueva.



Ilustración 47. Despeje de área por material innecesario.

Fuente: Propia.

En la ilustración 48 se muestra la estandarización de los equipos de transporte y canastillas de material, de tal manera que se identifica el tamaño, el número de transporte, y la identificación de este.



Ilustración 48. Estandarización en carros y canastillas de material.

Fuente: Propia.

La ilustración 49 muestra la guarda colocada en el lateral izquierdo de la máquina a la orilla del pasillo, protegiendo la máquina de cualquier golpe con montacargas.



Ilustración 49. Guarda en máquina Muratec.

Fuente: Propia.

En la ilustración 50 se muestra la herramienta seccionada y marcada, ya que con esta logramos ampliar la cantidad de piezas con dificultad mayor y delimitadas al espacio entre marices y punzones.

PROSPERA METALFRIO

Melhoria Dirigida

Situação Problema: No se contaba con herramienta seccionada ni identificada para las dobladoras Mc-lean.

ANTES

La herramienta estaba solo en 1 pieza limitando el doblez de diferentes piezas, cuando se secciono no se identificaba la medida de cada pieza para herramental.

DEPOIS

Se mando a seccionar herramienta de diferentes medidas para abrir la posibilidad de correr mas piezas, además se marcaron a la medida de cada herramienta para identificar fácilmente las medidas de cada una de ellas.

Localidade: MetalShop.

Melhoria: Herramienta seccionada y marcada para dobladoras.

Benefícios: Identificación rápida de herramienta y adaptación a piezas que no se podían correr antes.

Autores: Angel Orozco.

Ilustración 50. Herramienta seccionada y marcada para dobladora.

Fuente: Propia.

En la ilustración 51 se muestra la identificación de racks para diferente tipo de material, de esta forma pueda ser más visible, se pueda identificar de manera más rápida y un claro orden y clasificación en cada rack.

PROSPERA METALFRIO

Melhoria Dirigida

Situação Problema: Estandarización de letreros en Maquinas.

ANTES

Los Racks del área de máquinas no se encuentran identificados lo que ocasiona que se mezclen materiales.

DEPOIS

Se colocan identificaciones en los Rack para Blanks, Piezas punzonadas y Piezas Terminadas.

Localidade: MetalShop.

Melhoria: Se identifican los Racks del área de Máquinas.

Benefícios: Se evita la mezcla de Materiales.

Autores: Angel Orozco.

Ilustración 51. Identificación de racks.

Fuente: Propia.

91

La ilustración 52 muestra el registro de inventario de herramienta de punzonado, acomodando, registrando, clasificando, ordenando y limpiando la gaveta, para reducir el tiempo de búsqueda.

PROSPERA METALFRIO
haciendo negocios con responsabilidad
Melhoria Dirigida
 Metalfrío

Situação Problema: Localización de herramienta ineficiente (5's)

ANTES



Las herramientas de las máquinas punzadoras se encuentran en desorden, sin saber que se tiene y donde se tiene, en caso de necesitar alguna herramienta, conlleva mucho tiempo en buscar o deducir si la herramienta se encuentra en existencia.

DEPOIS



Se reviso cada herramienta 1 por una, registrando cada una de ellas en un documento excel, se separó por tipo de herramienta, forma y medida dentro de la gaveta con ayudas visuales. De tal manera que cualquier persona que busque una herramienta la pueda localizar fácilmente. Además de identificar en el sistema si la herramienta se encuentra en existencia o no.

Localidade: MetalShop.

Melhoria: Se reduce el tiempo de localizar las herramientas punzadoras.

Benefícios: Cualquier operador puede localizar la herramienta con facilidad. Además de tener un archivo de las herramientas que se tienen actualmente.

Autores: Angel Orozco.

Ilustración 52. Inventario de herramienta de punzonado.

Fuente: Propia.

En la ilustración 53, muestra los cambios efectuados en la estructura del libro, evitando daños en las hojas y habiendo la actividad más cómoda y ordenada.

PROSPERA METALFRIO
haciendo negocios con responsabilidad
Melhoria Dirigida
 Metalfrío

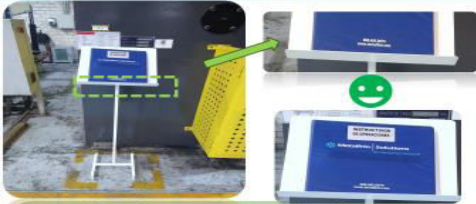
Situação Problema: El libro de instructivos no tiene una base a su medida.

ANTES



El libro de Metalshop no tiene una base que se ajuste a su medida y tamaño, por lo cual el libro se cuelga, se desoja, se rompe y da una mala vista. Además de que es un ejemplo claro de la empresa cuando realiza auditorias.

DEPOIS



Se acondiciono la estructura para el libro de instructivos de Metalshop, se remplazo su base por una nueva ajustándose a medidas y con el dobles adecuado para la capacidad del libro, además las orillas se modificaron con chafanes para evitar cortes por extremidad puntiagudas, y se le coloco pintura nueva.

Localidade: MetalShop.

Melhoria: Remplazo y acondicionamiento de estructura del libro de instructivos de Metalshop.

Benefícios: Protección del libro, evita desojamientos o rompimiento de hojas, buena vista, reducción de riesgos de corte.

Autores: Angel Orozco.

Ilustración 53. Acondicionamiento de estructura para libro de instructivos.

Fuente: Propia.

En la ilustración 54 muestra el diseño de una tapa para el piso, regulando el nivel de piso y dejando la fuente eléctrica cubierta completamente con un fácil acceso cuando se necesite, evitando daños y accidentes por terreno y malas condiciones.



Ilustración 54. Diseño de tapa para piso.

Fuente: Propia.

En la ilustración 55 muestra el remplazo de un bote con llaves Allen específicas por un escantillón adecuado a medida de las llaves necesarias en esa máquina.



Ilustración 55. Portaherramientas para llaves Allen.

Fuente: Propia.

En la ilustración 56 se colocan guardas evitando alta posibilidad de riesgos y accidentes por caída de material pesado.

PROSPERA METALFRIO
Sustento, Reparo, Arreglo

Melhoria Dirigida

Situação Problema: Riesgo de accidentes por manejo de material pesado.

ANTES

Los racks de almacenamiento de material en proceso de Metalshop sobrepasan el límite permitido dentro del rack, por lo cual se convierte en un riesgo para el personal que se encuentra operando la maquinaria.

DEPOIS

Se fabricaron unas guardas para establecer que el material no exceda el límite permitido, de tal forma que el material quede en su lugar y disminuya el riesgo de un accidente laboral.

Localidade: MetalShop.
Melhoria: Guardas de seguridad en racks de Metalshop.
Benefícios: Disminución de riesgos de accidentes y establecimiento de límite de material.
Autores: Angel Orozco.

Ilustración 56. Guardas de seguridad en los racks de Metalshop.

Fuente: Propia.

En la ilustración 57 se muestra el diseño de un rack para material específico (Polines de 205 cm y 96 cm).

PROSPERA METALFRIO
Sustento, Reparo, Arreglo

Melhoria Dirigida

Situação Problema: No se cuenta con un lugar destinado para colocación de polines.

ANTES

Los polines entregados a producción de Metalshop no tienen un lugar donde colocarlos, esto causa que se pierdan, maltraten, estorben y den mala vista al área.

DEPOIS

Se diseñó un rack para colocar los polines en sus 2 medidas estandarizadas, de la manera que tengan un lugar específico para colocarlos y evitar retrasos en producción.

Localidade: MetalShop.
Melhoria: Diseño de rack para colocación de polines en sus diferentes medidas.
Benefícios: Evitar pérdidas de material, tiempos muertos, lugar definido para resguardo de material.
Autores: Angel Orozco.

Ilustración 57. Diseño de rack para polines.

Fuente: Propia.

Objetivo 3. Checklist de arranque.

Se diseñó una Checklist de arranque de Muratec, con la finalidad de que disminuyan los paros de estas, por falta de revisión u/o mantenimiento, colocando principalmente factores esenciales de revisión al iniciar el turno de trabajo los cuales son: Presión del lubricador neumático, lubricación automática, lubricación de mordazas, funcionamiento del sistema neumático. El resto de información se muestra en la Checklist de la ilustración 55.

Nota: El llenado de la Checklist está en proceso por 3 meses para evaluar los resultados.

Análisis de resultados segunda semana de Febrero del 2024.

CHECK LIST

Metalfrio

1. Operador Ejecuta la auditoria al inicio de turno, desde por 1 semana y documenta cualquier hallazgo y comentario realizado.

AUDITORIA DE PROCESO Checklist para LPAs - PUNZONADO MURATEC

2. El Operador Verifica que se haya realizado el check list y se encuentren documentados los posibles hallazgos y comentarios realizados.

Fecha: 14/11/2023 de Noviembre de 2023

Criterios de Auditoria a Cumplir Bajo Satisfactorio N/A No Aplica	Criterio de Auditoria a Cumplir Bajo Satisfactorio N/A No Aplica	Nivel de Cumplimiento															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Fecha:	Turno	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Mar. N°																	
1. Procedimiento de limpieza	1223a / 1223b / 1223c																
2. Limpieza superficial	1223a / 1223b / 1223c																
3. Limpieza profunda	1223a / 1223b / 1223c																
4. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
5. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
6. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
7. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
8. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
9. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
10. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
11. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
12. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
13. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
14. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
15. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
16. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
17. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
18. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
19. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
20. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
21. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
22. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
23. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
24. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
25. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
26. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
27. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
28. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
29. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																
30. Limpieza de la zona de trabajo	1223a / 1223b / 1223c																

Ilustración 58. Checklist de arranque en Muratec.

Fuente: Propia

Además, se capacito al personal operador de las 4 máquinas en sus respectivos 4 turnos, evitando errores en el llenado de la Checklist, liberación de dudas y aumentando el conocimiento de las mismas máquinas que ellos operan. De tal forma que ellos sean capaces de detectar alguna anomalía dentro de la operación.

[illegible]

Fuente: Propia.

	Minuta	Capacitación:	2
		No. de revisión:	0

Tema:	Fecha:
CHECK LIST DE AUDITORÍA DE PROCESO ANTERIOR A ARRANQUE MURATEC	16/11/2023
Lugar de Reunión:	Hora:
MÁQUINAS	7:15 a.m.

No.	Tema (S) Revisados:
1	Actividades de revisión antes de arranque en MURATEC
2	Llenado de formato Check List anterior a arranque

AUDITORIA DE PROCESO Checklist para LPAs - PUNZONADO MURATEC

1. Operador Ejecuta la auditoria al inicio del turno. Chequeo por 1 semana y dos semanas e chequeo final por 1 mes e tres meses.
2. Líder/Supervisor Verifica que se haya cumplido el ítem B del 1 y se encuentren desarmados los puntos fallidos y correos cerrados.

Criterios de Auditoría: Defectuosos Bueno Satisfactorio N/A No Aplica	Fechas: DS, AS, PS	Meses: DS, AS, PS												Años: DS, AS, PS											
		DS												AS											
		PS												DS											
Problemas:	Fallas: Temperatura Humedad																								
1. Presión de aire entre 8-10 bar / 11.2-12.1 bar / 13.8-14.5 bar																									
2. Lubricación automática 3 u/l por minuto de la línea de inyección (DS)																									
3. Lubricación manual (verificar nivel de aceite) (DS)																									
4. Medir que herramienta está armada en lugar designado (DS)																									
5. Medir temperatura cargada en horno (DS)																									
6. Verificar la presión del hidrocilindro automático (DS)																									
7. Confirmar el funcionamiento del sistema de seguridad (DS)																									
8. Confirmar lubricación para de las mordazas (DS)																									
9. Calibración mensual: medir temperatura? (DS) (Chequear los sensores de temperatura)																									

Informal De Ocaso Mejor Mantenimiento Por falta de fuerza por desgaste material Sin Datos

ASISTENTE (S) (Nombre, Puesto o Proceso, Firma):

Nombre	Puesto	Firma
David Mendoza Sosa	Operador	
Jesus Emmanuel Ramirez Leon	Operador	
Gustavo Glez Htz.	operador.	
Sosa Alfredo Rodriguez	Operador	

Fuente: Propia.

[illegible]

Fuente: Propia.

	Minuta	Capacitación:	4
		No. de revisión:	0

Tema:	Fecha:
CHECK LIST DE AUDITORÍA DE PROCESO ANTERIOR A ARRANQUE MURATEC	16/11/2023
Lugar de Reunión:	Hora:
MÁQUINAS	7:15 a.m.

No.	Tema (S) Revisados:
1	Actividades de revisión antes de arranque en MURATEC
2	Llenado de formato Check List anterior a arranque

	AUDITORIA DE PROCESO Checklist para LPAs - PUNZONADO MURATEC
1. Operador: Escribe la auditoria al inicio de cada turno, describe por 7 minutos y documenta cualquier fallas y correctivos. 2. Líder/Supervisor: Verifica que se haya realizado el Check List y se hayan llenado los antecedentes del producto antes de salir y cerrar la línea de producción.	

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="font-size: 0.7em;">Criterios de Auditoria: Industria Textil Satisfactorio</th> <th style="font-size: 0.7em;">Criterios de Auditoria: Industria Textil No Satisfactorio</th> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;"> 1. Inspección visual de la máquina. 2. Verificación de la velocidad de la máquina. 3. Verificación de la tensión de la máquina. 4. Verificación de la lubricación de la máquina. 5. Verificación de la limpieza de la máquina. 6. Verificación de la seguridad de la máquina. 7. Verificación de la calidad de la producción. 8. Verificación de la cantidad de producción. 9. Verificación de la eficiencia de la producción. 10. Verificación de la satisfacción del cliente. </td> <td style="font-size: 0.7em;"> 1. Inspección visual de la máquina. 2. Verificación de la velocidad de la máquina. 3. Verificación de la tensión de la máquina. 4. Verificación de la lubricación de la máquina. 5. Verificación de la limpieza de la máquina. 6. Verificación de la seguridad de la máquina. 7. Verificación de la calidad de la producción. 8. Verificación de la cantidad de producción. 9. Verificación de la eficiencia de la producción. 10. Verificación de la satisfacción del cliente. </td> </tr> </table>	Criterios de Auditoria: Industria Textil Satisfactorio	Criterios de Auditoria: Industria Textil No Satisfactorio	1. Inspección visual de la máquina. 2. Verificación de la velocidad de la máquina. 3. Verificación de la tensión de la máquina. 4. Verificación de la lubricación de la máquina. 5. Verificación de la limpieza de la máquina. 6. Verificación de la seguridad de la máquina. 7. Verificación de la calidad de la producción. 8. Verificación de la cantidad de producción. 9. Verificación de la eficiencia de la producción. 10. Verificación de la satisfacción del cliente.	1. Inspección visual de la máquina. 2. Verificación de la velocidad de la máquina. 3. Verificación de la tensión de la máquina. 4. Verificación de la lubricación de la máquina. 5. Verificación de la limpieza de la máquina. 6. Verificación de la seguridad de la máquina. 7. Verificación de la calidad de la producción. 8. Verificación de la cantidad de producción. 9. Verificación de la eficiencia de la producción. 10. Verificación de la satisfacción del cliente.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="font-size: 0.7em;">Puntos de Control</th> <th style="font-size: 0.7em;">1</th> <th style="font-size: 0.7em;">2</th> <th style="font-size: 0.7em;">3</th> <th style="font-size: 0.7em;">4</th> <th style="font-size: 0.7em;">5</th> <th style="font-size: 0.7em;">6</th> <th style="font-size: 0.7em;">7</th> <th style="font-size: 0.7em;">8</th> <th style="font-size: 0.7em;">9</th> <th style="font-size: 0.7em;">10</th> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">1. Inspección visual de la máquina</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">2. Verificación de la velocidad de la máquina</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">3. Verificación de la tensión de la máquina</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">4. Verificación de la lubricación de la máquina</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">5. Verificación de la limpieza de la máquina</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">6. Verificación de la seguridad de la máquina</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">7. Verificación de la calidad de la producción</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">8. Verificación de la cantidad de producción</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">9. Verificación de la eficiencia de la producción</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.7em;">10. Verificación de la satisfacción del cliente</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>	Puntos de Control	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1. Inspección visual de la máquina											2. Verificación de la velocidad de la máquina											3. Verificación de la tensión de la máquina											4. Verificación de la lubricación de la máquina											5. Verificación de la limpieza de la máquina											6. Verificación de la seguridad de la máquina											7. Verificación de la calidad de la producción											8. Verificación de la cantidad de producción											9. Verificación de la eficiencia de la producción											10. Verificación de la satisfacción del cliente										
Criterios de Auditoria: Industria Textil Satisfactorio	Criterios de Auditoria: Industria Textil No Satisfactorio																																																																																																																													
1. Inspección visual de la máquina. 2. Verificación de la velocidad de la máquina. 3. Verificación de la tensión de la máquina. 4. Verificación de la lubricación de la máquina. 5. Verificación de la limpieza de la máquina. 6. Verificación de la seguridad de la máquina. 7. Verificación de la calidad de la producción. 8. Verificación de la cantidad de producción. 9. Verificación de la eficiencia de la producción. 10. Verificación de la satisfacción del cliente.	1. Inspección visual de la máquina. 2. Verificación de la velocidad de la máquina. 3. Verificación de la tensión de la máquina. 4. Verificación de la lubricación de la máquina. 5. Verificación de la limpieza de la máquina. 6. Verificación de la seguridad de la máquina. 7. Verificación de la calidad de la producción. 8. Verificación de la cantidad de producción. 9. Verificación de la eficiencia de la producción. 10. Verificación de la satisfacción del cliente.																																																																																																																													
Puntos de Control	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																				
1. Inspección visual de la máquina																																																																																																																														
2. Verificación de la velocidad de la máquina																																																																																																																														
3. Verificación de la tensión de la máquina																																																																																																																														
4. Verificación de la lubricación de la máquina																																																																																																																														
5. Verificación de la limpieza de la máquina																																																																																																																														
6. Verificación de la seguridad de la máquina																																																																																																																														
7. Verificación de la calidad de la producción																																																																																																																														
8. Verificación de la cantidad de producción																																																																																																																														
9. Verificación de la eficiencia de la producción																																																																																																																														
10. Verificación de la satisfacción del cliente																																																																																																																														

ASISTENTE (S) (Nombre, Puesto o Proceso, Firma):

Nombre	Puesto	Firma
Sandra Guadalupe Duarte	Operador B	Sandra Guadalupe Duarte
Serge Antonio Legueta Díaz	op - "A"	Serge Antonio Legueta Díaz
Martha Gabriela Gutierrez	op 'B'	Martha Gabriela Gutierrez

Pág. 1

Fuente: Propia.

Se actualizaron los instructivos de trabajo, por lo cual, cualquier posible cambio de operador, operación, nombre o detalle, se pueda apreciar dentro del libro de instructivos de trabajo, donde explica claramente las actividades y partes de la máquina que son esenciales para el cumplimiento de las operaciones. En la ilustración 63 se muestra la hoja 1 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

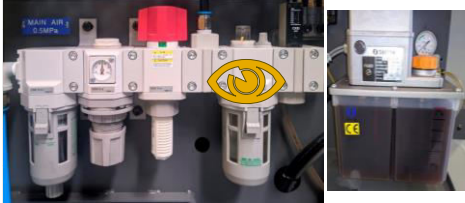
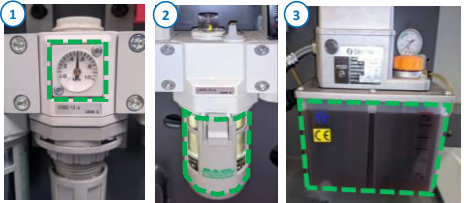
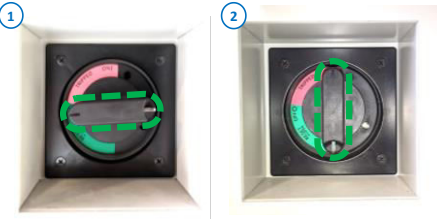
INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN						
Nombre de la operación:	Modelo:	Fecha de emisión:	09-nov-23	Número de página:	Código del área:	ITMSPU10
Arranque y apagado (Muratec)	Todos	Fecha de revisión:	09-nov-23	1 de 4	No. de revisión:	0
Tipo de energía: Eléctrica ☒ Neumática ☒ Gas ☐ Mecánica ☒ Hidráulica ☒ Otras ☐				Área a la que aplica: Máquinas		Auto inspección de calidad
1! Antes de arrancar la máquina es necesario corroborar que los indicadores de estado de la máquina estén en los niveles adecuados, verificando y llenando la Checklist colocada en cada máquina, (Niveles en paso siguiente), estos medidores se encuentran en la parte trasera de la máquina.		1 Los niveles tienen que estar a: 1) Presión de aire: 0.5 MPa, 2) Lubricación neumática: 3oZ (por encima de la línea de nivel mínimo), 3) Lubricación: por encima de la línea de nivel mínimo.		NA		Herramienta y/o equipo
				Flexometro		Seguridad:
2 Para levantar el teclado (este se ubica debajo del monitor) es necesario presionar los 2 botones negros que se encuentran en los laterales del mismo, de esta forma podemos acceder a la llave de arranque.		3 Para encender la máquina es necesario 1) girar la llave de arranque (contra el sentido de las manecillas del reloj) hasta quedar en línea con OFF , 2) paso seguido se gira la llave (a favor de las manecillas del reloj) hasta quedar en ON .		Cortadas de brazo u antebrazo		Medidas preventivas
				Utilizar el equipo de protección personal.		EPP
						
Elaboró	Vo. Bo.		Vo. Bo.			
Coordinador de Manufactura	Jefe de Producción		Lider de Calidad			

Ilustración 63. Hoja 1 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

Fuente: Propia.

En la ilustración 64 se muestra la hoja 2 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN									
Nombre de la operación:		Modelo:	Fecha de emisión:	09-nov-23	Número de página:	Código del área:			
Arranque y apagado (Muratec)		Todos	Fecha de revisión:	09-nov-23	2 de 4	ITMSPU10			
Tipo de energía:			Área a la que aplica:		Auto inspección de calidad				
Eléctrica ☒ Neumática ☒ Gas ☐			Máquinas						
Mecánica ☒ Hidráulica ☒ Otras ☐									
4	Una vez la llave esta en ON, se presiona el boton POWER ON , y se espera hasta que el mensaje << For operation in safety >> aparezca en pantalla, para seguidamente presionar en CONFIRM		5	Para activar la maquina (Alerta 3901: Machine Not Ready), es necesario esperar hasta que el boton Machine Ready (ubicado de lado derecho del monitor) parpadee de color verde, si esto es así se procede a presionarlo.		NA			
1 POWER ON 2 << For operation in safety >> Only training personal should operate this machine. Obey all warning labels and safety message to prevent injury and possibly death. Please start operation with soft key (Confirmation) after understand Confirm Cancel Muratec Machinery. Ltd. All right reserved.			Machine Not Ready Machine 3901 Machine Not Ready MACHINE READY			Herramienta y/o equipo			
						Flexometro			
						Seguridad:			
						Peligros potenciales			
						Cortadas de brazo u antebrazo			
						Medidas preventivas			
						Utilizar el equipo de protección personal.			
6! Cada vez que se ARRANCA la maquina es necesario realizar una operacion de Zero Set , para de esta forma ubicar las pinzas (WH) y la torreta (T) en las posiciones iniciales o Home.			6 Para realizar la operacion de Zero Set , se da click en 1) Operation Manager , 2) click en Hand , 3) click en Operation , 4) click en Zero Set , y 5) se presiona el boton Action .						
Pos. 0			1 2 3 4 5 Operation Manager > Machine Operation Auto Hand Buffer Schedule Main Operation NC Mode Machine Zero Set Loading Position WH Detect WH Close OK Cancel Reset Reset			ACTION			EPP
Elaboró		Vo. Bo.		Vo. Bo.					
Coordinador de Manufactura		Jefe de Producción		Lider de Calidad					

Ilustración 64. Hoja 2 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

Fuente: Propia.

En la ilustración 65 se muestra la hoja 3 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

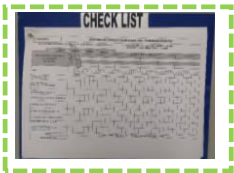
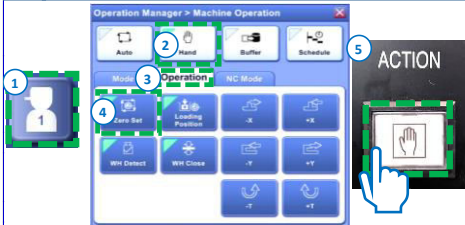
INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN						
Nombre de la operación:		Modelo:	Fecha de emisión:	09-nov-23	Número de página:	Código del área:
Arranque y apagado (Muratec)		Todos	Fecha de revisión:	09-nov-23	3 de 4	ITMSPU10
Tipo de energía:					Área a la que aplica:	No. de revisión:
Eléctrica ☒ Neumática ☒ Gas ☐ Mecánica ☒ Hidráulica ☒ Otras ☐					Máquinas	0
						Auto inspección de calidad
7	Una vez realizadas y verificadas las actividades de arranque de máquina, contestar el Checklist colocado en el costado de las máquinas Muratec.					NA
 						8! Cada vez que se va a APAGAR la máquina es necesario realizar una operación de Zero Set , para de esta forma ubicar las pinzas (WH) y la torreta (T) en las posiciones iniciales o Home.
						Herramienta y/o equipo
						Flexometro
8						Seguridad:
Para realizar la operación de Zero Set , se da click en 1) Operation Manager , 2) click en Hand , 3) click en Operation , 4) click en Zero Set , y 5) se presiona el boton Action .						Peligros potenciales
9						Cortadas de brazo u antebrazo
Para apagar la máquina, se presiona el boton OFF , la máquina se abra apagado completamente una vez la llave de arranque se haya desactivado y ya no este en la posición de ON .						Medidas preventivas
  						Utilizar el equipo de protección personal.
						EPP
						
Elaboró		Vo. Bo.		Vo. Bo.		
Coordinador de Manufactura		Jefe de Producción		Lider de Calidad		

Ilustración 65. Hoja 3 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

Fuente: Propia.

En la ilustración 66 se muestra la hoja 4 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

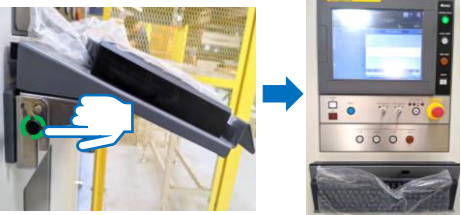
INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN						
Nombre de la operación:	Modelo:	Fecha de emisión:	09-nov-23	Número de página:	Código del área:	ITMSPU10
Arranque y apagado (Muratec)	Todos	Fecha de revisión:	09-nov-23	4 de 4	No. de revisión:	0
Tipo de energía: Eléctrica ☒ Neumática ☒ Gas ☐ Mecánica ☒ Hidráulica ☒ Otras ☐				Área a la que aplica:	Auto inspección de calidad	
				Máquinas		
10	Por último se baja el teclado , para ello es necesario presionar los 2 botones negros que se encuentran en los laterales del mismo. .					NA
				Herramienta y/o equipo		
				Flexometro		
				Seguridad:		
				Peligros potenciales		
				Cortadas de brazo u antebrazo		
				Medidas preventivas		
				Utilizar el equipo de protección personal.		
				EPP		
						
Elaboró		Vo. Bo.		Vo. Bo.		
Coordinador de Manufactura		Jefe de Producción		Lider de Calidad		

Ilustración 66. Hoja 4 del instructivo de trabajo de arranque y apagado de Muratec.

Fuente: Propia.

5.4 Objetivo 4.

Objetivo 4. Modificación de piezas en área de soldadura.

Se colaboro con la actividad de remplazar las piezas finales de arrastre, por otras nuevas donde se reduce gran parte del material utilizado con los antiguos arrastres.

Se diseñaron nuevas partes con el área de ingeniería, donde todas las piezas se logren producir con la materia prima existente, cambiando el material tubular rojo de 1" x 2 1/4" que necesitaba otro proceso de soldadura y pintura, remplazado por piezas de lámina prepintada negra que ya estaría exento del proceso de pintura, ensamblado con tuerca insertos y con pocos puntos de soldadura.

Además, las partes nuevas son pequeñas y se podría aprovechar del material sobrante de otras piezas fabricadas dentro de la cadena de suministros en el área de Metalshop.

En las ilustraciones 67, 68, 69, 70 se muestran los planos de diseño diseñados para las piezas de los nuevos arrastres.

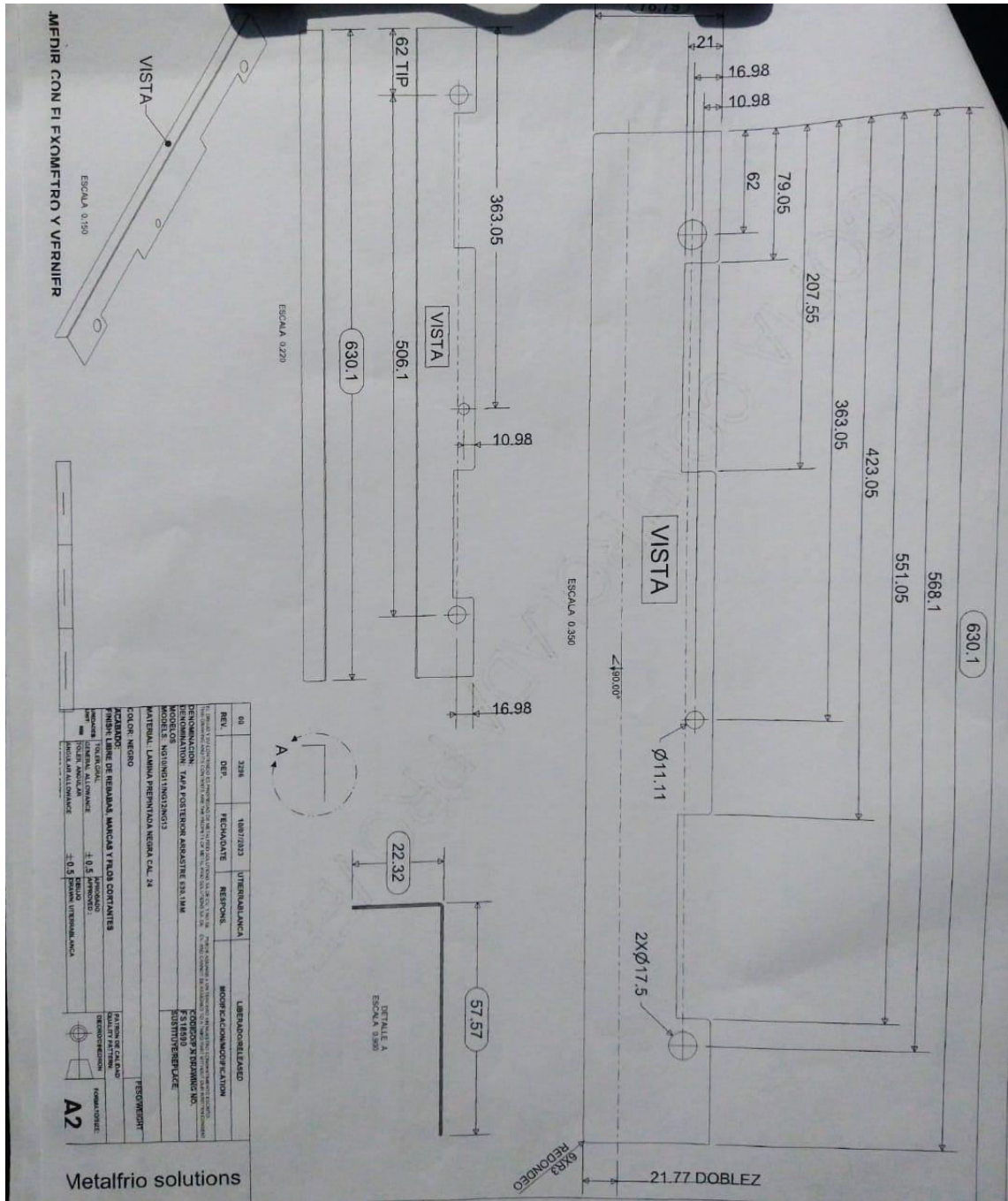


Ilustración 67. Tapa posterior arrastre.

Fuente: Propia.

En las ilustraciones 71, 72, 73 se muestran las piezas producidas para el ensamble de las piezas de arrastres.



Ilustración 71. Guía para base compresora.

Fuente: Propia.

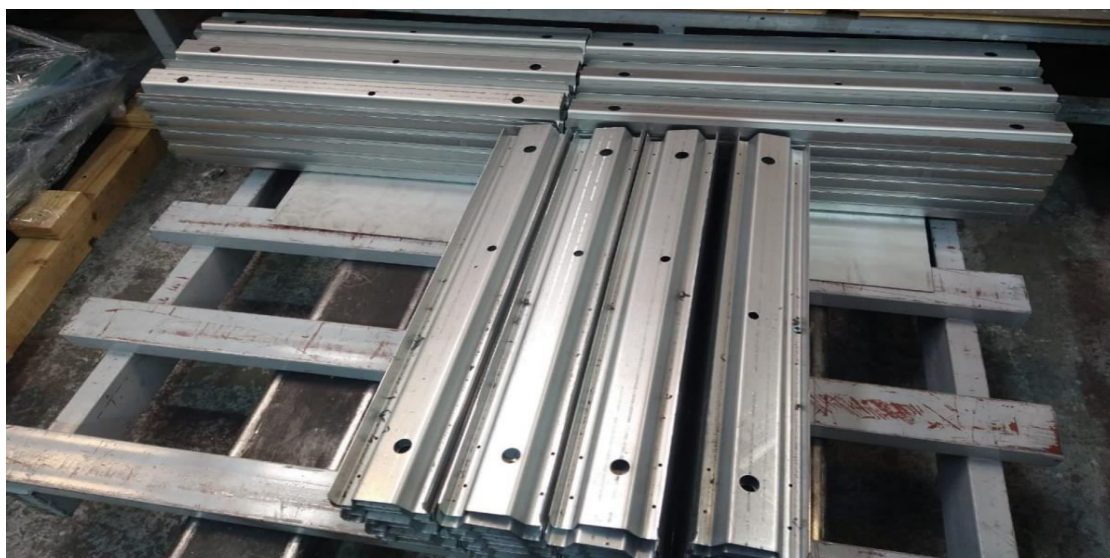


Ilustración 72. Arrastre posterior.

Fuente: Propia.



Ilustración 73. Tapa posterior arrastre.

Fuente: Propia.

En la ilustración 74 se muestra el subensamble de las piezas de arrastres con tuerca insertos.

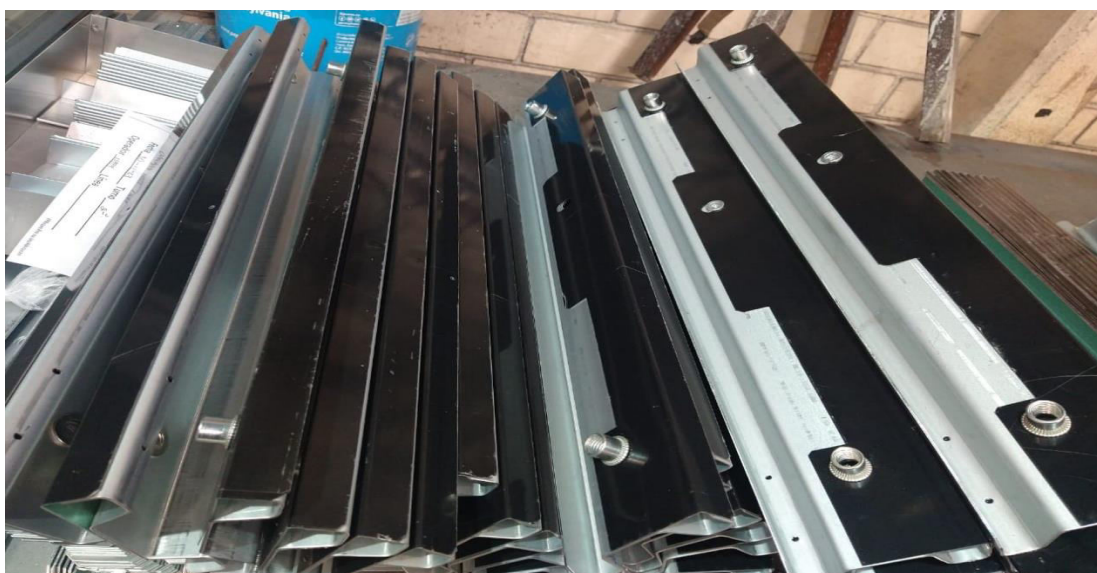


Ilustración 74. Subensamble de piezas con tuerca insertos.

Fuente: Propia.

En la ilustración 75 se muestra el resultado final del ensamble de las piezas para los arrastres, sin necesidad del proceso de pintura y con muy pocos puntos de soldadura.

La lamina prepintada negra tiene un plástico protector desplegable que cubre la pieza de cualquier daño o rasguño.

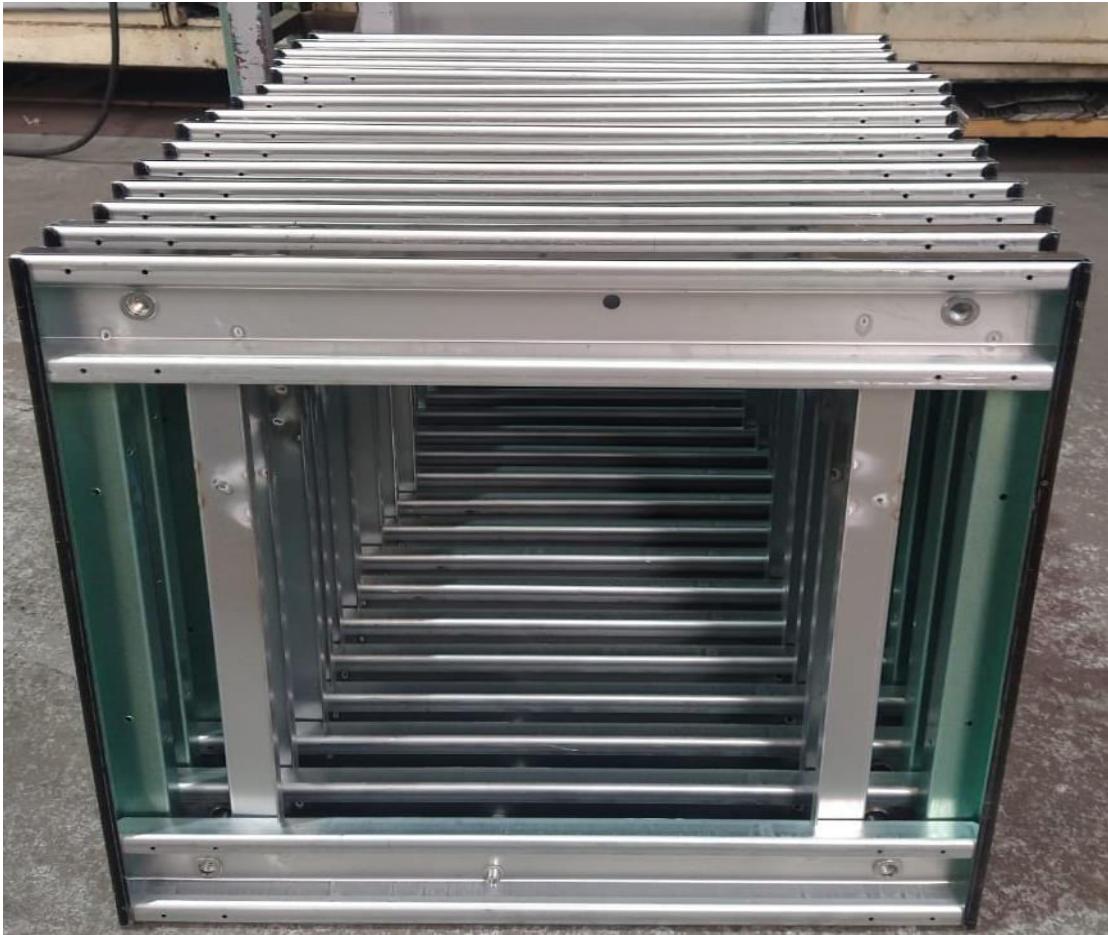


Ilustración 75. Resultado final de piezas subensambladas para los arrastres finales.

Fuente: Propia.

Objetivo 4. Diseño de carros.

Con la ayuda del software Solidedge se diseñó el modelo de 2 carros especializados para transportar las piezas de arrastre, ya que estos son piezas pequeñas y muy pesadas ya que es lamina calibre 16. El tiempo que se tarda el operador de prensas en acomodar estas piezas en la tarima suma al tiempo normal 8 seg por arrastre y generalmente se colocan entre 225 y 250 arrastres al cumplir esta cantidad el material se emplea durando aproximadamente 256

seg. Al ser piezas pesadas el montacargas debe de pasar por el material y transportarlo al área de soldadura, este proceso tarda hasta 1800 seg, lo cual es demasiado para una actividad de transporte.

Una vez transportado al área de soldadura, el operador debe desplegar y caminar de 4 a 5 metros para tomar 5 de estas piezas y comenzar el subensamble. Al terminar se acomodan de nuevo en la tarima y se vuelven a emplayar para mandarlos a la línea, aproximadamente 35 piezas por tarima.

Este proceso es muy extenso de acuerdo a actividad de proceso y principalmente por el tiempo de transporte que esto conlleva. Para ello se planea utilizar carros que soporten más de 400 kg que corresponden al peso total de 250 arrastres, además de que tengan la capacidad de transporte de estos mismos, de esta manera lograr reducir el tiempo de acomodo, tiempo de transporte, tiempo de espera de montacargas, tener las piezas a la mano y que cualquier operador pueda transportar el material sin problema.

La actividad aún está en proceso de aprobación por los jefes del área.

En la ilustración 76 y 77 se muestra la opción 1 de los posibles modelos de carritos transportadores de material, adecuados para este tipo de piezas.

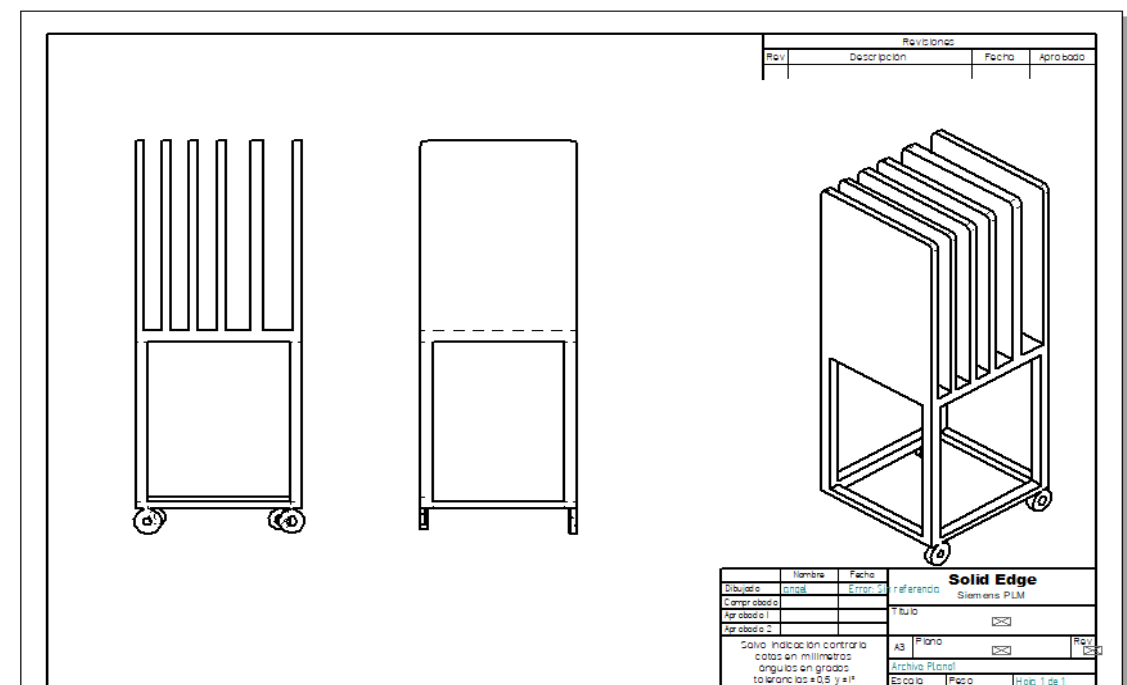


Ilustración 76. Vistas de la opción 1 para transporte de piezas de arrastres.

Fuente: Propia.

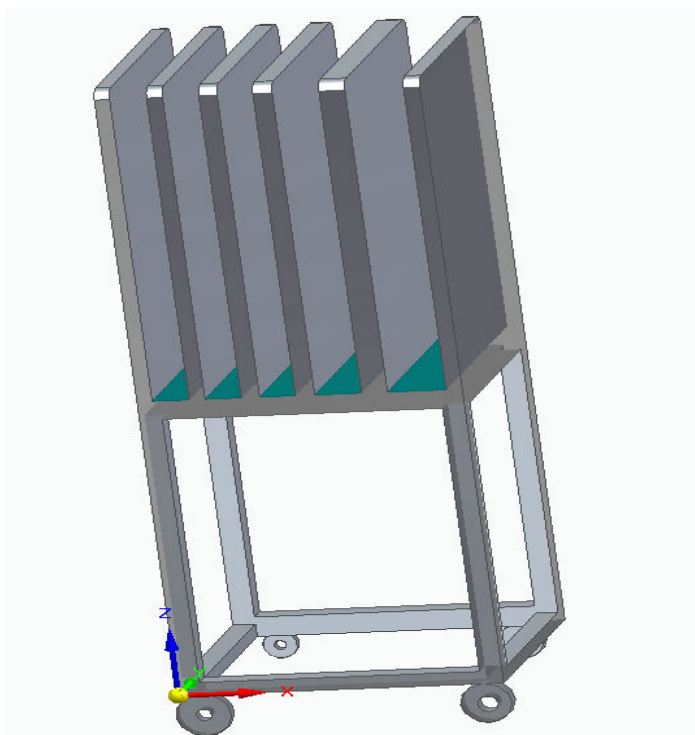


Ilustración 77. Vista previa de carrito de transporte para material de arrastres.

Fuente: Propia.

En la ilustración 78 y 79 se muestra la opción 2 de los posibles modelos de carritos transportadores de material, adecuados para este tipo de piezas.

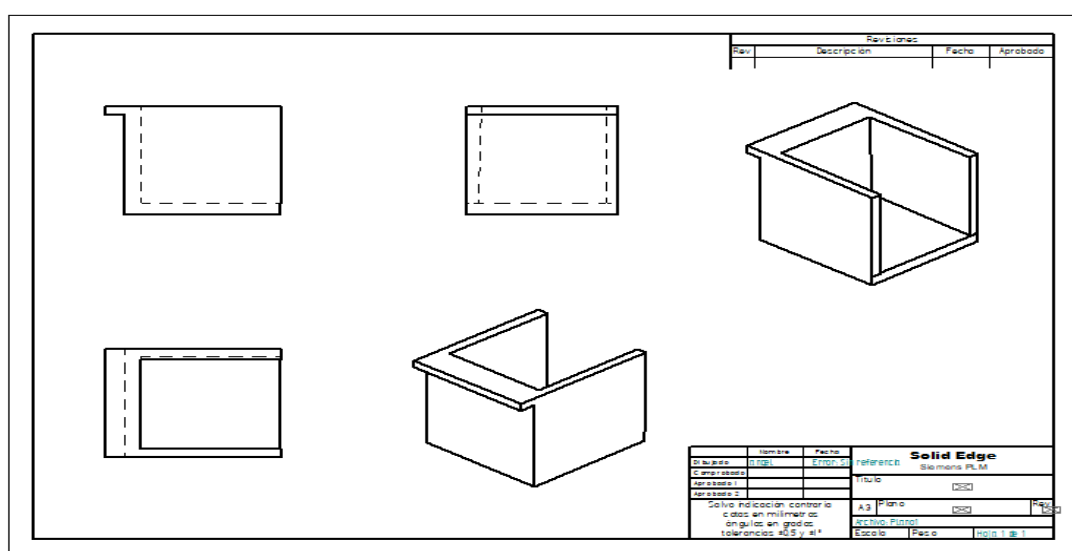


Ilustración 78. Opción 2 de carrito para transporte de piezas de arrastres.

Fuente: Propia.

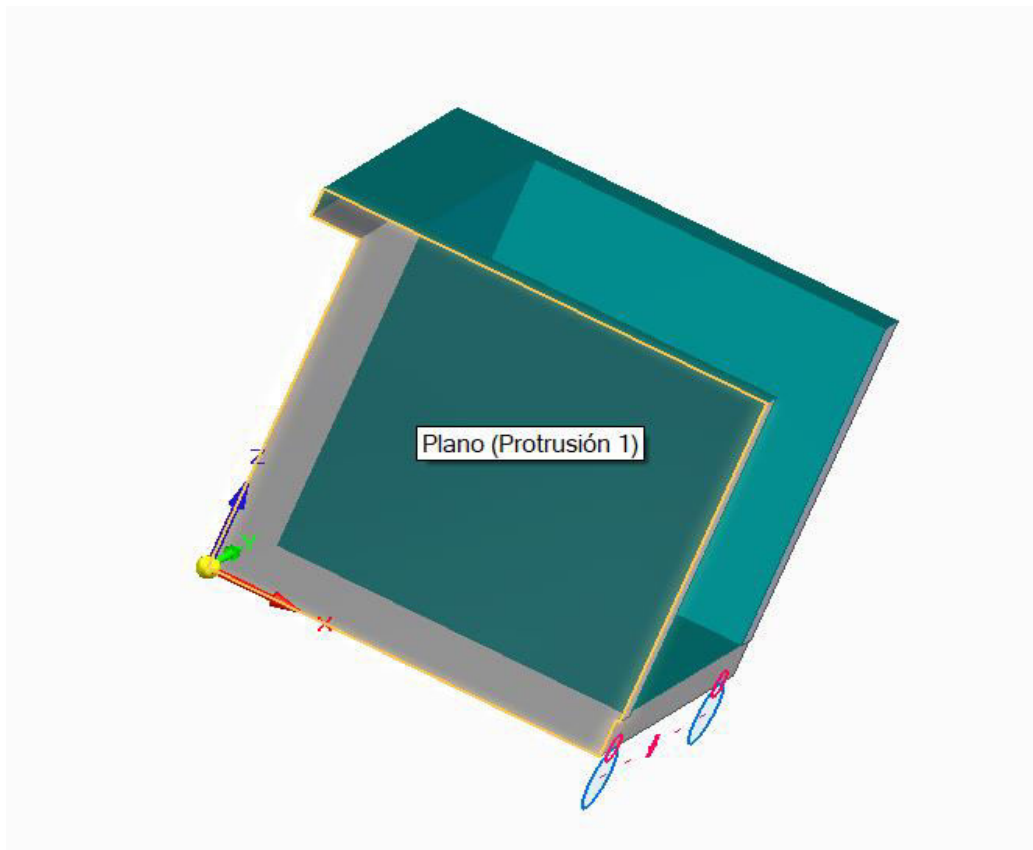


Ilustración 79. Vista previa de opción 2 para carrito de arrastres.

Fuente: Propia.

En la tabla 5, muestra el antes y después de llevar a cabo el proyecto del diseño de los carros para material, contemplando las limitantes de cada actividad con un límite máximo de 250 piezas de arrastres, así como, las mejoras que desempeña el proyecto.

Tabla 5. Tabla de mejoría antes y después del proyecto (Diseño de carros para material) con el límite general producido de 250 piezas de arrastres.

Fuente: Propia.

Actividad	Tiempo antes (Seg)	Tiempo después (Seg)	Ahorro de tiempo (Seg)	Mejoría
Acomodar piezas	2,000	1,000	1,000	• Reducción de tiempos. • Eliminación de operaciones. • Eliminación del uso del montacargas. • Flexibilidad de operación. • Cualquier operador puede transportar el material. • Aumento de productividad.
Emplaye	256	0	256	
Transporte	1,800	30	1,770	
Desemplaye	128	0	128	
Transporte a Ensamble	625	0	625	
Emplaye final	118	0	118	
Transporte a línea	3,360	1,260	2,100	
Total	8,287	2,290	5,997	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Tal y como hemos podido comprobar tras el análisis de la capacidad instalada, la productividad suele ser siempre un problema que se presenta día a día y va cambiando conforme al tiempo. En este caso logramos cumplir nuestra primera hipótesis de solucionar el problema de la maquila adquiriendo nueva maquinaria con la capacidad de producir un nivel mayor a nuestra demanda mensual en su punto más alto y mejorando nuestro rendimiento a través de la implementación de las herramientas de manufactura. Sin embargo, el adquirir más maquinaria no es siempre la mejor solución, la mejor solución es analizar tus procesos de producción, buscar tus debilidades, puntos críticos, deficiencias y hacer algo al respecto dando las mejores soluciones para ser más eficientes, es decir hacer más, con menos recursos (eficiencia).

Recomendaciones

- Continuar con el llenado de la Checklist para evaluar los resultados en Febrero de 2024.
- Anticipar mucho tiempo más la demanda para ver posibles áreas de oportunidad para incrementar la producción sin necesidad de adquirir más maquinaria.
- Aprobar nuevos proyectos para disminuir mudas y variabilidades dentro del área de Metalshop.
- Continuar con el proceso y diseño de nuevos métodos de transporte.
- Continuar con el proyecto de los carritos para arrastres ya que con el desarrollo de este se eliminaría el tiempo de espera de montacargas (1800 seg), y reduciría el tiempo de acomodo de arrastres (1000 seg cada 200 arrastres), el tiempo de empuje (480 seg), el tiempo de tomar los arrastres (11 seg cada 5 arrastres) y el transporte a línea (480 seg), por lo cual, el aprovechamiento del tiempo y flujo de material mejoraría bastante y aumentaría notablemente la producción de este tipo de piezas en el área de soldadura.
- Dar mantenimiento constantemente a las máquinas para evitar fallas o daños ocasionadas por la falta de atención en las mismas.

- Seguir con las mejoras dirigidas semanales (Kaizen).
- Crear indicadores para medir la productividad en las maquinas con mayor efectividad y eficiencia. (Proyecto EGGA).
- Actualizar los tiempos en cada acción nueva que se plantee en los procesos.
- Hablar con los operadores constantemente ya que ellos son los interactúan siempre con las máquinas y tienen un mayor enfoque en donde se encuentran los problemas.
- Visitar el área frecuentemente para ver el flujo e identificar deficiencias del área.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliografía

- adminDSI. (14 de Octubre de 2022). *ciraclogistica*. Recuperado el 28 de 26 de 2023, de ciraclogistica: <https://ciraclogistica.es/7-caracteristicas-con-las-que-debe-contar-un-servicio-de-transporte/>
- Altamarina. (16 de Febrero de 2021). Recuperado el 22 de Octubre de 2023, de Altamarina: <https://altamaritima.com.mx/2021/11/29/los-problemas-mas-comunes-del-transporte-de-mercancias/>
- APD, R. (14 de Marzo de 2023). *Apd*. Recuperado el 27 de Octubre de 2023, de Apd: <https://www.apd.es/metodologia-lean-que-es/>
- Boada, G. (04 de Octubre de 2022). *Rubivlog*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2023, de Rubivlog: <https://www.rubi.com/es/blog/flexometro-rubi/>
- Carrillo, S., Ruíz, C., & . (2019 de Agosto de 2019). Redalyc. *Redalyc*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2023, de Redalyc: <https://www.redalyc.org/busquedaArticuloFiltros.oa?q=5%C2%B4s>
- Cruz, C., Orozco, S., & . (2014). *Metodología de la investigación* (1 ed.). Mexico: GRUPO EDITORIAL PATRIA. Recuperado el 08 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/39410>
- Davila, M. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN* (1 ed.). Mexico: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 08 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/40363>
- Escamilla, A. (2014). *Metrologia y sus aplicaciones* (Primera edicion ed.). Mexico: Patria. Recuperado el 23 de Noviembre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/39456>
- Industrias, G. (10 de Enero de 2022). Recuperado el 24 de Noviembre de 2023, de <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/goniometro>
- Jiménez, E., C. W., & . (01 de Febrero de 2021). *Redalyc*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2023, de Redalyc: <https://www.redalyc.org/busquedaArticuloFiltros.oa?q=kaizen>
- leanlandia. (4 de Febrero de 2019). *leanlandia*. Recuperado el 27 de Octubre de 2023, de leanlandia: <https://leanlandia.wordpress.com/2019/02/28/despilfarro-por-movimientos-innecesarios-del-personal/>

- Leon, M. (2009). Estrategia Kaizen. *Estrategia Kaizen*, 22. Recuperado el 08 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/28799>
- Lopez, F. (1 de Enero de 2020). *Economipedia*. Recuperado el 26 de Octubre de 2023, de [Economipedia: https://economipedia.com/definiciones/superproduccion.html](https://economipedia.com/definiciones/superproduccion.html)
- Martinez, H. (2012). *Metodología de investigación* (1 ed.). Mexico: Cengage Learning. Recuperado el 08 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/39957>
- Mejía, A., & Montoya, A. (2010). *Capacitación integral del talento humano por competencias, orientada hacia la innovación tecnológica*. Colombia: Bonaventuriana. Recuperado el 25 de Octubre de 2023, de <http://www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co/realidad/pdfs/TalentoHumano.pdf>
- Mejía, J. M. (22 de Septiembre de 2023). Repositorioacademico. *Redalyc*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2023, de Repositorioacademico: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/606233/MEJIA_MJ.pdf?sequence=1
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Merodos estandares y diseño del trabajo* (Duodecima ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill. Recuperado el 29 de Oubre de 2023, de <file:///C:/Users/angel/Downloads/Ingenieria%20Industrial%20Metodos%20estandares.pdf>
- Orozco, E., Sablón, N., Barrezueta, K., & . (22 de Diciembre de 2019). *Redalyc*. *Redalyc*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2023, de Redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/3604/360464918011/>
- Paz, R., & Gonzáles, D. (2012). *Productividad y competitividad*. Argentina: SKLA. Recuperado el 28 de Octubre de 2023, de <file:///C:/Users/angel/Downloads/perspectiva,+Editorial+Dos+palabras+prductividad+y+Competitividad.pdf>
- Pérez, F., Alfaro, P., Garza, L., & Lerma, F. (22 de Abril de 2020). *Revistas*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2023, de Revistas: https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4764/4703

- Perez, J. (15 de Septiembre de 2022). *Definicion.De*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2023, de Definicion.De: <https://definicion.de/cronometro/>
- Platas, J., & Cervantes, M. (2014). *Planeación diseño y layout de instalaciones* (Primera edición ed.). Mexico: Patria. Recuperado el 25 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/39458>
- Ramirez, M., & Flores, A. (2002). *Metrología y Normalización* (Primera edicion ed.). Mexico: Tres Guerras. Recuperado el 23 de Noviembre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/74067>
- Rodriguez, D. (2022). *La productividad en el servicio* (1 ed.). Colombia, Colombia: UPTC. Recuperado el 08 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/231879>
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing* (Vol. 1). Valencia: Books, Marge. Recuperado el 08 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/117567>
- Socconini, L. (2020). *Lean manufacturing*. Valencia: Marge Books. Recuperado el 28 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/177805>
- Socconini, L. (2021). *LEAN SIX SIGMA WHITE BELT* (1 ed.). Valencia: Marge Books. Recuperado el 08 de Octubre de 2023, de <https://elibro.net/es/ereader/itess/198577>
- villacis, L. (31 de Julio de 2022). *Locabri*. Recuperado el 25 de Octubre de 2023, de Locabri: <https://www.locabri.com/es/blog/sobreproducci%C3%B3n-cadena-producci%C3%B3n>
- Zandin, K. (2014). *Manual del ingeniero industrial* (5a ed.). Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.

ANEXOS

Anexo 1.

