



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA MANUFACTURA ESBELTA
PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DEL TALLER
DE CERRAJERÍA “EL COLORADO” UBICADO EN EL CANTÓN LA
LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

ANDRÉS LEONEL GARCÍA GONZÁLEZ

TUTOR:

ING. MARLON NARANJO LÁINEZ MSC.

LA LIBERTAD - 2018

DEDICATORIA

A mis padres Eduardo García y Olga González por el apoyo permanente en todos los aspectos a lo largo de mis años de estudio.

A mis hermanos y amigos por el apoyo moral para concluir el presente proyecto.

Andrés Leonel García González

AGRADECIMIENTO

A las autoridades y personal Académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de formación profesional.

Cada uno del personal docente de la Facultad de Ingeniería Industrial por la instrucción académica a lo largo de la carrera.

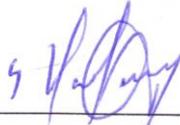
Al Señor Luber Mero, propietario del taller “El Colorado”, por permitirme realizar este proyecto dándome las facilidades para ejecutar el mismo.

Andrés Leonel García González

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación “IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DEL TALLER DE CERRAJERÍA “EL COLORADO” UBICADO EN EL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA.”, elaborado por el egresado Andrés Leonel García González de la Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniería Industrial, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado el proyecto, doy paso para que sea evaluado y aprobado por el Tribunal de Grado, para su posterior titulación.

Atentamente



Ing. Marlon Naranjo Laínez MSc.

Tutor del Trabajo de Titulación



IV

RECIBIDO 12 FEB 2019

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Juan Garcés Vargas MGp.

**DECANO (E) DE LA FACULTAD
INGENIERÍA INDUSTRIAL**



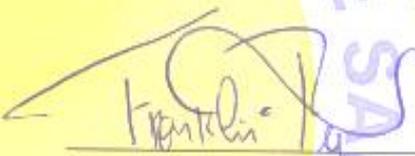
Ph.D. Rolando Calero Mendoza

**DIRECTOR DE LA CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**



Ing. Ing. Marlon Naranjo Láinez MSc.

TUTOR DE TESIS DE GRADO



Ing. Ing. Franklin Reyes MSc.

PROFESOR DEL ÁREA

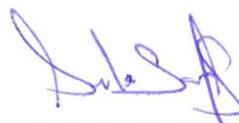


Ab. Víctor Coronel Ortiz, MSe

SECRETARIO GENERAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y PATRIMONIO INTELECTUAL

El contenido del presente trabajo de graduación **“IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DEL TALLER DE CERRAJERÍA “EL COLORADO” UBICADO EN EL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA.”**, es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Andrés Leonel García González





UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Autor: Andrés Leonel García González

Tutor: Ing. Marlon Naranjo Láinez MSc.

“IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA MANUFACTURA ESBELTA PARA OPTIMIZAR LOS PROCESOS OPERACIONALES DEL TALLER DE CERRAJERÍA “EL COLORADO” UBICADO EN EL CANTÓN LA LIBERTAD, PROVINCIA DE SANTA ELENA.”

RESUMEN

El presente trabajo pretende agilizar los procesos operacionales del taller de cerrajería “El Colorado”, desde su administración hasta el área de manufactura, mediante la filosofía Lean (Esbelto) el cual tiene como objetivos: la utilización de tiempos en lo absolutamente necesario, comprometer al personal operativo con la empresa y la mejora continua en sus actividades cotidianas

Para ello se ha hecho uso de la investigación empírica a través de la observación, toma de tiempos en la fabricación de varias estructuras metálicas, encuestas y entrevista al propietario del local.

La colaboración eficaz del personal, permitió el uso de técnicas teóricas para readecuar el área de trabajo, eliminando diversos objetos ajenos a los procesos de operación, los cuales estorbaban al personal mientras laboraban

A partir de este proyecto se pretende darle mas cabida a la demanda creciente, ya que, con la estandarización de operaciones, los trabajos encomendados se pueden terminar en los tiempos ya preestablecidos en el estudio

Palabras claves: Mejora continua - Valor agregado – Organización del trabajo - Estandarización de operaciones-

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	Error! Bookmark not defined.
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	
Y PATRIMONIO INTELECTUAL	VI
RESUMEN.....	VII
ÍNDICE DE IMÁGENES	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	XVII
SIMBOLOGÍA.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I: Generalidades.....	2
1.1 Justificación.....	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo general	3
1.2.1 Objetivos específicos	3
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Variables	4
1.4.1 Variable Dependiente.....	4
1.4.2 Variable Independiente.....	4

1.5	Metodología de la investigación	4
1.6	Antecedentes	5
Capítulo II: Situación Actual		7
2.1	Descripción de la empresa	7
2.1.1	Reseña histórica.....	7
2.1.2	Ubicación geográfica.....	8
2.1.3	Áreas de manufactura	8
2.1.4	Descripción de procesos	10
2.1.5	Producción regular.....	15
2.2	Descripción de la problemática.....	16
2.2.1	Evaluación de puestos de trabajo	16
2.2.2	Evaluación de procesos	19
2.2.3	Diagrama de flujo de proceso.....	20
2.2.4	Diagrama de Causa-Efecto	21
2.2.5	Diagrama de Pareto	22
2.2.6	Cadena de Valor (Actual).....	25
2.2.7	Aplicación de entrevista/encuesta	28
2.2.7.1	Análisis de resultados.....	33
2.2.7.2	Comprobación de hipótesis	35
Capítulo III: Marco Teórico		36
3.1	Calidad	36
3.2	Productividad	37
3.3	Estudio de tiempos	38
3.4	Metodología Manufactura Esbelta	40

3.4.1	Valor Agregado	41
3.4.2	Desperdicios	42
3.6	Principios de Metodología Manufactura Esbelta	44
3.6.1	Definir el valor para el cliente	45
3.6.2	Identificar cadena de valor	45
3.6.3	Crear de flujo continuo.....	46
3.6.4	Sistema Pull.....	46
3.6.5	Mejora Continua.....	46
3.7	Herramientas de Metodología Manufactura Esbelta.....	47
3.7.1	VSM – Análisis de procesos.....	47
3.7.2	Poka Yoke – Sistema Anti error	47
3.7.3	5´S - Organización de área de manufactura	48
3.7.4	Trabajo estandarizado - Estandarización de procesos	51
3.7.5	Pull System – Sistematización de órdenes de trabajo	52
3.7.6	Kaizen – Mejora Continua	52
Capítulo IV: Implementación de Metodología Manufactura Esbelta		54
4.1	Implementación.....	54
4.1.1	Definir el valor: Determinación de desperdicios.....	56
4.1.2	Identificar Cadena de Valor: VSM Propuesto.....	58
4.1.2.1	Implementación de técnica 5´S	60
4.1.2.2	Implementación técnica Poka Yoke.....	69
4.1.3	Creación de Sistema de Flujo Continuo	70
4.1.4	Implementación de Sistema Pull	74
4.1.5	Mejora Continua: Metodología Kaizen	76

4.1.6	Diagrama de Flujo Propuesto	77
4.2	Evaluación de Resultados	78
4.2.1	Evaluación de la productividad	78
Capítulo V: Evaluación Financiera		79
5.1	Costo de inversiones	79
5.1.1	Costo elementos de implementación	79
5.1.1.1	Sociabilización (Inducción teórica).....	80
5.1.1.2	Tiempo Utilizado	81
5.1.1.3	Reestructuración del espacio de trabajo.....	82
5.1.1.4	Cuadro de capacitaciones externas.....	83
5.1.2	Costo Total de Inversión	84
5.2	Recuperación de Inversión	85
Conclusiones		87
Recomendaciones.....		88
BIBLIOGRAFÍA		89
LINKOGRAFÍA		90
ANEXOS		91

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Ubicación geográfica de Taller "El Colorado	8
Imagen 2: Esquema de distribución de áreas del taller	9
Imagen 3: Muestra para trabajo encomendado	10
Imagen 4: Áreas de corte.....	11
Imagen 5: Moldes para diseño	12
Imagen 6: Moldeo a medida.....	12
Imagen 7: Proceso de soldadura.....	13
Imagen 8: Punto de soldadura en puerta metálica.....	13
Imagen 9: Acabado de reja.....	14
Imagen 10: Acabado de puerta contrapuerta.....	14
Imagen 11: Mesa de soldar inestable	16
Imagen 12: Mesa de soldar desocupada en mal estado de reposo	17
Imagen 13: Medición y corte de varilla	17
Imagen 14: Residuos de varilla	18
Imagen 15: Varillas sobresalidas	18
Imagen 16: Amontonamiento de componentes en desuso	62
Imagen 17: Planchas metálicas sin uso de producción	63
Imagen 18: Partes sobrantes para patas de empotrado.....	63
Imagen 19: Elaboración de patas de rejas	64
Imagen 20: Estantería en un puesto de trabajo (antes).....	64
Imagen 21: Estantería en un puesto de trabajo (después)	65

Imagen 22: Distribución de materia directo restante 1	65
Imagen 23: Distribución de material directo restante 2	66
Imagen 24: Situación Actual: órdenes de trabajo	73
Imagen 25: Formato para orden de producción	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción mensual promedio de cerrajería.....	15
Tabla 2: Producción mensual promedio de aluminio y vidrio	15
Tabla 3: Horas y minutos sin producir durante un mes (215 hora) laboral.....	23
Tabla 4: Operaciones para la elaboración de un reja común	25
Tabla 5: Valores promedios de creación de rejas, puertas y contrapuestas	26
Tabla 6: Posible utilidad No generada	27
Tabla 7: Encuesta al personal operativo.....	32
Tabla 8: Valores porcentuales de la encuesta	33
Tabla 9: Características de los desperdicios en la manufactura.....	42
Tabla 10: Resumen de operaciones para rejas	57
Tabla 11: Resumen de operaciones para puertas metálicas	57
Tabla 12: Resumen de operaciones para contrapuerta metálica	58
Tabla 13: Ítems evaluados previo a implementación 5S.....	60

Tabla 14: Ítems evaluados posterior a implementación 5S.....	67
Tabla 15: Estandarización de tiempos para reja común.....	72
Tabla 16: Toma de Mediciones de productividad postimplementación	78
Tabla 17: Inducción teórica al personal	80
Tabla 18: Material de apoyo para socialización.....	81
Tabla 19: Tiempo utilizado remunerable	82
Tabla 20: Elementos para la implementación física	83
Tabla 21: Capacitaciones externas	84
Tabla 22: Inversión total de la implementación.....	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Flujograma de procesos de actividades generales	20
Gráfico 2: Diagrama de Ishikawa Taller El Colorado	22
Gráfico 3: Diagrama de Pareto Causas de Inactividad.....	24
Gráfico 4: Comparación de cada pregunta de la encuesta	34
Gráfico 5: Valor porcentual promedio de la encuesta.....	34
Gráfico 6: Contenido Total del trabajo	39

Gráfico 7: Objetivos de la manufactura esbelta	41
Gráfico 8: Mejora de procesos: Tradicional vs Esbelto	44
Gráfico 9: Principios de Metodología Manufactura Esbelta.....	44
Gráfico 10: Ciclo Deming.....	53
Gráfico 11: Flujograma para las actividades de implementación	55
Gráfico 12: Diagrama de operaciones de Reja.....	56
Gráfico 13: Mejoras para los procesos generales de producción.....	59
Gráfico 14: Diagrama "Clasificar"	61
Gráfico 15: Esquema gráfico de Producción	75
Gráfico 16: Ciclo KAIZEN para la mejora continua	76
Gráfico 17: Diagrama de flujo propuesto.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Diagrama de recorrido para la fabricación de una reja.....	92
Anexo B: Estructura de estudio.....	93
Anexo C: Operaciones para puerta metálica.....	94
Anexo D: Operaciones para contrapuerta	95
Anexo E: Preguntas al personal operario	96
Anexo F: Moldeo de varillas.....	97

Anexo G: Diagrama de operaciones de puerta metálica	98
Anexo H: Diagrama de operaciones de Contrapuerta.....	99
Anexo I: Material innecesario eliminado.....	100
Anexo J: Modificando mesa de soldar	100
Anexo K: Estandarización de tiempos para puerta metálica.....	101
Anexo L: Estandarización de tiempos para contrapuerta.....	102
Anexo M: Toma de mediciones de tiempo para otras estructuras	103

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ciclo Kaizen. _ Sistema enfocado a la mejora continua de una empresa y sus componentes.

Check list._ Lista de verificación que permite controlar el cumplimiento de requisitos de forma sistemática.

Desperdicio. _ Cualquier elemento dentro del proceso de producción (incluyendo áreas de servicio y administrativa) que añade costo sin añadir valor al producto.

Kanban. _ Sistema de control de la fabricación de productos necesarios en cantidad y tiempo.

Las 5'S._ Es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados.

Lean Manufacturing. _ Es una filosofía que se apoya en una serie de técnicas cuya finalidad es la de la mejora de la productividad de la empresa.

N.V.A._ No Valor Agregado es la actividad que está demás en los procesos de producción.

Stock._ Es la cantidad de bienes o productos que dispone una empresa.

Trabajos misceláneos. _ Diversidad de encargos a medidas particulares.

Utillaje._ Conjunto de útiles e instrumentos que se usan para un oficio

V.A. _ Valor Agregado o Añadido, es la actividad correspondiente a las fases de transformación de un producto o servicio.

SIMBOLOGÍA



(O) ._ Actividad operativa de transformación de un producto.



(→) ._ Transporte del producto en proceso.



(□) ._ Inspección durante el proceso.



(D) ._ Demora o esperas para el siguiente proceso.



(Δ) ._ Almacenaje de producto terminado o en reposo .



Cizalla



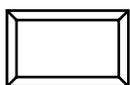
Compresor



Máquina Cortadora



Máquina de soldar



Mesa de soldar

INTRODUCCIÓN

El siguiente es el trabajo donde se pretende la optimización de las operaciones generales de la empresa “El Colorado”, analizando las labores habituales desde la administración hasta la fabricación y entrega del producto en lo que se refiere a la actividad comercial que desempeña.

Para obtener dicho objetivo se hizo uso de herramientas teóricas basados en la filosofía “Lean Manufacturing”, cuya metodología se enfoca en la eliminación de actividades y materiales que están demás en los procesos operacionales de manufactura, y que representan un gasto innecesario.

A continuación, se detalla los pasos de la implementación, empezando con la socialización de la temática a emplear, al personal operativo y administrativo, haciendo énfasis en las falencias encontradas en un análisis previo realizado.

Finalmente se presenta el análisis económico del proyecto, que muestra la inversión para cumplir con el objetivo planteado al inicio del proyecto además de la rentabilidad del mismo.

Capítulo I: Generalidades

1.1 Justificación

El principal objetivo de la manufactura esbelta es hacer más y más con menos y menos (menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio).

Permanentemente el personal del área metalmecánica está expuesto a riesgos de accidentes, debido a la desorganización de sus puestos de trabajo, la falta de mejores instrumentos para las labores cotidianas, y la presión psicológica para terminar un encargo.

Debido a la acumulación de minutos utilizados innecesariamente durante la jornada rutinaria, ocasionalmente se hace forzoso extender la jornada laboral, provocando horas extras de trabajo.

Con las reformas operacionales a implementarse se minimizan los riesgos por accidentes, se mejora la calidad de la producción y la productividad aumenta en cuanto a tiempos, por ende, se agiliza el tiempo de entrega de producto terminado, aumentando la velocidad de respuesta a los requerimientos de los clientes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Implementar la metodología de “Manufactura Esbelta”, mediante el uso de técnicas de mejora continua para optimizar los procesos operacionales del taller de cerrajería “El Colorado”, ubicado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

1.2.1 Objetivos específicos

- Determinar la situación actual de la empresa.
- Definir las técnicas de Metodología a implementarse.
- Implementar de Metodología Manufactura Esbelta.
- Evaluar los costos de financiación y la rentabilidad

1.3 Hipótesis

Si al implementar la metodología de Manufactura Esbelta, mediante el uso de técnicas de mejora continua se optimizarán los procesos operacionales del taller de cerrajería “El Colorado”, ubicado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

1.4 Variables

1.4.1 Variable Dependiente

Optimización de los tiempos de trabajo.

1.4.2 Variable Independiente

Agilizar los procesos operacionales

1.5 Metodología de la investigación

Para la investigación, se empleará la metodología teórica de:

- Histórico-lógico para la recolección de datos y estadísticas que permitan expresar una proyección continua de la situación actual del taller, en la relación de producción-insumos.
- Analítico-sintético en el que se medirán los detalles en cada uno de los procesos de manufactura concluyéndose con el problema general; y
- Método bibliográfico en la obtención de posibles soluciones documentadas a los continuos inconvenientes encontrados en las distintas operaciones de las áreas de trabajo.

Además de las técnicas de investigación directas:

- Observación como registro sistemático de la percepción directa del objeto de las actividades cotidianas, y demás movimientos generados en la jornada laboral.
- Entrevista para la recolección de datos de forma oral y personalizada realizada al propietario de la empresa con temáticas sobre la productividad y calidad en la realización de los trabajos.
- Encuesta realizada sobre la muestra de los operarios y demás colaboradores, con el fin de obtener mediciones cuantitativas sobre las características objetivas a estudiar.

1.6 Antecedentes

El taller EL COLORADO, zona operativa, localizada en el sector La Propicia en el Cantón La Libertad, se formalizó en abril del año 2000 como una iniciativa por parte de su propietario Sr. Luber Gonzalo Mero Macías; dedicada a la fabricación y comercialización de estructuras metálicas con variaciones de diseños, conjuntamente con trabajos en aluminio y vidrio, hasta convertirse en la actualidad en una importante empresa cubriendo la demanda en el mercado de la cerrajería.

Las labores se inician de manera rutinaria, es decir, los operarios trabajan de acuerdo a las órdenes ya encomendadas empíricamente, aunque en determinadas ocasiones, sin una organización previa de los utensilios de manufactura, ni de sus puestos de trabajo, auto-limitándose en cuanto a espacios, debido a la congestión de materiales y herramientas en desorganización, a consecuencia de ello se producen diversas acciones, ya sean repetitivas o erróneas, utilizando excesivamente material directo e indirecto, provocando de esta manera la acumulación de segundos, minutos y horas de ocio, que obligatoriamente son remunerables.

Tras el estudio previo de las actividades diarias, se ha llegado a la conclusión de implementar de la metodología de manufactura esbelta, con la cual se buscará eliminar todas las operaciones improductivas que afecten al proceso rutinario, y generar un mayor compromiso y sentido de pertenencia por parte de los empleados hacia la empresa.

Capítulo II: Situación Actual

2.1 Descripción de la empresa

2.1.1 Reseña histórica

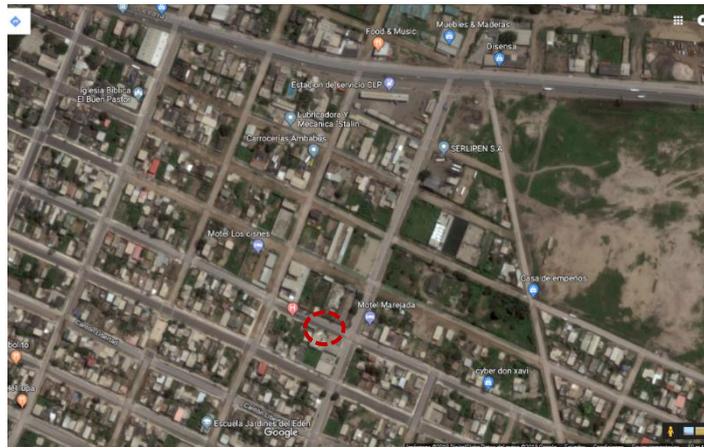
Como una oportunidad de emprendimiento del Señor Luber Mero, las actividades productivas, empezaron a mediados de abril del año 2000; con la colaboración de 2 personas especializadas en lo que se refiere a la fabricación de productos elaborados con metal, ofertaba y comercializaba su producto a través de una camioneta que recorría las zonas alejadas del cantón la Libertad, esto contribuyó a que la naciente empresa tuviera reconocimiento y aceptación en la población, generando ingresos que fueron invertidos para su crecimiento productivo, adhiriendo trabajos en aluminio y vidrio.

Para llevar a cabo la actividad empresarial, actualmente cuenta con un personal en labores de cerrajería de 9 operarios, 5 para trabajos de aluminio y vidrio, 4 personas recolectando solicitudes de encargos y cobranza en distintas zonas de la provincia de Santa Elena, además de 2 personas del área administrativa.

2.1.2 Ubicación geográfica

El lugar de trabajo se desarrolla en la instalación de 540 m² localizada en el sector La Propicia, Calle 43, Av. 15 y 16 del Cantón La Libertad. (ver imagen 1)

Imagen 1: Ubicación geográfica de Taller "El Colorado"



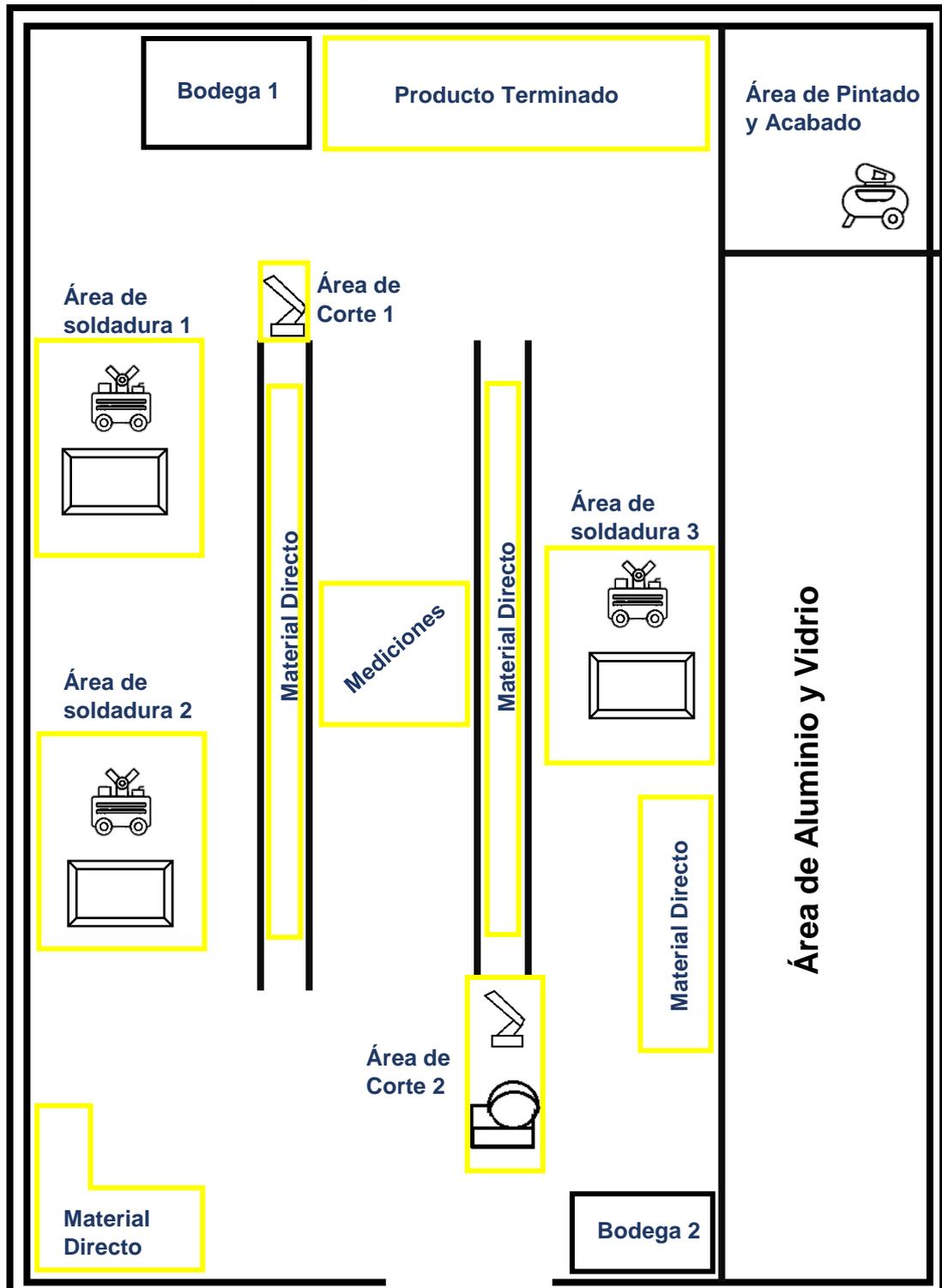
Fuente: Google Maps

2.1.3 Áreas de manufactura

Básicamente el taller está distribuido detallándose en la imagen 2, las actividades de:

- Mediciones,
- Corte,
- Soldadura;
- área de acabado y pintado, y bodegas de materiales directos como adornos.

Imagen 2: Esquema de distribución de áreas del taller



Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Corte. _Tras las mediciones de los materiales, estos son cortados a medida, para ello, dentro del área productiva, se encuentra 2 cizallas y una cortadora, que se muestran a continuación en la imagen 4.

Imagen 4: Áreas de corte



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Dependiendo de la estructura a elaborar, los cortes realizados son de: varillas y platinas, mediante el uso de las cizallas disponibles, mientras que para los tubos cuadrados, rectangulares o redondos es necesario la cortadora en la que se realiza el corte de manera angular a 45° o de manera transversal.

Moldeo/Doblaje._ Luego del material directo cortado, y dependiendo del modelo de la estructura a construir, se procede a dar forma al material a emplear, para ello se disponen de piezas previamente establecidas tal y como tal y como se aprecia en la imagen 5.

Imagen 5: Moldes para diseño



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

En caso de no haber la figura requerida se procede a realizar en planchas metálicas los moldes para conseguir la forma de acuerdo a la especificación solicitada como se lo muestra en la imagen 6, posterior a ello moldear dicho material con el uso de la prensa manual.

Imagen 6: Moldeo a medida



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Soldadura._ La soldadura con arco eléctrico, es la operación que mayormente se realiza, es la acción de ensamble de todas las partes para el producto final en donde también se utilizan accesorios de adorno, para ello se cuenta con 3 máquinas de soldadura, que trabajan normalmente con amperaje de 105 a 120, siendo la máxima capacidad de hasta 250 Amperios, y con corriente de 220 Voltios.

Imagen 7:Proceso de soldadura



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Siempre soldando en tipo de “cordón en zigzag” cuando son ensambles de tubos; y, suelda de puntos cuando se trata de las planchas metálicas, aplicándose en la parte superior de los materiales, como se lo aprecia en la imagen 8:

Imagen 8: Punto de soldadura en puerta metálica



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Pintado y Acabado. _ En el área de pintado se realiza el último paso previo a la presentación de la estructura al consumidor, para ello se requiere de 2 pasadas de pintura, una base anticorrosiva, en matices grises que permita unificar una sola tonalidad, para luego pintar en colores, generalmente: negro, blanco o caoba, haciendo uso de 2 compresores disponibles o en ocasiones solo con brochas, las imágenes 9 y 10 muestran productos ya acabados:

Imagen 9:Acabado de reja



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Imagen 10: Acabado de puerta contrapuerta



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

2.1.5 Producción regular

Metalmecánica “El Colorado” está categorizada como pequeña empresa, de tipo artesanal con una facturación mensual promedio de \$ 27900,00 entre el área de cerrajería, la cual se detalla en la tabla 1, y en el área de aluminio y vidrio, tal como se lo muestra en la tabla 2 en el promedio de las estructuras más frecuentes en construcción.

Tabla 1: Producción mensual promedio de cerrajería

Producto	Cantidad	Precio Unitario de Venta (prom.)	Precio Mensual de Venta
Puertas Enrollables	10	\$ 350,00	\$ 3.500,00
Puertas Acordeón	4	\$ 400,00	\$ 1.600,00
Puertas de Seguridad	25	\$ 200,00	\$ 5.000,00
Contrapuertas	30	\$ 250,00	\$ 7.500,00
Rejas	20	\$ 175,00	\$ 3.500,00
Trabajos a medida	10	Variable	\$ 1.500,00
Total	99		\$ 22.600,00

Fuente: Secretaría Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Tabla 2: Producción mensual promedio de aluminio y vidrio

Producto	Cantidad	Precio Unitario de Venta	Precio Mensual de Venta
Vitrinas	30	\$ 150,00	\$ 4.500,00
Ventanas	10	\$ 80,00	\$ 800,00
Trabajos a medida	10	Variable	\$ 900,00
Total	50		\$ 5.300,00

Fuente: Secretaría Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

2.2 Descripción de la problemática

Para hallar la problemática general se procederá a evaluar las operaciones cotidianas dentro del taller, para ello primero se revisa las áreas de manufactura.

2.2.1 Evaluación de puestos de trabajo

A continuación, se presentan imágenes donde se determinan las distintas causas para que exista tiempos improductivos, partiendo de la imagen 11, donde se aprecia una mesa de soldar en mal estado.

Imagen 11: Mesa de soldar inestable



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Diversos elementos de trabajo, como máquinas herramientas, pequeños trozos de varillas, platinas, o mesas de soldar en mal estado de reposo se vuelven potenciales agentes de riesgos de accidentes tales como en la imagen 12.

Imagen 12: Mesa de soldar desocupada en mal estado de reposo



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Para cortar una varilla frecuentemente es necesario 2 personas, provocando retraso en la actividad de otro trabajador, mientras éste está colaborando en dicha actividad; a menudo esto se produce porque como se ve en la imagen 13, la medición se la hace al mismo tiempo que se va cortando, omitiendo la marcación previa, de modo que un solo obrero haga el trabajo.

Imagen 13: Medición y corte de varilla



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Con los residuos de los cortes de varillas se hacen las patas para empotrar de las distintas estructuras a construir, en el momento libre, pero éstos quedan en desorden en el suelo, como se muestra en la imagen 14.

Imagen 14: Residuos de varilla



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

El material directo como los tubos que se presentan en la imagen 15, está ubicado de manera estratégica, muy cercana a las labores para su utilización, aunque la desorganización de los mismos, son causante de riesgos de accidentes, como tropezones o caídas, para los trabajadores.

Imagen 15: Varillas sobresalidas



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

2.2.2 Evaluación de procesos

La investigación realizada determina que, durante el proceso formal para elaborar una estructura, se encuentran diversas acciones que no son propias al trabajo encomendado, dichas acciones son las causantes de acumulación de tiempos improductivos ya sea por:

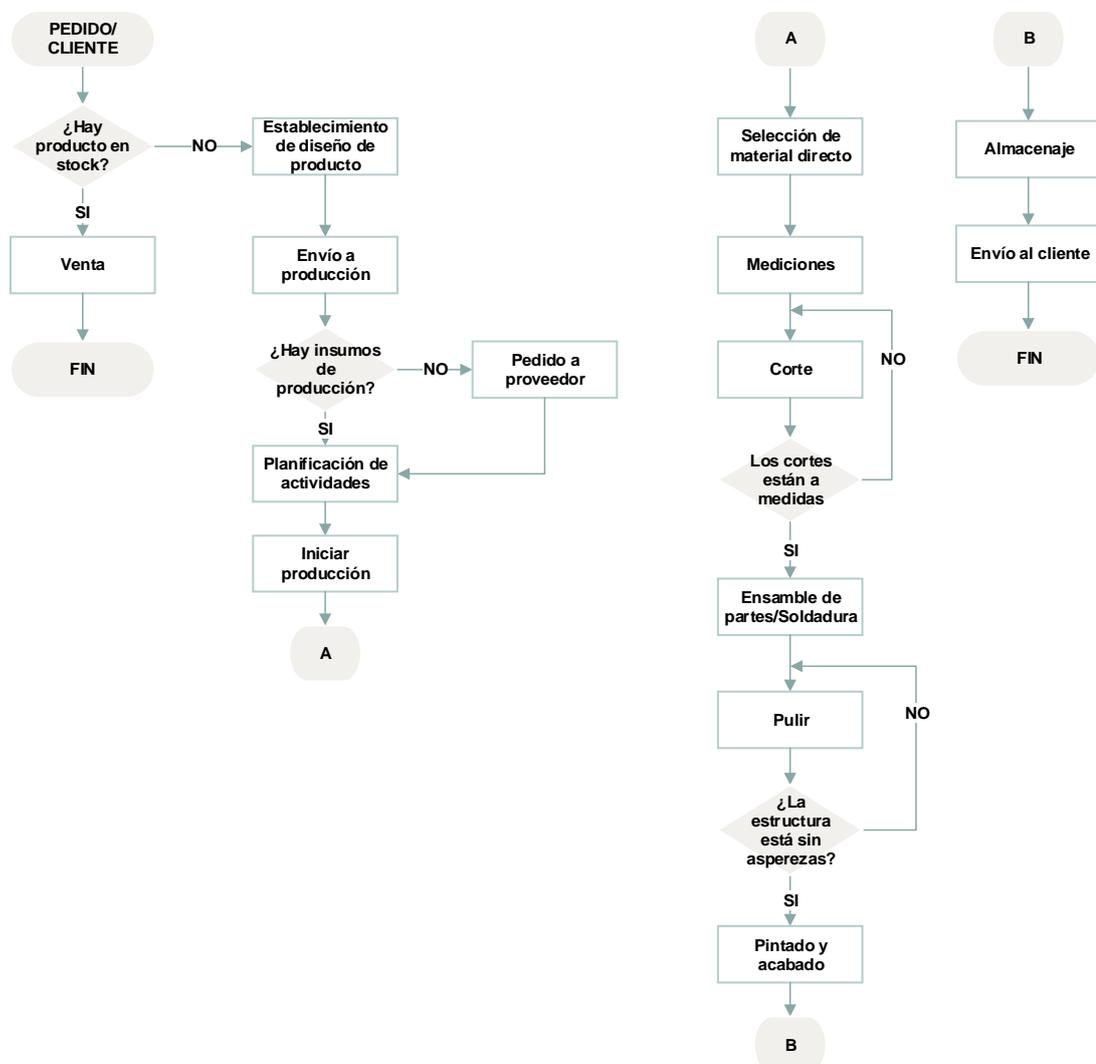
- Retrabajos: Actividades para corregir una operación previa.
- Demoras: Como efecto de los retrabajos y continuar con el trabajo.
- Demoras: Por falta de instrumentación de medición.
- Demoras: Por material directo.
- Demoras: Por accidentes leves.
- Movimientos repetitivos entre distancias considerables.
- Desplazamientos constantes innecesarios.
- Defectos por mal uso de material directo.
- Excesos de inspecciones.
- Obstrucciones y desorden en los puestos de trabajo
- Falta de información precisa.

Tras ello se formaliza como problemática fundamental a los factores que inciden en la acumulación de actividades y tiempos improductivos dentro de las actividades cotidianas del taller.

2.2.3 Diagrama de flujo de proceso

Debido a la similitud de actividades para los diversos productos que se elaboran, se establece el siguiente diagrama de flujo, de acuerdo a las características básicas de la producción general en el presente gráfico 1.

Gráfico 1: Flujograma de procesos de actividades generales



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

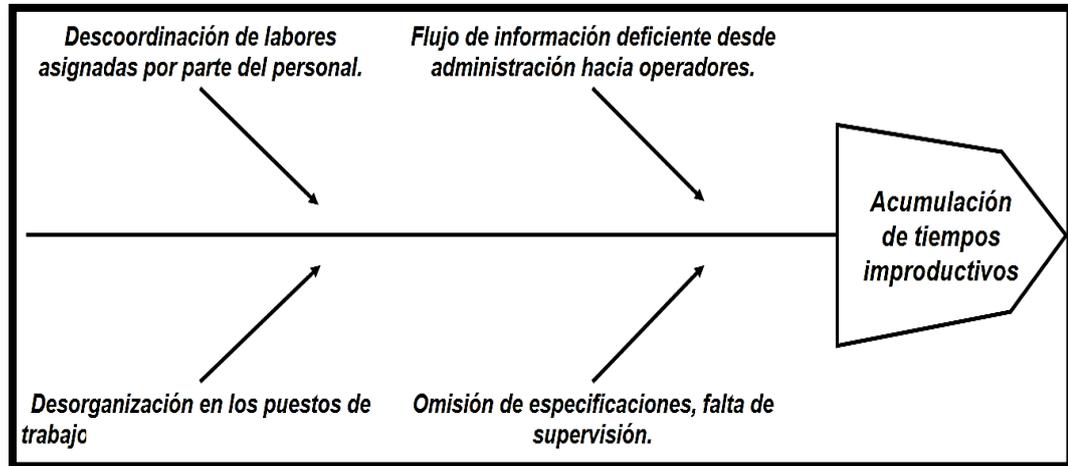
2.2.4 Diagrama de Causa-Efecto

Mediante la observación empírica se pudo constatar, las distintas causas que producen la acumulación del tiempo ocioso e improductivo y demás acciones que no son parte del esquema de labores, provocando que en ciertas ocasiones se haga uso de minutos extras al final de la jornada para terminar los trabajos a medida; dichas acciones frecuentes y que se pueden evitar detectadas son las siguientes:

- El personal se acoge a los trabajos disponibles, sin una previa organización de las actividades.
- Se pierde tiempo buscando instrumentos de medición, a veces inexistente.
- La información sobre un encargo en especial, no es detallada.
- Congestión en los puestos de trabajo impiden movimientos pertinentes en la manufactura.

Con la información obtenida, las causas se resumen en el Diagrama de Ishikawa en el gráfico 2.

Gráfico 2: Diagrama de Ishikawa Taller El Colorado



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

2.2.5 Diagrama de Pareto

En la investigación previa se pudo constatar los principales motivos por los que se detiene el flujo productivo durante las actividades en la elaboración de las variadas estructuras que se fabrican, obteniéndose información de tiempos inactivos, la cual se muestra a continuación en la tabla 3.

Tabla 3: Horas y minutos sin producir durante un mes (215 hora) laboral

Factores de tiempos improductivos	Sem.1 (min)	Sem.2 (min)	Sem.3 (min)	Sem.4 (min)	Total (min)
Reprocesos/Defectos	80	80	80	210	450
Esperas y Demoras	70	45	85	45	245
Movimiento repetitivos	45	25	45	40	155
Material Incompleto o dañado	65	20	10	15	110
Transportes	35	25	35	0	95
Sobrepocesamientos	15	10	20	10	55
Accidentes leves	15	5	10	10	40
Flujo de Información incompleta	10	5	10	15	40
Limitación de puestos	10	5	10	5	30
Total en minutos	345	220	305	350	1220
Total en horas	5:45	3:40	5:05	5:50	<u>20:20</u>

Fuente: Observación empírica

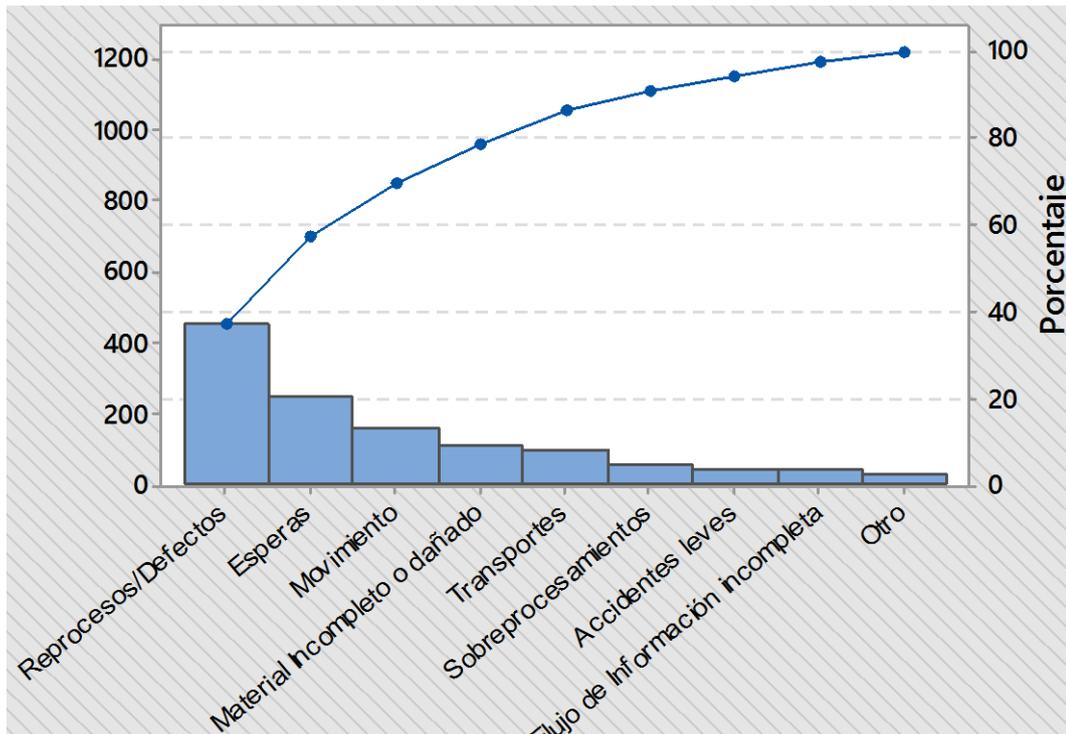
Elaborado por: Andrés Leonel García González

Los defectos de partes preparadas, material directo inoportuno o información incompleta del encargo, implican un nuevo proceso, influyendo directamente en la demora de la terminación del mismo, a su vez se producen fracciones de tiempos por acciones indirectas consecuentes como: movimientos, accidentes, sobrepocesamientos; tiempos y acciones injustificados para la producción que son remunerados sin efecto.

Las 20 horas y 20 minutos sin trabajar corresponden a 2 días, 2 horas y 20 minutos laborables, con una remuneración aproximada de \$3/hora-hombre, pese a las distintas actividades por hacer dentro del taller, involucrándose al personal de todas las áreas, la empresa estaría remunerando a sus 23 colaboradores: \$1340/mensuales aproximadamente sin producir.

Con la información obtenida en la tabla 3 se detalla a continuación en la gráfica de Pareto, la influencia de las causas de tiempos inactivos antes mencionados:

Gráfico 3: Diagrama de Pareto Causas de Inactividad



Fuente: Taller El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Los reprocesos y esperas muestran el 60% de acumulación de tiempo improductivo y lo que involucraría a los movimientos, para ello se analiza las estructuras más frecuentes en la fabricación en el taller, en el siguiente capítulo.

2.2.6 Cadena de Valor (Actual)

A continuación, en la tabla 4, se representa las operaciones para la elaboración de una reja común (ver anexo B), en la que además se muestra las actividades del Valor Agregado (VA) que son parte del proceso de transformación en el producto final y las que no (NVA), son repetitivas o innecesarias; en los anexos C y D, se detallan los tiempos de estudio de puerta metálica y contrapuerta.

Tabla 4: Operaciones para la elaboración de un reja común

Actividad	Símbolo					Tiempo en segundos					Tiempo promedio	Distancia
	O	□	D	→	Δ	T1	T2	T3	T4	T5		
Recepción de encargo y especificaciones						30	25	30	25	35	29	
Planificación de actividades						120	115	115	125	110	117	
Selección de material directo						130	120	130	135	125	128	4
Uso instrumentos de medición (búsqueda)						25	30	35	30	25	29	
Medición de materiales						165	170	160	165	165	165	
Hacia cizalla						10	10	10	15	10	11	5
Corte de materiales						290	305	295	290	305	297	
Medición (Reproceso)						20	25	30	25	25	25	
Corte (Reproceso)						25	35	25	25	30	28	5
Preparación de máquina para soldar						50	55	65	60	65	59	
Preparación para ensamble de marco						70	80	70	60	90	74	
Soldadura de marco						265	275	270	265	280	271	
Ensamble de varillas internas						1550	1530	1560	1585	1500	1545	
Ensamble adornos						600	550	550	540	650	578	
Ensamble de soportes						250	250	255	255	255	253	
Pulido y limado de asperezas						345	335	340	350	325	339	
Hacia área de pintado						15	10	10	15	10	12	10
Preparación de compresor						80	80	80	75	85	80	
Pintado						325	325	310	320	315	319	
Almacenaje												
TOTAL (segundos)						4365	4325	4340	4360	4405	4359	24
TOTAL (horas)						1,21	1,20	1,20	1,21	1,22	1,21	
Tiempo Innecesario (horas)						0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	

Fuente: Método de observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Para el estudio únicamente se toman en consideración las estructuras descritas en la tabla 5, debido a la gran cantidad solicitada de las mismas; pues además se construyen esporádicamente: portones, puertas enrollables y de acordeón y diversidad de trabajos misceláneos.

Tabla 5: Valores promedios de creación de rejas, puertas y contrapuertas

Estructuras al mes	(A) Número de estructuras al mes	Tiempos estudiados en horas					
		(B) Productividad promedio por estructura total	(C) Productividad promedio mensual (A * B)	(D) Tiempos netamente innecesarios (ver tabla 4)	(E) Productividad neta necesaria (B - D)	(F) Improductividad promedio mensual (A*D)	(G) Productividad neta (A*B)
Rejas	20	1,21	24,22	0,06	1,15	1,27	23
Puerta Seguridad	25	1,20	29,96	0,09	1,11	2,16	27,75
Puerta Contrapuerta	30	1,35	40,49	0,08	1,27	2,44	38,10
Totales promedios mensuales	75		94,67			5,87	88,79

Fuente: Método de observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Los valores que se muestran están en horas y las descripciones que se muestran resaltados en rojo en la tabla 4, son las acciones frecuentes que no son parte directa

en la producción, para obtener un promedio se tomó como referencia 5 observaciones la productividad por cada estructura descrita en la tabla 5

Se pretende la eliminación o reducción al máximo de los desperdicios (ver página 42), en cuanto a tiempos, por lo que en el análisis cuantitativo se muestra la improductividad estimada mensual de 5,87 horas lo cual es igual a 5 horas y 53 minutos solo en la elaboración de los productos más requeridos.

Para hallar un valor promedio por hora de lo que se generaría en utilidad neta se tomará como referencia el tiempo total aproximado mensual de elaboración de las estructuras y la utilidad neta obtenida regularmente al comercializar los productos en cuestión, regularmente 55% del valor ofertado, tomando como referencia la tabla 1 (página 15)

Tabla 6: Posible utilidad No generada

Estructuras al mes	(A) Estructuras por mes	(B) Valor por estructura	(C) Utilidad por estructura (A*55%)	(D) Utilidad (A*C)	(E) Improductividad por cada unidad de productividad neta	(F) Se deja de producir (B*C)
Rejas	20	175	\$ 96,25	\$ 1925	1,27	\$ 122,23
Puerta Seguridad	25	200	\$ 110,00	\$ 2750	2,16	\$ 237.60
Puerta Contrapuerta	30	250	\$ 137,50	\$ 4125	2.44	\$ 335.50
TOTALES				\$8800		\$ 695.33

Fuente: Método de observación/ Secretaría Taller El Colorado
Elaborado por: Andrés Leonel García González

Mensualmente se estima una pérdida de \$ 695,33, solo en las estructuras más frecuentes, a nivel anual este rubro llega a \$ 8343,96

2.2.7 Aplicación de entrevista/encuesta

Preguntas de entrevista al propietario del taller

1) ¿Cómo describiría Ud. las fortalezas y debilidades de su empresa?

“Como microempresario considero que el local es fuerte debido a la calidad del producto que ofrecemos y los precios de acuerdo a la economía peninsular, de manera progresiva se han ido incorporando demás colaboradores por la demanda creciente que hemos experimentado; como punto débil, sería en el trabajo, ya que hay la sensación de que se puede hacer más en el tiempo normal laboral.”

2) ¿Se proponen objetivos y/o perspectivas al inicio de un ciclo ya sea: anual, mensual, semanal?

“A estas alturas la actividad laboral es de forma mecanizada, únicamente de acuerdo a las estadísticas de venta se puede estimar un promedio mensual y anual de la producción de nuestro producto, los objetivos son de cumplir en el plazo expresado de entrega de una estructura al cliente.”

- 3) ¿De qué manera Ud. consideraría que podría sobresalir con relación a sus competidores (calidad o producción, innovación)?

“Produciendo más y mejorando los precios siempre de acuerdo al nivel competitivo en el mercado, y ofreciendo nuevos modelos en lo que a cerrajería se refiere.”

- 4) Cómo ve el desempeño de sus empleados ¿Se controla la eficacia en todas las operaciones de manufactura?

“El desempeño laboral se refleja en el trato al personal, y la forma en que éste lo recibe, para obtener mejores resultados, no se los llama empleados sino colaboradores, por lo que ellos ya tienen basto conocimiento en las diversas operaciones que se realizan dentro del taller, aunque haya momentos en los que algún trabajo salga mal, sea por alguna mala maniobra, y el trabajo no se lo entrega en el tiempo previsto, el colaborador no recibe amonestación económica como en otros lugares lo harían pero sí se le llama la atención de buena manera.”

- 5) ¿Conocen sus empleados las fuentes de desperdicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?

“Los colaboradores saben la importancia del tiempo en el trabajo, aunque no se identifique plenamente los tipos de desperdicios que se menciona, por lo tanto, es difícil encontrar una mejor una forma para eliminar esos desperdicios.”

6) ¿Justifica Ud. tiempos perdidos por las fuentes de desperdicio antes mencionadas?

“De alguna manera esos tiempos perdidos son parte del trabajo, por lo que en muchas ocasiones es necesario ir tanteando o moldeando alguna varilla o tubo, para algún modelo nuevo (de los productos que ofrezco) que desea el cliente, aunque por otra parte efectivamente a la larga resulta en un tiempo acumulado en que no se produce, así que sí es necesario buscar alternativas para que ya no se siga desperdiciando este tiempo, ya que no hay sanciones económicas para mis colaboradores.”

7) ¿A su percepción Ud. considera que sus empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes?

“La verdad que sí, pues ellos saben que no los voy multar, entonces es eso con lo que yo los motivo a tratar de hacer los trabajos en el menor tiempo posible y con la mejor calidad posible.”

8) ¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización?

“La estimación entre mis colaboradores y yo, es mutua, yo los considero y ellos me consideran, y ellos saben que lo ideal es terminar un trabajo en el día y hora prevista por lo que si hay formas que mejorar el tiempo para producir y de buena calidad siempre es bien recibida.”

9) ¿Qué medida para aumentar las utilidades considera mejor: a) Aumentar la producción, con mismos recursos; b) mantener producción, reduciendo recursos(insumos); c) aumentando producción aumentando recursos?

“Evidentemente se puede aprovechar el tiempo perdido injustificado para seguir produciendo, así que lo ideal es aumentar la producción con los mismos recursos.”

10) Estaría Ud. dispuesto a aplicar técnicas necesarias para mejorar la calidad o productividad, costes, métodos (mejoras del taller, incentivos)

“Con tal de obtener mejoras en cuanto a producción y calidad, sí aplicaría las técnicas que sean necesarias siempre y cuando sean rentables.”

En términos generales, la entrevista ha resultado favorable con respecto a la necesidad de implementar mejoras consistentes que permitan obtener incremento en la producción y por consiguiente mayores utilidades.

Encuesta

Para una mayor información de las operaciones dentro del taller, se realiza preguntas con respecto a la productividad por estructura, para ello se consultó las respuestas de los 9 operarios más el personal de recolección de pedidos y del área administrativa, arrojando los siguientes datos mostrados en la tabla 7 y el posterior porcentaje en la tabla 8.

Tabla 7: Encuesta al personal operativo

ÍTEM	SÍ	Casi siempre	A veces	NO	Total muestra
1) ¿Se identifican los desperdicios en cuanto a tiempos?	2	3	1	10	16
2) Los defectos de material directo es justificado	2	2	3	9	16
3) ¿Han sido formados en los métodos de eficiencia operativa?	2	1	1	12	16
4) ¿Los movimientos repetitivos son justificables?	4	2	6	4	16
5) ¿Hay una organización del trabajo?	7	4	3	4	18
6) ¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?	6	4	3	3	16
7) ¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	8	5	3	0	16
8) ¿Mantienen capacitaciones en su campo?	2	2	4	8	16
9) ¿Se utilizan mecanismos para lograr una mejora continua en el proceso productivo de la empresa?	1	1	4	10	16
10) ¿Considera Ud. q los procesos son ágiles (sin interrupción) de las labores cotidianas?	4	4	4	4	16

Fuente: Metodología empírica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Tabla 8: Valores porcentuales de la encuesta

ÍTEM	SÍ	Casi siempre	A veces	NO	Total muestra
1) ¿Se identifican los desperdicios en cuanto a tiempos?	13%	19%	6%	63%	100%
2) Los defectos de material directo es justificado	13%	13%	19%	56%	100%
3) ¿Han sido formados en los métodos de eficiencia operativa?	13%	6%	6%	75%	100%
4) ¿Los movimientos repetitivos son justificables?	25%	13%	38%	25%	100%
5) ¿Hay una organización del trabajo?	44%	25%	17%	22%	108%
6) ¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?	38%	25%	19%	19%	100%
7) ¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	50%	31%	19%	0%	100%
8) ¿Mantienen capacitaciones en su campo?	13%	13%	25%	50%	100%
9) ¿Se utilizan mecanismos para lograr una mejora continua en el proceso productivo de la empresa?	6%	6%	25%	63%	100%
10) ¿Considera Ud. q los procesos son ágiles (sin interrupción) de las labores cotidianas?	25%	25%	25%	25%	100%

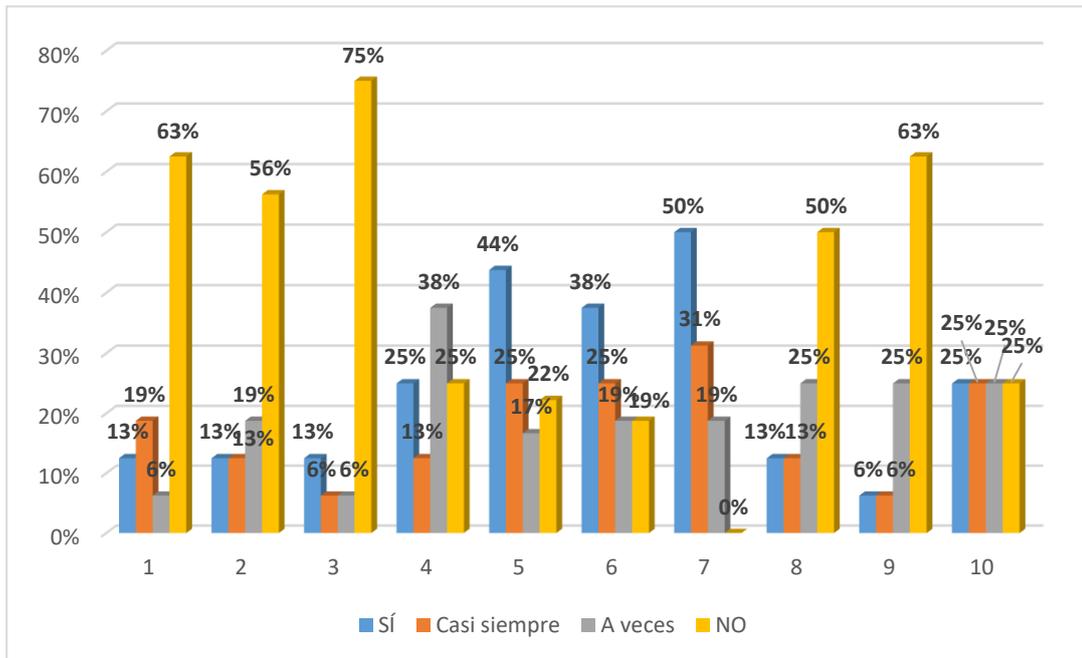
Fuente: Metodología empírica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

2.2.7.1 Análisis de resultados

En el gráfico 4 se detalla los valores porcentuales de cada pregunta haciéndose énfasis en la cuestión sobre la eficiencia operativa, lo cual indica que los empleados trabajan de manera inconsciente con respecto a posibles mejoras de tiempos.

Gráfico 4: Comparación de cada pregunta de la encuesta

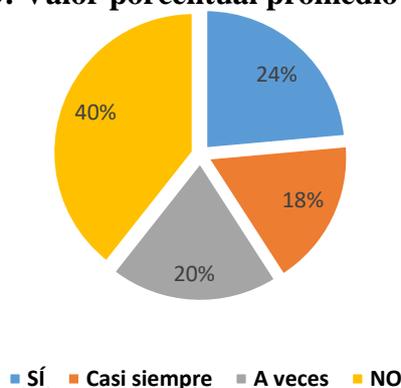


Fuente: Metodología empírica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

De manera general en valor promedio porcentual en el gráfico 5, se muestra una respuesta negativa que indica un desconocimiento de sobre técnicas de optimización para los tiempos de manufactura.

Gráfico 5: Valor porcentual promedio de la encuesta



Fuente: Metodología empírica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

2.2.7.2 Comprobación de hipótesis

Hipótesis

Si optimizamos los tiempos de trabajo, mediante la implementación de Metodología Manufactura Esbelta, para agilizarán los procesos operacionales del taller de cerrajería “El Colorado”, ubicado en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

Tras la entrevista, el propietario ha puesto a disposición los recursos necesarios para realizar las acciones que permitan la postre mejorar la productividad y por consiguiente aumentar la producción.

El personal operativo también se dispone a colaborar de la mejor manera para llevar a cabo las acciones de mejoras pertinentes.

Capítulo III: Marco Teórico

3.1 Calidad

“La calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos” (Msc. Sarmiento M., 2015)

Desde el punto de vista teórico la definición de la calidad ha ido evolucionando de acuerdo a distintas etapas, a partir del surgimiento de la industria manufacturera en donde se le trata como un elemento imprescindible para obtener determinados requerimientos técnicos al producto que se procesa.

Se refiere al conjunto de propiedades esenciales de un objeto o servicio que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas para el consumidor final.

La calidad es la percepción por parte del consumidor guiándose en la comparación entre diversos productos y/o servicios competidores en las que juzga aspectos tales como:

- Diseño.
- Relaciones clientes-empresa.
- Dimensión económica, minimizando costes para el cliente y empresa.
- Cantidad justa de producto que se ofrece.
- Rapidez de distribución de productos o de atención al cliente.
- Precio exacto (según la oferta y la demanda del producto).

3.2 Productividad

Es la medida que representa los recursos o insumos que se han utilizado en cada proceso de producción ya sea para obtener un producto físico o un servicio, funcionando también como el indicador que muestra el nivel de eficiencia y efectividad de un sistema operativo.

En la industria, el cálculo de la productividad sirve para evaluar el rendimiento cíclico de los talleres, maquinarias, equipos de trabajo y personal operativo.

De manera resumida la productividad es:

$$Productividad = \frac{Salida}{Entradas}$$

Donde:

Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital.

Salidas: Productos.

La manera de aumentar la productividad se define en los siguientes enunciados:

- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña misma salida
- Incrementar salida disminuir entrada
- Incrementar salida más rápido que la entrada
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

3.3 Estudio de tiempos

Es la técnica que implica establecer un tiempo estándar permisible para ejecutar una tarea asignada, en base a la medición del contenido del trabajo, partiendo de un número de observaciones.

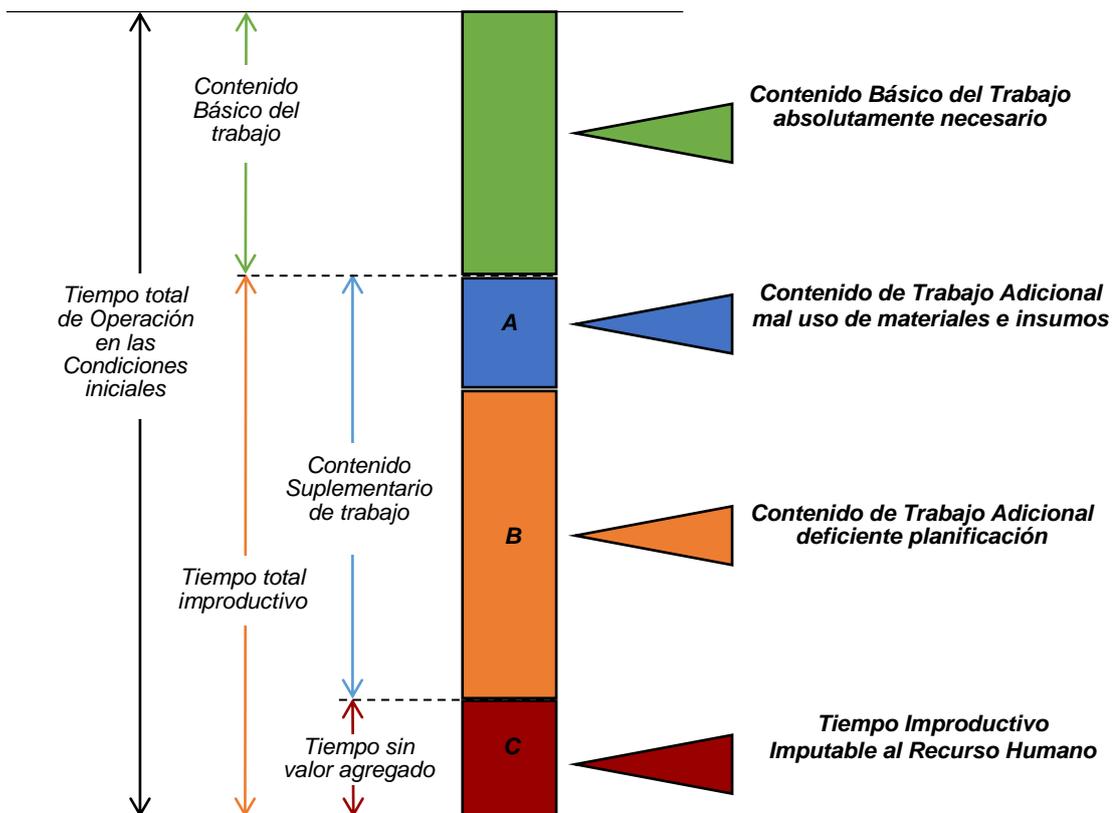
Es el método que se hace útil realizar cuando haya ciclos de trabajo que contengan exceso de movimientos repetitivos de corta o larga duración, o también cuando se desempeña una diversidad de trabajo desigual.

Entre los objetivos que busca el estudio de tiempos están:

- Eliminar o reducir los movimientos ineficaces.
- Acelerar u optimizar los movimientos eficientes.

En el gráfico No. 6 se muestra el contenido total del trabajo, en el que se detalla cómo está segmentado el tiempo total empleado en la manufactura incluyendo el tiempo improductivo y las causas que la generan.

Gráfico 6: Contenido Total del trabajo



Fuente: Investigación bibliográfica
Elaborado por: Andrés Leonel García González

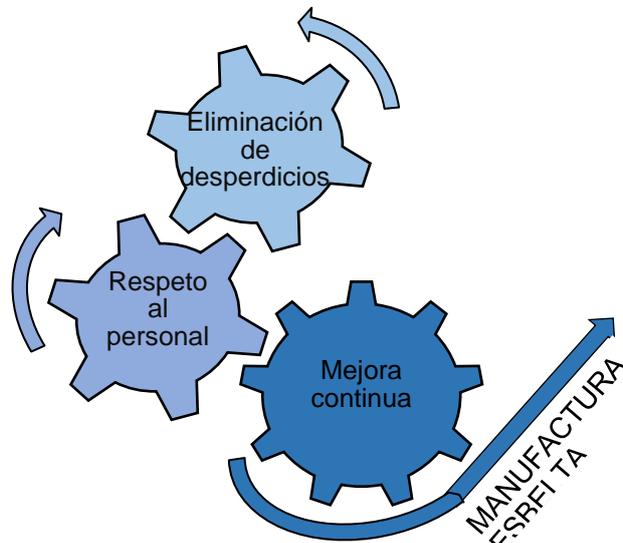
3.4 Metodología Manufactura Esbelta

“Es una filosofía de liderazgo, trabajo en equipo y resolución de problemas, que lleva hacia la mejora continua a toda la organización con base en la focalización en las necesidades de los clientes, la potenciación de las facultades de los empleados y la mejora de los procesos”. (Horillo, s.f.).

Es un modelo de trabajo orientado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los consumidores, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios; su objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo.

A continuación, en el gráfico 7, se detalla los puntos clave de lo que trata el sistema de Manufactura Esbelta, los cuales abarcan la supresión total de acciones y tiempos que no contribuyen al proceso productivo; el respeto al personal involucrándolo como parte esencial de la empresa, y la constante mejora en todos los aspectos que corresponden a las actividades de empresa.

Gráfico 7: Objetivos de la manufactura esbelta



Fuente: (Horillo, s.f.)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

3.4.1 Valor Agregado

“En sentido estricto, un proceso industrial añade valor únicamente durante el tiempo en el que modifica la forma o las propiedades del producto para lograr los requisitos que el cliente valora. En determinados procesos industriales, el valor añadido (VA) es aportado por la máquina, y en otros, el VA es aportado por el operario”. (Madariaga, 2013)

El valor agregado es la actividad cuyo objetivo estricto es contribuir a la transformación de las materias primas de un estado en que se hayan receptado a otro con acabado y detalles según lo dispuesto por la demanda en curso.

3.4.2 Desperdicios

En la manufactura, el “desperdicio” es cualquier acción que No Agrega Valor, ya que éstas acciones no se transforman en el producto destinado y el cliente no pagará por dichas actividades innecesarias; en la tabla No. 9 se muestra de manera resumida los desperdicios y respectivas acciones para contrarrestar los mismos:

Tabla 9: Características de los desperdicios en la manufactura

Desperdicio	Características	Acciones de Mejora
Sobreproducción	Gran cantidad de producción inestable. Respuesta a las previsiones, no a las demandas.	Nivelación de la producción.
Excesos de Inventario	Rotación baja de existencias Previsiones de ventas erróneas.	Implementación del Sistema Pull.
Desperdicio por transporte	Excesivos desplazamientos, variaciones en tiempos de ciclo.	Rediseño de distribución de planta.
Movimientos Innecesarios	Movimientos repetitivos constantes. Desorganización en puestos de trabajo	Rediseño de puestos de trabajo “5’S”.
Defectos	Errores de los operarios, espacio y técnicas extra para el reproceso.	Mecanismos Anti-error (Poka Yoke).
Sobre-Procesamientos	Variaciones constantes del producto, proceso mal diseñado.	Estandarización de especificaciones del producto.
Esperas	Mala planificación del proceso productivo.	Estandarización de operaciones.

Fuente: (Vizán, 2013)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

3.5 Mejora de procesos: Tradicional vs Esbelto

Habitualmente, para sacar el precio de venta de un producto, las empresas se enfocan en el costo invertido más lo que se desea ganar de utilidad, de igual manera en el aumento de la producción, por ende, tiende a también aumentar los procesos y los tiempos de los mismos, resumidos en la siguiente ecuación:

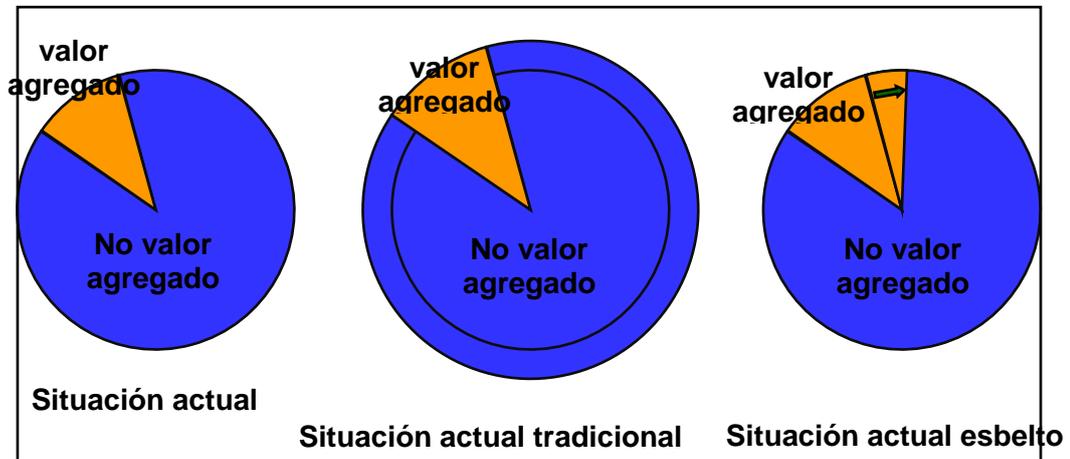
$$\text{Coste} + \text{Ganancia} = \text{Precio}$$

Contrariamente, la metodología esbelta busca aumentar las utilidades, a partir de la mejora sustancial del proceso productivo mediante la reducción de los costes de manufactura, de esta manera se entiende que:

$$\text{Ganancia} = \text{Precio} - \text{Coste}$$

Mientras que en el método tradicional se invierte en recursos, personal, material, equipamiento, etc., indirectamente se crean acciones que incrementan el valor no-agregado, por lo tanto, un coste innecesario e irrecuperable, con el enfoque esbelto se reduce el esfuerzo humano, reduce tiempo procesal, reduce espacio de trabajo, reduce demás insumos, mejorando la productividad. (ver gráfico 8)

Gráfico 8: Mejora de procesos: Tradicional vs Esbelto



Fuente: (Vizán, 2013)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

3.6 Principios de Metodología Manufactura Esbelta

Para llevar a cabo la implementación, James Womack y Daniel Jones en su libro “Lean Thinking”, formularon una ruta en la que describen una secuencia de principios en torno a los procedimientos fundamentales de los procesos manufactureros, los cuales se presentan a continuación en el gráfico 9.

Gráfico 9: Principios de Metodología Manufactura Esbelta



Fuente: (James P. Womack, 2012)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

3.6.1 Definir el valor para el cliente

La implementación se inicia con la definición del valor del producto, refiriéndose éste a los procedimientos que directamente transforman la materia prima en un producto final, es decir, implica entender qué es lo que quiere el cliente, para ello se identifican 3 tipos de actividades y acciones a emplear:

- De Valor agregado: Mejorar
- De No-Valor Agregado, pero necesarias (ajustes, inspecciones, etc.):
Minimizar
- Sin Valor Agregado (esperas, retrabajos, defectos): Eliminar

3.6.2 Identificar cadena de valor

La cadena de valor es la ruta de todas las materias primas a lo largo de su transformación y los procesos necesarios, a partir de ella se visualizan las actividades que aportan al proceso y las que están demás y que por ende extienden el tiempo de producción; en este punto se eliminan las acciones que no añaden valor, mediante las técnicas adecuadas.

3.6.3 Crear de flujo continuo.

Tras la supresión de operaciones frecuentes innecesarias y la reorganización del espacio de trabajo, que impedían el flujo productivo, es necesario la estandarización del proceso, con descripciones simples y claras, que permitan una producción exacta en los tiempos predeterminados.

3.6.4 Sistema Pull.

Es el sistema en el que se coordina las ventas con la producción, de esta manera se produce de acuerdo a como vaya la demanda, para ello es necesario la implementación del mecanismo de tarjetas Kanban, en los cuales se indican las órdenes de producción continua.

3.6.5 Mejora Continua

Finalmente, el pensamiento esbelto es la filosofía que persigue la perfección de las operaciones en todos los aspectos, por lo que se establece una revisión periódica a los procedimientos a nivel de manufactura, relaciones comerciales, y demás laborales.

3.7 Herramientas de Metodología Manufactura Esbelta

3.7.1 VSM – Análisis de procesos

El VSM (Value Stream Mapping) es la forma del diagrama de flujo de modo gráfico que permite una visión panorámica en el que se muestra, y se analiza, los pasos necesarios para entregar un producto destacando la mayor visualización del proceso, y la obtención de propuestas de mejoras, entre otras, en este diagrama se puede identificar:

- La demanda del cliente
- Los tiempos del valor agregado, y del no-valor agregado
- La forma de planear la producción y compras
- Los tiempos de entrega de producto
- La secuencia de operaciones

3.7.2 Poka Yoke – Sistema Anti error

Poka-Yoke es el término japonés que concretamente significa “a prueba de errores”, tiene como misión apoyar al trabajador en sus actividades rutinarias, buscando la manera de diseñar los procesos para eliminar o evitar equívocos ya sean de ámbito humano o automatizado; con este método se pretende facilitar la detección de errores.

Las ventajas usar un sistema Poka-Yoke son las siguientes:

- Se elimina el riesgo de cometer errores en actividades repetitivas.
- Se minimizan inspecciones como actividades que no agregan valor.
- Mejora la calidad del trabajo actuando sobre la fuente del defecto.

3.7.3 5'S - Organización de área de manufactura

Corresponde con el estudio sistemático de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo, es una forma indirecta de que el personal perciba la importancia de las cosas pequeñas, de que su entorno depende de él mismo, que la calidad empieza por cosas muy inmediatas, de manera que se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo.

Tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.

- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales y utillajes.

La implantación de las 5S sigue normalmente un proceso de cinco pasos cuyo acrónimo se debe a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: y su desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos, éstas palabras se muestran a continuación:

- Seiri
- Seiton
- Seiso
- Seiketsu
- Shitsuke

SEIRI-CLASIFICAR

Consiste en separar todo lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitando estorbos y demás elementos prescindibles que ocasionen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo al localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc.

SEITON-ORDENAR

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definiendo su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial.

SEISO-LIMPIEZA

Significa limpiar, inspeccionar el ambiente para identificar los defectos para eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos.

Como punto clave a la hora de limpiar es identificar los orígenes de suciedad existentes para poder así eliminarlos evitando el no tener que hacerlo frecuentemente, ya que se trata de mantener los equipos y el lugar en buen estado, pero optimizando el tiempo dedicado a la limpieza.

SEIKETSU-ESTANDARIZAR

Es la consolidación de las metas de las tres primeras “S”, ya que sistematiza lo conseguido asegurando efectos perdurables; supone seguir un método para formar un determinado procedimiento de modo que la organización y el orden sean factores fundamentales.

SHITSUKE-DISCIPLINA

Su objetivo es transformar en práctica permanente la utilización de los métodos estandarizados y admitir la aplicación normalizada, destinándose al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S, mediante auditorías de forma periódica.

3.7.4 Trabajo estandarizado - Estandarización de procesos

El propósito de establecer un Trabajo Estandarizado es implementar una base repetitiva y previsible para una mejora continua e involucrar al equipo laboral en los progresos iniciales y actuales para después lograr los niveles más altos de seguridad, calidad, proyección y productividad.

Los estándares abarcan todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información debe existir un estándar, y que se lo consigue en base a la medición de los trabajos regulares.

3.7.5 Pull System – Sistematización de órdenes de trabajo

Es el sistema de control de la producción en la que se encarga de reabastecer únicamente lo que el consumidor ha adquirido, pretendiendo, además, que el cliente reciba el producto en el momento preciso, la cantidad requerida, y con la máxima calidad posible.

Para poder abordar el restablecimiento de la producción, se hace necesario la utilización de tarjetas Kanban, con lo cual se pretende que las tareas asignadas a cada operario, mantengan y mejoren el ritmo de trabajo preestablecido.

Las tarjetas Kanban, son fichas en las que se muestran la información de las actividades para cada operario, y con tiempo determinado para terminarlo.

3.7.6 Kaizen – Mejora Continua

De origen japonés, significa "cambio para mejorar", lo cual con el pasar del tiempo se ha reconocido como "Proceso de Mejora Continua".

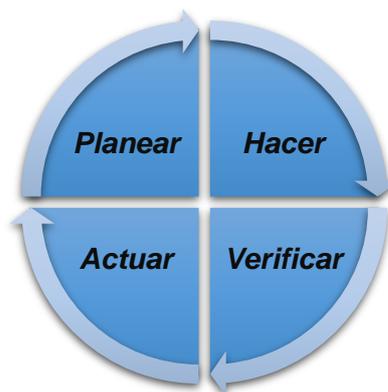
La traducción literal del término es:

- KAI: Modificaciones
- ZEN: Para mejorar

Esta metodología se enfoca en integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes.

En el gráfico 10 se muestra el Circulo de Deming como herramienta para la mejora continua, en el sistema Kaizen, el cual se muestra a continuación:

Gráfico 10: Ciclo Deming



Fuente: Investigación bibliográfica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

- Planear: Se plantea la meta, analiza el problema y define el plan de acción
- Hacer: Se ejecuta el plan de acción y se lleva registro.
- Verificar: Luego de cierto período se analiza el efecto obtenido.
- Actuar: Luego que se obtienen los resultados se resuelve si se requiere alguna innovación para mejorar

Capítulo IV: Implementación de Metodología Manufactura

Esbelta

4.1 Implementación

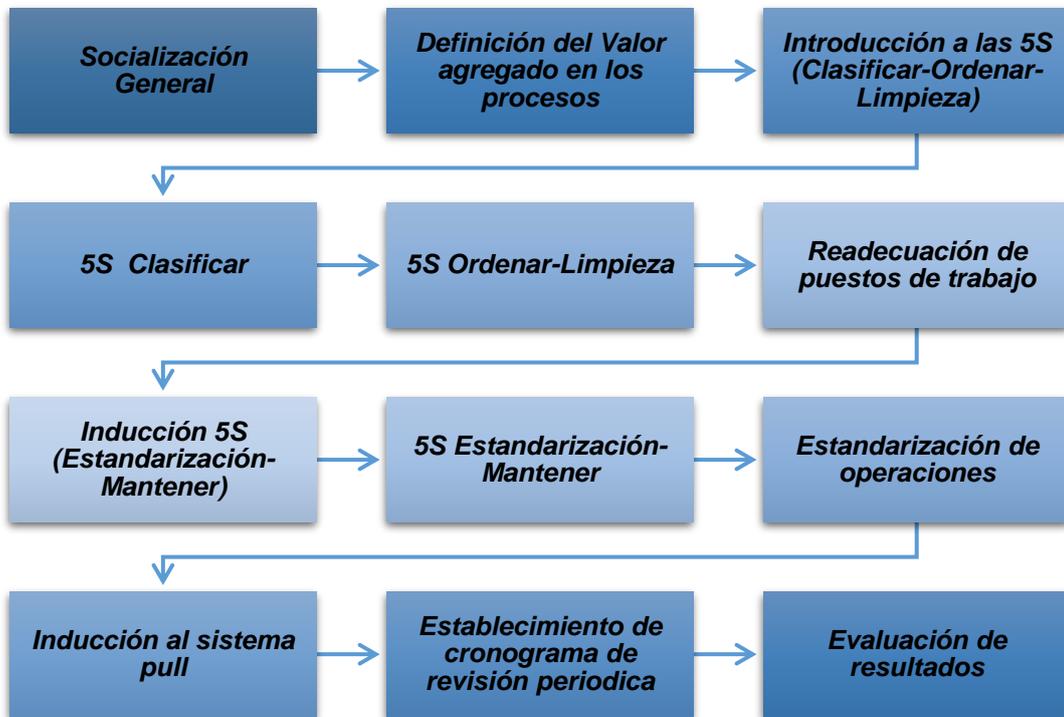
El propósito del pensamiento esbelto es eliminar acciones que no son parte directa de los procesos de manufactura, por consiguiente, elevando la calidad del trabajo y la productividad del mismo, involucrando a los trabajadores en la mejora constante de la empresa en todos los aspectos, para ello, la implementación se inicia con la socialización pertinente a todo el personal operativo.

Socialización General

La socialización se formalizó previo aval del propietario, puesto que se realizó en día y hora laboral, haciendo uso de 40 minutos contando con la participación de 16 empleados designados del área de cerrajería, detallando los datos obtenidos de la investigación anticipada, y el efecto en la productividad, consiguientemente resaltando los beneficios a obtener con la metodología a implementarse

A continuación, se establece en el gráfico 11, el procedimiento a efectuarse para la implementación de la metodología esbelta

Gráfico 11: Flujograma para las actividades de implementación



Fuente: Investigación bibliográfica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Para ese efecto se planteó los siguientes objetivos:

- Aumentar la productividad mensual promedio en 8%
- Mejorar la productividad
- Aumentar espacio laboral
- Eliminar tiempos improductivos
- Establecer estándares de organización laboral

4.1.1 Definir el valor: Determinación de desperdicios

Gráfico 12: Diagrama de operaciones de Reja



Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Las actividades que están de más y por ende acumulan tiempo a la producción final, son que se pretenden eliminar o reducir en un máximo posible como las que se muestran el diagrama de operaciones para la elaboración de una reja (gráfico12); en los anexos G y H se muestran los diagramas para puerta metálica y contrapuerta.

Tras ello se propone la eliminación de dichas actividades tal como se detalla en la tabla 10 eliminando las demoras y 2 operaciones considerado como reprocesos.

Tabla 10: Resumen de operaciones para rejas

Método	O	D	→	Δ	Total Acciones
	Operación	Transporte	Demoras	Almacenaje	
Método actual	14	2	3	1	20
Método propuesto	12	2	0	1	15

Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Para la fabricación de una puerta metálica se contabilizan 16 operaciones (ver anexo G), por lo que se sugiere eliminar las 2 acciones improductivas además de las demoras señaladas en rojo (ver anexo C), tal como se propone en la tabla 11

Tabla 11: Resumen de operaciones para puertas metálicas

Método	O	D	→	Δ	Total Acciones
	Operación	Transporte	Demoras	Almacenaje	
Método actual	18	3	4	1	26
Método propuesto	16	2	0	1	19

Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

En la elaboración de una contrapuerta de metal (ver anexo H), se sugiere eliminar las 5 demoras detalladas las demás acciones se detallan en la tabla 12

Tabla 12: Resumen de operaciones para contrapuerta metálica

Método	O	D	→	Δ	Total Acciones
	Operación	Transporte	Demoras	Almacenaje	
Método actual	21	2	5	1	29
Método propuesto	20	2	0	1	23

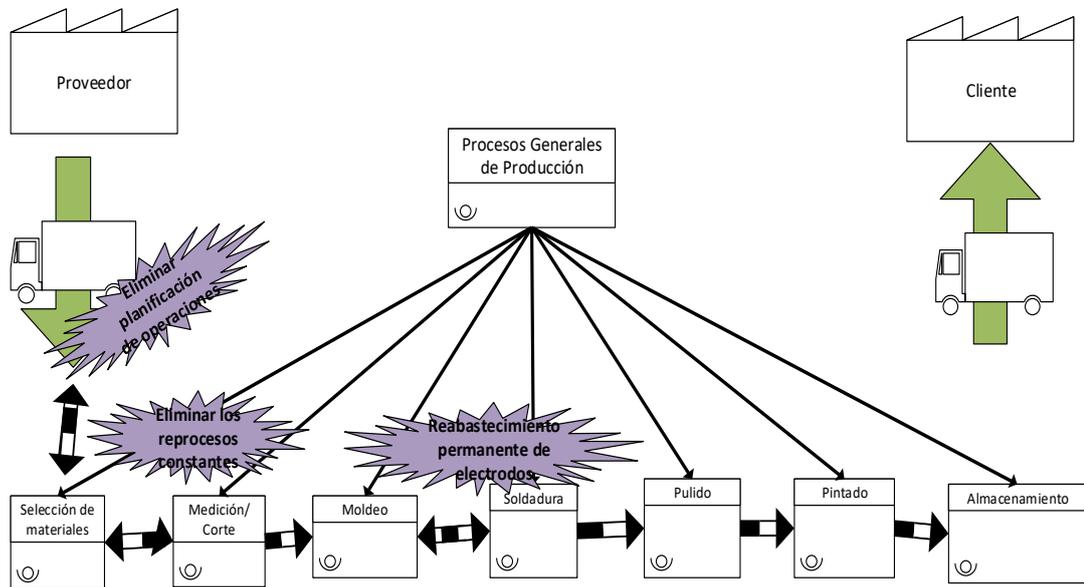
Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

4.1.2 Identificar Cadena de Valor: VSM Propuesto

Debido a que los procesos generalmente son similares para la fabricación de cada estructura estudiada y demás misceláneas, se realiza un análisis gráfico de las falencias constantes dentro del proceso productivo, a continuación:

Gráfico 13: Mejoras para los procesos generales de producción



Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

El objetivo es disminuir las acciones que impiden el flujo de producción, entre las cuales se citan actividades repetitivas como:

- Solicitud de trabajo no detallada
- Adquisición de material directo no especificado
- Esperas en los procedimientos de producción
- Cortes de material que no están a medida
- Material para soldar insuficiente
- Congestión en el lugar de trabajo

4.1.2.1 Implementación de técnica 5'S

P Previo a la implementación de la metodología 5'S (ver pág. 48), es necesario realizar una evaluación cuantitativa de acuerdo al ambiente de trabajo, para ello se muestra en la tabla 13 la evaluación inicial, donde las puntuaciones van de acuerdo a los criterios de apreciación, en donde: 1= nunca; 2= a veces; 3= a menudo; 4= usualmente; y 5= siempre, siendo 50 la puntuación máxima y a la vez óptima.

Tabla 13: Ítems evaluados previo a implementación 5S

Ítem	Puntuación				
	1	2	3	4	5
¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios?			•		
¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación?		•			
¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante?		•			
¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes?		•			
¿Los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?			•		
¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?.			•		
¿Siempre que se necesita alguna una herramienta, se encuentran fácilmente?			•		
¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad)?		•			
¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo?		•			
¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento estable?			•		
Puntaje total	0	10	15	0	0
Total acumulado	25				

Fuente: Implementación de técnica 5'S

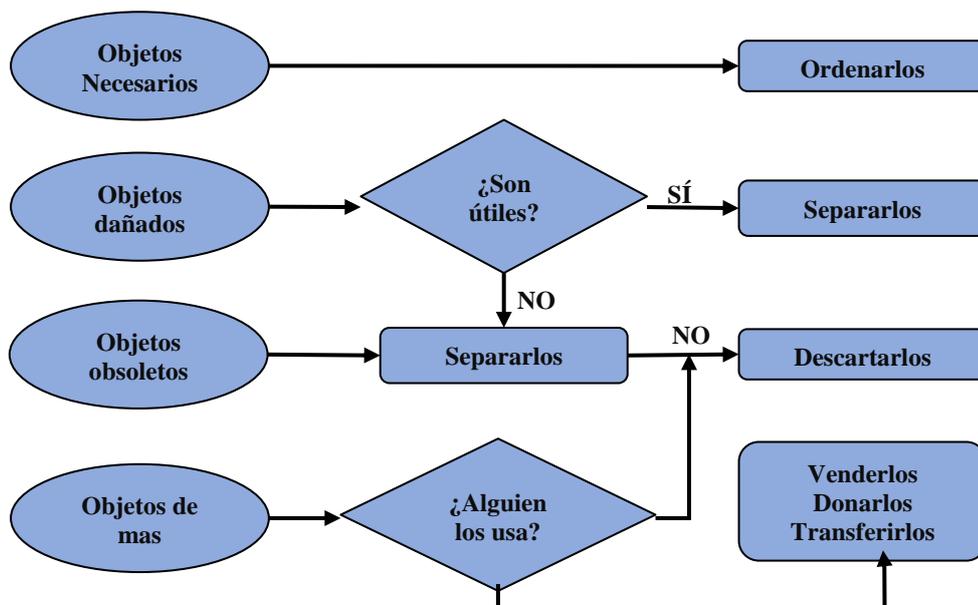
Elaborado por: Andrés Leonel García González

El diagnóstico cualitativo inicial detalla 25 puntos de 50 posibles, lo cual representa el 50% en cuanto a la aplicación de manera empírica al método de organización del área laboral, pretendiendo mejorar dicho porcentaje.

5S´Clasificar

El primer punto de método de origen japonés, es Clasificar o seleccionar todos los elementos y/o componentes de están dentro de los puestos de trabajo y que de alguna u otra manera pasan a ser estorbo, obstruyendo en los desplazamientos necesarios en las operaciones diarias de manufactura, y darle un destino definitivo, tal y como se lo muestra en el gráfico 14.

Gráfico 14: Diagrama "Clasificar"



Fuente: Investigación bibliográfica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

El diagrama se muestra exclusivamente para elementos o componentes, que ya no sean uso directo en el proceso de producción, diferenciándola con el desecho común (cartones, hojas, plástico, fundas, etc.)

Siguiendo la ruta que define el diagrama anterior, se hizo la recolección de prácticamente toda la chatarra acumulada en diversos rincones del taller, entre los objetos hallados sin uso frecuente, se dividió en:

- Simplemente basura,
- Para venta en chatarra, y
- Partes que servirán para hacer patas para empotrar

En la imagen 16 se muestran varios elementos que estorban, tales como: mangueras, cables, pernos, tornillos pequeños trozos de varillas.

Imagen 16: Amontonamiento de componentes en desuso



Fuente: Implementación 5S (Clasificar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

En la imagen 17 se verifica el montón de trozos grandes y pequeños de lata ya oxidadas que fueron hallados esparcidos en los rincones del taller.

Imagen 17: Planchas metálicas sin uso de producción



Fuente: Implementación 5S (Clasificar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Las imágenes 18 y 19 muestran varios trozos de varillas que posteriormente servirán para elaborar patas para empotrar

Imagen 18: Partes sobrantes para patas de empotrado



Fuente: Implementación 5S (Clasificar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Imagen 19: Elaboración de patas de rejas



Fuente: Implementación 5S (Clasificar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

5S ORDEN Y LIMPIEZA

Luego de desechar los diversos objetos que estaban demás, se aplica la organización conjuntamente con la limpieza en las estanterías donde antes había un desorden marcado, como la estantería que se muestra a continuación en la imagen 20.

Imagen 20: Estantería en un puesto de trabajo (antes)



Fuente: Implementación 5S (Ordenar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Después de mucho tiempo se recuperó espacio en la estantería en una de las paredes del taller, tras el desecho de objetos extraños a las labores diarias.

Imagen 21: Estantería en un puesto de trabajo (después)



Fuente: Implementación 5S (Ordenar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Se acomodaron además varios componentes que sirven de materia prima como planchas para puertas enrollables, de manera estratégica para que no obstruyan en los puestos de trabajo.

Imagen 22: Distribución de materia directo restante 1



Fuente: Implementación 5S (Ordenar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

También se ubicó las planchas con diseños de puertas metálicas, mismas como se aprecia en la imagen 23, en un lugar más amplio y de fácil acceso tal.

Imagen 23: Distribución de material directo restante 2



Fuente: Implementación 5S (Ordenar)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

ESTANDARIZACIÓN/ MANTENER

Para obtener una mejor percepción y evaluación sobre las 3 primeras S, se hace necesario la comparación con el check list inicial tabla 13 (página 60) , revisión en la tabla a continuación:

Tabla 14: Ítems evaluados posterior a implementación 5S

Ítem	Puntuación				
	1	2	3	4	5
¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios?					•
¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación?				•	
¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante?				•	
¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes?					•
¿Los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?					•
¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?.					•
¿Siempre que se necesita alguna una herramienta, se encuentran fácilmente?					•
¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad)?				•	
¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo?				•	
¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento estable?				•	
Puntaje total	0	0	0	20	25
Total acumulado	45				

Fuente: Implementación 5S (Estandarización)

Elaborado por: Andrés Leonel García González

La evaluación cualitativa detalla 45 puntos de 50 posibles, lo cual representa el 90% lo que significa una mejoría con respecto al diagnóstico inicial.

ESTABLECIMIENTO DE REVISION PERIÓDICA

Las obstrucciones del paso son provocadas por el desorden de materiales o herramientas de manera desubicada, esto a su vez provoca segundos que a largo plazo afecta a la productividad.

La estandarización es el establecimiento de normas para evitar la acumulación de objetos ajenos a los procesos de producción, para ello se ha determinado el cumplimiento de las 3 primeras S´ (clasificar, ordenar y limpiar) haciendo uso de los 10 últimos minutos de la jornada diaria de trabajo y proceder a cumplir con los siguientes puntos:

- Separar los residuos de material directo y demás desechos generados a lo largo de día.
- Limpiar y dejar las herramientas utilizadas, en lugares visibles
- Procurar la organización de los puestos de trabajo
- Revisar visualmente que todo esté en el lugar predeterminado

DISCIPLINA

Para mantener la implementación se requiere la constancia y seguimiento por parte de la administración, por lo que se propone:

- El chequeo de la norma establecida en la tabla 14 (ver página 66) mediante auditoría semanal.
- La creación de un programa de aceptación de sugerencias para la mejorar el espacio de trabajo, organización, etc.

4.1.2.2 Implementación técnica Poka Yoke

Los errores más comunes que se presentan muchas veces son en la medición de varillas, tubos o planchas metálicas, debido solo se posee 2 flexómetros para todo el recurso humano y éstos rotan de acuerdo a la necesidad de los trabajadores, por lo se ha provisto un flexómetro por cada uno del personal operativo.

Otro de los factores causantes del aumento del tiempo de productividad, son la inestabilidad que presentan las mesas para soldar, para lo cual se han restructurado, obteniendo como resultado, la reducción riesgos de accidentes o accidentes leves.

4.1.3 Creación de Sistema de Flujo Continuo

El lugar de labores ha quedado sin obstrucciones y más ordenado, de manera que los trabajos, deberán ser hechos aprovechando al máximo del tiempo disponible, por lo que el siguiente paso es definir un tiempo estándar para la realización de los trabajos continuos.

Para el cálculo del tiempo estándar se tomará en cuenta primero los promedios por cada operación de cada observación realizada, en la fórmula siguiente se detalla el cómputo general para el tiempo estándar total.

$$\textit{Tiempo promedio} = \frac{\sum \textit{Tiempos}}{\textit{Número de observaciones}}$$

Tiempo estándar/operación

$$= \textit{Tiempo promedio} * \textit{Valor atribuido} * (1 + \textit{suplemento})$$

$$\textit{Tiempo estandar total} = \sum \textit{Tiempo estándar/operación}$$

Donde:

- Valor atribuido es el porcentaje para la realización de una tarea, normalmente entre 90 y 100%
- Suplemento es el porcentaje para compensar el esfuerzo físico u otros factores externos para hacer alguna tarea, para estos casos se de entre 5% y 8%

Para ello se han medido los tiempos ocupados y descontando todas las acciones que no son parte de la producción, mostradas en las tablas 15, para una reja común (ver anexo B)

Por consiguiente, en los anexos K y L, están las tablas de tiempos estándar propuestos para las puertas metálicas y contrapuestas, respectivamente

Tabla 15: Estandarización de tiempos para reja común

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	ΣT	Promedio T	Valor atribuido	Tiempo Normal	% Suplemento	Tiempo de ciclo (TN*(1+Suplemento))
Selección de material directo	125	120	120	140	130	135	130	135	130	1165	129	95%	122,97	7%	132
Medición	165	170	170	170	165	165	160	165	160	1490	166	90%	149,00	7%	159
Hacia cizalla	10	10	10	15	10	15	10	15	15	110	12	95%	11,61	7%	12
Corte de varillas	305	310	305	300	290	300	295	290	300	2695	299	90%	269,50	7%	288
Preparación de máquina para soldar	65	65	55	55	50	60	65	60	65	540	60	97%	58,20	7%	62
Preparación para ensamble de marco	90	85	80	75	70	65	70	60	65	660	73	95%	69,67	7%	75
Soldadura de marco	280	270	275	270	265	270	270	265	265	2430	270	95%	256,50	7%	274
Ensamble de moldes de varilla internas	1500	1600	1530	1580	1550	1560	1560	1585	1590	14055	1562	95%	1483,58	7%	1587
Ensamble adornos	650	600	550	550	600	575	550	540	530	5145	572	95%	543,08	7%	581
Ensamble de soportes	255	250	250	255	250	255	255	255	250	2275	253	95%	240,14	7%	257
Pulido y limado de asperezas	325	330	335	340	345	340	340	350	350	3055	339	98%	332,66	7%	356
Hacia área de pintado	10	10	10	15	15	10	10	15	15	110	12	95%	11,61	7%	12
Preparación de compresor	85	60	80	70	80	75	80	75	70	675	75	95%	71,25	7%	76
Pintado	315	320	325	320	325	325	310	320	325	2885	321	98%	314,14	7%	336
Totales en segundos	4180	4200	4095	4155	4145	4150	4105	4130	4130	37290	4143				4209
Totales en minutos	69,67	70,00	68,25	69,25	69,08	69,17	68,42	68,83	68,83	621,50	69,06				70,15
Totales en horas	1,16	1,17	1,14	1,15	1,15	1,15	1,14	1,15	1,15	10,36	1,15				1,17

Fuente: Implementación Estandarización
Elaborado por: Andrés Leonel García González

De esta manera se procurará mantener la productividad la calculada, debido a que los diseños son similares.

Finalmente, otra de las causas por las cuales muchas veces no se termina un trabajo solicitado a una hora determinado, es la comunicación deficiente, los encargos son enviados en papel (imagen 24), en donde las medidas solicitadas tienden a ser borrosas

Imagen 24: Situación Actual: órdenes de trabajo



Fuente: Investigación empírica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Se propone el uso de tarjetas como órdenes de trabajo o también llamados “Kanban de producción” (imagen 25) donde se muestran detalles del trabajo solicitado.

Imagen 25: Formato para orden de producción

Obra a construir:
Material de estructura:
Medidas:
Color:
Otros detalles:
Fecha de pedido:
Fecha de entrega:

Fuente: Implementación de estandarización de procesos
Elaborado por: Andrés Leonel García González

4.1.4 Implementación de Sistema Pull

Para elevar y mejorar la calidad del servicio al cliente, se procurará mantener la productividad ya establecida; el modelo Pull, lo que pretende es mantener un promedio del producto en stock, reabasteciendo lo que se vaya comercializando, de acuerdo a la demanda.

Con base a las órdenes de trabajo (Kanban) se espera que una mejor distribución de labores eliminando los tiempos previos por logística de operaciones, en el siguiente gráfico se establece el sistema jerárquico de operaciones.

En el gráfico 15 se muestra el esquema de operaciones a nivel empresarial

Gráfico 15: Esquema gráfico de Producción



Fuente: Implementación Sistema Pull

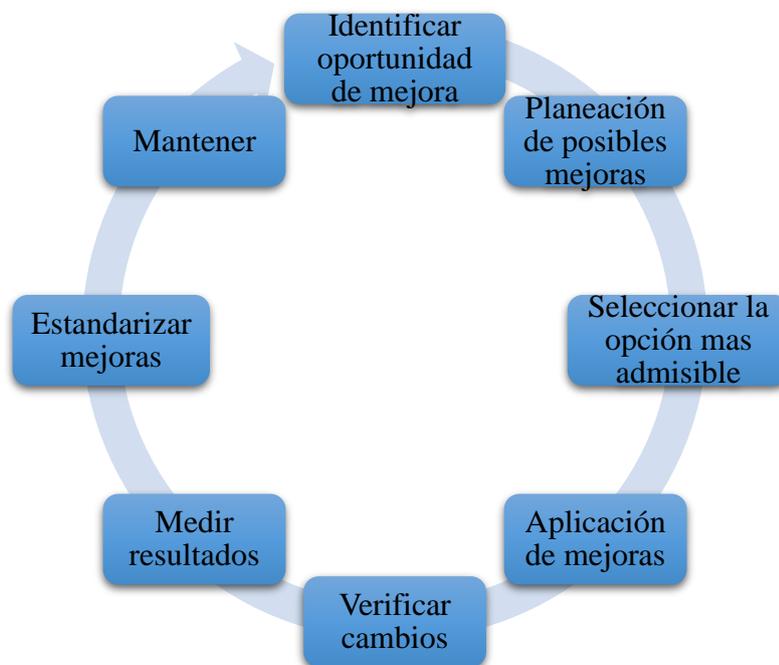
Elaborado por: Andrés Leonel García González

4.1.5 Mejora Continua: Metodología Kaizen

Para aumentar la productividad se ha hecho uso de las 5S como medida para la reorganización de los puestos de trabajo, y disminuir al máximo los tiempos por búsqueda de material directo e indirecto durante los procesos, esto como parte de la mejora continua, propuesta al inicio de la implementación en la socialización con el personal operario.

El siguiente gráfico muestra la pauta a seguir para obtener una mejora continua de corto plazo que por sí misma se vuelve cíclica, y por ende a largo plazo.

Gráfico 16: Ciclo KAIZEN para la mejora continua



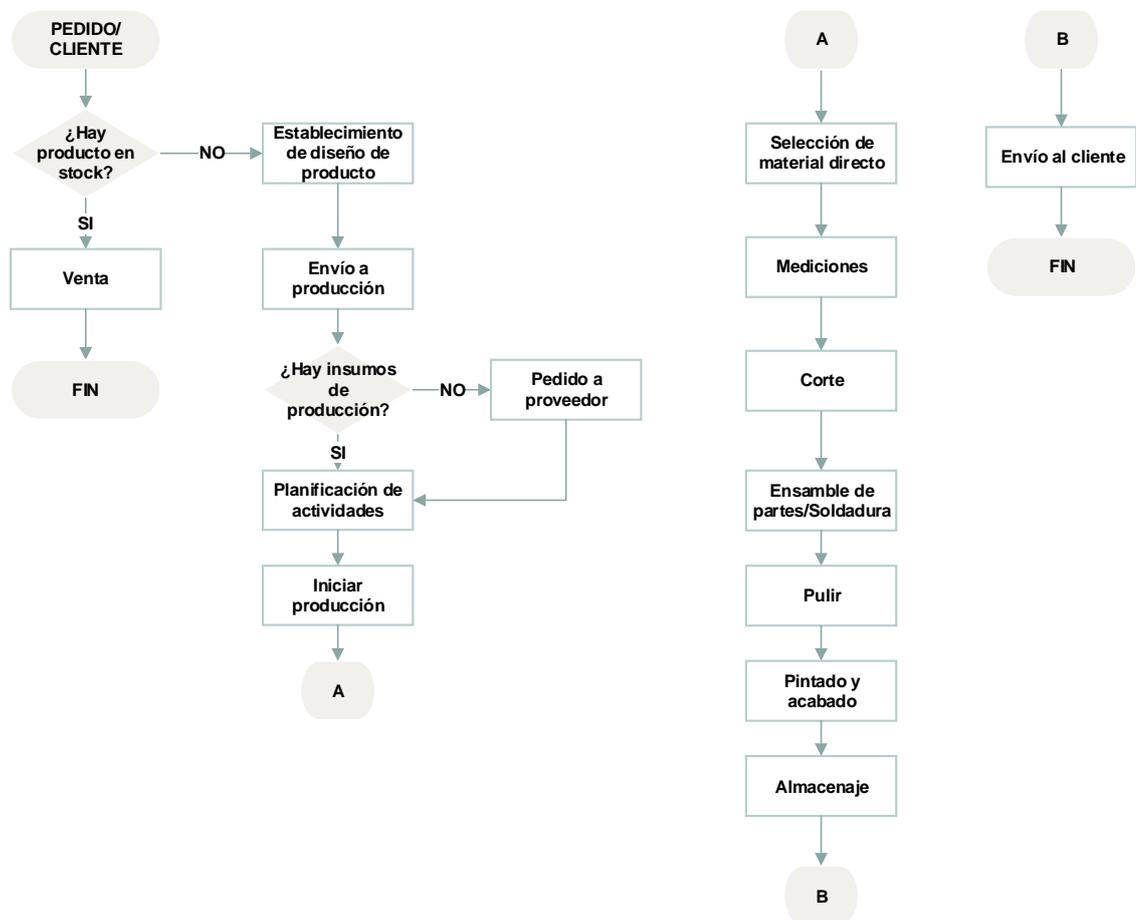
Fuente: Investigación bibliográfica

Elaborado por: Andrés Leonel García González

4.1.6 Diagrama de Flujo Propuesto

Basta con la eliminación de tiempos por inspección y que de paso sean reprocesos, estos segundos acumulados que no son parte directa de los procesos, se mejora la productividad y queda aún tiempo para continuar con la producción.

Gráfico 17: Diagrama de flujo propuesto



Elaborado por: Andrés Leonel García González

4.2 Evaluación de Resultados

La obtención de más espacio para una mejor movilidad, organización de puestos de trabajo, y el aumento de la productividad, es uno de los objetivos alcanzados, esto último se lo detalla en el siguiente punto.

4.2.1 Evaluación de la productividad

Con el estudio previo sobre la estandarización y el análisis de los tiempos que no son aprovechados por parte de los operarios, estos ya son más conscientes del ahorro del tiempo en la producción y la importancia de mejorar la productividad y de paso la calidad del trabajo para con el cliente.

Para cada estructura se ha establece un tiempo de terminación estándar, mostrado en la tabla 16; en el anexo M se detalla los tiempos estándar de puertas y contrapuerta metálica.

Tabla 16: Toma de Mediciones de productividad postimplementación

Muestras Rejas	Tiempo minutos-segundos
1	69'30''
2	70'00''
3	68'15''
4	69'25''
5	71'00''
6	69'11''
Promedio de muestras	69'32''
Promedio estándar	70'09''
Diferencia medida	-0'37''

Fuente: Evaluación de la productividad

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Capítulo V: Evaluación Financiera

5.1 Costo de inversiones

Tras los eventos de implementación, la inversión requerida para la obtención de los resultados anhelados se detalla en: la distribución de acuerdo al tiempo utilizado tanto en la socialización del tema como en la implementación propiamente dicha, y demás elementos tangibles para efectuar cada paso predeterminado.

5.1.1 Costo elementos de implementación

Los costos totales de la implementación se obtienen de la información siguiente:

- Inducción teórica a los empleados
- Tiempo utilizado remunerable
- Implementación física
- Tiempo sin producir
- Capacitaciones externas

5.1.1.1 Sociabilización (Inducción teórica)

La socialización con los empleados es para definir la metodología y técnicas a emplear, esto es un tiempo necesario ya que se induce a los trabajadores a formar parte de las mejoras en pro de la productividad y la eliminación de los tiempos improductivos que previamente se han detallado.

El uso de tiempo en la capacitación inicial, cuente como inversión, ya que, es remunerado y se deja de producir.

La implementación empieza por la inducción al personal operativo, para ello detalla en la tabla 17, los temas a tratarse para obtener la consecución de resultados favorables:

Tabla 17: Inducción teórica al personal

Ítem	Participantes	Horas de Uso	Remuneración Hora-4Hombre	Costo Total
Socialización a la Metodología Esbelta	16	0:50	\$ 3,00	\$ 40,00
Capacitación 5'S (Clasificar, Ordenar, Limpieza)	9	0:45	\$ 3,00	\$ 20,25
Capacitación 5'S (Estandarización, Disciplina)	9	0:45	\$ 3,00	\$ 20,25
Estandarización	9	0:40	\$ 3,00	\$ 18,00
Capacitación Sistema Kanban	16	0:40	\$ 3,00	\$ 32,00
Total		3:40		\$ 130,50

Fuente: Implementación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Tabla 18: Material de apoyo para socialización

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Trípticos Información Tema General	22	\$ 0,30	\$ 6,60
Esferográfica	1	\$ 0,40	\$ 0,40
Trípticos Información Tema 5´S	44	\$ 0,30	\$ 13,20
Trípticos Información Tema Kanban	22	\$ 0,30	\$ 6,60
Tarjetas para estandarización	12	\$ 0,40	\$ 4,80
Carteles de Información	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Tablero mano	1	\$ 2,75	\$ 2,75
Total			\$ 44,35

Fuente: Implementación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

El monto en conjunto para el adiestramiento del personal es de \$ 174,85 debido al tiempo laboral remunerado no trabajado (tabla 17) y el material didáctico que facilite la comprensión de los temas tratados.

5.1.1.2 Tiempo Utilizado

Para no afectar en demasía la producción, se hizo uso de 15 a 25 minutos diarios en los días laborables a lo largo de 3 meses, siempre con la colaboración de todo el personal operativo más el aval del propietario para hacer uso de dichos tiempos prescritos, los cuales son remunerados mostrados en la tabla 19

Tabla 19: Tiempo utilizado remunerable

ítem	Participantes	Horas Utilizadas	Remuneración Hora-Hombre	Costo Total
5S Clasificar	9	4:30	\$ 3,00	\$ 121,50
5S Ordenar	9	4:30	\$ 3,00	\$ 121,50
5S Limpiar	9	4:00	\$ 3,00	\$ 108,00
5S Estandarizar	9	1:00	\$ 3,00	\$ 27,00
5S Mantener	9	1:00	\$ 3,00	\$ 27,00
Modificación de mesas de soldar (3)	6	1:30	\$ 3,00	\$ 27,00
Construcción de estanterías (2)	1	1:30	\$ 3,00	\$ 3,00
Cerramientos para materiales (3)	6	2:00	\$ 3,00	\$ 36,00
Total		19:30		\$ 471,00

Fuente: Implementación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

5.1.1.3 Reestructuración del espacio de trabajo

Al aplicar las 5S se hizo uso de utensilios de limpieza, en la fase de la reorganización del área total de trabajo, entre materiales reciclables y para conformar las adecuaciones de los demás materiales de uso frecuente, en la tabla 20 se muestra los valores para la implementación física

Tabla 20: Elementos para la implementación física

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Recogedor	6	\$ 2,00	\$ 12,00
Escoba	6	\$ 2,00	\$ 12,00
Para Cerramiento de bodega 1	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Para Cerramiento de bodega 2	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Estantería para puesto de trabajo	2	\$ 120,00	\$ 240,00
Armador para personal	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Rearmaje para moldeos de rejillas	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Tarjetas Kanban	20	\$ 0,50	\$ 10,00
Mecanismos para mejora de procesos	2	\$ 15,00	\$ 30,00
Readaptación de mesas de soldar	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Flexómetros	6	\$ 5,00	\$ 30,00
Total			\$ 529,00

Fuente: Implementación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

5.1.1.4 Cuadro de capacitaciones externas

El Costo total de las capacitaciones complementarias son en días no laborables por lo cual no afecta a la producción, y son valores que abarcan todos los gastos detallados en la tabla 21.

Tabla 21: Capacitaciones externas

ítem	Participantes	Costo Total
Seguridad Industrial	9	\$ 900,00
Servicio al cliente	7	\$ 700,00
Total		\$ 1600,00

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Andrés Leonel García González

5.1.2 Costo Total de Inversión

El costo total de la inversión es la acumulación de todos los ítems antes mencionados, a continuación, se detalla la suma total en la tabla 22:

Tabla 22: Inversión total de la implementación

Descripción	Valor Total
Socialización Total	\$ 174,85
Horas de uso	\$ 471,00
Requerimiento para implementación	\$ 529,00
Capacitación personal Seguridad	\$ 1600,00
Inversión Total	\$ 2774,85

Fuente: Implementación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Con el valor de \$ 2774,85 es el gasto neto de mejoras en las operaciones generales cotidianas.

5.2 Recuperación de Inversión

La implementación metodología de la manufactura esbelta en el presente trabajo busca aumentar los niveles de productividad, basándose en la recuperación de los tiempos ineficaces y eliminación de las actividades que no son propias de los procedimientos productivos.

La investigación previa se enfoca en la posible utilidad que se podría generar al momento de administrar mejor el tiempo de trabajo, por ello, en base al valor promedio mencionado en la tabla 6 de utilidad mensual no generada (ver pág. 27), se estima el período de recuperación de la inversión aproximada:

- ✓ Utilidad estimada mensual No generada \$ 695,33
- ✓ Utilidad estimada anual No generada Estimada \$ 8343,96
- ✓ El gasto de inversión reflejado es de \$ 2774,85

$$\textit{Perido de recuperación de la inversión} = \frac{\textit{Inversión}}{\textit{Utilidad anual No generada}}$$

$$\textit{Perido de recuperación de la inversión} = \frac{\$ 2774,85}{\$ 8343,96}$$

$$\textit{Perido de recuperación de la inversión} = 0,33 \text{ años}$$

$$\textit{Perido de recuperación de la inversión} = 3 \text{ meses } 29 \text{ días aprox.}$$

Para ser una pequeña empresa, pero muy reconocida en su campo y debido a los valores anuales que maneja, resulta una inversión aceptable de acuerdo al tiempo estimado para la rentabilidad de la misma.

Conclusiones

- El diagnóstico inicial evidenció una mediana organización de trabajo, desde la dirección hasta la elaboración producto, debido a las actividades que se realizaban de manera empírica.
- La inducción de la metodología esbelta ha sido asimilada de buena manera, por el personal ya que, ahora, los operarios son conscientes de los minutos que se pierden al hacer tareas repetitivas, o de accidentes, ya sean tropiezos, caídas o quemaduras, que se pueden prevenir.
- La implementación de las 5 “S” trajo consigo un nuevo ambiente laboral, ya que se desechó, diversos materiales que ya estaban obsoletos y estorbaban en los puestos de trabajo.
- Debido a la demanda creciente; con la estandarización de tiempos y la creación de flujo continuo de operaciones, los trabajos se pueden terminar en los tiempos ya preestablecidos.
- Solo adecuando el taller se ha utilizado tiempo laborable, pero siendo la demanda constante, estos valores, serán rentables a partir del 6to mes de implementación.

Recomendaciones

- Chequear periódicamente el cumplimiento de la técnica “5S” permitiendo mejoras constantes en la organización del trabajo.
- Crear de un sistema de sugerencias por parte de los operarios, que permitan agilizar aún más los procesos de manufactura.
- Establecer objetivos de producción, semanal, mensual o anual.
- Mantener el sistema de mejora continua propuesto para el flujo de las operaciones de manufactura y comercialización de la producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera Calva, R. (2014). *TPS Americanizado: Manual de Manufactura Esbelta*. Rafael Carlos Cabrera Calva.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Ediciones Díaz de Santos.
- Godínez Gonzalez, A; Hernández Moreno, G, (2014). *Los Principios Actuales de Lean Manufacturing Aplicados*. Digital Services LLC - Kdp Print. USA.
- Gómez, M. (2014). *Lean Manufacturing En Español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias*. Editorial Imagen
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. España.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*, McGraw. Hill Education.
- Jaume Aldavert Pallerols. (2016). *Guía Práctica 5S para la Mejora Continua: Hacer más con menos*. CIMS
- Madariaga, F. (2013). *Valor Añadido*. Bubok Publishing S.L.
- Palacios Acero, L. (2016). *Ingeniería de métodos: Movimientos y tiempos*. Ecoe Ediciones

LINKOGRAFÍA

<http://www.calidadprimero.com/2015/08/20/el-concepto-de-calidad-en-iso-90002015>

<http://www.improven.com/blog/lean-manufacturing-como-gestionar-eficazmente-la-organizacion-2/>

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/>

<https://leanmanufacturing10.com/kaizen-mejora-continua>

<https://sites.google.com/a/mngecuador.com/mngecuador/manufactura-esbelta>

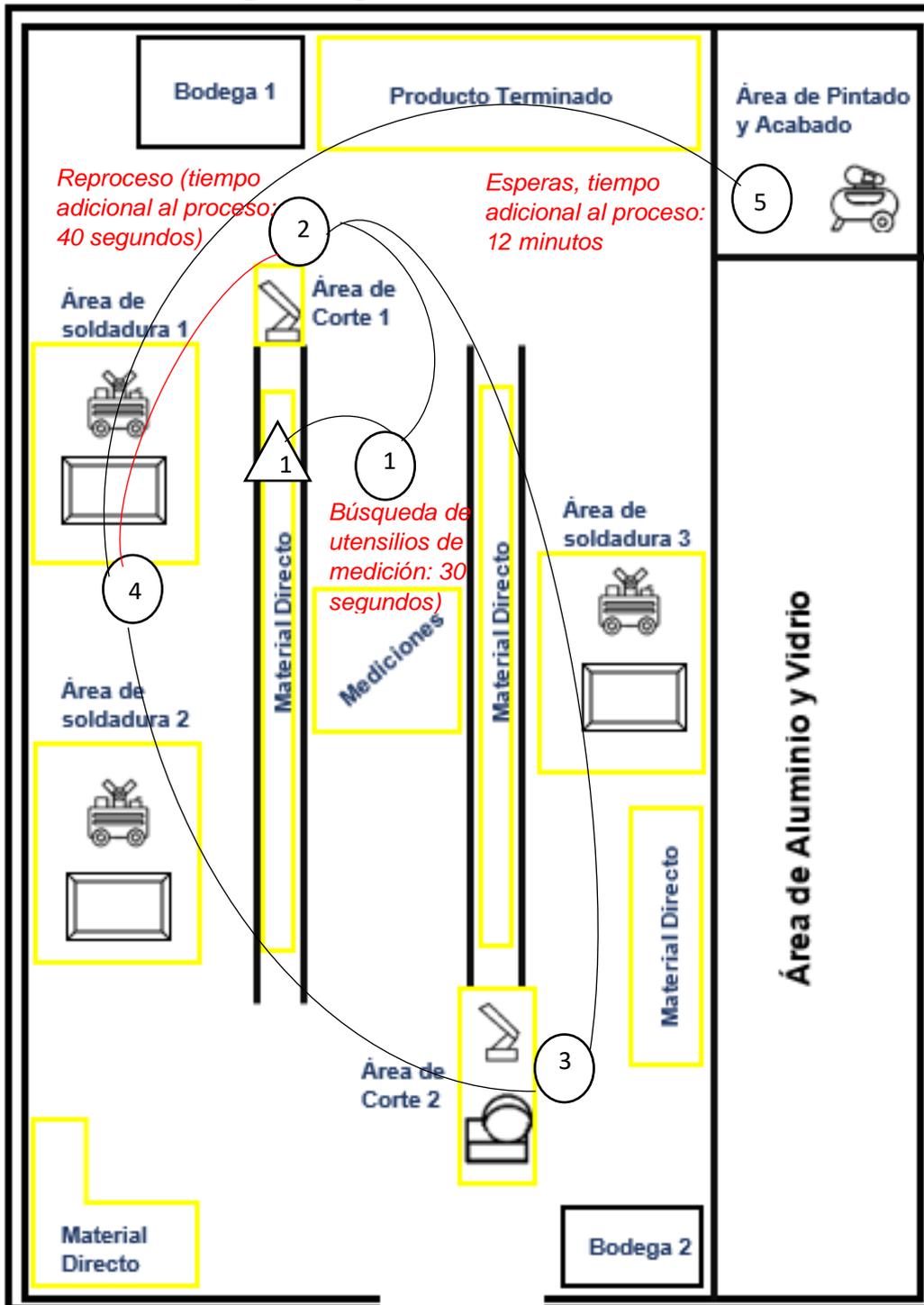
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/>

<https://mentory.online/2014/07/valor-agregado.html>

<http://www.leansolutions.co/conceptos/metodologia-5s/>

ANEXOS

Anexo A: Diagrama de recorrido para la fabricación de una reja



Fuente: Estudio previo

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo B: Estructura de estudio



Fuente: Método de observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo C: Operaciones para puerta metálica

Descripción	Símbolo					Tiempo en segundos					Tiempo	Distancia
	O	□	D	→	Δ	T1	T2	T3	T4	T5		
Recepción de encargo y especificaciones						20	25	45	35	35	32	
Planificación de actividades						100	110	120	115	115	112	
Selección de material directo						145	145	145	150	150	147	8
Uso instrumentos de medición (búsqueda)						25	30	25	25	25	26	10
Medición de tubo cuadrado						55	55	55	50	50	53	
Hacia cortadora						10	15	10	10	10	11	6
Corte						290	295	285	295	295	292	
Medición de tubo cuadrado (Reproceso)						25	10	15	20	20	18	
Hacia cortadora (Reproceso)						15	10	10	10	10	11	6
Corte						35		20	40	35	33	
Preparación de máquina para soldar						55	60	50	55	60	56	
Soldadura de marco						465	470	470	475	460	468	
Reabastecimiento de electrodos						100		75	65		80	5
Preparación de plancha metálica						55	50	60	50	55	54	
Soldadura plancha y marco						165	185	170	175	175	174	
Preparación soldadura marco para empotrado						130	120	125	130	135	128	
Soldadura marco para empotrado						190	175	140	175	165	169	
Ensamble de pernios						170	170	175	180	180	175	
Incorporar chapa						585	575	580	585	570	579	
Soldar cerrojos						590	590	580	595	585	588	
Ensamble de soportes para empotrar						260	250	235	250	235	246	
Pulido y limado de asperezas						345	340	345	375	355	352	8
Hacia área de pintado						15	15	20	15	20	17	
Preparación de compresor						80	85	75	85	85	82	
Pintado						415	415	410	410	410	412	
Almacenaje												
TOTAL (segundos)						4340	4195	4240	4370	4235	4315	43
TOTAL (horas)						1,21	1,17	1,18	1,21	1,18	1,21	
Total tiempo improductivo						0,07	0,07	0,9	0,9	0,8	0,9	

Fuente: Método de observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo D: Operaciones para contrapuerta

Descripción	Símbolo					Tiempo en segundos					Tiempo	Distancia
	O	□	D	→	Δ	T1	T2	T3	T4	T5		
Recepción de encargo y especificaciones						40	50	25	35	45	39	
Planificación de actividades						90	95	90	110	100	97	
Selección de material directo						100	110	100	110	115	107	8
Uso instrumentos de medición (búsqueda)						25	30	25	25	30	27	6
Medición de tubo cuadrado						75	75	75	75	85	77	
Hacia cortadora						10	10	10	10	10	10	4
Corte de tubo cuadrado						115	110	105	120	125	115	
Preparación de máquina para soldar						55	55	55	65	55	57	
Uso instrumentos de medición (búsqueda)						15	20	15	15	15	16	4
Soldadura de marco						470	470	485	480	455	472	
Medición de varillas						45	25	35	30	45	36	
Corte varillas para interior						174,5	200	190	205	195	193	
Soldadura de marco con varillas de interior						195	195	200	200	200	198	
Soldadura de labores de varillas onduladas						252,5	265	280	270	250	264	
Ir por plancha metálica						65	60	65	55	60	61	10
Corte a medida de plancha metálica						45	50	50	65	55	53	5
Preparación de plancha metálica						60	55	60	65	60	60	
Soldadura planchas y marco						240	235	235	240	235	237	
Preparación soldadura marco para empotrado						105	110	100	120	100	107	
Soldadura marco para empotrado						180	165	175	175	170	173	
ensamble de pernios						175	175	185	180	170	177	
incorporar chapa, ir por chapa						585	590	590	595	590	590	
soldar cerrojos						590	590	585	600	595	592	
Ensamble de patas						250	255	255	255	240	251	
Pulido y limado de asperezas						350	355	340	360	375	356	
Hacia área de pintado						20	15	20	25	20	20	15
Preparación de compresor						55	60	55	65	60	59	
Pintado						415	410	420	420	410	415	
Almacenaje												
TOTAL (segundos)						4797	4835	4825	4970	4865	4858	52
TOTAL (horas)						1,33	1,34	1,34	1,38	1,35	1,35	
Total tiempo improductivo						0,08	0,07	0,09	0,08	0,08	0,08	

Fuente: Método de observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo E: Preguntas al personal operario

Formato para la encuesta a trabajadores

1-¿Se identifican los desperdicios en cuanto a tiempos?

Sí Casi siempre A veces No

2-¿Los defectos de material directo son justificados?

Sí Casi siempre A veces No

3-¿Han sido formados en los métodos de eficiencia operativa?

Sí Casi siempre A veces No

4-¿Los movimientos repetitivos son justificables?

Sí Casi siempre A veces No

5-¿Hay una organización del trabajo?

Sí Casi siempre A veces No

6-¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?

Sí Casi siempre A veces No

7-¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?

Sí Casi siempre A veces No

8-¿Mantienen capacitaciones en su campo?

Sí Casi siempre A veces No

9-¿Se utilizan mecanismos para lograr una mejora continua en el proceso productivo de la empresa?

Sí Casi siempre A veces No

10) ¿Considera Ud. q los procesos son ágiles (sin interrupción) de las labores cotidianas?

Sí Casi siempre A veces No

Fuente: Estudio previo

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo F: Moldeo de varillas



Fuente: Talle El Colorado

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo G: Diagrama de operaciones de puerta metálica



Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo H: Diagrama de operaciones de Contrapuerta



Fuente: Método de Observación

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo I: Material innecesario eliminado



Fuente: Implementación de mejoras

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo J: Modificando mesa de soldar



Fuente: Implementación de mejoras

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo K: Estandarización de tiempos para puerta metálica

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Σ T	Promedio T	Valor atribuido	Tiempo Normal	% Suplemento	Tiempo de ciclo (TN*(1+Suplemento))
Selección de material directo	155	150	150	145	145	145	140	145	145	1320	147	95%	139,33	7%	149,09
Medición de tubo cuadrado	60	50	50	55	55	55	50	40	55	470	52	90%	47,00	7%	50,29
Hacia cortadora	10	10	10	15	10	10	15	10	10	100	11	95%	10,56	7%	11,29
Corte de tubos	300	295	295	295	290	290	280	280	285	2610	290	95%	275,50	7%	294,79
Preparación de máquina para soldar	65	55	60	60	60	55	55	45	50	505	56	95%	53,31	7%	57,04
Soldadura de marco	480	475	460	470	455	465	480	440	470	4195	466	95%	442,81	7%	473,80
Preparación de plancha metálica	65	50	55	50	55	55	50	55	60	495	55	95%	52,25	7%	55,91
Soldadura plancha y marco	180	175	175	185	170	165	165	170	170	1555	173	95%	164,14	7%	175,63
Preparación soldadura marco para empotrado	120	130	135	120	125	130	115	115	125	1115	124	95%	117,69	7%	125,93
Soldadura marco para empotrado	170	175	165	175	185	190	170	165	140	1535	171	95%	162,03	7%	173,37
Ensamble de pernos	175	180	180	170	175	170	190	165	175	1580	176	98%	172,04	7%	184,09
Incorporar chapa, ir por chapa	590	585	570	575	590	585	580	585	580	5240	582	98%	570,58	7%	610,52
Soldar cerrjos	580	595	585	590	570	590	550	610	580	5250	583	98%	571,67	7%	611,68
Ensamble de soportes	255	250	235	250	245	260	245	240	235	2215	246	95%	233,81	7%	250,17
Pulido y limado de asperezas	360	375	355	340	355	345	350	355	345	3180	353	98%	346,27	7%	370,51
Hacia área de pintado	20	15	20	15	15	15	20	15	20	155	17	95%	16,36	7%	17,51
Preparación de compresor	90	85	85	85	80	80	85	70	75	735	82	95%	77,58	7%	83,01
Pintado	420	410	410	415	410	415	420	415	410	3725	414	98%	405,61	7%	434,00
Totales en segundos	4095	4060	3995	4010	3990	4020	3960	3920	3930	35980	3998				4128,62
Totales en minutos	68,25	67,67	66,58	66,83	66,50	67,00	66,00	65,33	65,50	599,67	66,63				68,81
Totales en horas	1,14	1,13	1,11	1,11	1,11	1,12	1,10	1,09	1,09	9,99	1,11				1,146840201

Fuente: Implementación Estandarización

Elaborado por: Andrés Leonel García González

Anexo L: Estandarización de tiempos para contrapuerta

Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	ΣT	Promedio T	Valor atribuido	Tiempo Normal	% Suplemento	Tiempo de ciclo (TN*(1+Suplemento))
Selección de material directo	110	95	100	100	105	115	100	110	125	960	107	95%	101,33	7%	108,43
Medición de tubo cuadrado	75	65	75	75	70	85	75	75	75	670	74	95%	70,72	7%	75,67
Hacia cortadora	10	15	10	10	15	10	10	10	10	100	11	95%	10,56	7%	11,29
Corte de tubos	120	110	105	115	110	125	120	110	95	1010	112	95%	106,61	7%	114,07
Preparación de máquina para soldar	65	55	55	55	55	55	60	55	60	515	57	95%	54,36	7%	58,17
Soldadura de marco	480	495	485	470	465	455	470	470	465	4255	473	95%	449,14	7%	480,58
Medición de varillas	30	30	35	45	45	45	35	25	35	325	36	95%	34,31	7%	36,71
Corte varillas para interior	205	200	190	175	178	195	195	200	210	1747	194	95%	184,41	7%	197,31
Soldadura de marco con varillas de interior	200	185	200	195	195	200	210	195	200	1780	198	95%	187,89	7%	201,04
Soldadura de labores de varillas onduladas	270	260	280	253	260	260	260	265	265	2363	263	95%	249,38	7%	266,83
Preparación de plancha metálica	65	60	60	60	60	60	55	55	60	535	59	95%	56,47	7%	60,43
Soldadura planchas y marco	240	235	235	240	235	235	225	235	225	2105	234	95%	222,19	7%	237,75
Preparación soldadura marco para empotrado	120	105	100	105	110	100	100	110	100	950	106	95%	100,28	7%	107,30
Soldadura marco para empotrado	175	165	175	180	195	170	170	165	190	1585	176	95%	167,31	7%	179,02
Ensamble de pernios	180	190	185	175	175	170	170	175	175	1595	177	98%	173,68	7%	185,84
Incorporar chapa, ir por chapa	595	590	590	585	590	590	585	590	610	5325	592	98%	579,83	7%	620,42
Soldar cerrojos	575	580	585	590	580	595	605	590	585	5285	587	98%	575,48	7%	615,76
Ensamble de soportes	255	260	255	250	245	240	250	255	245	2255	251	95%	238,03	7%	254,69
Pulido y limado de asperezas	360	345	340	350	350	375	350	355	340	3165	352	98%	344,63	7%	368,76
Hacia área de pintado	25	20	20	20	20	20	15	15	15	170	19	95%	17,94	7%	19,20
Preparación de compresor	65	55	55	55	55	60	55	60	65	525	58	95%	55,42	7%	59,30
Pintado	420	410	420	415	410	400	410	410	410	3710	412	98%	403,98	7%	432,26
Totales en segundos	4840	4525	4555	4517	4523	4560	4515	4530	4565	40930	4548				4690,81
Totales en minutos	77,33	75,42	75,92	75,28	75,38	76,00	75,25	75,50	76,08	682,16	75,80				78,18
Totales en horas	1,29	1,26	1,27	1,25	1,26	1,27	1,25	1,26	1,27	11,37	1,26				1,30

Fuente: Implementación Estandarización
Elaborado por: Autor

Anexo M: Toma de mediciones de tiempo para otras estructuras

Muestras	Tiempo minutos-segundos	
	Puerta metálica	Contrapuerta
1	68'15''	77'20''
2	67'40''	75'25''
3	66'34''	76'55''
4	66'55''	76'17''
5	66'30''	78'23''
6	67'00''	77'00''
Promedio de muestras	67'31''	76'53''
Promedio estándar	68'49''	78'14''
Diferencia medida	-1'39''	-1'20''

Fuente: Evaluación de la productividad

Elaborado por: Andrés Leonel García González