



# UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de  
fabricación de hornos – sector industrial

### TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Industrial

### AUTORES

Alamo Torres, Daniel Emmanuel  
ORCID: 0000-0002-6853-5939

Campos Sucari, Cristina Luz  
ORCID: 0000-0003-4536-8653

### ASESOR

Saito Silva, Carlos Agustín  
ORCID: 0000-0002-8328-5157

**Lima, Perú**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos del autor(es)**

Alamo Torres, Daniel Emmanuel

DNI: 75086435

Campos Sucari, Cristina Luz

DNI: 73255552

### **Datos de asesor**

Saito Silva, Carlos Agustín

DNI: 07823525

### **Datos del jurado**

#### **JURADO 1**

Oqueliz Martínez, Carlos Alberto

DNI: 08385398

ORCID: 000-0003-4872-7471

#### **JURADO 2**

Falcón Tuesta, José Abraham

DNI: 08183404

ORCID: 0000-0002-1070-7304

#### **JURADO 3**

Rodríguez Vásquez, Miguel Alberto

DNI: 08544988

ORCID: 0000-0001-9829-2571

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis, a Dios, por haberme permitido llegar hasta esta etapa de mi vida guiándome con su infinito amor y bondad en cada uno de mi pasos y decisiones. A mis padres Jorge y Luz, por su apoyo y amor incondicional que me brindaron durante toda mi formación personal y profesional. A mis hermanos, por brindarme confianza y orientación en cada etapa de mi vida.

Daniel Emmanuel Alamo Torres

A mis padres por el apoyo y motivación que me brindan cada día, a mi hermano por acompañarme en este camino. A los docentes por el conocimiento y la formación profesional.

Cristina Luz Campos Sucari

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres por su apoyo incondicional en nuestras vidas. A la Universidad Ricardo Palma por la formación profesional brindada a lo largo de nuestra carrera profesional. Además, a todos los docentes de la facultad de ingeniería industrial que aportaron en nuestra formación. A nuestro asesor Carlos Saito quien nos brindó un gran apoyo para el desarrollo de nuestra tesis.

Daniel Alamo y Cristina Campos

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
<b>CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	13
1.2.1 Problema General .....	13
1.2.2 Problemas Específicos .....	13
1.3 Objetivos generales y específicos.....	13
1.3.1 Objetivo general .....	13
1.3.2 Objetivos específicos .....	13
1.4 Delimitación del estudio.....	14
1.5 Importancia y Justificación del estudio .....	15
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
2.1 Marco histórico.....	23
2.2 Antecedentes del estudio de investigación .....	32
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	42
2.4 Definición de términos básicos .....	64
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis .....	65
2.6 Hipótesis.....	66
2.6.1 Hipótesis general .....	66
2.6.1 Hipótesis específicas.....	66
2.7 Variables.....	67
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>68</b>
3.1 Enfoque, Tipo, nivel y diseño de la investigación .....	68
3.2 Población y muestra .....	69
3.3.1 Técnicas e instrumentos.....	73
3.3.2 Criterios de validez y confiabilidad.....	75
3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos.....	75
3.4 Descripción de procedimientos de análisis .....	76

<b>Capítulo IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>78</b>
4.1 Resultados .....	78
4.2 Análisis de resultados .....	137
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>161</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>163</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>164</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>168</b>
Anexo 01: Matriz de consistencia.....	168
Anexo 02: Matriz de Operacionalización .....	169
Anexo 03: Autorización de consentimiento para realizar la investigación .....	170
Anexo 04: Declaración de Autenticidad .....	171
Anexo 05: Plano de posición de los refuerzos .....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Técnicas e instrumentos para recolectar datos .....	33
Tabla 02: Técnicas e instrumentos para recolectar datos .....	34
Tabla 03: Técnicas e instrumentos para recolectar datos .....	40
Tabla 04: Población y Muestra PRE y POST por cada una de las variables .....	72
Tabla 05: Técnicas e instrumentos.....	74
Tabla 06: Técnicas e instrumentos.....	76
Tabla 07: Matriz de Análisis de datos .....	77
Tabla 08: Valoración de criterios.....	78
Tabla 09 Muestra PRE TEST de tiempo de búsqueda de herramientas (min) .....	85
Tabla 10: Razón y forma de desecho de las herramientas innecesarias. ....	87
Tabla 11: Herramientas para el área de soldado. ....	88
Tabla 12: Herramientas que se utilizan en los procesos. ....	89
Tabla 13: Código para las herramientas del operario soldador. ....	90
Tabla 14: Código para las herramientas. ....	90
Tabla 15: Muestra POST TEST de Tiempo de búsqueda de herramientas (min) .....	96
Tabla 16: Número de piezas por proceso para 1 horno .....	101
Tabla 17: Muestra PRE TEST de piezas defectuosas por proceso .....	104
Tabla 18: Esquema de trazado de plancha antes de la implementación .....	106
Tabla 19: Muestra POST TEST de porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote .....	127
Tabla 20: La muestra PRE TEST del tiempo de ensamble por horno.....	130
Tabla 21: La muestra POST TEST del tiempo de ensamblado por horno. ....	137
Tabla 22: Muestra PRE TEST y POST TEST del tiempo de búsqueda de herramientas .....	140
Tabla 23: Resumen de procesamiento de datos – tiempo de búsqueda de herramientas Pre Test y Post Test .....	141
Tabla 24: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test .....	141
Tabla 25: Prueba de Normalidad para el tiempo de búsqueda de herramientas Pre Test y Post Test.....	142
Tabla 26: Prueba de Levene del tiempo de búsqueda de herramientas .....	143
Tabla 27: Estadísticas de Grupo del tiempo de búsqueda de herramientas .....	144

Tabla 28: Prueba de hipótesis de T de Student de muestra independientes del tiempo de búsqueda de herramientas .....	144
Tabla 29: Muestra PRE TEST y POST TEST Piezas defectuosas en la línea de producción de hornos .....	145
Tabla 30: Resumen de procesamiento de datos – Promedio de piezas defectuosas Pre Test y Post Test.....	146
Tabla 31: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test del promedio de piezas defectuosas .....	146
Tabla 32: Prueba de Normalidad para el porcentaje de cantidad de piezas defectuosas Pre Test y Post Test .....	147
Tabla 33: Prueba de Levene del porcentaje de cantidad de piezas de piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos .....	148
Tabla 34: Estadísticas de Grupo del Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas.....	149
Tabla 35: Prueba de hipótesis de T de Student de muestra independientes del porcentaje de cantidad de piezas defectuosas.....	149
Tabla 36: Muestra PRE TEST y POST TEST del al tiempo de ensamble por horno (min).....	151
Tabla 37: Resumen de procesamiento de datos – Tiempo de ensamble por horno (min) Pre Test y Post Test .....	151
Tabla 38: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test Tiempo de ensamble por horno.....	152
Tabla 39: Prueba de Normalidad para el Tiempo de ensamble por horno Pre Test y Post Test.....	152
Tabla 40: Prueba de Levene del Tiempo de ensamble por horno (min).....	154
Tabla 41: Estadísticas de Grupo del Tiempo de ensamble por horno (min).....	154
Tabla 42: Prueba de hipótesis de T de Student de muestra independientes del tiempo de ensamble por horno (min).....	155
Tabla 43: Resumen de resultados .....	160
Tabla 44: Matriz de Consistencia .....	168
Tabla 45: Matriz de Operacionalización.....	169



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Área de acabados. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	3
Figura 02: Diagrama Ishikawa. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	4
Figura 03: Tiempo PRE de búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	6
Figura 04: Operarios realizando una pieza del horno. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	8
Figura 05: porcentaje de cantidad de piezas defectuosas PRE por lote. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	9
Figura 06: Los 5 por qué s de la problemática de piezas defectuosas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	9
Figura 07: Promedio de tiempo de ensamble PRE por horno. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	12
Figura 08: Ubicación de Indunox Perú S.A.C. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	14
Figura 09: Beneficios del levantamiento de la problemática de la disponibilidad de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	17
Figura 10: Beneficios del levantamiento de la problemática de piezas defectuosas en la línea de producción. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	19
Figura 11: Beneficios del levantamiento de la problemática del bajo rendimiento de los trabajadores en el proceso de ensamblaje. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	19
Figura 12: Línea del tiempo de Manufactura Esbelta. Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos por Tejada. Elaboración propia.....	26
Figura 13: Línea del tiempo de 5S. El origen del programa 5´S. Elaboración Propia ...	28
Figura 14: Línea del tiempo de Kaizen. Un pequeño paso puede cambia tu vida. Elaboración Propia.....	31
Figura 15: Adaptación actualizada de la Casa Toyota. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán .....	43
Figura 16: Adaptación actualizada de la Casa Toyota. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán .....	49

Figura 17: Tarjeta Roja. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán.....	50
Figura 18: 5S. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán .....	54
Figura 19: Impacto de la Estandarización de Procesos. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	56
Figura 20: Elementos de la Estandarización. (Tecnológico Nacional de México, 2012) .....	57
Figura 21: Etapas para elaborar un proceso estandarizado. Desarrollar un proceso estandarizado. Elaboración Propia.....	59
Figura 22: Kaizen. Administración del control de la calidad. Gutierrez. ....	61
Figura 23: El ciclo de Kaizen: Administración del control de la calidad. Gutierrez. ....	62
Figura 24: Pasos 1,2,3 y 4 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones .....	63
Figura 25: Paso 5 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones	64
Figura 26: Paso 6 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones	64
Figura 27: Paso 7 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones	64
Figura 28: Mapa conceptual del marco teórico. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	66
Figura 29: Causas de la problemática. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	79
Figura 30: Causa raíz de las problemáticas. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	81
Figura 31: Primera muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	83
Figura 32: Segunda muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	84
Figura 33: Tercera muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	84
Figura 34: Cuarta muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	85
Figura 35: Quinta muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	85

Figura 36: Sexta muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	85
Figura 37: Herramientas necesarias. La empresa de investigación. Elaboración propia	86
Figura 38: Herramientas innecesarias La empresa de investigación. Elaboración propia .....	87
Figura 39: Plan de limpieza e inspección de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	91
Figura 40: Plan de inspección. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	92
Figura 41: Evaluación de auditoría interna de 5S. La empresa de investigación. Elaboración propia. ....	92
Figura 42: Diferencia de promedio de muestras PRE vs post de tiempo de búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	94
Figura 43: Primera muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	94
Figura 44: Segunda muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	95
Figura 45: Tercera muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	95
Figura 46: Cuarta muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	96
Figura 47: Operarios realizando una pieza del horno en soldadura. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	98
Figura 48: Porcentaje de piezas defectuosas PRE por lote. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	99
Figura 49: Los 4 por qué s de la problemática de piezas defectuosas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	100
Figura 50: 6 procesos de estudio para la aplicación de Estandarización. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	101
Figura 51: Muestra PRE lote 1 (mayo 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia .....	102
Figura 52: Muestra PRE lote 2 (julio 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia .....	103
Figura 53: Muestra PRE lote 3 (septiembre 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia.....	103

Figura 54: Muestra PRE lote 4 (noviembre 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia.....	103
Figura 55: Muestra PRE lote 5 (enero 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia .....	104
Figura 56: Muestra PRE lote 6 (marzo 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia .....	104
Figura 57: Etapas para elaborar un proceso estandarizado. Desarrollar un proceso estandarizado. Elaboración propia.....	106
Figura 58: Máquina guillotina de la empresa a estudio La empresa de investigación. Elaboración propia.....	108
Figura 59: Línea de producción de la fabricación de hornos. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	110
Figura 60: Proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	110
Figura 61: PAD V1 del proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	111
Figura 62: Resumen de DAP V1 del proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	112
Figura 63: Proceso de corte de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	112
Figura 64: Máquina guillotina de la empresa Indunox. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	114
Figura 65: DAP V1 del proceso de cortado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	114
Figura 66: Resumen de DAP. V1 del proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	115
Figura 67: Proceso de corte de trazado de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	115
Figura 68: Medidas de corte de la plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	116
Figura 69: DAP V1 del proceso de trazado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	117
Figura 70: Resumen DAP V1 del proceso de trazado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	117

Figura 71: Proceso de cortado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	118
Figura 72: Proceso de plegado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia .....	120
Figura 73: Proceso de taladrado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia. ....	121
Figura 74: DAP V1 del proceso de taladrado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia. ....	121
Figura 75: Resumen DAP V1 del proceso de taladrado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	121
Figura 76: Proceso de cambio de V de matriz. La empresa de investigación. Elaboración propia. ....	122
Figura 77: Operario utilizando su libretto de estandarización. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	124
Figura 78: Diferencia de promedio de muestra pre vs muestra post de piezas defectuosas. La empresa de investigación. Elaboración propia.....	125
Figura 79: Muestra POST lote 1 (mayo 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia.....	126
Figura 80: Muestra POST lote 2 (julio 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia .....	126
Figura 81: Muestra POST lote 3 (agosto 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia.....	126
Figura 82: Muestra POST lote 4 (septiembre 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia.....	127
Figura 83: Causa raíz de la problemática. La empresa de investigación. Elaboración propia. ....	131
Figura 84: Pieza externa del horno. La empresa de investigación. Elaboración Propia. ....	132
Figura 85: Procedimiento de actividades. La empresa de estudio. Elaboración propia. ....	133
Figura 86: Diferencia de promedio de muestras pre vs post del tiempo de ensamble por horno. La empresa de investigación. Elaboración propia. ....	134
Figura 87: Plan de seguimiento. La empresa de estudio. Elaboración propia. ....	135

Figura 88: Diferencia de promedio de muestras pre vs post del tiempo de ensamble por  
horno. La empresa de investigación. Elaboración propia. .... 136

## RESUMEN

El trabajo de investigación estuvo enfocado en mejorar la productividad en la línea de fabricación de hornos, en la empresa Indunox Perú S.A.C.; esta mejora fue realizada mediante la implementación de la herramienta de Lean Manufacturing.

El análisis de los datos se realizó en el periodo de marzo del 2021 a marzo del 2022, en el cual se realizaron 6 lotes de producción de hornos. Los datos fueron utilizados para hacer de símil con los posteriores datos obtenidos después de la aplicación, en el periodo de mayo del 2022 a septiembre del 2022 en el cual se realizaron 4 lotes.

Se aplicó la metodología de 5s con el objetivo de mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos, obteniendo resultados muy favorables en corto plazo, y teniendo una gran aceptación en la implementación por parte de los operarios. Se implementó la estandarización de procesos con el fin de reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos.

Después de la aplicación se obtuvieron buenos resultados, disminuyendo las piezas defectuosas en el proceso. Se aplicó Kaizen con el objetivo de incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos. Mediante el Lean Manufacturing el tiempo de búsqueda de herramientas se redujo en un 78.89% del tiempo pre, el porcentaje de cantidad de piezas defectuosas que se producía se redujo en un 88.64% y mediante la aplicación del Kaizen se disminuyó el tiempo de ensamble por horno en 59.89%.

**Palabras clave:** Lean manufacturing, productividad, 5s, estandarización de procesos, kaizen.

## **ABSTRACT**

The research work was focused on improving productivity in the oven manufacturing line, in the company Indunox Perú S.A.C.; This improvement was made through the implementation of the Lean Manufacturing tool.

The analysis of the data was carried out in the period from March 2021 to March 2022, in which 6 batches of furnace production were carried out. The data was used to make a comparison with the subsequent data obtained after the application, in the period from May 2022 to September 2022, in which 4 batches were made.

The 5s methodology was applied with the aim of improving the availability of tools in the furnace manufacturing process, obtaining very favorable results in the short term, and having a great acceptance in the implementation by the operators. Process standardization was implemented in order to reduce defective parts in the furnace manufacturing process. After the application, good results were obtained, reducing the defective parts in the process. Kaizen was applied with the aim of increasing the performance of workers in the furnace manufacturing process. Through Lean Manufacturing, the search time for tools was reduced by 78.89% of the previous time, the percentage of the number of defective parts that were produced was reduced by 88.64%, and through the application of Kaizen, the assembly time per oven was reduced. at 59.89%.

**Keywords:** Lean manufacturing, productivity, 5s, process standardization, kaizen.



# INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación tiene como objetivo principal la mejora de la productividad en el proceso de fabricación de hornos en la empresa Indunox Perú S.A.C. mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing.

El Lean Manufacturing centra su metodología en mejorar los procesos dentro de una producción u organización, utilizando distintas herramientas para la optimización de los procesos, se enfoca en eliminar todo aquello que no aporta valor dentro del proceso de producción.

En el presente trabajo se utilizaron 3 herramientas del Lean Manufacturing las cuales fueron: las 5S, que su objetivo es mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación; también se realizó la estandarización de procesos, que tiene como objetivo reducir las piezas defectuosas de los procesos y por último la tercera herramienta del Lean que se implementa es el Kaizen que tiene como finalidad incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de ensamble dentro de la línea de producción de hornos.

En el primer capítulo se abarca el planeamiento del problema, donde se delimita, justifica y resalta la importancia de la implementación de la herramienta de Lean Manufacturing con el objetivo principal de mejorar la productividad en la fabricación de hornos en la empresa de estudio.

Este capítulo es de suma importancia debido a que es la base que sustenta la tesis que se presenta, en donde se exponen diversas problemáticas de la empresa y se realiza una valoración de importancia con la finalidad de llegar a las 3 problemáticas con mayor impacto en la empresa; así mismo se presentan las justificaciones que resuelven los motivos del porque se está realizando la presente tesis.

También se describen las deficiencias del proceso de fabricación de hornos en la empresa de estudio, lo que ha presentado una tendencia de baja productividad en muchos aspectos, lo que conlleva a la empresa a elevar los costos de fabricación, provocando un impacto económico dentro de la empresa.

En el segundo capítulo se encuentra la teoría e historia del Lean Manufacturing, tanto antecedentes como definiciones y fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis del trabajo.

Este capítulo tiene la finalidad de poder involucrar y entender el tema de investigación con teorías que respaldan la aplicación, obteniendo una respuesta que sustentan los cambios en el proceso, lo cual brinda una adecuada visión de las herramientas.

A continuación, en el tercer capítulo se define la metodología del Lean Manufacturing, siendo el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada. También se explican y se especifican la población y muestra de estudio dentro de la empresa Indunox Perú S.A.C.

En adición, se especifican las técnicas e instrumentos de la recolección de datos, los procedimientos para poder lograr esta recolección y las técnicas de procedimientos y el análisis de datos.

Posteriormente en el cuarto capítulo comprende la presentación de los resultados que se han obtenido dentro de la investigación e incluye su respectivo análisis. Como resultado, se explica el procedimiento para la aplicación de la teoría para cada una de las variables, para la primera variable se implementó las 5s; para la segunda se implementó la estandarización de procesos y para la tercera se implementó el Kaizen.

Dentro de este capítulo se presentan las muestras PRE y POST, así como también, la narrativa de la situación después de la implementación. Dentro del cuarto capítulo también se expone y se explica cómo es que se realizó la implementación de las 5s, la estandarización de procesos y el Kaizen. Además se muestra los resultados y las diferencias pre y post que se obtuvieron dentro de la implementación, así mismo dentro de este capítulo se muestran los aportes realizados de la investigación.

Posteriormente, se realiza la prueba de hipótesis mediante el software IBM SPSS Versión 26, con el fin de validar los datos y poder tomar una decisión en relación con cada una de las hipótesis.

Por último, se describen las conclusiones, las cuales son los puntos más relevantes de la investigación, donde se narra las contribuciones alcanzadas tanto para el problema general como para los problemas específicos.

Así como también se detallan las recomendaciones en la cuales se indican las sugerencias. Las conclusiones y recomendaciones están dirigidas a futuros investigadores y a empresas o compañías que quieran implementar los temas de estudio.

# CAPÍTULO I: PLANEAMIENTO DEL ESTUDIO

## 1.1 Descripción del problema

La industria metalmecánica juega un papel importante en la estructura productiva de la economía global, ya que es proveedora de medios de producción como maquinaria, equipos e instalaciones, lo que la convierte en una fuente de oportunidades de empleo. También está estrechamente relacionada con la contribución a la innovación y la creación de valor.

En el sector metalmecánico la demanda de la industrialización varía en cada país, como lo afirma Mendes de Paula, al indicar que “La participación de la cadena metalmecánica en la inversión manufacturera muestra diferentes comportamientos en cada país” (Paula, 2012, pág. 9).

China es uno de los países con más importancia en el mundo, que cuenta con un gran número de industrias, que según indicadores del Banco Mundial desde el año 2004 al año 2011 su nivel de industrialización aumentó de un 28% a un 40%.

En los últimos años, en América Latina las industrias metalmecánicas han generado un 16% de PIB lo que genera mayor valor económico a la región, como lo menciona Alcántara al indicar que “La industria del metal representa alrededor del 16% del PIB industrial de América Latina.” (Alcántara, 2015).

Mostrando el gran crecimiento que ha tenido esta industria a diferencia de otros sectores industriales. Siendo México uno de los países con mayor influencia en esta industria teniendo un 31% del valor agregado en el 2012. Este crecimiento es una referencia para la industria latinoamericana, siendo también este un país en vías de desarrollo.

De acuerdo con el Consejo Central de Investigaciones Económicas del Banco Central de Reserva (BCR), en 2019 la producción de la industria metalúrgica aumentó 2,5%.

Pero desde febrero del 2020 comenzó el descenso, y de enero a julio disminuyó un 33,4% respecto de lo registrado, debido a la crisis sanitaria que se registró en dicho año, sin embargo, a inicios del año 2022 se registra un leve incremento de la producción.

Además de la coyuntura, ha estado afectando de gran manera el ingreso de las empresas asiáticas al mercado peruano, que aplican una estrategia de precios bajos, compitiendo con los precios nacionales. En el Perú no existe una reglamentación que favorezca y promueva la compra de productos metalmecánicos nacionales.

Por ello, las empresas deben enfocarse en incrementar su productividad con el fin de ser competitivas, identificando los factores que no le aportan valor, para poder disminuir costos y aumentar su productividad. En el caso de la empresa estudiada Indunox Perú S.A.C. son diversos los problemas que se presentan.

En la fabricación de hornos, la empresa no cuenta con una buena productividad, debido a muchos factores, que causan deficiencias en su proceso de fabricación.

Una de las problemáticas que se ha podido observar es el tiempo excesivo que le toma al operario utilizar una herramienta, se demora en realizar la búsqueda de estas. Hay mucho desorden, las herramientas no tienen un lugar en donde almacenarlas y eso causa que los operarios las dejen en cualquier lugar. Por ello es difícil de encontrar y genera distracción y pérdida de tiempo.

Otro punto importante, los planos de diseño del producto se realizan manualmente por el jefe de planta y le realizan consultas sobre sus dudas, ya que no comprenden el plano hecho a mano. Por ello que los trabajadores no realizan las piezas de manera precisa, obteniendo errores de medidas de las piezas que se requieren fabricar.

La empresa ha adquirido dos máquinas CNC, una máquina cortadora o guillotina y una plegadora, la cual ha facilitado que el tiempo de operaciones para realizar un producto disminuya de manera significativa.

Antes las actividades se realizaban con máquinas manuales que requerían esfuerzo físico de los trabajadores y mayor el tiempo de producción. Los trabajadores no han sido previamente capacitados para operar la máquina y ello puede generar un mal uso.

Al finalizar el proceso de cortado y plegado, los operarios tienen la costumbre de apoyar estas piezas en proceso en las columnas de la planta siendo este un lugar incorrecto e inseguro, ya que ocupa los pasillos y pueden ocurrir accidentes tanto a los operarios como dañar la pieza realizada.

Otro factor negativo que se encuentra en la empresa es que el operario del área de acabados no realiza sus funciones en su área, ya que no está acondicionada y está desordenada, hay una escasa iluminación que no le favorece.

Por ello debe realizar sus funciones en un espacio libre con mayor iluminación, invadiendo ambientes que no le corresponden para su proceso.

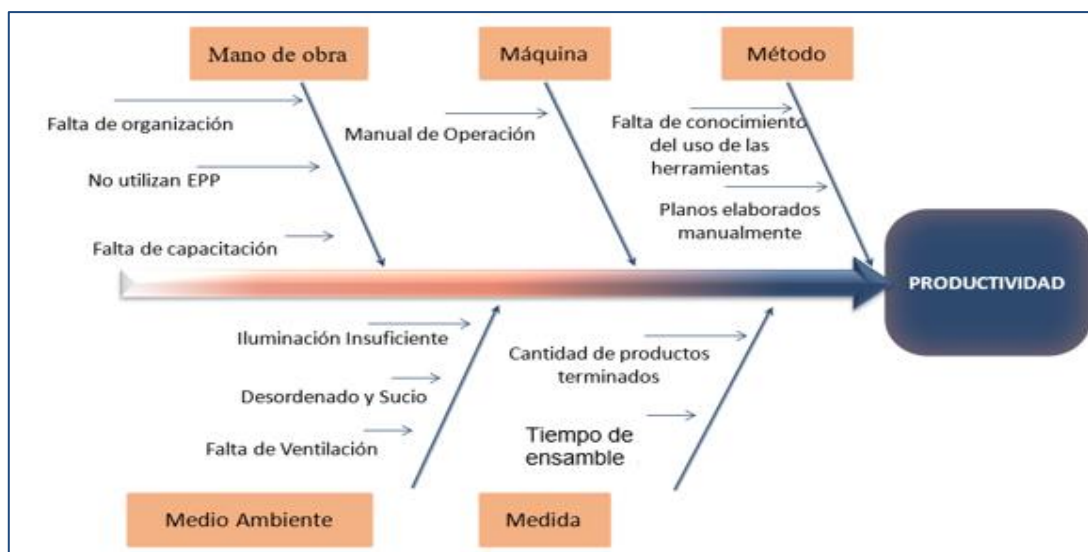
En la planta el área de acabado ha pasado a ser un área de depósito de mermas y herramientas por falta de organización y limpieza, Aparte de ello no presenta mucha iluminación y el operario no puede realizar sus funciones en el área. Como se observa en la siguiente Figura 01.



*Figura 01:* Área de acabados. La empresa de investigación. Elaboración propia

Anteriormente en la planta ha ocurrido un accidente, en el cual el operario resulto herido utilizando una esmeriladora, lo que causó un raspón en el rostro. No tenía el equipo de protección personal necesaria ni la capacitación correspondiente para realizar sus actividades.

A continuación, se muestra un diagrama de Ishikawa en el que puede ver gráficamente las causas mencionadas anteriormente para la degradación de la productividad. Ver *Figura 02*.Tabla N°02



*Figura 02:* Diagrama Ishikawa. La empresa de investigación. Elaboración propia

Las 3 problemáticas principales que tiene la empresa que afectan la productividad de las líneas de producción son: la disponibilidad de herramientas, la falta de estandarización de los procesos, el tiempo de ensamble.

Dentro de la empresa la línea de producción no cuenta con un debido orden de las herramientas, los operarios pierden mucho tiempo en la búsqueda de estas, debido al gran desorden. Además, las herramientas no tienen un lugar establecido para su almacenamiento.

Los operarios al finalizar sus actividades suelen dejar las herramientas en el lugar donde realizo la última actividad quedando estas desordenadas e indisponibles para el operario que las requiera. Al no haber un lugar establecido para las herramientas y un debido orden, las herramientas se pierden con frecuencia.

El operario recorre un trayecto largo al encontrar una herramienta ya que se consultan entre operarios del lugar de la herramienta, una o dos veces e incluso hay casos en los que van ambos a la búsqueda.

Además, ha sucedido que el operario no recuerda donde dejó la herramienta, o puede pasar que otro operario tome la herramienta del lugar. En este caso se complica más la situación ya que se tendría que ir a consultar a los demás operarios distrayéndolo de sus actividades.

Esta búsqueda de herramientas no solamente retrasa el tiempo de producción de los hornos, sino también crea un clima de estrés y mal humor entre los colaboradores; debido al no poder encontrar las herramientas, la mayoría de las veces los trabajadores convierten el ambiente muy tenso, generando malestar a los operarios.

Y como consecuencia a este estrés y desconcentración se podría producir algún accidente con alguno de los operadores, hasta el momento no ha pasado ningún accidente por esta causa. Uno de los riesgos que se tiene mapeados debido a la desorganización de las herramientas que utilizan los trabajadores, es el no correcto uso de las herramientas, al no encontrar una herramienta adecuada un trabajador, opta la mayoría de las veces darse por rendido y utilizar otra herramienta que no tiene la finalidad de uso de la herramienta que estaba buscando.

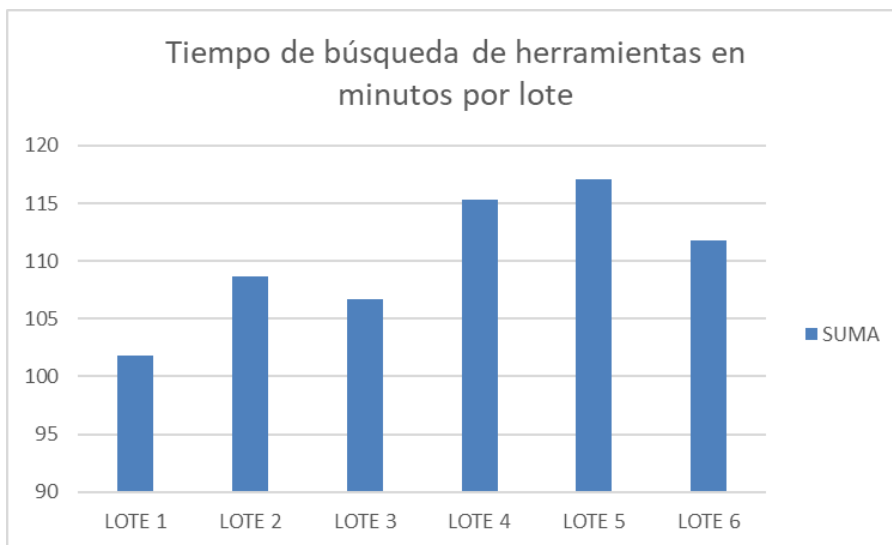
Este mal uso de herramientas puede producir un accidente en un futuro, porque cada herramienta está diseñada para un uso específico, y si no se utilizan de la manera correcta esta herramienta puede colapsar.

Al no almacenar de manera correcta y adecuada las herramientas en el lugar que corresponde, hay una gran posibilidad que pueda causar un accidente en el área de trabajo, porque al realizar esta mala práctica de dejar las herramientas por cualquier lado, puede causar un accidente laboral a otro compañero, como por ejemplo si alguien deja en el suelo una herramienta, puede causar una caída a uno de los operarios que pase por ese lugar.



Es por esto la importancia de poder mejorar esta problemática de la empresa, debido a que no solamente mejoramos la productividad en la línea de producción de hornos, sino también de manera indirecta se mejora la seguridad en el área de trabajo. Se creará un ambiente más ordenado.

En la siguiente Figura 03 se puede observar los tiempos de búsqueda de herramientas antes de la implementación en minutos por lotes.



*Figura 03:* Tiempo PRE de búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

Dentro de la línea de producción se puede observar que se producen piezas defectuosas, debido a la falta de conocimiento de los operarios para realizar adecuadamente sus actividades.

La línea no cuenta con una debida capacitación para su personal, como resultado, los operarios realizan las funciones bajo su propio criterio, sin considerar la manera más eficiente de realizar sus labores. Los operarios realizan sus actividades de manera intuitiva y con lo que han aprendido a lo largo de su trayectoria.

Esto causa que la productividad de la línea de producción de hornos sea muy variable ya que cada operario realiza la misma actividad de manera distinta. Al no tener una capacitación de cómo hacer las actividades con menos recursos, que en este caso sería el tiempo.

Los operarios están acostumbrados a realizar sus funciones operarias basándose en su experiencia a lo largo del tiempo y criterio, sin tener una estandarización en sus operaciones y actividades, en donde cada uno toma sus propias decisiones en sus labores, lo cual no está mal, pero esto puede causar reprocesos por no tener una debida estandarización.

Las máquinas CNC han facilitado los procesos de cortado y plegado ya que se realizan en menor tiempo. El ingreso de las máquinas no ha sido el correcto ya que no se han capacitado a todos los operarios, solo al jefe de planta. Cuando los operarios requieren utilizar las máquinas solicitan la ayuda del jefe de planta para operarla, ya que si ellos la manipulan podrían causar fallas en la máquina y la reducción de su vida útil.

La empresa también cuenta con una máquina plegadora manual, los operarios la utilizan cuando el jefe de planta no tiene disponibilidad para operar las máquinas. Cuando los operarios realizan las operaciones en la máquina manual, les provoca desgaste físico y puede causar daños severos en el futuro. Al operar la máquina manual toma más tiempo en accionarla, puesto que al usar las máquinas CNC, el trabajo sería seguro y rápido.

El daño de las piezas en proceso ocasiona piezas defectuosas lo que provoca a la empresa desperdicios en tiempo de la mano de obra, la materia prima y entre otros, dando como resultado un gran aumento en el costo de fabricación del producto terminado.

En la siguiente imagen podemos observar una de las ocasiones que los operarios se equivocan al realizar una pieza y tienen que realizar la pieza improvisadamente y rápido, bajando así la calidad del producto final. Ver Figura 04.

A lo largo de las producciones que se han realizado de hornos dentro de la empresa se ha observado una gran cantidad de piezas defectuosas en cada uno de los procesos, lo cual ocasiona una gran preocupación dentro de la empresa. Cada pieza defectuosa genera una gran pérdida de tiempo ya que esta tiene que ser reparada originando

reprocesos o esta pieza se convierte en merma si ya no cumple con la medida necesaria.

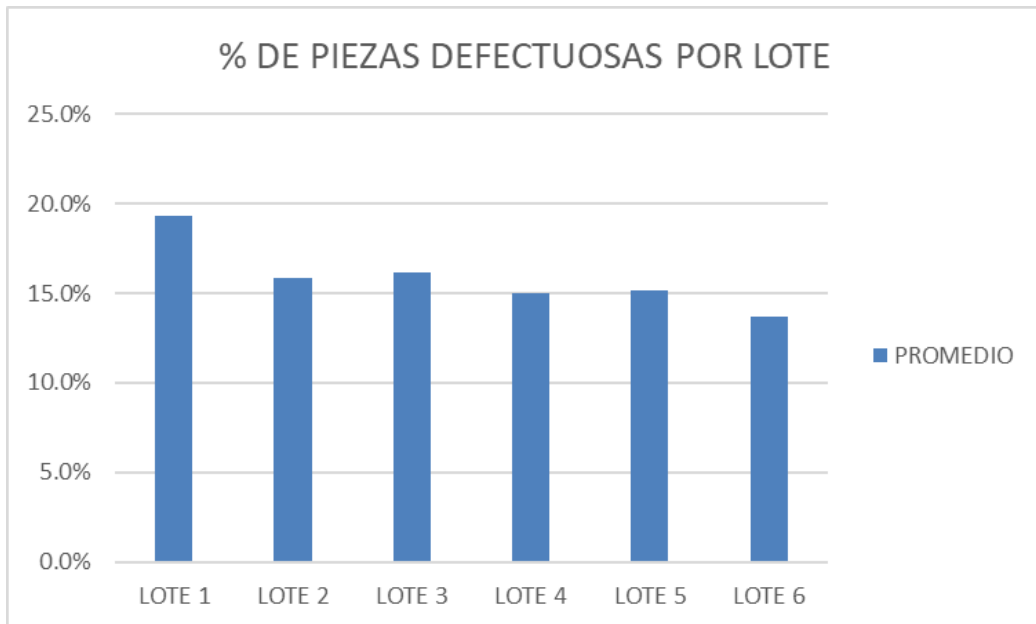


*Figura 04:* Operarios realizando una pieza del horno. La empresa de investigación. Elaboración propia

Es por eso la importancia de poder solucionar dicho problema, debido a que, si se sigue originando esta situación, puede afectar económicamente a la empresa por fallas que no estaban contempladas inicialmente en el costo del producto. Puede provocar el alza del precio del producto o disminuir las utilidades.

Los últimos 6 lotes que se han realizado en diferentes periodos de tiempo, se ha podido observar una gran cantidad de piezas defectuosas, lo cual nos lleva a la necesidad de poder solucionar la problemática. El porcentaje de cantidad de piezas defectuosas de las últimas 6 producciones se podrá observar en la siguiente Figura 05.

Como se puede observar en la Figura 05 se tiene una gran problemática porque de los 6 lotes mostrados, todos superan el 11% de productos defectuosos, obteniendo una gran pérdida de tiempo que provoca el retraso del tiempo de entrega del producto y la desconformidad del cliente.



*Figura 05:* porcentaje de cantidad de piezas defectuosas PRE por lote. La empresa de investigación. Elaboración propia

Las razones que causan esta problemática son muchas, para poder hallar la causa raíz de las piezas defectuosas en el proceso de producción de hornos de la empresa, se realizó el diagrama de los 5 por qué s para enfocarnos en la causa y subsanarla. Como se puede observar en la *Figura 06*.



*Figura 06:* Los 5 por qué s de la problemática de piezas defectuosas. La empresa de investigación. Elaboración propia

El proceso de ensamblado es uno de los procesos más importantes del proceso de fabricación de hornos, debido a que en esta parte del proceso todas las piezas se juntan para dar como resultado el producto ensamblado.

Este proceso tiene que ser muy preciso y con la medida exacta, para así obtener buenos productos que sean competitivos para el mercado nacional.

En el proceso de ensamblado, el operario que en este caso es el soldador tiene la función de soldar las piezas, dentro de esta actividad él tiene que ser muy precisos y no cometer equivocaciones.

Las posiciones de los refuerzos son importantes ya que estos refuerzos internos tienen la función de sostener la estructura externa del horno. Por lo cual se colocan en puntos estratégicos en donde hay más fuerza para enlazar las piezas internas con las externas y no tener conflicto con otras piezas.

Al no conocer la posición exacta, genera que el soldador en plenas labores esté preguntando siempre al jefe de planta en donde es el lugar indicado de soldar cada refuerzo interno.

Causa pérdidas de tiempo en el proceso de ensamblado, y como consecuencia el rendimiento de los operarios dentro de este proceso disminuye en gran manera. Al estar preguntando constantemente pierden mucho tiempo productivo.

Además de ello, al colocar la pieza del horno para realizar la unión de la estructura interna con una pieza externa, le toma mucho tiempo al operario. Realiza la actividad de manera intuitiva y al finalizar necesita la aprobación del jefe de planta.

La pieza se debe encontrar nivelada con las 3 dimensiones, alto, largo y ancho. La pieza exterior debe estar correctamente colocada en las tres dimensiones para evitar futuras fugas de calor en la parte superior del horno.

Puede suceder que por causa de colocar incorrectamente la pieza no se realice el cerrado del horno. Después de colocar la pieza externa se colocan 6 paños exteriores.

Se coloca primero un paño exterior en la parte inferior del horno y se introduce fibra de vidrio al interior, luego el siguiente paño y así sucesivamente.

La fibra va presionada ya que esta va a evitar que el calor que se produce al interior del horno se transmita al exterior. Si la pieza externa se coloca incorrectamente va a generar una abertura en el paño exterior superior y el techo y por ende no se va a sellar correctamente el horno.

Si notamos esto después de colocar la fibra se va a tener que retirar la fibra y sacar los paños exteriores, para colocar la pieza en la posición correcta, ya que si se entrega un horno con esta condición habría fuga de calor, transmitiendo el calor hacia el exterior o también puede ocurrir que al estar expuesta la fibra, puede ingresar humedad causando que la fibra no cumpla su función y necesitando el cambio de fibra nueva.

Entonces el proceso consiste en que el operario primero asegura la altura y el largo, colocando la pieza sobre la plataforma teniendo como guía estos dos lados. Después realiza el soldado de las pestañas de unión para fijar la pieza.

Posterior a ello utiliza la wincha y aplica fuerza para que la pieza interna y externa sean paralelas y se tenga la misma distancia en la parte inferior y en la superior para tener como resultado el ancho correcto.

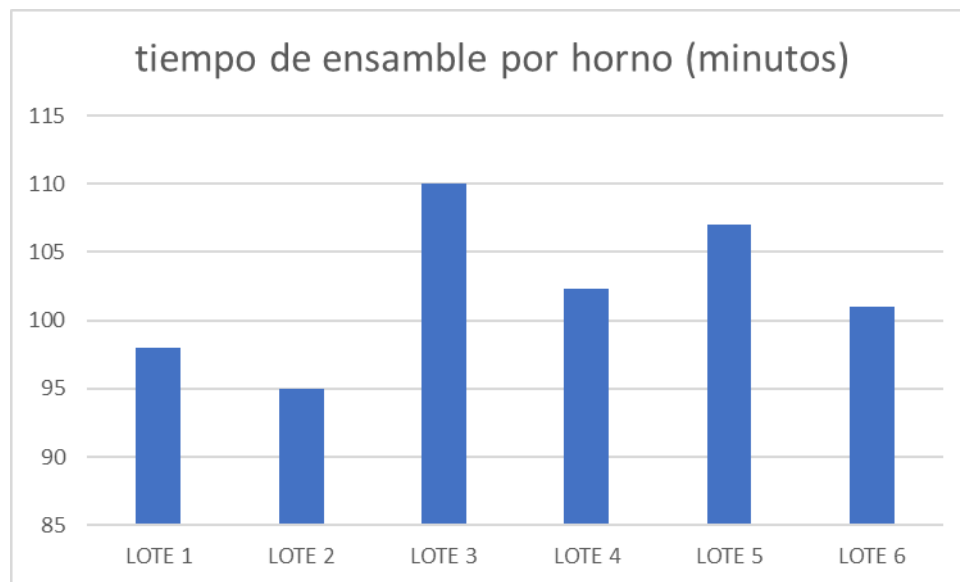
Al finalizar la unión de los refuerzos de la estructura interna con la pieza externa, le comunica al jefe de planta para que revise si la pieza quedo nivelada. Si esto no es así, el operario tiene que cortar o romper los puntos de soldadura ya sea con un disco de corte o con el martillo.

Y nuevamente medir con la wincha y realizar los puntos de soldadura en los refuerzos. Al ser aprobado por el jefe de planta, el ayudante de soldadura realiza la corrida del soldado en la platina para fijar la unión de ambas piezas.

Este tiempo perdido por los soldadores, afecta mucho a la productividad de la empresa, debido a que se tiene trabajadores haciendo actividades que no están destinadas a hacer, que es estar consultando a cada rato al jefe de planta.

Este problema no solamente afecta directamente a los operarios, sino que también afecta al jefe de planta, debido a que muchas veces tiene que estar atento a que es lo que sucede en este proceso de ensamblado, para así evitar errores.

Se midió el rendimiento de los trabajadores en el área de ensamblado durante 6 lotes de fabricación de hornos. Los resultados son los que se observa en la siguiente *Figura 07*.



*Figura 07:* Promedio de tiempo de ensamble PRE por horno. La empresa de investigación. Elaboración propia

Finalmente, las consecuencias mencionadas anteriormente generan que la productividad de la empresa disminuya significativamente y genera que los clientes no se sientan satisfechos ya que no se les entrega el producto en la fecha acordada.

## 1.2 Formulación del problema

### 1.2.1 Problema General

¿Cómo incrementar la productividad en el proceso de fabricación de hornos?

### 1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cómo mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos?
- b) ¿Cómo reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos?
- c) ¿Cómo incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos?

## 1.3 Objetivos generales y específicos

### 1.3.1 Objetivo general

Aplicar Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de hornos.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Implementar las 5S para mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos.
- b) Implementar la estandarización de procesos para reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos.
- c) Implementar Kaizen para incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.



## 1.4 Delimitación del estudio

- Delimitación espacial

Se va a incrementar la productividad de la empresa Indunox Perú S.A.C. que se encuentra ubicada en la calle el Dulce Mz.k2 Lt. 4<sup>a</sup> en el parque industrial del distrito de Villa el Salvador en Lima. Figura 08.



*Figura 08:* Ubicación de Indunox Perú S.A.C. La empresa de investigación. Elaboración propia

- Delimitación temporal

El periodo de tiempo que abarca esta investigación comprende de marzo del 2021 hasta setiembre del 2022.

- ✓ Periodo pre: marzo del 2021 hasta marzo del 2022
- ✓ Periodo de implementación: abril del 2022
- ✓ Periodo post: mayo del 2022 hasta setiembre del 2022

- Delimitación teórica

Para incrementar la productividad de la empresa se aplicará la manufactura esbelta en donde se implementarán tres herramientas las cuales son, 5 S, estandarización de procesos y Kaizen.

## 1.5 Importancia y Justificación del estudio

### ✓ Importancia del estudio

La investigación que se está realizando es de importancia debido a que se plantea una propuesta para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de hornos en la empresa de estudio a través de la aplicación de la metodología de Lean Manufacturing, contribuyendo de gran manera a la empresa y a las industrias de este sector metalmeccánico.

El sector metalmeccánico es de suma importancia para la economía global, debido a que es uno de los sectores que contribuye con materia prima o con maquinaria a otros sectores de suma importancia, de esa premisa es importante contribuir a la productividad y competitividad del sector metalmeccánico.

La implementación de la herramienta a pesar de que su aplicación reducir los costos, se enfoca en mejorar la productividad en la totalidad de la empresa. Implica muchos aspectos, como mejorar la organización, reducir tiempos innecesarios, realizar tareas de manera más ordenada, mejorar la disponibilidad de las herramientas, establecer un proceso estandarizado para realizar productos terminados de alta calidad, con los recursos necesarios.

Hoy en día, ante la aparición de nuevos competidores, tanto nacionales como internacionales, con nuevos precios más bajos y menores tiempos de entrega, se reconoce que es necesario mejorar la productividad de la empresa para poder competir en un mercado de rápido crecimiento.

Además, actualmente se está teniendo un reto más alto que los clientes tienen mayores exigencias en tiempo, precio, flexibilidad y calidad, estos son indispensables para el crecimiento de las empresas.

Deben estar en constante innovación de distintas alternativas para que sustituyan a los métodos tradicionales de producción, con la finalidad de satisfacer las

necesidades de los clientes y estar a la altura de la alta competencia que se tiene actualmente en dicho sector.

Debido a la crisis económica que se presenta a nivel global, los precios de las materias primas como los metales y herramientas para poder fabricar los productos terminados que ofrece la empresa se han elevado a nivel exponencial a comparación del pasado donde las materias primas eran más económicas.

Entonces debido a este cambio en la economía y en los precios la empresa busca disminuir sus costos y evitar obtener muchos desperdicios en la materia prima como se había acostumbrado antes.

El objetivo que se desea cumplir es poder utilizar al máximo los materiales que se tiene presupuestado para la línea de producción, disminuyendo en gran manera las mermas y los desperdicios en la producción.

Añadido a esto, se observó que genera pérdidas económicas el bajo rendimiento de los trabajadores.

Se tiene que analizar esta problemática, ya que todo ello provoca el alza del precio del producto o la disminución de las utilidades de la empresa. Si se alzan los precios los clientes pueden no considerarnos en su decisión de compra.

Aplicando el lean Manufacturing se mejoraría el proceso de fabricación de hornos por lo que es de suma importancia, ya que, si la empresa sigue teniendo este ritmo de trabajo, puede ocurrir su salida del mercado.

De igual manera, el presente estudio busca lograr una implementación de la metodología 5S que busca una mejor disponibilidad de herramientas en el proceso de producción de los hornos, también se busca una implementación de la estandarización de procesos con el objetivo para evitar las piezas defectuosas en la línea de producción, por último, esta investigación busca aplicar el Kaizen en el proceso de ensamblado de los hornos.

Todas estas implementaciones tienen como finalidad aumentar la productividad en el proceso de fabricación de hornos

Uno de los principales problemas que se tiene en la línea de producción es el gran desorden que tienen los operarios al momento de utilizar las herramientas de trabajo que utilizan día a día, es importante poder resolver este problema debido a que se pierde mucho tiempo en la búsqueda y al perder tiempo equivale un aumento de costos en el producto final, que en este caso son los hornos.

Al aplicar las 5s los operarios podrían realizar sus operaciones, con mayor tranquilidad y comodidad, y sobre todo se podrá aumentar la productividad.

La aplicación de las 5s no necesita de una inversión significativa para ejecutarlo, aun así, los cambios son significativos ya que generando orden y limpieza se reducen los costos, el tiempo de producción, el riesgo de accidentes y se incrementa la productividad. Ver *Figura 09*.



*Figura 09:* Beneficios del levantamiento de la problemática de la disponibilidad de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

Uno de los beneficios que se tiene al implementar las 5s en la línea de producción de hornos en la empresa que se está estudiando, es que, al tener un mayor orden en las herramientas de los operarios, se va a poder evitar accidentes.

Debido a que en reiteradas ocasiones los operarios dejan las herramientas en el suelo, y puede suceder que un operario no se dé cuenta de esta herramienta quedando expuesto a una caída provocando así accidentes en la línea de producción. Hasta el momento no ha ocurrido ningún accidente grave, sin embargo, se pueden evitar.

Además, puede causar que la herramienta se dañe y quede inservible. En este caso se tendría que comprar nuevas herramientas. Al organizar y mantener las herramientas ordenadas, estos problemas no ocurrirán, se ahorraría dinero y se conservaría las herramientas de trabajo.

Dentro de la línea de producción se pueden observar que, en la habilitación de las piezas para el armado de un horno, se obtienen muchas piezas defectuosas ocasionando así, una gran pérdida para la empresa.

Es por eso que se ve en la necesidad de solucionar esta problemática de las piezas defectuosas, aplicando una estandarización de procesos, con la finalidad de que los operarios tienen un proceso estandarizado de cómo se tiene que hacer las actividades de manera correcta y que, si se cambia de operador, la producción siga su cauce sin afectar la productividad de la línea de producción.

En la Figura 10 se pueden observar todos los beneficios de poder solucionar esta problemática.

Al poder solucionar esta problemática de las piezas defectuosas, se tendrá un beneficio económico, debido a que no se tendrá muchas mermas en la línea de producción de hornos y se evitarían los reprocesos. Al disminuir estos factores la empresa se ahorraría en materiales, tiempo de mano de hora, tiempo maquinaria, etc.



*Figura 10:* Beneficios del levantamiento de la problemática de piezas defectuosas en la línea de producción. La empresa de investigación. Elaboración propia

La investigación busca implementar la metodología del Kaizen buscando mejorar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de ensamblado en la línea de producción, debido a que se tiene un gran retraso en este proceso, ya que los operarios no cuentan con una guía de donde se tiene que ensamblar de manera correcta las piezas que se fabrican.

Esto produce una gran confusión y un gran retraso en el proceso de ensamblado, debido a en muchas ocasiones los planos se entregan dibujados a mano, esto ocasiona un gran retraso en la producción, ya que los operarios toman mucho tiempo en interpretar los planos hechos a manos y pocos entendibles que se les entrega. En la Figura 11 se podrá observar los beneficios que se tiene al solucionar esta problemática.



*Figura 11:* Beneficios del levantamiento de la problemática del bajo rendimiento de los trabajadores en el proceso de ensamblaje. La empresa de investigación. Elaboración propia

Así mismo, este estudio es relevante debido a que la empresa en la actualidad presenta diversos problemas explicados en el capítulo anterior que la hacen poco competitiva, por lo que este trabajo de investigación está encaminado a dar solución a los problemas con la finalidad de incrementar la productividad en el proceso de fabricación de hornos.

Al proporcionar una producción rápida, reducir los costos, calidad del producto y hábitos culturales típicos de una organización moderna para competir en el mercado, la implementación de la manufactura esbelta brindará a la empresa los mayores beneficios económicos en beneficio de los accionistas y empleados.

Por último, mediante esta tesis se plantea como solución que la aplicación de Lean Manufacturing sirve como referencia para incrementar la productividad, ya que defiende y explica el desarrollo de las herramientas a aplicar en una industria tan importante como es la metalmecánica.

✓ Justificaciones del estudio

▪ Justificación práctica

La implementación de la manufactura esbelta es práctica porque está respaldada por metodologías simples que no requieren conocimientos especializados, así como documentación, registro y procesamiento de datos que requieren solo los fundamentos y el conocimiento de Excel, Word y otras herramientas comunes, pero luego se puede exportar a sistemas operativos estructurados.

La practicidad del estudio será de gran utilidad para cualquier empresa industrial, como microempresas, pequeñas y medianas empresas, medianas y grandes empresas industriales.

“Implica describir de qué modo los resultados de la investigación servirán para cambiar la realidad del ámbito de estudio.” (Alvarez Risco, 2020)

- Justificación teórica

Genera una contribución al conocimiento de la implementación de la Manufactura Esbelta abarcando la línea de producción y los operarios. Se realizará, elaborando una estandarización de procesos en la cual describe la manera que se debe realizar las actividades, organizando las estaciones de trabajo y promoviendo la participación de los operarios que permitirá mejorar el proceso.

La aplicación de esta prueba traerá resultados concretos en la mejora de la productividad, calidad, eficiencia y rentabilidad de la empresa. Así mismo este estudio aportará a otras empresas similares de metalmecánica u otro sector en la implementación de la manufactura esbelta.

“Implica describir cuáles son las brechas de conocimiento existentes que la investigación buscará reducir. Hay distintos argumentos para justificar la importancia de la investigación desde el punto de vista teórico.” (Alvarez Risco, 2020)

- Justificación metodológica

La investigación se justifica de una manera metodológica, porque se explicará cómo fue implementada todas las teorías que se van a tratar es este trabajo de investigación.

“Implica describir la razón de utilizar la metodología planteada. Es indispensable que se resalte la importancia de usar la metodología.” (Alvarez Risco, 2020).



- Justificación económica

La investigación se justifica económicamente en que aportará alcances para que la empresa se beneficie en el incremento de su productividad lo que genera aumento en sus ingresos, menos costos y sobre todo en la rentabilidad y competitividad del negocio.

Según (Baena Paz, 2017) aduce que una investigación debe justificar si podrá recuperarse el dinero que se invierte durante su proceso.

- Justificación social

Desde el punto de vista social, los beneficiados serán los asociados a quienes se les informará de la importancia de la inclusión financiera y el manejo de su negocio para el desarrollo económico, en capacitaciones. El beneficio no solo será para los dueños y trabajadores, sino también, para sus familiares y para los clientes.

Según (Ñaupas Paitán, Mejía Mejía, & Novoa Ramírez, 2013) indican que un estudio puede ayudar a resolver problemas que afectan a un grupo social, ayudando a poder inspirar a de grupos vulnerables.

- Justificación ecológica

Los beneficios que están asociados es que se implementará la metodología 5s que está directamente relacionada con el orden y limpieza del área de trabajo, esto reducirá residuos emitidos por la empresa, y así evitar contaminar el medio ambiente.

Según (Baena Paz, 2017) indica cuan importante es que el enfoque de la investigación tenga una justificación ambiental, para poder contribuir al cuidado del medio ambiente.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco histórico

#### Manufactura Esbelta

La Manufactura esbelta fue desarrollada por la industria del automóvil japonesa, principalmente Toyota. Es por ello que el origen de la manufactura esbelta está estrechamente relacionado con los miembros de la compañía Toyota.

Todo comenzó con la compañía de automóviles Toyota, fundada en Japón en 1937 cuando la familia Toyoda decidió convertir su negocio de una fábrica textil en un negocio de automóviles. En ese momento, el mercado automotriz estaba dominado por dos gigantes estadounidenses, Ford y General Motors, por lo que Toyota se enfrentó a un verdadero desafío. (Tejada, 2011, pág. 283)

Después de la Segunda Guerra Mundial, Toyota enfrentó una serie de situaciones que obligaron a sus líderes a buscar soluciones, como un mercado pequeño pero exigente para una variedad de vehículos, los empleados, incluidos los inmigrantes, requieren mejores condiciones que las ofrecidas hasta ahora, no lo hacen. Tiene la capacidad económica para comprar tecnología de producción de Occidente y la competencia de los fabricantes de automóviles extranjeros es muy fuerte en el exterior. Más tarde, el gobierno japonés aprobó una ley que prohibía la inversión extranjera en el país. (Jones & Womack, 1990, pág. 143)

En 1950, Eiji Toyoda visitó una fábrica de Ford en los Estados Unidos para estudiar el sistema de producción en masa. Después de analizar cada movimiento del sistema, llegó a la conclusión de que este método operativo no se podía aplicar en Japón porque el pequeño mercado japonés no era adecuado para grandes volúmenes de producción como Ford y GM. (Tejada, 2011, pág. 283)

Dadas estas limitaciones, junto con la flexibilidad y sencillez de los equipos que tenían en su empresa, Taiichi Ohno se dedicó a desarrollar un nuevo enfoque de producción porque conocía las debilidades de la producción en masa y sabía que la producción manual no es adecuada quiere producir en masa. Años de trabajo y estudio llevaron a la formación del Sistema de Producción Toyota (SPT). (Tejada, 2011, pág. 283)

Taiichi Ohno comenzó a trabajar en lotes pequeños, centrándose en eliminar desperdicios y pérdidas de tiempo. Detiene la máquina en cuanto detecta un error para evitar que continúe con el proceso conocido como "jidoka o coche". Además, utilizó el concepto de sustitución de material de "supermercado". Ohno decidió que los dos pilares principales del sistema de producción fueran Jidoka y Just inTime, por lo que la mejor manera de trabajar era tener cerca los componentes necesarios a la hora de utilizarlos. (Tejada, 2011, pág. 284)

Encontró que producir pequeñas cantidades de un producto era más barato por dos razones: producir pequeñas cantidades ahorra dinero y espacio dentro de la empresa al mantener el inventario, como lo requiere la producción en masa; otra razón, y la más importante, en caso de que ocurra un error, es la capacidad de detectarlo inmediatamente. Esto hizo que la gente se diera cuenta de la importancia de la calidad. (Tejada, 2011, pág. 283)

Otro aspecto importante de SPT es la reducción significativa en el tiempo de cambio de máquina. Esta reducción en el tiempo de transición fue investigada por Shigeo, quien fue nombrado consultor en 1955 y desarrolló el motor de cambio de un minuto (SMED). (Tejada, 2011, pág. 283)

Esto le permitió producir una mayor variedad de productos en lotes pequeños a un costo competitivo y pudiendo adaptar la demanda con diferentes modelos a la producción. La reducción de tiempo implicaba a la vez una simplificación de la ejecución de los cambios, por lo que los

operarios eran entrenados para realizar la operación. (Tejada, 2011, pág. 283)

Toyota ha desarrollado una nueva política de personal. Los empleados se han convertido en parte de la comunidad de Toyota, construyen relaciones sólidas con sus empleados, se les paga en función de la antigüedad en la empresa en lugar de una función específica. (Tejada, 2011, pág. 283)

Los trabajadores se agrupan en grupos de trabajo, asignados a una variedad de actividades de proceso y dirigidos por el líder del equipo. Son libres de hacer sugerencias sobre cómo mejorar el proceso. Esta forma de mejora continua se llama Kaizen. Asimismo, se encargan de parar la línea de producción en cuanto surge un problema que no pueden solucionar. Usando los “5 porqués” de Ohno, los trabajadores investigan las causas de los problemas para encontrar la causa raíz y prevenir la recurrencia. (Tejada, 2011, pág. 285)

Durante el desarrollo del sistema, otras empresas japonesas lo ignoraron. Con la crisis del petróleo de 1973, la economía japonesa se vio muy afectada. Sin embargo, Toyota logró sobrevivir en condiciones extremas y se destacó entre los demás. Fue este hecho el que inspiró a otras empresas a implementar sistemas de producción.

A fines de la década de 1970, estas empresas tenían una ventaja competitiva sobre otras a través de la producción en masa. (Tejada, 2011, pág. 285)

Los primeros escritos de SPT fueron hechos por Ohno y algunos miembros del Departamento de Producción de Toyota, pero la primera referencia en el idioma inglés fue un artículo titulado “Toyota Production System and Kanban System Materialization of Just-in-Time and Respect-for-Human System” en el año 1977, tras este publicaron en el 1978 “Plant size and productivity in the motor industry: some international comparisons”. (Tejada, 2011, pág. 285)

Sin embargo, fue en 1990 cuando se conocen realmente las claves del éxito de SPT. En Estados Unidos desde 1985 a 1990, unos investigadores de Massachusetts Institute of Tehcnology llevaron a cabo un extenso estudio sobre la evolución del sector automovilístico a nivel mundial. James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos, decidieron ponerle el nombre de Lean Manufacturing. (Lean significa magro, esbelto) para referirse al SPT, ya que éste utiliza menos de todos los recursos para obtener los productos. Escribieron el libro “The machine that changed the world” donde relatan las diferencias entre el sistema de producción masa y el SPT. Al mismo tiempo, buscaban motivar a los fabricantes a su transición a Lean Manufacturing. (Tejada, 2011, pág. 286)

Se han probado un gran número de aplicaciones en todo tipo de empresas en diferentes partes del mundo y no solo en fabricantes de automóviles, sino también en fábricas que elaboran otros productos. En el sector servicios, consiguiendo excelentes resultados en cuanto a su rendimiento. (Tejada, 2011, pág. 286)

En la siguiente Figura 12 se puede observar la línea del tiempo de los hechos mencionados anteriormente.

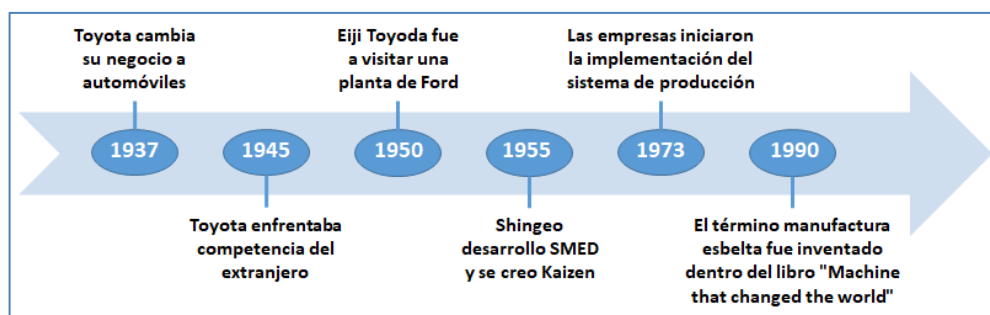


Figura 12: Línea del tiempo de Manufactura Esbelta. Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos por Tejada. Elaboración propia

## 5 S

Tras su derrota en la Segunda Guerra Mundial, Japón consideró a su industria como la principal fuente de crecimiento económico. Como la mayoría de los productos japoneses anteriormente no tenían una buena

imagen en los mercados de Europa y América del Norte, la industria tiene que producir productos de alta calidad a precios competitivos, lo que requiere un alto rendimiento. (Ribeiro, 2019, pág. 12).

En un esfuerzo por implementar algunos de los sistemas de calidad y productividad utilizados en las empresas occidentales en ese momento, la industria japonesa se opuso a una serie de restricciones, especialmente de naturaleza cultural. Los desechos, el desorden, la suciedad, la falta de limpieza, la falta de formalidad y la falta de disciplina son características comunes del entorno de trabajo japonés. (Ribeiro, 2019, pág. 12).

Al final de los años 1950, la propuesta de las 5s fue “inicialmente para combatir al desperdicio, el desorden y la suciedad. Posteriormente para combatir la falta de higiene y la indisciplina” (Ribeiro, 2019, pág. 12).

No hay información sobre quién creó el programa 5S. Varios autores mencionan que fue el Dr. Kaoru Ishikawa, ingeniero químico japonés, quien popularizó el concepto de calidad total en este país. Esta referencia se le atribuye al profesor Ishikawa quien inició la creación de los Círculos de Control de Calidad, cuyo principio es difundir conceptos estadísticos aplicables a la calidad. Sin embargo, no hay ninguna cita en sus libros para esta supuesta referencia. (Ribeiro, 2019, pág. 12).

Después de transformarse en una gran potencia económica, en la década de los 80s, Japón pasó a ser motivo de investigaciones por empresas de otros países, deseando conocer las herramientas de gestión utilizadas para justificar sus grandes aumentos de productividad (Calidad Total, Sistema Toyota de Producción, Just-In-Time o Lean Manufacturing; Mantenimiento Productivo Total – TPM; Círculos de Control de Calidad; el principio de mejora continua – KAIZEN). Como la mayoría de las empresas japonesas trata el Programa 5S como una base física y conductual para el éxito de estas herramientas, el Programa pasó a ser adoptado por varias empresas del mundo. (Ribeiro, 2019, pág. 12).

En la siguiente Figura 13 se puede observar la línea del tiempo de los hechos mencionados anteriormente.

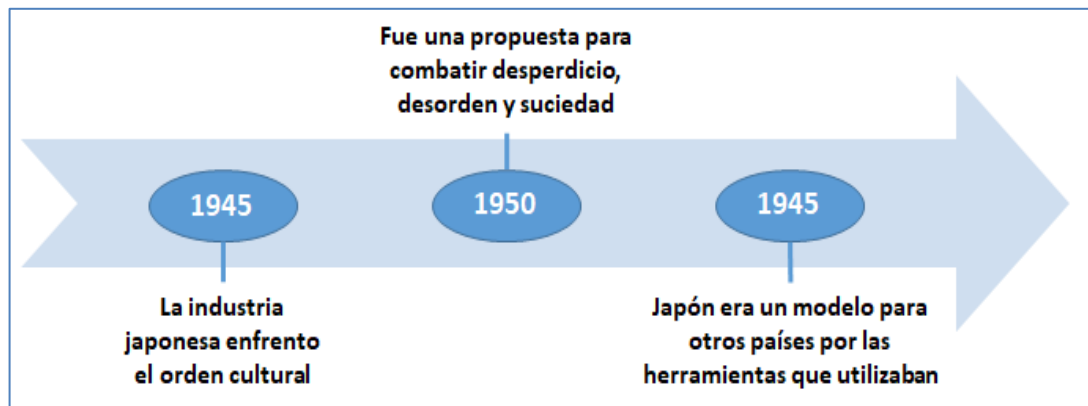


Figura 13: Línea del tiempo de 5S. El origen del programa 5´S. Elaboración Propia

### Estandarización

Los principios fundamentales del modelo Toyota, colaboran con la compañía en el mantenimiento a largo plazo de rutinas conocidas mundialmente. Con el tiempo, estos principios han originado un proceso de estandarización, generando eficiencias operativas que forman parte de la cultura corporativa.

Sin embargo, esta estandarización puede también llevar a la rigidez que interfiere con las modificaciones necesarias o la aparición de nuevas prácticas que podrían mejorar las operaciones.

Estas rigideces están cambiando por la presión ejercida dentro de la misma compañía para alcanzar nuevos clientes y segmentos de mercado, así como llegar a más áreas geográficas (sin mencionar los cambios del sector industrial, así también como nuevas ideas y prácticas emergentes).

Toyota abraza estas presiones para incitar el cambio continuo y las mejoras, hecho que genera la expansión y diversificación de sus actividades en más regiones del mundo.

De esta manera, la compañía crece deliberadamente, sujetándose a sí misma hacia fuerzas expansivas para el crecimiento. Las fuerzas expansivas lideran a Toyota hacia nuevos cambios y mayor diversidad y complejidad.

Como complemento, existen las fuerzas integradoras que permiten que la compañía vaya junta e internalice experiencias y perspectivas y le dé sentido al ambiente complejo en el cuál Toyota opera.

## Kaizen

Kaizen se usó originalmente "sistemáticamente" durante la Gran Depresión de los Estados Unidos. Cuando Francia se rindió a la Alemania nazi en 1940, los líderes estadounidenses se dieron cuenta de lo mucho que los aliados necesitaban el equipo militar que habían enviado. (Maurer, 2015, pág. 28)

Además, se vieron obligados a “reconocer que los soldados estadounidenses pronto también podrían ser enviados al exterior y que necesitaban sus propios tanques, armas y suministros. Los fabricantes estadounidenses necesitan examinar la calidad y cantidad de sus vehículos, y rápido”. (Maurer, 2015, pág. 18).

Para superar las limitaciones de tiempo y personal, el gobierno de EE. UU creó cursos de gestión llamados Capacitación en la industria (TWI) que ofrecen a empresas de todo Estados Unidos. Tal curso contiene las semillas de lo que en otros tiempos y lugares se conoce como kaizen. (Maurer, 2015, pág. 18)

Uno de los más firmes defensores de la mejora continua en ese momento fue el Dr. W. Edwards Deming, un estadístico que formó parte del equipo de control de calidad que apoyó a los fabricantes estadounidenses mientras luchaban por su posición en la guerra. En 1948, el Dr. Deming instruyó a los gerentes para que involucraran a cada empleado en el proceso de mejora. (Maurer, 2015, pág. 19)



Esta filosofía de pequeños pasos hacia la mejora "se introdujo en el Japón de la posguerra, cuando las fuerzas de ocupación del general Douglas MacArthur comenzaron a reconstruir este país devastado". (Maurer, 2015, pág. 19)

Si está familiarizado con el dominio de las corporaciones japonesas en 1955, se sorprenderá al descubrir que muchas empresas de la posguerra estaban mal organizadas, con malas prácticas de gestión y baja moral de los empleados. El general MacArthur vio la necesidad de mejorar la eficiencia japonesa y elevar los estándares de conducta empresarial. (Maurer, 2015, pág. 19)

La economía japonesa en auge era una gran preocupación para MacArthur, ya que una sociedad fuerte podía proporcionar un baluarte contra una amenaza potencial de Corea y mantener a raya a su ejército. Entonces llamó a los expertos de TWI del gobierno de los EE. UU., incluidos aquellos que enfatizaron la importancia de dar pequeños pasos diarios para el cambio. Mientras MacArthur avanza con pequeños pasos, la Fuerza Aérea de EE. UU. está impartiendo un curso de gestión y supervisión para contratistas japoneses cerca de una de sus bases de operaciones. (Maurer, 2015, pág. 19)

El curso "se llamaba Management Training Program-MTP (Programa de Formación para Directivos) y sus principios eran casi idénticos a los desarrollados por el doctor Deming y sus colegas al inicio de la guerra". (Maurer, 2015, pág. 19)

Los japoneses fueron sorprendentemente receptivos a esta idea. Su base industrial estaba destruida y carecían de los recursos para llevar a cabo una profunda reorganización. Los líderes empresariales japoneses se han dado cuenta de que su país ha sido derrotado en parte por la superioridad de los equipos y la tecnología estadounidense. Así que escucharon atentamente las lecciones estadounidenses sobre producción industrial. (Maurer, 2015, pág. 20)

Ver a los empleados como un recurso para la creatividad y la mejora, y aprender a recibir aportes de los subordinados es un concepto desconocido (como es el caso de los estadounidenses), pero quienes se gradúan de estos programas le dieron otra oportunidad. Los empresarios, gerentes y directores ejecutivos continúan trabajando en la industria civil, difundiendo con pasión el evangelio de los pequeños pasos. (Maurer, 2015, pág. 20)

En los Estados Unidos, la serie de estrategias del Dr. Deming para mejorar los procesos de fabricación fueron ignoradas en gran medida, una vez que los militares regresaron a casa y la producción volvió a la normalidad. Sin embargo, sus conceptos en Japón ya forman parte de la cultura de las compañías japonesas. (Maurer, 2015, pág. 20)

La Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros, invitó al doctor Deming, el impulsor del control de calidad en tiempo de la guerra, para consultarle más sobre la eficiencia económica de su país y su producción (Maurer, 2015, pág. 20).

Actualmente el kaizen se sigue aplicando bajo el mismo concepto inicial, mejora con pasos pequeños, enfocándose en lo que uno conoce. Las empresas no se detienen y quieren llegar a aplicar kaizen en todas las áreas de la organización. En la siguiente Figura 14 se puede observar la línea del tiempo de los hechos mencionados anteriormente.

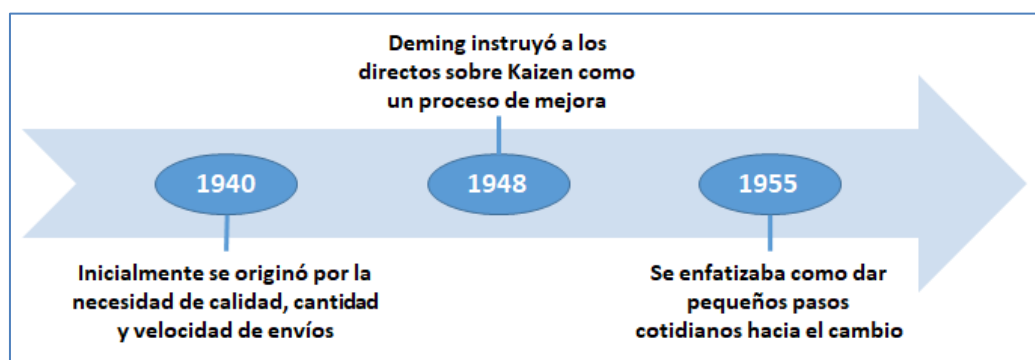


Figura 14: Línea del tiempo de Kaizen. Un pequeño paso puede cambiar tu vida. Elaboración Propia

## 2.2 Antecedentes del estudio de investigación

### Antecedentes nacionales

Según (Bermejo, 2019), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial “Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas” en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú, considera lo siguiente:

Realiza su investigación en una empresa que fabrica zapatos de cuero para mujeres con el principal objetivo de mejorar el proceso productivo a través de la manufactura esbelta.

Usando las herramientas 5S, Jidoka, Kanban y SMED para lograr sus objetivos específicos de disminuir la cantidad de pares defectuosos, disminuir el tiempo de entrega, disminuir el tiempo de entrega y aumentar la cantidad de pares producidos.

En la población considero “a todos los procesos de fabricación de calzado para damas, de la empresa en estudio, los cuales son: corte, desbaste, aparado, armado, ensuelado y acabado”. (Bermejo, 2019, pág. 56).

La muestra de análisis comprende al proceso de armado de calzado para damas, debido a que es el proceso más crítico y donde se presentan varios tipos de despilfarros. Se ha seleccionado una muestra no probabilística determinada por conveniencia, correspondiente al proceso de armado. (Bermejo, 2019, págs. 56-57)

La investigación es aplicada, por su análisis es explicativa y por su enfoque es cuantitativa. Su diseño es experimental y en cuanto al control de variables es cuasi experimental, en vista de que se implementó la manufactura esbelta. Revisaron las técnicas e instrumentos presentados en la

Tabla N°01:  
Técnicas e instrumentos para recolectar datos

Técnicas de investigación	Instrumentos de recolección de datos
Observación	Reportes de producción
Análisis documental	Lead time
De evaluación	Tiempos de fabricación
Mapeo de proceso	Diagrama de flujo

Fuente: Trabajo de Investigación de Bermejo.

Las conclusiones de la investigación más relevantes son las siguientes:

La correcta implantación de la metodología Lean y sus herramientas requiere de la implicación e implicación de toda la organización, desde la dirección hasta todos los empleados sin excepción. La formación de los empleados también es importante porque son “maestros de proceso”. (Bermejo, 2019, pág. 101)

La implementación de la herramienta 5S es uno de los pilares de la implementación de las demás herramientas, pues además de garantizar un ambiente de trabajo ordenado y pleno, también promueve el trabajo en equipo y motiva a los colaboradores a lograr el objetivo. (Bermejo, 2019, pág. 101)

“Las herramientas implementadas en su conjunto lograron incrementar la productividad en 20.00%, por un lado, permitieron reducir el tiempo de producción por par de calzado en 5 minutos, lo cual representa un 20.83% del tiempo actual”. (Bermejo, 2019, pág. 102)

“Se incrementó el número de pares de calzados diarios producidos en 16 pares, lo cual representa un 23.53% de la producción actual” (Bermejo, 2019, pág. 102).

Esta investigación aplica la manufactura esbelta y la herramienta 5S, que serán aplicadas en este trabajo de investigación. Nos confirma los resultados positivos que se puede llegar a obtener aplicando lo mencionado y nos permite conocer las técnicas

e instrumentos utilizados para llegar a este objetivo, lo cual nos aporta para generar los propios.

Según (Ibarra, 2019), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial “reducción del tiempo de ciclo de producción del área de tejido de una empresa textil en base a Lean Manufacturing” en la Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú, considera lo siguiente: incrementar la capacidad de producción.

El trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar una propuesta de solución para incrementar la capacidad de producción del área de tejido, en base a Lean Manufacturing, para reducir el tiempo de ciclo de fabricación. Como objetivos específicos consideró reducir demoras, disminuir fallas y reducir deficiencias. Por medio de la utilización de seis herramientas de la manufactura esbelta que fueron Heijunka, Mantenimiento Autónomo, SMED, Células U, Jidoka, Kaizen y 5S. (Ibarra, 2019). Reducción del tiempo de ciclo de producción del área de tejido de una empresa textil en base a lean manufacturing (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

La población comprende “a la materia prima, productos terminados y áreas de producción de la empresa A.B.C. del año 2018. La muestra del estudio son todas las órdenes de producción durante 6 meses del año 2018 en el área de tejido” (Ibarra, 2019, pág. 32)

Consideraron las técnicas e instrumentos que se muestra en la Tabla N°02:

Tabla N°02:  
Técnicas e instrumentos para recolectar datos

<b>Técnicas de investigación</b>	<b>Instrumentos de recolección de datos</b>
Entrevista	Entrevista personalizada y presencial
Observación	Diario de campo o cuaderno de notas de la empresa del primer trimestre del 2017
Análisis documental	Medios electrónicos Registros del tema

Fuente: Trabajo de Investigación de Ibarra. Ibarra.

Las conclusiones de la investigación más relevantes son las siguientes:

Al utilizar la solución Lean propuesta se mejoró el tiempo del ciclo de producción, siendo el modelo RW18-21 el más representativo con la mejora de 85 minutos a 53 minutos, acercándose al valor de la línea base 50 minutos colocados en el área de desarrollo, un 66% se logró una mejora. (Ibarra, 2019, pág. 116)

“Se concluyó que la metodología Lean Manufacturing permitió identificar y reducir las causas que perjudican la calidad del producto final en el área de Tejido de la empresa de manufactura de Productos de Fibras de algodón y derivados” (Ibarra, 2019, pág. 116).

Mediante el uso del método Kaizen y la aplicación de buenas prácticas de manufactura en el departamento textil, se logró identificar y minimizar las causas que afectan la calidad del trabajo del personal de bobinado y organizar la distribución de materias primas material en el área. (Ibarra, 2019, pág. 116)

“Se concluyó que la aplicación de la metodología de las 5s permitió determinar y reducir los elementos que perjudican el nivel de calidad en el procedimiento de trabajo del área de Tejido” (Ibarra, 2019, pág. 116).

El estudio aplicó Lean Manufacturing y varias herramientas, incluidas Kaizen y 5s. La implementación de la herramienta Kaizen ha mejorado la calidad del trabajo de los empleados, lo que nos demuestra que beneficiará al operador. En la aplicación del Método 5S se mejoraron los procedimientos de trabajo regionales, indicando que se redujo el tiempo de trámite, lo que contribuye a nuestro estudio, ya que, para un objetivo específico, reducir el tiempo de la búsqueda de herramientas.

Según (Arroyo Paredes, 2018), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica” en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú, considera lo siguiente:

El trabajo de investigación tiene como objetivo principal mejorar el sistema productivo de una empresa minera a través de la implementación de la industrialización. Para ello se implementan Herramientas de Producción Esbelta con el objetivo específico de reducir costos en el moldeo de artículos y perfiles en una empresa minera mediante la implementación de Single Minute Exchange of Die (SMED), para mejorar la calidad durante la implementación.

Explosión en una empresa minera gracias a la implementación de la estandarización de procesos y reducción del lead time del proceso productivo en una empresa minera gracias a la implementación del Just in Time (JIT). (Arroyo Paredes, 2018)

La población comprende “todos los procesos del sistema de producción de La Empresa Metalmeccánica tales como son el proceso de roll forming, corte, prensa y dobléz, soldadura, Granalla y Pintura” (Arroyo Paredes, 2018, pág. 35).

La plantilla de análisis cubre los procesos más importantes del proceso, se detectan los mayores desperdicios del proceso de producción de acuerdo con el análisis de situación inicial para brindar recomendaciones de mejora para mejorar el sistema de producción. (Arroyo Paredes, 2018, pág. 35).

La técnica de investigación es de:

Observación participativa para poder identificar los procesos más importantes en los que se lleva a cabo el Lean Manufacturing y su impacto económico en el sistema productivo que se analiza. Entre las herramientas de recopilación de datos utilizadas en el estudio se encuentran los informes de producción, la productividad diaria, el tiempo de entrega y el tiempo de entrega de cada proyecto. (Arroyo Paredes, 2018, pág. 36)

Las conclusiones de la investigación más relevantes son las siguientes:

En el presente trabajo de investigación se realiza la implementación de las herramientas Lean obteniendo como resultados una reducción del 47% del set-up en el proceso de roll forming, reducción del 59% del tiempo de

reprocesos en el proceso de granalla y finalmente una reducción del 17% del lead time en el proceso productivo de la Empresa Metalmecánica a través de la implementación de las herramientas del SMED, Estandarización de operaciones y Just in time. (Arroyo Paredes, 2018, pág. 93)

“De los resultados obtenidos de la implementación de las herramientas Lean se obtiene un ahorro mensual de S/ 363.133,75 lo cual confirma la fiabilidad de la hipótesis principal” (Arroyo Paredes, 2018, pág. 93).

La implementación de la Estandarización de Operaciones genera una reducción del 59% del tiempo de reproceso, generan un mayor impacto en los reprocesos por desengrasado el cual tuvo una reducción en un 75%, dichas mejoras generan una disponibilidad de maquina en un 89% por ende un incremento de 5 toneladas en dicho proceso. (Arroyo Paredes, 2018, pág. 93).

En el trabajo de investigación realizado por Arroyo implementa la manufactura esbelta mediante tres herramientas, las cuales la estandarización es una de las que coincide con este trabajo de investigación. Según los resultados nos muestra que la estandarización genera un impacto en los reprocesos provocando minimizar estos tiempos y por ende la disminución de piezas defectuosas en el proceso. Este aporte es muy importante ya que el presente trabajo de investigación tiene como objetivo específico reducir las piezas defectuosas en la línea de producción mediante la estandarización.

#### Antecedentes internacionales

Según (Navas, 2015), en su tesis para optar grado de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad “Diseño de plan para la implementación de la metodología 5S en la empresa Simaco Construcciones, C.A.” en la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, considera lo siguiente:



El objetivo general es “diseñar un plan para el mejoramiento de la calidad en los procesos de gestión técnicos operativos de la empresa Simaco Construcciones, C.A, aplicando la metodología 5S” (Navas, 2015, pág. 8).

Como objetivos específicos se consideran:

Diseñar un plan de mejora enfocando en la metodología 5S en los procesos de gestión técnicos operativos, evaluando la factibilidad del plan para la implementación en la empresa, diseñar indicadores de gestión para evaluar la implementación de la metodología 5S y documentar los procedimientos para la implementación de la metodología 5S en la empresa. (Navas, 2015, pág. 8)

En el caso del estudio tiene como población “la empresa Simaco Construcciones, C.A., que cuenta con 32 trabajadores de los cuales son obreros y supervisores y también 4 trabajadores del personal administrativo” (Navas, 2015, pág. 8).

Se crean técnicas de recogida de datos para evaluar el estado actual de la empresa, identificando las actividades propias del puesto de trabajo y las variables asociadas al mismo. Se utilizan observaciones directas, entrevistas y encuestas.

Las conclusiones de la investigación más relevantes son las siguientes:

Los resultados del método 5S no dependen totalmente de la tecnología sino de la habilidad y conocimiento del personal responsable de implementar la tecnología. Procure no modificar los pasos del método porque su desarrollo, no su secuenciación, es un resumen. (Navas, 2015, pág. 120)

En los resultados obtenidos como resultado del diagnóstico, se puede notar que la carencia de elementos necesarios para el normal funcionamiento, sin embargo, el potencial de oportunidades reflejadas puede servir como guía para la toma de acción, y las mejoras serán la base para el diseño. Planificación e implementación de la metodología 5s. (Navas, 2015, pág. 120)

En la evaluación diagnóstica demostraron la necesidad de crear estrategias de calidad para mejorar el trabajo de los distritos, así como utilizar fichas y

registros para asegurar que se mantenga la metodología adecuada. Sin embargo, los empleados están haciendo su trabajo de la mejor manera, y la preocupación es que no han sido capacitados adecuadamente, por lo que es necesario realizar un plan de capacitación. (Navas, 2015, pág. 121)

La aplicación 5s proporcionará un marco que luego permitirá a los empleados mantener y aumentar la satisfacción del cliente con los servicios existentes en la búsqueda de una mejora continua. Es importante destacar que los cinco elementos que componen una técnica para lograr la mejora continua en la organización sin asegurar la excelencia, sin embargo forman la base para el desarrollo del sistema de gestión de la gestión de la calidad. (Navas, 2015, pág. 121)

El trabajo de investigación aplicó la metodología 5S y para obtener los datos aplicaron la observación directa, entrevista y encuesta obteniendo impactos positivos. Ello aporta a nuestra investigación para recolectar la información considerando las técnicas e instrumentos de este trabajo.

Según (Castrejón Gallegos, 2016), en su tesis para optar el título de Maestría en Ingeniería “Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico” en la Universidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, México, considera lo siguiente:

El objetivo principal del trabajo de investigación es:

Realizar un análisis del proceso de empaque de las líneas blisteras en un Laboratorio Farmacéutico para identificar las principales áreas de oportunidad e implementar herramientas de Lean Manufacturing para su resolución, desarrollando para cada herramienta una metodología que permita su implementación. (Castrejón Gallegos, 2016, pág. 34)

Esto se hace utilizando métodos como VSM, KAIZEN, 5'S, KANBAN y SMED para que se pueda implementar una estrategia de optimización de empaques que resulte

en la eliminación de todas las actividades que no agregan valor a los productos, procesos y desempeño.

De acuerdo con el periodo de tiempo en que se desarrolló el estudio, el presente trabajo es del tipo transversal, ya que apunta a un momento y tiempo definido, el estudio se desarrolló en 2012 donde se realizó un diagnóstico en cuanto a la eficiencia del área de empaque del laboratorio farmacéutico, las actividades para mejorar dicha eficiencia se desarrollaron entre 2013 y 2014. (Castrejón Gallegos, 2016, pág. 26)

La siguiente

Tabla N°03 nos muestra los instrumentos de recolección de datos utilizados:

Tabla N°03:  
Técnicas e instrumentos para recolectar datos

INSTRUMENTO	OBJETIVO
Mapeo del proceso de empaque	Identificar los pasos más importantes del proceso de empaque.
Revisión de datos históricos: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempos de limpieza</li> <li>✓ Tiempos de ajustes</li> <li>✓ Tiempos de documentación</li> <li>✓ Tiempos de paro</li> <li>✓ Tiempos de producción</li> <li>✓ Porcentaje de OEE</li> </ul>	Analizar los tiempos históricos para identificar problemas en cuanto a variación, tiempos prolongados por fallas en equipos, cantidad de mermas, etc.
Uso de metodología "5 ¿por qué?"	Identificar las causas raíces de los problemas identificados de la revisión de los datos históricos.
Uso de diagrama de Ishikawa	Clasificar las diferentes causas raíz de los problemas identificados de la revisión de los datos históricos.
Uso de la metodología "DIL0 Day in the life of..."	Observar la realización de las limpiezas, ajustes, documentación y procesos de producción para poder identificar esperas, búsquedas innecesarias, etc.

Fuente: Trabajo de Investigación. Castrejón

Las conclusiones más relevantes son:

El trabajo se enfocó en diagnosticar el área de empaque de un laboratorio farmacéutico, y esto se realizó analizando los diferentes tiempos que intervienen en las líneas críticas de proceso de empaque. (Serie de ampollas), en el análisis mencionado, es posible determinar el grupo más alto: los tiempos de subida son los tiempos que tienen diferencias negativas, es decir, tardan más de lo habitual.

A partir de ahí, se desarrolló una metodología para identificar la causa raíz del cambio que se menciona a continuación: (Castrejón Gallegos, 2016, pág. 73)

1. Documentación robusta
2. No se encuentran estandarizadas las actividades de ajustes.
3. No se encuentran estandarizadas las actividades de limpieza.
4. Toma demasiado tiempo encontrar las herramientas y formatos de las máquinas. Podemos concluir que el proceso de empaque en dichas líneas tiene problemas en cuanto a los métodos de trabajo, los cuales presentan variaciones ya que no se realizan de manera estándar. (Castrejón Gallegos, 2016, pág. 73).

“Tomando en cuenta lo anterior, se identificaron que herramientas de Lean Manufacturing se podían usar para la resolución de dichos problemas, una vez identificadas se prosiguió a implementar cada herramienta para resolver cada una de las áreas de oportunidad” (Castrejón Gallegos, 2016, pág. 73):

1. Kaizen para reducción de la documentación. Se realizó un focus group con las distintas áreas involucradas, donde se mapeo el proceso de documentación y se pudo reducir el número de hojas por procedimiento, así como errores en documentación.
2. Implementación de 5´s en las líneas. Se realizó una selección e identificación de los formatos intercambiables y herramientas por máquina lo cual permitió tener mayor orden y reducir los tiempos de ajustes. (Castrejón Gallegos, 2016, pág. 73)
3. Estandarización de ajustes. Se realizaron formatos de apoyo para la realización de ajustes por presentación y se colocaron ayudas visuales para reducción del tiempo de set-up.
4. Estandarización de limpieza. Se mapearon y se organizaron las actividades de acuerdo con el número de personas involucradas, con esto se logró una reducción en el tiempo de limpieza. (Castrejón Gallegos, 2016, pág. 74).

El trabajo de investigación, aplico diversas herramientas de Manufactura Esbelta, las cuales nos enfocaremos en los resultados de las herramientas Kaizen y 5S. Según lo

aplicado cumplió con el objetivo de generar mejoras en el área, el kaizen logro la integración de las áreas involucradas y en las 5 S se generó mayor orden y reducción de los tiempos. Lo cual nos muestra que ambas herramientas son importantes para generar cambios en la empresa.

### 2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

#### Manufactura Esbelta

Manufactura Esbelta está enfocado hacia las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios.

Manufactura Esbelta “identifica varios tipos de desperdicios que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 10).

Lean presta atención a lo que no debemos hacer porque no agrega valor al cliente y tiende a deshacerse de él. Para conseguir sus objetivos, emplea la aplicación sistemática y habitual de una serie de métodos que abarcan la práctica totalidad de los ámbitos productivos: organización del trabajo, gestión de la calidad de gestión, procesos internos de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 10)

Lean Manufacturing es un sistema multidimensional que tiene un impacto específico en la eliminación de desechos mediante el uso de métodos que se describirán en esta publicación. Lean Manufacturing está asociado a un cambio cultural en una organización empresarial con el fuerte compromiso de la dirección de la empresa que decidió implementarlo. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 11).

En estas condiciones, es difícil dibujar un diagrama simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que considera y no siempre es idéntico, ya que los términos y el concepto difieren según la fuente a la que se refiera. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 11)

Tradicionalmente, los diagramas de flujo se utilizan para visualizar rápidamente la filosofía detrás de Lean y las técnicas disponibles para aplicarla. Se interpreta utilizando la casa porque es un sistema estructural sólido en cuanto a cimentación y columnas; Una parte en mal estado debilita todo el sistema. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 10). Ver Figura 15.

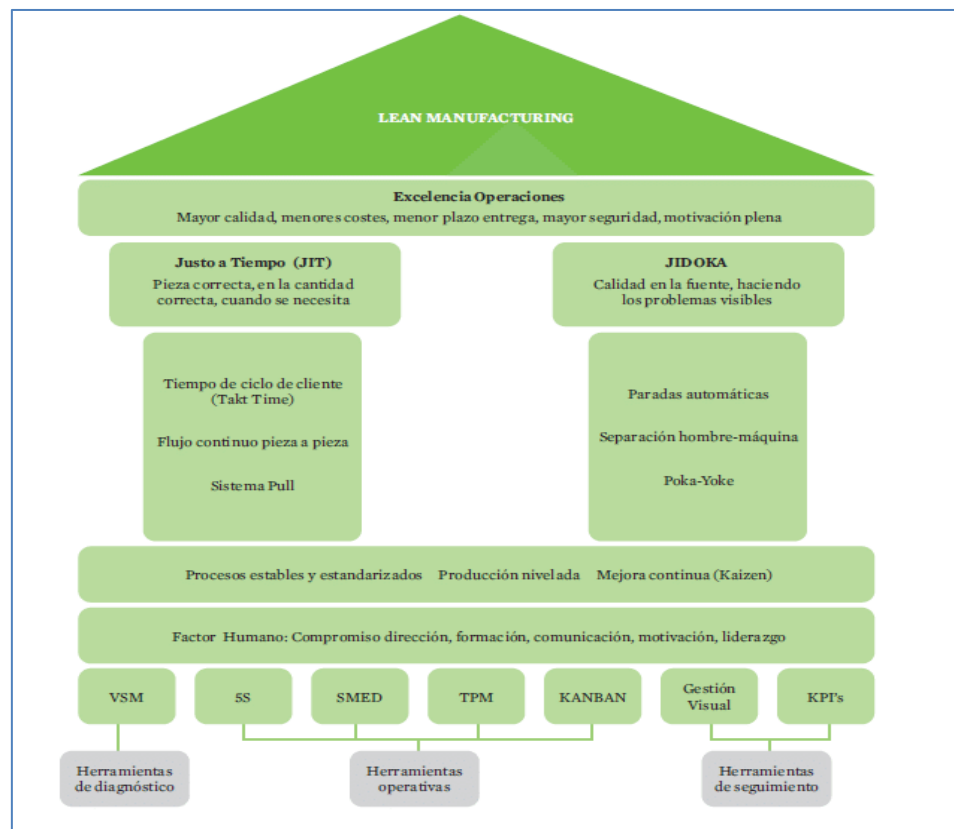


Figura 15: Adaptación actualizada de la Casa Toyota. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán

## Principios de la Manufactura Esbelta

Además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los que se fundamenta el Lean Manufacturing. Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- ✓ Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
  - ✓ Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
  - ✓ Interiorizar la cultura de parar la línea.
  - ✓ Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.
  - ✓ Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
  - ✓ Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
  - ✓ Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
  - ✓ Promover equipos y personas multidisciplinarios.
  - ✓ Descentralizar la toma de decisiones.
  - ✓ Integrar funciones y sistemas de información.
  - ✓ Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.
- (Hernández & Vizán, 2013, pág. 19)

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y técnicas a usar:

- ✓ Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.
- ✓ Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- ✓ Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción.
- ✓ Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- ✓ Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- ✓ Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- ✓ Reducir los ciclos de fabricación y diseño.

- ✓ Conseguir la eliminación de defectos. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 20)

El concepto de mejora continua ha sido mencionando a lo largo de las páginas anteriores como clave dentro de los conceptos del Lean Manufacturing. La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido en denominar espíritu Kaizen, verdadero impulsor del éxito del sistema Lean en Japón. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 28)

Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito. Lógicamente este espíritu lleva aparejada una manera de dirigir las empresas que implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas, que es a lo que se refiere la denominación de “mejora continua”. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 21)

La mejora continua y el espíritu Kaizen, son conceptos maduros, aunque no tienen una aplicación real extendida. Su significado puede parecer muy sencillo y, la mayoría de las veces, lógico y de sentido común, pero la realidad muestra que en el entorno empresarial su aplicación es complicada sino hay un cambio de pensamiento y organización radical que permanezca a lo largo del tiempo. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 21)

Las ventajas de su aplicación son patentes si consideramos que los estudios apuntan a que las empresas que realizan un constante esfuerzo en la puesta en práctica de proyectos de mejora continua se mueven con crecimientos sostenidos superiores al 10% anual. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 21)

Kaizen se ha considerado como un elemento clave para la competitividad y el éxito de las empresas japonesas. El espíritu de mejora continua se refleja en la frase “siempre hay un método mejor” y consiste en un



progreso, paso a paso, con pequeñas innovaciones y mejoras, realizado por todos los empleados, incluyendo a los directivos, que se van acumulando y que conducen a una garantía de calidad, una reducción de costes y la entrega al cliente de la cantidad justa en el plazo fijado. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 22)

El proceso de la mejora continua propugna que, cuando aparece un problema, el proceso productivo se detiene para analizar las causas y tomar las medidas correctoras con lo que su resolución aumenta la eficiencia del sistema. Llega en un momento en que los incrementos derivados de la introducción de mejoras son poco significativos. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 22)

No obstante, el pensamiento Kaizen presenta inconvenientes y dificultades que, en la mayoría de los casos, tienen que ver con el cambio de mentalidad de directivos y resto del personal. En este sentido conviene recordar el pensamiento de Nicolás Maquiavelo quien concluía que: “No hay nada más difícil que planificar, ni más peligros que gestionar, ni menos probabilidad de tener éxito que la creación de una nueva manera de hacer las cosas, ya que el reformador tiene grandes enemigos en todos aquellos que se beneficiarán de lo antiguo y solamente un tibio apoyo de los que ganarán con lo nuevo” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 22).

Obviamente las personas constituyen el capital más importante de las empresas; los operarios están en permanente contacto con el medio de trabajo, son quienes están mejor situados para percibir la existencia de un problema y, en multitud de ocasiones, son los más capacitados para imaginar las soluciones de mejora. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 22)

Ante estas consideraciones es lógico concluir que la mejora continua es el pilar básico del éxito del modelo creado en Japón y es un factor fundamental a la hora de conseguir que los beneficios de implantación de cualquier herramienta de Manufactura Esbelta sean persistentes en el tiempo. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 22)

Los 10 puntos clave del espíritu Kaizen:

1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2. En lugar de explicar los que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3. Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error inmediatamente e in situ.
6. Encontrar las ideas en la dificultad.
7. Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
9. Probar y después validar.
10. La mejora es infinita. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 23)

5S

La herramienta 5S corresponde a la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el lugar de trabajo, que ya existen de forma menos formal y metodológica en los conceptos clásicos de organización privada de producción material. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 36)

Esta abreviatura corresponde a la abreviatura japonesa de las cinco palabras que identifican a los instrumentos y cuya transliteración comienza con "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan remoción innecesaria, mejorar, limpiar y probar, estandarizar respectivamente. y hacer un hábito. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 36)

Los principios de las 5S son fáciles de entender y su implementación no requiere conocimientos especiales ni grandes costos financieros. Pero detrás de esta aparente sencillez se esconde una herramienta potente y multifuncional que muy pocas empresas han aprovechado. Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma: (Hernández & Vizán, 2013, pág. 36).

- ✓ 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.
- ✓ Falta de espacio en general.

La implementación de 5S generalmente se lleva a cabo en cinco pasos, cuyo desarrollo incluye la asignación de recursos, el ajuste cultural de la empresa y la consideración de las personas. La gerencia de la empresa debe creer que las 5S están relacionadas con la pérdida de tiempo del operador y la ocurrencia de actividades debe mantenerse en el tiempo. (Hernández & Vizán, 2013).

Además, se deben preparar materiales educativos para explicarle al operador la importancia del concepto 5S y los conceptos básicos de la metodología. Para comenzar a implementar el concepto 5S, deberá elegir un área piloto y concentrarse en esa área, ya que servirá como punto de aprendizaje y punto de partida para la implementación en el resto de la organización. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 36)

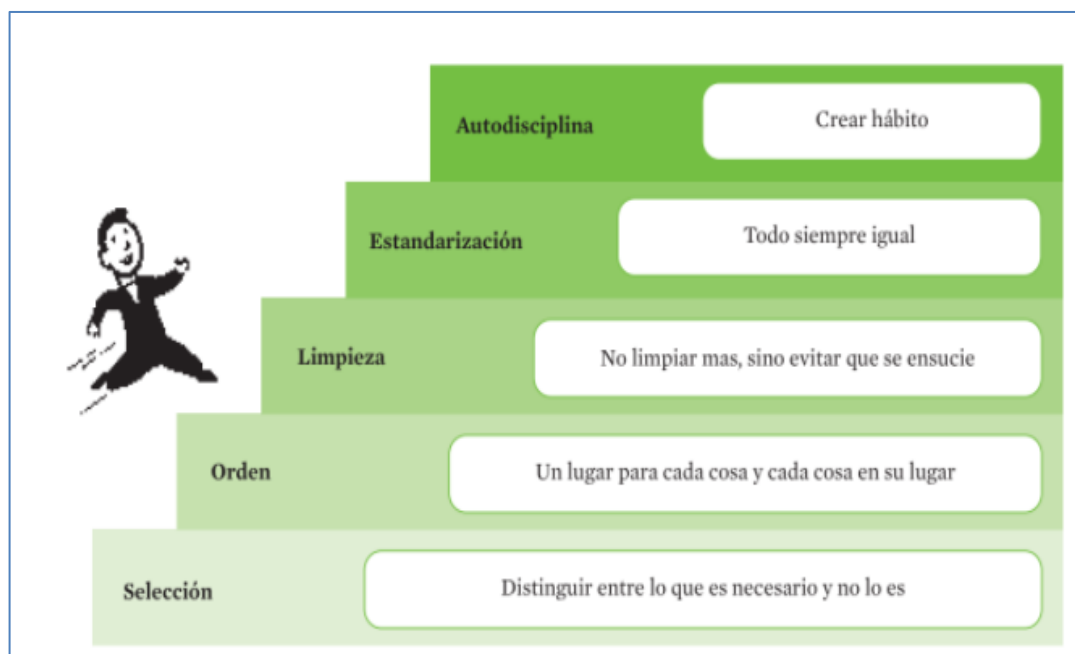
Esta área piloto debe ser muy bien conocida, debe representar a priori una probabilidad alta de éxito de forma que permita obtener resultados significativos y rápidos. Los hábitos de comportamiento que se consiguen con las 5S lograrán que las demás técnicas Lean se implanten con mayor facilidad. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 37)

## El principio de las 5S

Los Principios 5S se pueden utilizar para abandonar los viejos procesos existentes y adoptar una nueva cultura que considere el mantenimiento, la limpieza, la higiene y la seguridad como un elemento importante del proceso de fabricación, producción, calidad y seguridad. (Hernández & Vizán, 2013)

Por lo tanto, emplear una estrategia de 5S es fundamental al iniciar el camino hacia una cultura de producción ajustada. (Hernández & Vizán, 2013)

La siguiente Figura 16 muestra el resumen de los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases:



*Figura 16:* Adaptación actualizada de la Casa Toyota. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán

### Eliminar (Seiri)

El primero de 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos que no son necesarios o útiles para la tarea actual. La pregunta clave es: "¿Es útil o inútil?". (Hernández & Vizán, 2013)

Se trata de separar lo necesario de lo innecesario y gestionar el flujo de cosas para evitar obstáculos y derroche de consumibles, como mayor procesamiento y transporte, pérdida de tiempo buscando muebles, artículos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. (Hernández & Vizán, 2013)

En la práctica, “el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 29). Ver Figura 17.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		

Figura 17: Tarjeta Roja. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán

#### Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo

ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 29)

La implantación del seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenar las teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 29)

Limpieza e inspección (Seiso)

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 29)

Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”.
- Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 30)

Debe insistirse en el hecho de que, si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas principales para establecer las acciones correctoras que se estimen oportunas. Otro punto clave a la hora de limpiar es identificar los focos de suciedad existentes (como los lugares donde se producen con frecuencia virutas, caídas de piezas, pérdidas de aceite, etc.) para poder así eliminarlos y no tener que hacerlo con tanta frecuencia, ya que se trata de mantener los equipos en buen estado, pero optimizando el tiempo dedicado a la limpieza. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 30)

#### Estandarizar (Seiketsu)

La fase Seiketsu te permite solidificar tus objetivos después de aplicar las tres primeras S, porque sistematizar lo logrado asegura resultados duraderos. La normalización es la forma en que se lleva a cabo un determinado procedimiento de tal forma que la organización y el orden son sus elementos básicos. (Hernández & Vizán, 2013)

Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas: (Hernández & Vizán, 2013, pág. 33)

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.

- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

#### Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se traduce como una disciplina para desarrollar el hábito de usar métodos estándar y usar una aplicación estándar. Su aplicación implica desarrollar una cultura de autodisciplina para hacer sostenible el diseño 5S. (Hernández & Vizán, 2013)

Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 34)

El líder de la implantación establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc. (Hernández & Vizán, 2013)

En la siguiente Figura 18, se puede observar el significado de cada S, correspondiente a las 5 S.



## Estandarización

La “estandarización” con 5S y SMED es uno de los pilares fundamentales del Lean Manufacturing sobre el que se deben construir el resto de las tecnologías descritas en este capítulo. La definición exacta de lo que significa la estandarización, incluidos todos los aspectos de la filosofía Lean, es la siguiente:

<b>SEIRI</b> Separar y eliminar	<b>SEITON</b> Arreglar e identificar	<b>SEIDO</b> Proceso diario de limpieza	<b>SEIKETSU</b> Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	<b>SHITSUKI</b> Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

*Figura 18:* 5S. Lean Manufacturing, conceptos, técnicas e implementación. Hernández y Vizán

Los estándares son descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 46)

La estandarización en el entorno de fabricación japonés, se ha convertido en el punto de partida y la culminación de la mejora continua y,

probablemente, en la principal herramienta del éxito de su sistema. Partiendo de las condiciones corrientes, primero se define un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación, se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia. La mejora continua es la repetición de este ciclo. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 46)

En este punto reside una de las claves del pensamiento Lean: “Un estándar se crea para mejorarlo”. Este concepto de “estándar” es diametralmente opuesto a los sistemas rígidos de aquellas empresas en donde la estandarización se traduce en documentos muertos que reposan en estantes o paneles, desfasados y poco o nada utilizados; incluso suelen tener errores en las descripciones de los métodos y en otras usan enfoques inapropiados para el usuario o situación particular. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 46)

Según (Hernández & Vizán, 2013) Los estándares afectan a todos los procesos de la empresa, de manera que donde exista el uso de personas, materiales, máquinas, métodos, mediciones e información (5M +1I) debe existir un estándar. Las características que debe tener una correcta estandarización se pueden resumir en los cuatro principios siguientes:

- Ser descripciones simples y claras de los mejores métodos para producir cosas.
- Proceder de mejoras hechas con las mejores técnicas y herramientas disponibles en cada caso.
- Garantizar su cumplimiento.
- Considerarlos siempre como puntos de partida para mejoras posteriores. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 46)

Con estas características, son muchos los estándares que deberían desarrollarse en una empresa.

Para considerar implementar la estandarización en la línea de producción de hornos en la empresa se tiene que basar en la eliminación de todas aquellas actividades de los procesos que no suman valor o son consideradas como innecesarias.

El objetivo de la estandarización es brindar servicios y productos de gran calidad para los usuarios, la estandarización busca que todos los productos sean de igual calidad, que no solamente unos cuantos sean de calidad y otros no, busca que en su totalidad sea de calidad, para poder lograr la calidad que se espera.

Esto se logra mediante la aplicación de procedimientos iguales en la producción y bajo iguales condiciones de trabajo, cuando se logra implementar una estandarización de procesos en una línea de producción como es el caso de nuestra investigación, se contribuye a la reducción de costos y al uso eficiente de los materiales de fabricación.

En la Figura 19 se puede observar que es lo que impacta la estandarización de procesos en una línea de producción.



*Figura 19:* Impacto de la Estandarización de Procesos. La empresa de investigación. Elaboración propia

Una de las herramientas Lean más potenciales es la Estandarización de Procesos. Sin embargo, es la que menos se utiliza de las demás herramientas. La estandarización del trabajo funciona como base para la detección de residuos y el inicio de métodos efectivos de mejora continua. Por lo tanto, es necesario unificar y estandarizar los

procesos en búsqueda de mejora. Porque es imposible mejorar aquel proceso que no es uniforme y estandarizado.

Además, cabe señalar que la mejora del trabajo estandarizado siempre es posible y es un proceso interminable. Al estandarizar las operaciones, los expertos se basan en cuatro factores básicos, en los cuales se centra la Estandarización de Procesos. (Tecnológico Nacional de México, 2012) . Estos elementos básicos de la estandarización se podrán observar en Figura 20.



*Figura 20:* Elementos de la Estandarización. (Tecnológico Nacional de México, 2012)

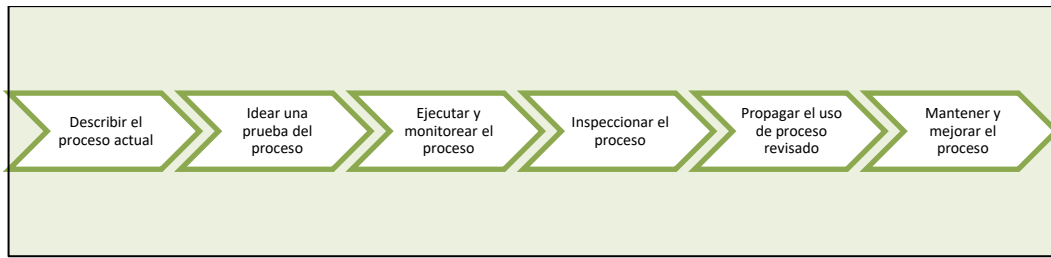
Según (Ministerio de la Protección Social & Programa de Apoyo a la Reforma de Salud & Unión Temporal: Instituto de Ciencias de la Salud, 2007), indica que la estandarización de procesos cuenta con muchos objetivos para la mejora de la línea de producción, los cuales son:

- a. Mantener la calidad y mejorarla, con la finalidad de:
  - Asegurar el desempeño y función para su mejoramiento de los procesos.
  - Asegurar la confiabilidad y mantenimiento para el mejoramiento de los procesos.
  - Garantizar la seguridad en la continuidad de la línea de producción.
  - Eliminar las dificultades o problemas durante el proceso.
  - Prevenir problemas recurrentes.
  - Establecer procedimientos estándares en la línea de producción.

- b. Tener reducción de costos, con la finalidad de:
  - Utilizar los componentes mínimos dentro de la línea de producción
  - Simplificación de procesos, es importante recordar que cuando una estandarización de procesos es simple, es muy fácil de recordar.
- c. Mantener la productividad y mejorarla, con la finalidad de:
  - Mejorar el proceso de producción
  - Mejorar las operaciones de los trabajadores
- d. Contar con información para que pueda de comunicada:
  - Transferir tecnología y habilidades.
  - Notificar al cliente de las mejoras que existen en el producto que va a obtener
  - Notificar internamente a los colaboradores de la empresa de las mejoras que se ha hecho.
  - Educar y entrenar.
  - Mejor moral
- e. Tener contribuciones sociales, con la finalidad de:
  - Garantizar la seguridad del cliente.
  - Control y prevención de la contaminación.
  - Seguridad con los colaboradores.

Etapas para el desarrollo la Estandarización de Procesos:

Para el desarrollo del proceso de estandarización se debe pasar por 6 etapas, para poder lograr la implementación de esta gran herramienta Lean. En primer lugar, se comienza por realizar un diagnóstico de la situación actual de la línea de fabricación a la cual se va a estudiar, posteriormente, se implementa un comité de estandarización en donde tiene como finalidad desarrollar las ideas de mejoras de cada proceso de la línea de producción y finalmente, se debe de terminar con la implementación del proceso con las mejoras que se han realizado y se han observado, el cual se documenta y se reparte a toda la organización. Como se puede observar en Figura 21.



*Figura 21:* Etapas para elaborar un proceso estandarizado. Desarrollar un proceso estandarizado. Elaboración Propia

**Describir el proceso actual:** Dentro de esta fase se debe describir las actividades y procesos que se están realizando dentro de la línea de producción que se va a estudiar, es importante detallar cada proceso para que así se pueda observar detalladamente que procesos no aportan valor para la línea de producción y que procesos si aportan valor. Es importante que dentro de esta fase podamos utilizar mapas o flujogramas. (UGTO.MEXICO)

**Idear una prueba del proceso:** Dentro de esta etapa se debe realizar una nueva forma de realizar los procesos, por ello es muy importante la colaboración de los colaboradores de la empresa, principalmente aquellos que están continuamente en la línea de producción, para ello se debe de implementar un comité de estandarización, que tiene como finalidad que los trabajadores con más experiencia puedan realizar mejoras en los procesos, debido a que ellos son los que tiene un conocimiento integral y pueden brindar mayores aportaciones en la mejora. (UGTO.MEXICO).

Posteriormente, el comité que está encargado de la estandarización procede a realizar la formulación potencial para realizar los trabajos en el proceso de producción, teniendo en consideración el feedback de los demás colaboradores. (UGTO.MEXICO).

Finalmente, después de la respuesta de los trabajadores, se vuelve a mejorar y se presenta a toda la organización para la ejecución de esta. (UGTO.MEXICO).

**Ejecutar y monitorear la prueba:** Después de definir la prueba del proceso, se sigue ejecutando el mismo, pero además se debe de monitorear de cómo se está realizando los procesos y tener en cuenta las mejoras que pueden surgir al momento de la

ejecución, es importante que el que esté monitoreando esta prueba de proceso, esté atento a los comentarios y feedback de los colaboradores y evaluarlos y si es conveniente agregarlos a la estandarización de los procesos. (UGTO.MEXICO).

Inspeccionar el Proceso: Después de la ejecución y monitoreo de la prueba que se ha realizado, se procede a la ejecución de este y se perfecciona con las aportaciones y conocimiento del comité de estandarización, es importante esta revisión debido a su experiencia en las actividades. (UGTO.MEXICO).

Dentro de esta etapa no solo se busca mejorar la manera en las que se realizan las actividades del proceso, sino también se busca en alguna manera simplificar los procesos y ser eficiente en las actividades realizadas en la línea de producción, con un único objetivo que es eliminar el desperdicio y optimizar la utilización de los recursos para reducir costos y mejorar la productividad de la fabricación. (UGTO.MEXICO).

Propagar el uso del proceso revisado: Después de realizar la definición y documentación oficial del nuevo estándar de cómo realizar los procesos, el paso siguiente es la propagación de la nueva metodología a todos los colaboradores de la empresa. (UGTO.MEXICO).

Para realizar este paso es necesario hacer capacitaciones y poder elaborar manuales de los procedimientos donde se explica detalladamente la nueva propuesta de estandarización. (UGTO.MEXICO).

Mantener y Mejorar el proceso: El último paso es la fase que busca mantener la metodología mejorada y se debe de tener una verificación constante para que todos los trabajadores cumplan esta nueva estandarización de procesos. Además, para lograr mejorar el proceso es vital incentivar a los trabajadores que encuentren más posibles formas de mejoras del trabajo y que lo comuniquen a las personas correspondientes, debido a que es una mejora constante, la calidad siempre se va mejorando al transcurrir el tiempo. (UGTO.MEXICO).

## Kaizen

Kaizen es un sistema orientado a la búsqueda de mejora continua de toda la empresa y sus miembros, de forma armoniosa y proactiva. Este sistema es una filosofía que comprende instrumentos de ingeniería, cuyo fin es optimar y acrecentar la producción de la empresa. (Gutiérrez, 2005)

Esta filosofía “tiene su origen en Japón, por el deseo de prevalecer sobre las grandes empresas mundiales e incluso sobre sus propios logros, de tal manera, que se alcance un nivel de vida adecuado para su población”. (Gutiérrez, 2005, pág. 243)

Masaaki Imai, el autor de este sistema, aclara que Kaizen, procede del término japonés KAI su significado es cambio y ZEN significa mejorar, es decir, Kaizen viene a ser un cambio para mejorar o “mejoramiento continuo”. Está conformado por un conjunto de acciones que tienen la finalidad de mejorar las etapas de productividad de la empresa. (Gutiérrez, 2005, pág. 243)

Para Masaaki Imai, toda empresa que quiera aplicar este sistema debe:

- Identificar que se tiene un problema.
- Establecer una formación establecida por equipos.
- Optimar los procesos humanos y productivos
- Asumir la responsabilidad de seguir la filosofía Kaizen.

Como se puede observar en la Figura 22.



Figura 22: Kaizen. Administración del control de la calidad. Gutierrez.



## El Ciclo del Kaizen

El ciclo Kaizen presenta las 4 etapas del ciclo de Deming, se refiere a:

Planear (Plan) “se refiere a la mejor forma de planear es delimitando y examinando la dimensión del problema, investigando las posibles causas, indagando la causa más importante y meditar sobre las soluciones” (Gutiérrez, 2005, pág. 286).

Hacer (Do), señala que “para conseguir este paso se debe poner en marcha las soluciones y abarcar a los afectados” (Gutiérrez, 2005, pág. 286).

Verificar (Check), se trata de “la comprobación, donde se van a examinar los resultados encontrados mediante de las herramientas estadísticas” (Gutiérrez, 2005, pág. 286).

Actuar (Act) “esta etapa ayuda a advertir sobre la incidencia del mismo problema. Aquí se señala que el resultado debe ser certificado, para conservar activo el plan de acciones” (Gutiérrez, 2005, pág. 286) .Ver Figura 23.

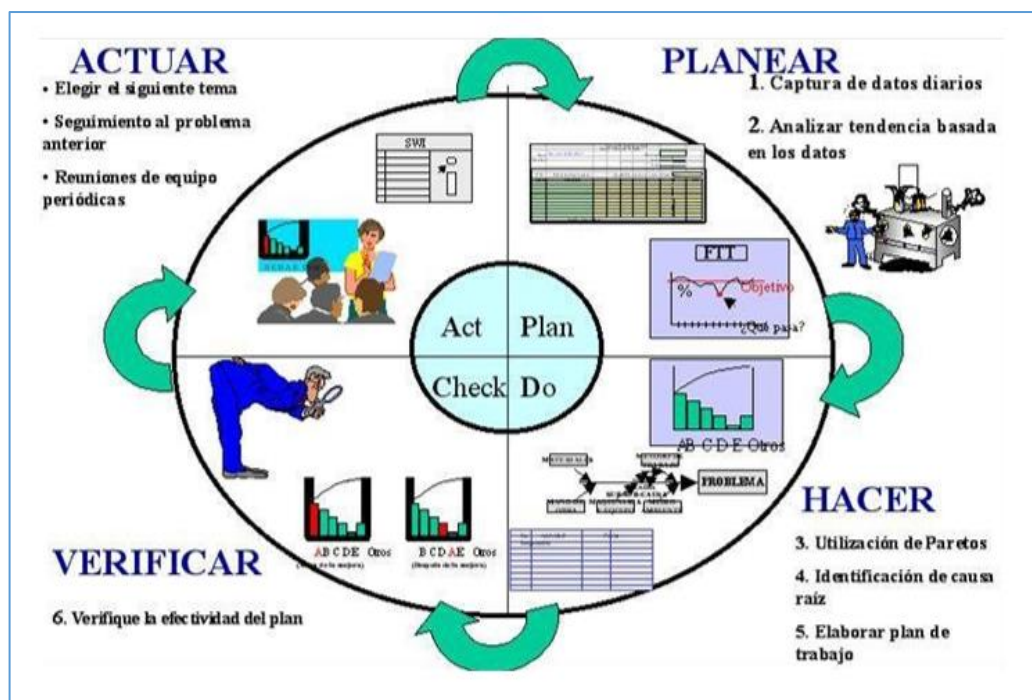


Figura 23: El ciclo de Kaizen: Administración del control de la calidad. Gutierrez.

## Implementación del Ciclo Kaizen

Para realizar la implementación del ciclo de Kaizen se deben considerar 7 pasos, que se describen a continuación:

**Planificar:** “Determina la situación actual mediante un diagnóstico que logra encontrar el problema a resolver y ver las áreas de qué va a hacer mejorado” (Vargas Quiñones & Aldana, 2011, pág. 58). Ver Figura 24.

<p><b>Paso 1: Identificar el área problema:</b></p>	<p>Se identifica el problema general a resolver, teniendo en cuenta que es imposible abarcar todos por limitaciones de tiempo y recursos. Luego de obtener los datos e información requerida, se define el área problema y se obtienen los datos para comprobar su importancia (Omachonu y Ross, 2014). En este paso, las técnicas que se pueden emplear incluyen el diagrama de Pareto, el histograma de verificación y el cuadro de control” (Gutiérrez Pulido, 2014).</p>
<p><b>Paso 2: Observar y descubrir las causas del problema:</b></p>	<p>En este paso se evalúa el estado actual del problema y los factores causantes del mismo. Se investiga las características del problema, se realiza la estratificación del indicador inicial del seguimiento y se formula el problema; se debe profundizar en las causas del problema mas no en sus síntomas, pues estos solo pueden ser eliminados si se ataca la causa (Omachonu y Ross, 2014; Gutiérrez Pulido, 2014).</p>
<p><b>Paso 3: Investigar cuál es la causa o el factor más importante:</b></p>	<p>Se determina la causa principal del problema previamente identificado en el paso 2 empleando el diagrama de causa-efecto, luego se analiza la causa originaria, se compara la posible causa con las causas reales, y se recaba más datos para comprobar que se ha detectado la causa verdadera del problema (Omachonu y Ross, 2014). También se debe interrelacionar las posibles causas para entender mejor la causa del problema y el efecto que tendrá en otros procesos interdependientes al solucionarlo” (Gutiérrez Pulido, 2014).</p>
<p><b>Paso 4: “Considerar las medidas remedio para las causas más importantes:</b></p>	<p>Para analizar las medidas remedio a tomar, se debe responder a preguntas ¿por qué? ¿para qué? ¿dónde? ¿cuánto tiempo? ¿cuánto costo? ¿quién lo hará? ¿cómo? También se tiene que analizar la forma en que se evaluarán las soluciones propuestas, elaborar el plan de implementación de las medidas, analizar los posibles efectos secundarios de las medidas remedio y adoptar otras medidas para contrarrestarlos (Gutiérrez Pulido, 2014). En este paso se debe realizar adicionalmente un análisis costo/beneficio para saber si la acción preventiva a realizar no será más costosa que dejar el problema sin resolver (Omachonu y Ross, 2014).</p>

*Figura 24:* Pasos 1,2,3 y 4 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones

**Hacer:** Es “el desarrollo de las acciones planeadas, para elaborar los indicadores y mecanismos de seguimiento” (Vargas Quiñones & Aldana, 2011, pág. 58). Ver Figura 25.

<p><b>Paso 5: Poner en práctica las medidas remedio</b></p>	<p>Se lleva a cabo la aplicación de las medidas remedio y se capacita a los afectados para que comprendan su importancia; se recomienda hacerlo a pequeña escala, a modo de ensayo. (Gutiérrez Pulido, 2014).</p>
-------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Figura 25:* Paso 5 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones

Verificar: “Se confronta el plan de los hechos actuales y se evalúa los indicadores y resultados” (Vargas Quiñones & Aldana, 2011, pág. 58). Ver *Figura 26*.

<b>Paso 6: Revisar los resultados obtenidos</b>	Se verifica si las medidas remedio dieron resultado, dejando funcionar el proceso durante un tiempo prudente, y se compara la situación previa y la nueva, así como también se evalúa el impacto directo de la solución en términos monetarios (Gutiérrez Pulido, 2014).
-------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Figura 26:* Paso 6 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones  
Actuar: “Se establecen correcciones y se estandarizan los nuevos procedimientos para garantizar la continuidad de los resultados” (Vargas Quiñones & Aldana, 2011, pág. 58). Ver *Figura 27*.

<b>Paso 7: Prevenir la recurrencia del problema</b>	Este paso consiste en estandarizar las soluciones, los procedimientos y los documentos; se comunican las medidas preventivas y se entrena y capacita a los responsables, haciendo uso de herramientas estadísticas, métodos de prevención y monitoreo y haciendo una lista de beneficios tangibles e intangibles logrados con el plan de mejora. Si las medidas no funcionan, se debe repasar lo hecho y volver a empezar desde el paso 1, así como verificar el correcto cumplimiento de las medidas en el paso 5 (Gutiérrez Pulido, 2014).
-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Figura 27:* Paso 7 de Kaizen. Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Quiñones

## 2.4 Definición de términos básicos

**Aplicar:** Poner en funcionamiento o aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo. (Real Academia Española, 2001)

**Fabricación:** Es la secuencia de etapas del proceso por las cuales atraviesa la materia prima para transformarse en un producto final. Cada una de las etapas realiza diferentes operaciones en la materia y entrega el resultado. (Checa Rojas & Rojas Alvarado, 2013)

**Flujo:** La realización progresiva de todas las tareas a lo largo del flujo de valor, a fin de que un producto avance desde el diseño hasta el lanzamiento a producción, desde el pedido a la entrega, y desde la materia prima hasta que llega a manos del

consumidor, sin interrupciones, deshechos, ni movimientos en sentido contrario al del flujo. (Jones & Womack, 1990, pág. 443)

Incrementar: aumentar, dar mayor extensión. (Real Academia Española, 2001)

Mejorar: “La mejora de los procesos en el negocio que pueden ser mejorados, obteniendo un entendimiento de los procesos eficientes y eficaces, ayuda a la organización a crecer y expandirse.” (Figuerola, Mejora de Procesos, 2014)

Muda: “Toda actividad que consume recursos sin crear valor” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 157)

Proceso: “Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.” (Real Academia Española, 2001)

Reducir: “Disminuir o aminorar procesos que no son necesarios para una producción” (Figuerola, Mejora de Procesos, 2014)

Tiempo de ciclo: es “el tiempo que transcurre desde el inicio hasta el final de una operación. En otras palabras, es el tiempo necesario para completar las operaciones sobre un producto en cada estación de trabajo” (Hernández & Vizán, 2013, pág. 164).

Trabajo estándar: Una descripción precisa de cada actividad de trabajo, incluyendo tiempo de ciclo y takt time, la secuencia de cada actividad y la cantidad mínima de inventario de piezas a la mano para realizar la operación. Es considerada una actividad fundamental para el desarrollo de la fabricación esbelta. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 162)

## 2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

“Un mapa conceptual es una representación bidimensional de un conjunto de conceptos y sus relaciones entre sí. Se trata, por tanto, de un recurso esquemático constituido conjuntos de significados conceptuales.” (del Carmen Sánchez, Angustias Cubero, Miguel, Vicente Crespo, & Campos, 2006)

A continuación, se muestra los fundamentos teóricos empleados para solucionar los problemas específicos, ver Figura 28.

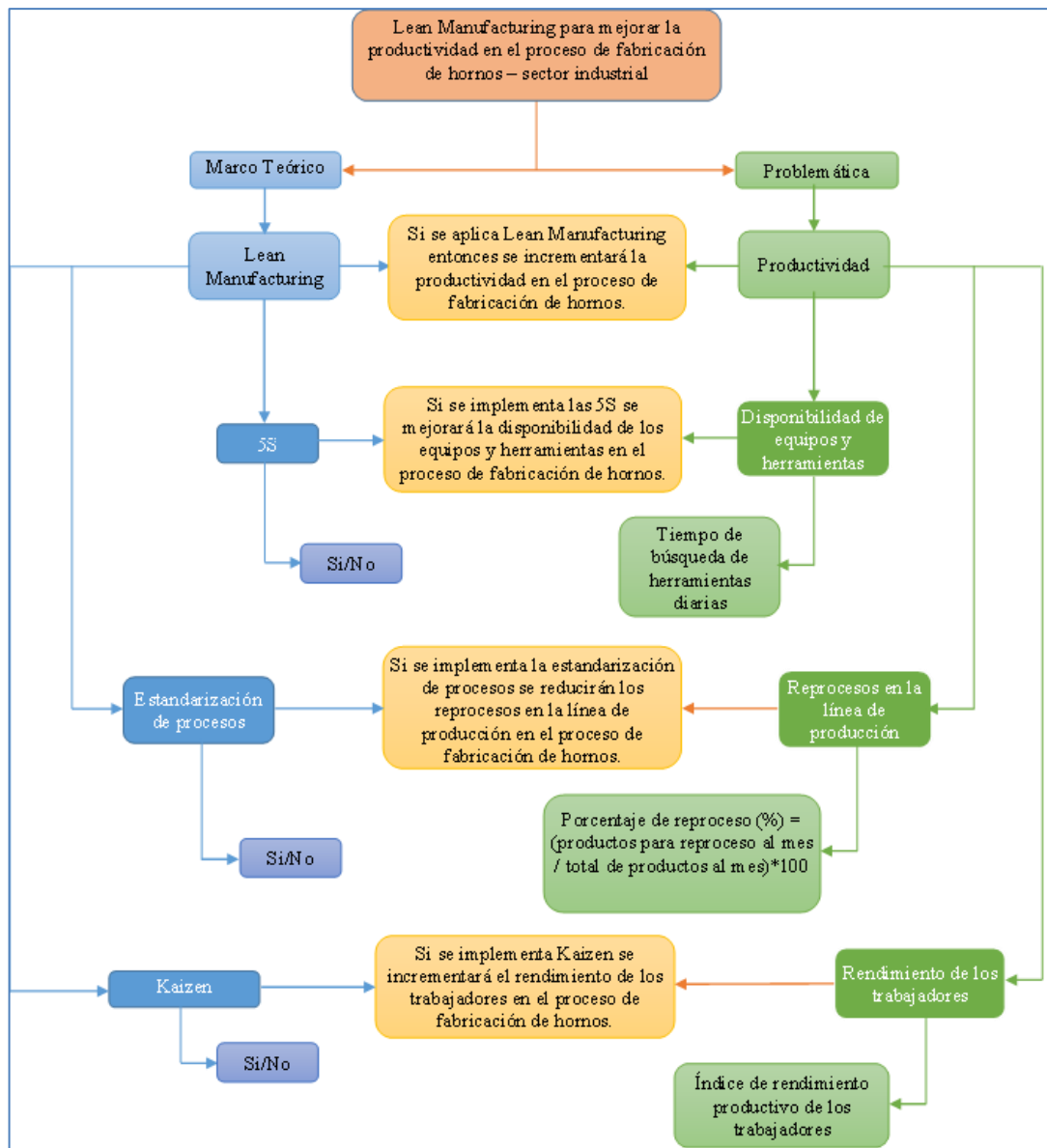


Figura 28: Mapa conceptual del marco teórico. La empresa de investigación. Elaboración propia

## 2.6 Hipótesis

### 2.6.1 Hipótesis general

Si se aplica Lean Manufacturing entonces se incrementará la productividad en el proceso de fabricación de hornos.

### 2.6.1 Hipótesis específicas

- a) Si se implementa las 5S se mejorará la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos.

- b) Si se implementa la estandarización de procesos se reducirán las piezas defectuosas en la línea de producción en el proceso de fabricación de hornos.
- c) Si se implementa Kaizen se incrementará el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.

## 2.7 Variables

- Independiente
  - ✓ *Manufactura esbelta*
  - ✓ 5s
  - ✓ Estandarización de procesos
  - ✓ Kaizen
- Dependiente
  - ✓ *Productividad*
  - ✓ Disponibilidad de herramientas
  - ✓ Piezas defectuosas
  - ✓ Rendimiento de los trabajadores
- Indicadores
  - ✓ Tiempo de búsqueda de herramientas por lote
  - ✓ Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote
  - ✓ Tiempo de ensamble por horno
- Matriz de Operacionalización

Las variables independientes como las variables dependientes y sus indicadores, presentadas anteriormente permitieron trasladar el marco metodológico en un plan de acción, donde se pudo determinar en detalle el método a través del cual cada una de las variables serán medidas y analizadas. En el Anexo 02 se muestra la matriz de operacionalización utilizada para el estudio de la investigación.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Enfoque, Tipo, nivel y diseño de la investigación

- ✓ Enfoque nivel / Enfoque de la investigación

Según el enfoque cuantitativo: “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 4)

El trabajo de investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo ya que utiliza la recolección de datos y su respectivo análisis con la finalidad de medir el incremento de la productividad en Indunox Perú S.A.C.

- ✓ Tipo de la investigación:

“La investigación aplicada es el tipo de investigación que está interesada en la aplicación de los conocimientos a la solución de un problema práctico inmediato”. (Calderón Saldaña & Alzamora De Los Godos Urcia, 2010)

El trabajo de investigación utiliza una investigación de tipo aplicada, debido a que se aplica conocimientos de otras investigaciones como las 5s, estandarización de procesos y kaizen, con el fin de mejorar la disponibilidad de las herramientas, las piezas defectuosas e incrementar el rendimiento de los trabajadores.

- ✓ Nivel de la investigación:

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué

ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

Por lo anteriormente definido, el trabajo de investigación cumple con las características de ser del nivel Explicativa, ya que busca establecer la relación causa efecto en la solución de la problemática identificada.

✓ Diseño de la investigación:

El diseño cuasi-experimental es una investigación que posee todos los elementos de un experimento, excepto que los sujetos no se asignan aleatoriamente a los grupos. En ausencia de aleatorización, el investigador se enfrenta con la tarea de identificar y separar los efectos de los tratamientos del resto de factores que afectan a la variable dependiente. (Pedhazur Elazar & Pedhazur Schmelkin, 1991, pág. 277)

El trabajo de investigación tendrá un diseño de investigación experimental de tipo cuasi-experimental porque se implementan las variables independientes (5s, estandarización de procesos y kaizen) para ver su efecto sobre las variables dependientes (tiempo de búsqueda de herramientas por lote, las piezas defectuosas en la línea de producción y rendimiento de los trabajadores) dentro de una situación controlada por el investigador. Para esto se analizan las variables antes y después de la implementación.

### 3.2 Población y muestra

- Definiciones

#### Población

La población de estudio para este trabajo de investigación se aplica por cada variable dependiente estudiada. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014): “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.



En la investigación desarrollada, se consideró como población de estudio a las órdenes de fabricación ejecutadas y registradas dentro del sistema de producción, involucradas dentro de la línea de producción de fabricación de hornos en la empresa Indunox. La población es conformada por todos lotes de producción de todos los productos industriales de cocina que fabrica la empresa Indunox. Los cuales son: Hornos, cocinas, repisas, mesas, campanas, extractores, lavaderos y freidoras. La población utilizada tendrá un criterio probabilístico y una población finita.

La muestra por considerar en este trabajo de investigación se aplica por cada variable dependiente estudiada. El concepto de (Bernal Torres, 2010) para una muestra:

“Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán y aplicarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio” (pág. 161).

La muestra para considerar en la investigación se enfoca en la línea de fabricación de hornos, debido a que es la producción más representativa y compleja de la empresa, la cual muestra la realidad de los procesos que se tiene, en la muestra pre para 6 lotes desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022. La muestra para considerar en la investigación se enfoca en la línea de fabricación de hornos, en la muestra post para 4 lotes desde mayo del 2022 hasta setiembre del 2022.

A continuación, se delimitan la población, muestra pre y post por cada variable dependiente con su respectivo indicador.

- Disponibilidad de herramientas – Tiempo de búsqueda de herramientas por lote
- ✓ Población: La población delimitada para la investigación de esta variable es el tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción de la empresa.

- ✓ Muestra Pre Test: La muestra seleccionada para la investigación de esta variable es el tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción de la empresa, que pertenece al sector metalmecánico, los datos se toman desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022 cuya cantidad son 6 datos.
- ✓ Muestra Post Test: La muestra seleccionada para la investigación de esta variable es el tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción de la empresa, que pertenece al sector metalmecánico, desde mayo del 2022 hasta setiembre del 2022 cuya cantidad son 4 datos.
- Piezas defectuosas – Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote
  - ✓ Población: La población delimitada para la investigación de esta variable son las piezas defectuosas en el área de producción de la empresa-
  - ✓ Muestra Pre Test: La muestra seleccionada para la investigación de esta variable son las piezas defectuosas en el área de producción de la empresa, que pertenece al sector metalmecánico, desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022, cuya cantidad son 6 datos.
  - ✓ Muestra Post Test: La muestra seleccionada para la investigación de esta variable son las piezas defectuosas en el área de producción de la empresa, que pertenece al sector metalmecánico, desde mayo del 2022 hasta setiembre del 2022, cuya cantidad son 4 datos.
- Rendimiento de los trabajadores – Tiempo de ensamble por horno
  - ✓ Población: La población delimitada para la investigación de esta variable es el rendimiento de los trabajadores en el área de soldado de la empresa.
  - ✓ Muestra Pre-Test: La muestra seleccionada para la investigación de esta variable es el rendimiento de los trabajadores en el área de soldado de la empresa, que pertenece al sector metalmecánico, desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022, cuya cantidad son 6 datos.

- ✓ Muestra Post Test: La muestra seleccionada para la investigación de esta variable es el rendimiento de los trabajadores en el área de soldado de la empresa que pertenece al sector metalmeccánico, desde mayo del 2022 hasta setiembre del 2022, cuya cantidad son 4 datos.

En la Tabla N° 04 se puede observar un cuadro con lo anteriormente descrito de la población y muestra.

Tabla N° 04  
Población y Muestra PRE y POST por cada una de las variables

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Población del estudio</b>	<b>Muestra PRE</b>	<b>Muestra POST</b>
Disponibilidad de herramientas	Tiempo de búsqueda de herramientas por lote	Tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción	Tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022	Tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción desde mayo del 2022 hasta agosto del 2022
Piezas defectuosas	Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote	Piezas defectuosas en el área de producción	Piezas defectuosas en el área de producción desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022	Piezas defectuosas en el área de producción desde mayo del 2022 hasta agosto del 2022
Rendimiento de los trabajadores	Tiempo de ensamble por horno	El rendimiento de los trabajadores en el área de soldado	El rendimiento de los trabajadores en el área de soldado desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022	El rendimiento de los trabajadores en el área de soldado desde mayo del 2022 hasta agosto del 2022

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Definiciones:

Técnica: Según concepto las técnicas de investigación “son el conjunto de herramientas, procedimientos e instrumentos utilizados para obtener información y conocimiento”. (Editorial Etecé, 2022)

Instrumento: “El instrumento de recolección de datos está orientado a crear las condiciones para la medición.”. (Hernández Mendoza & Duana Ávila, 2020)

Observación directa: “La observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

Análisis documental: “El análisis documental es un trabajo mediante el cual por un proceso intelectual extraemos unas nociones del documento para representarlo y facilitar el acceso a los originales”. (Rubio Liniers)

Validez: “validez de un estudio son la forma de realizar las mediciones; así, todo investigador tiene que asegurarse que las mediciones sean apropiadas para los objetivos del estudio, que estén en consonancia con lo conocimiento universal”. (Villasís Keever, Márquez González, Zurita Cruz, Miranda Novales, & Escamilla Núñez, 2018)

Confiabilidad: “Los resultados de un estudio pueden considerarse confiables cuando tienen un alto grado de validez, es decir, cuando no hay sesgos. Sin embargo, este término se utiliza más cuando se están desarrollando instrumentos”. (Villasís Keever, Márquez González, Zurita Cruz, Miranda Novales, & Escamilla Núñez, 2018)

Registro de piezas defectuosas: “Un formato en el cual se pueden recolectar los datos y se pueden registrar en forma uniforme, su utilidad consiste en ofrecer una revisión clara y objetiva.” (Tamayo, 2004)

Registro de observación: “Un formato en el cual se pueden recolectar los datos y se pueden registrar en forma uniforme, su utilidad consiste en ofrecer una revisión clara y objetiva de los hechos” (Tamayo, 2004)

A continuación, se presenta las técnicas y los instrumentos que se emplearon para cada una de las Variables Dependientes planteadas en esta investigación.

### 3.3.1 Técnicas e instrumentos

A continuación, se presenta las técnicas y los instrumentos que se emplearon para cada una de las Variables Dependientes planteadas en esta investigación.

- Primera variable dependiente: Disponibilidad de herramientas – Tiempo de búsqueda de herramientas por lote
  - ✓ Técnica: La técnica a utilizar para esta variable es la observación directa.
  - ✓ Instrumento: El instrumento a utilizar es el registro de observación del tiempo de búsqueda de herramientas.
  
- Segunda variable dependiente: Piezas defectuosas – Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote
  - ✓ Técnica: La técnica a utilizar para esta variable es el análisis documental.
  - ✓ Instrumento: El instrumento a utilizar es el registro de piezas defectuosas en el área de producción.
  
- Tercera variable dependiente: Rendimiento de los trabajadores – Tiempo de ensamble por horno
  - ✓ **Técnica:** La técnica a utilizar para esta variable es la observación directa.
  - ✓ Instrumento: El instrumento a utilizar es el registro de observación del tiempo de ensamble. Ver Tabla N°05.

Tabla N°05  
Técnicas e instrumentos

Variable Dependiente	Indicador	Técnica	Instrumento
Disponibilidad de herramientas	Tiempo de búsqueda de herramientas por lote	Observación directa	Registro de observación del tiempo de búsqueda de herramientas
Piezas defectuosas	Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote	Análisis documental	Registro de piezas defectuosas en el área de producción
Rendimiento de los trabajadores	Tiempo de ensamble por horno	Observación directa	Registro de observación del tiempo de ensamble

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2 Criterios de validez y confiabilidad

A continuación, se presenta los criterios de validez y confiabilidad que se emplearon para cada una de las Variables Dependientes planteadas en esta investigación.

Para las tres variables del presente estudio:

- Primera variable dependiente: Disponibilidad de herramientas – Tiempo de búsqueda de herramientas por lote
  - Segunda variable dependiente: Piezas defectuosas – Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote
  - Tercera variable dependiente: Rendimiento de los trabajadores – Tiempo de ensamble por horno
- 
- Criterio de validez del instrumento: Será validada mediante la aprobación de la empresa.
  - Criterio de confiabilidad del instrumento: Será validada mediante la aprobación de la empresa.

### 3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos

Mediante la observación directa se reconocerá el contexto en el que se encuentra la empresa en estudio respecto a los problemas detectados en el proceso de producción, se empezará a realizar la toma de tiempo de búsqueda de herramientas mediante la técnica de observación directa, para tomar un registro de información y buscar optimizar el área dispuesta.

Luego en la siguiente variable se procederá a las anotaciones de la toma de tiempos que el operario demora en realizar el ensamblaje, el cual también será ingresado a un registro de información a través del programa Microsoft Excel para obtener el tiempo del antes y después de la implementación en el área de soldado.

Por último, con el análisis documental se controlará el porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote en el área de producción realizando un registro de información en el área de producción.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, la recolección de datos se obtendrá mediante las técnicas de observación directa para dos variables y análisis documental para una variable, teniendo como instrumentos el registro de observación del tiempo de búsqueda de herramientas, registro de piezas defectuosas en el área de producción y el registro de observación del tiempo de ensamble.

En la Tabla N°06 se muestran las técnicas a emplear en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizar para cada una de ellas.

Tabla N°06  
Técnicas e instrumentos

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Disponibilidad de herramientas	Tiempo de búsqueda de herramientas por lote	Observación directa	Registro de observación del tiempo de búsqueda de herramientas
Piezas defectuosas	Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote	Análisis documental	Registro de piezas defectuosas en el área de producción
Rendimiento de los trabajadores	Tiempo de ensamble por horno	Observación directa	Registro de observación del tiempo de ensamble

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Descripción de procedimientos de análisis

Con las variables y sus indicadores ya establecidos anteriormente, permite medir, analizar y verificar los datos, y así obtener la información suficiente y necesaria para el análisis de los resultados de la investigación. Para ello se desarrolló la matriz de análisis de datos que se muestra a continuación (Ver Tabla N° 07).

Tabla N° 07:  
Matriz de Análisis de datos

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Estadísticos descriptivos</b>	<b>Análisis inferencial</b>
Disponibilidad de herramientas	Tiempo de búsqueda de herramientas por lote	Escala de Razón	Tendencia central (Media Aritmética)	T de Student de muestras independientes
Piezas defectuosas en la línea de producción	Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas	Escala de Razón	Tendencia central (Media Aritmética)	T de Student de muestras independientes
Rendimiento de los trabajadores	Tiempo de ensamble por horno	Escala de Razón	Tendencia central (Media Aritmética)	T de Student de muestras independientes

Fuente: Elaboración propia



## Capítulo IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados

En este capítulo se presentan los resultados del trabajo de investigación de la aplicación de Lean Manufacturing con la finalidad de incrementar la productividad en la fabricación de hornos.

#### Generalidades

La empresa Indunox Perú S.A.C. se dedica a la fabricación y comercialización de equipos gastronómicos industriales de acero inoxidable, perteneciente al rubro de manufactura:

- ✓ Misión: Brindar productos gastronómicos de calidad para satisfacer a nuestros clientes contribuyendo con el inicio o crecimiento de su negocio.
- ✓ Visión: Ser reconocida como una empresa líder que cumple con las expectativas de sus clientes en todo el territorio peruano.

#### Producto

Fabrican diversos productos industriales de acero inoxidable, como son mesas, estantes, lavaderos, cocinas, campana extractora, freidoras, planchas, hornos, entre otros. Estos productos se realizan según los requerimientos del cliente en medidas, calidades y espesor de plancha. En la investigación se centró en la fabricación de los hornos que son de tamaño y calidad estándar.

En la empresa son muchas las causas que provocan que la productividad no sea la esperada, se realizó la

Tabla N°08 de valoración para enfocarlos en las problemáticas más importantes, que es la siguiente:

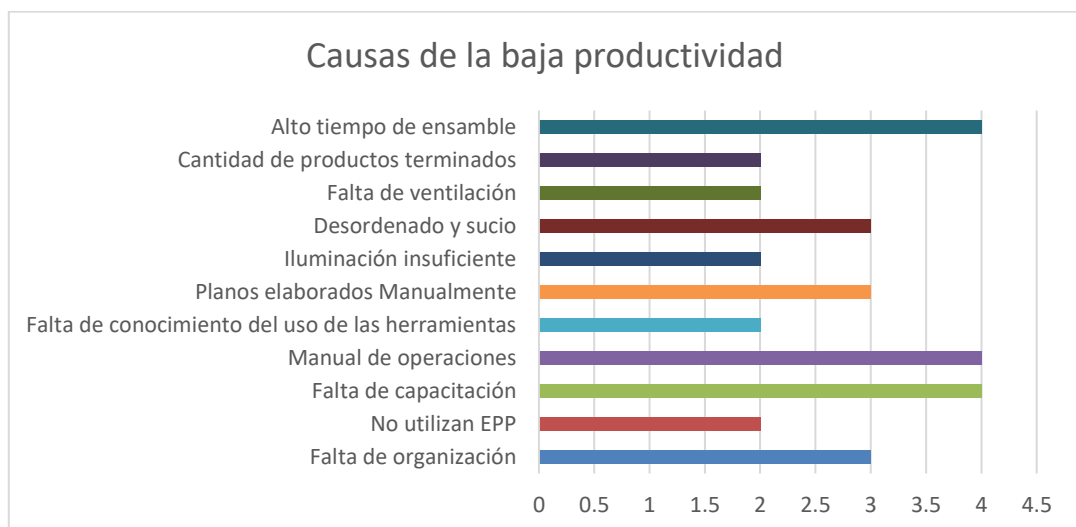
Tabla N°08:

Valoración de criterios.

Valoración	Significado
1	Nada importante
2	Poco importante
3	Muy importante
4	Esencial

Fuente: Propia

Se tomó en consideración las causas que son muy importantes y esenciales para la propuesta de solución ante esas problemáticas, que serían el alto tiempo de ensamble, el manual de operaciones, la falta de capacitación, que el área de producción esta desordenada y sucia, los planos están elaborados manualmente y la falta de organización de las herramientas como se observa en la siguiente Figura 29.



*Figura 29:* Causas de la problemática. La empresa de investigación. Elaboración propia

Se analizaron las problemáticas y se concluyó que la falta de organización de herramientas y que el ambiente este desordenado y sucio afecta a que los operarios pierden mucho tiempo en la búsqueda de las herramientas.

Los operarios al finalizar sus actividades suelen dejar las herramientas en el lugar donde realizo la última actividad, al no haber un lugar establecido para las herramientas y un debido orden, las herramientas se pierden con frecuencia.

El operario recorre un trayecto largo al encontrar una herramienta ya que se consultan entre operarios del lugar de la herramienta, una o dos veces e incluso hay casos en los que van ambos a la búsqueda.

La falta de capacitación y la falta de un manual de operaciones causa que los operarios realizan las funciones bajo su propio criterio, sin tener en consideración la manera más eficiente de realizar sus labores, los operarios realizan sus actividades de manera intuitiva y con lo que han aprendido a lo largo de su trayectoria, sin embargo, esta metodología de trabajo muchas veces no es la adecuada.

Los operarios que están muy acostumbrados a realizar sus funciones operarias basándose en su experiencia a lo largo del tiempo y criterio, sin tener una estandarización en sus operaciones y actividades, en donde cada uno toma sus propias decisiones en sus labores.

Además, las maquinas guillotina y plegadora no tienen un manual de operaciones, lo que provoca que los operarios no saben accionar las maquinas.

Por último, el tiempo de ensamble y los planos elaborados manualmente por el jefe de planta causan que los operarios no tengan una guía o un plano en donde se indique en donde es el lugar indicado para soldar y en qué lugar tienen que estar cada pieza de refuerzo, lo que disminuye el rendimiento de los trabajadores.

Dando como resultado que los operarios en plenas labores, esté preguntando siempre al jefe de planta en donde es el lugar indicado de colocar cada pieza y en donde se debe soldar. Las causas mencionadas anteriormente se pueden observar en la siguiente Figura 30.

falta de organización	falta de capacitación	Alto tiempo de ensamble
desordenado y sucio	Manual de operaciones	Planos elaborados manualmente
↓	↓	↓
disponibilidad de herramientas	piezas defectuosas	rendimiento de los trabajadores

*Figura 30:* Causa raíz de las problemáticas. La empresa de investigación. Elaboración propia

Para atacar estas 3 problemáticas que afectan en gran magnitud la productividad en la fabricación de hornos, se implementaron 3 herramientas de Lean Manufacturing que son las 5s, el trabajo estandarizado y kaizen.

- Primer Objetivo: Implementar las 5S para mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos

✓ Situación PRE-TEST – Antes

Dentro de la empresa la línea de producción no cuenta con un debido orden y limpieza de sus ambientes de producción, los operarios pierden mucho tiempo en la búsqueda de materiales de las herramientas de sus labores, debido al gran desorden que cuenta la línea de producción, además, las herramientas no cuentan con un sitio estandarizado para almacenarlas.

Los operarios al finalizar sus actividades suelen dejar las herramientas en el lugar donde realizo la última actividad, al no haber un lugar establecido para las herramientas y un debido orden, las herramientas se pierden con frecuencia.

Al tener las herramientas completamente desordenadas y no con una buena disponibilidad, los operarios desperdician mucho tiempo buscándolas y recolectándolas, además cuando los operarios requieren guardar sus herramientas después de sus actividades laborales lo único que realizan es colocarlas en un espacio de la planta donde todo está desordenado.

El operario recorre un trayecto largo al encontrar una herramienta ya que se consultan entre operarios del lugar de la herramienta, una o dos veces e incluso hay casos en los que van ambos a la búsqueda.

Además, ha sucedido que el operario no recuerda donde dejó la herramienta, o puede pasar que otro operario tome la herramienta del lugar. En este caso se complica más el asunto ya que se tendría que ir a consultar a los demás operarios distrayéndolo de sus actividades.

Esta búsqueda de herramientas no solamente retrasa el tiempo de producción de los hornos, sino también crea un clima de estrés y mal humor entre los colaboradores; debido al no poder encontrar las herramientas, la mayoría de las veces los trabajadores convierten el ambiente muy tenso, y empiezan a estar de mal humor los operarios. Y como consecuencia a este estrés y desconcentración se podría producir algún accidente con alguno de los operadores, hasta el momento no ha pasado ningún accidente por esta causa.

Uno de los riesgos que se tiene mapeados debido a la desorganización de las herramientas que utilizan los trabajadores, es el no correcto uso de las herramientas, al no encontrar una herramienta adecuada un trabajador, opta la mayoría de las veces darse por rendido y utilizar otra herramienta que no tiene la finalidad de uso de la herramienta que estaba buscando.

Este mal uso de herramientas puede producir un accidente en un futuro, porque cada herramienta está diseñada para un uso específico, y si no se utilizan de la manera correcta esta herramienta puede colapsar.

Al no almacenar de manera correcta y adecuada las herramientas en el lugar que corresponde, hay una gran posibilidad que pueda causar un accidente en el área de trabajo, porque al realizar esta mala práctica de dejar las herramientas por cualquier lado, puede causar un accidente laboral a otro compañero, como por ejemplo si alguien deja en el suelo una herramienta, puede causar una caída a uno de los operarios que pase por ese lugar.

Es por esto la importancia de poder mejorar esta problemática de la empresa, debido a que no solamente mejoramos la productividad en la línea de producción de hornos, sino también de manera indirecta se mejora la seguridad en el área de trabajo. Se creará un ambiente más ordenado.

✓ Muestra PRE – TEST Antes

En la evaluación del tiempo de búsqueda de herramientas, se obtuvieron 6 muestras que fueron tomadas en la línea de producción de hornos en la empresa Indunox. Para poder analizar de manera más detallada se tomó tiempo de las herramientas que se utilizan en cada uno de los procesos.

La primera muestra PRE se realizó en el mes de mayo del 2021, la segunda se realizó en el mes de julio del 2021, la tercera se realizó en el mes de agosto del 2021, la cuarta se realizó en el mes de septiembre del 2021, la quinta se realizó en el mes de enero del 2022, la sexta se realizó en el mes de marzo del 2022. Los resultados del tiempo de búsqueda de herramientas fueron los siguientes: Ver Figura 31, Figura 32, Figura 33, Figura 34, Figura 35, *Figura 36*

LOTE 1		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	7.6
	PLÚMON	4.2
	REGLA L	3.8
2	WINCHA	3.3
3	PLUMON	8.4
	GRAMIL	3.3
	WINCHA	4.8
	ESCUADRA	5.7
4	PIQUETERA	8.7
5	WINCHA	3.3
	ESCUADRA	5.7
6	BROCAS	9.8
7	WINCHA	4.3
	ALICATE C	6.9
	ALICATE DE PRESIÓN	4.6
	DESARMADORES	4.8
	LLAVES	5.9
	LLAVE FRANCESA	6.7
SUMA		101.8

*Figura 31:* Primera muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

LOTE 2		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	4.4
	PLÚMON	3.4
	REGLA L	5.2
2	WINCHA	1.8
3	PLUMON	5.1
	GRAMIL	7.2
	WINCHA	9.9
	ESCUADRA	6.9
4	PIQUETERA	8.6
5	WINCHA	3.1
	ESCUADRA	6.9
6	BROCAS	9.9
	WINCHA	5.1
7	ALICATE C	4.2
	ALICATE DE PRESIÓN	6.5
	DESARMADORES	7.8
	LLAVES	7.9
	LLAVE FRANCESA	4.8
<b>SUMA</b>		108.7

Figura 32: Segunda muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

LOTE 3		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	8.9
	PLÚMON	4.7
	REGLA L	2.8
2	WINCHA	2.2
3	PLUMON	6.4
	GRAMIL	4.8
	WINCHA	7.5
	ESCUADRA	7.1
4	PIQUETERA	6.2
5	WINCHA	3.4
	ESCUADRA	7.1
6	BROCAS	10.2
7	WINCHA	3.2
	ALICATE C	3.7
	ALICATE DE PRESIÓN	7.2
	DESARMADORES	6.4
	LLAVES	5.5
LLAVE FRANCESA	9.4	
<b>SUMA</b>		106.7

Figura 33: Tercera muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

LOTE 4		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	6.8
	PLÚMON	6.1
	REGLA L	4.2
2	WINCHA	1.4
3	PLUMON	4.2
	GRAMIL	5.7
	WINCHA	4.9
	ESCUADRA	5.8
4	PIQUETERA	7.4
5	WINCHA	2.4
	ESCUADRA	5.8
6	BROCAS	10.8
	WINCHA	3.8
7	ALICATE C	8.6
	ALICATE DE PRESIÓN	7.9
	DESARMADORES	9.7
	LLAVES	9.6
	LLAVE FRANCESA	10.2
<b>SUMA</b>		115.3

Figura 34: Cuarta muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

LOTE 5		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BÚSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	9.4
	PLÚMON	4.2
	REGLA L	5.5
2	WINCHA	2.5
3	PLUMON	9.2
	GRAMIL	8.5
	WINCHA	2.9
	ESCUADRA	6.3
4	PIQUETERA	8.2
5	WINCHA	2.6
	ESCUADRA	6.3
6	BROCAS	10.5
7	WINCHA	4.5
	ALICATE C	5.7
	ALICATE DE PRESIÓN	6.2
	DESARMADORES	12.2
	LLAVES	4.9
	LLAVE FRANCESA	7.5
<b>SUMA</b>		<b>117.1</b>

Figura 35: Quinta muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

LOTE 6		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BÚSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	7.1
	PLÚMON	4.6
	REGLA L	3.1
2	WINCHA	1.5
3	PLUMON	3.3
	GRAMIL	6.2
	WINCHA	9.8
	ESCUADRA	7.4
4	PIQUETERA	5.6
5	WINCHA	2.4
	ESCUADRA	7.4
6	BROCAS	13.3
7	WINCHA	3.5
	ALICATE C	6.7
	ALICATE DE PRESIÓN	3.9
	DESARMADORES	7.8
	LLAVES	6.8
	LLAVE FRANCESA	11.4
<b>SUMA</b>		<b>111.8</b>

Figura 36: Sexta muestra PRE detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

Después de haber analizado las 6 muestras PRE, se tiene como resumen de las muestras la siguiente Tabla N°09.

Tabla N°09

Muestra PRE TEST de tiempo de búsqueda de herramientas (min)

Fecha	Lotes	Suma
<b>Mar-21</b>	Lote 1	101.8
<b>May-21</b>	Lote 2	108.7
<b>Jul-21</b>	Lote 3	106.7



Fecha	Lotes	Suma
Oct-21	Lote 4	115.3
Ene-22	Lote 5	117.1
Mar-22	Lote 6	111.8

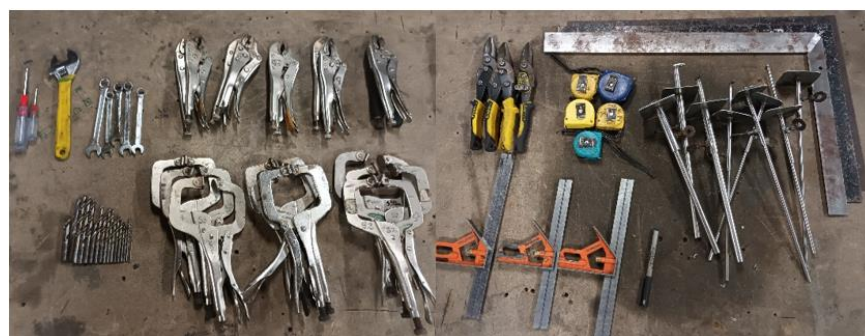
Fuente: La empresa de estudio.

✓ Aplicación de la Variable Independiente

En la empresa el 1 de abril del 2022 se realizó una charla a los colaboradores del área de producción, al jefe de planta y los 8 operarios. Esta charla empezó con la introducción y explicación de la implementación de las 5s para mejorar la disponibilidad de herramientas y también se mencionaron los beneficios que proveería su aplicación. Se establecieron los roles que cada uno debe cumplir en el proceso y se les capacitó de acuerdo a ello.

La primera S: Eliminar – Seiri

En este primer paso, 2 operarios que tienen la función de ayudantes, recolectaron todas las herramientas y las reunieron en la mesa. Las organizaron por el tipo de herramienta, con la supervisión del jefe de planta. Después de ello se identificaron cuáles son las necesarias e innecesarias como se observa en Figura 37 y Figura 38.



*Figura 37:* Herramientas necesarias. La empresa de investigación. Elaboración propia



*Figura 38:* Herramientas innecesarias La empresa de investigación. Elaboración propia

Al finalizar, se agruparon todas las herramientas innecesarias para detectar la razón por la cual tienen esta característica, ya sea porque no se necesita, esta defectuoso, es desperdicio, es de uso desconocido, contaminante u otros.

Posterior a ello, el jefe de planta evaluó cada una de ellas para destinar cual es la forma de desecho, para tirar, vender, mover a otro almacén, devolución al proveedor u otros. En la Tabla N°10 se observa lo descrito anteriormente.

Tabla N°10

Razón y forma de desecho de las herramientas innecesarias.

Herramientas	Cantidad	Razón	Forma de desecho
Plumón	1	Defectuoso	Tirar
Gramil	2	Defectuoso	Tirar
Escuadra	1	Defectuoso	Tirar
Tijera	2	No se necesita	Otros: donar
Brocas	5	Material de desperdicio	Vender
Alicate c	3	Defectuoso	Tirar
Llaves	2	Defectuoso	Tirar

Fuente Propia

La segunda S: Ordenar – Seiton

Se destinaron los lugares adecuados para las herramientas considerando tres criterios importantes, que son los siguientes:

1. Las herramientas deben estar cerca al área de trabajo.
2. Establecer la posición de la herramienta según su frecuencia de uso.
3. La herramienta debe ser visible.

En el área de soldado se colocaron 3 gavetas, una para cada soldador ya que ellos se mantienen en su área de trabajo. Se les entrego sus herramientas personales que se puede observar en la Tabla N°11 y se organizó las herramientas en cada gaveta junto con los soldadores.

Tabla N°11  
Herramientas para el área de soldado.

Proceso	Herramientas
Soldado	Wincha
	Alicate c
	Alicate de presión
	Desarmadores
	Llaves
	Llave francesa

Fuente: Propia

Los procesos de trazado de plancha, corte de plancha, trazado de pieza, corte de pieza, plegado de pieza y taladrado lo realizan los 3 ayudantes que tienen la función de habilitar las piezas.

Se realizó un tablero para colocar las herramientas, cerca al área de trazado. Para establecer un espacio o un lugar que le corresponda a cada herramienta. En donde se colocaron las winchas, plumones, la regla L y la piqueta.

En el almacén se encontraba un mueble que estaba destinado a ser regalado. Se reutilizó como casilleros para almacenar las herramientas, se etiquetó debidamente con el nombre de la herramienta para la identificación y delimitación del espacio y se colocaron los gramiles y las escuadras.

El proceso de taladrado se realiza con el taladro de columna, en el cual se colocó dos estuches, uno destinado a brocas útiles y otro para mermas de las brocas, ya que esta puede ser vendida al peso.

En la siguiente

Tabla N°12 se puede observar las herramientas que son necesarias en los procesos mencionados.

Tabla N°12  
Herramientas que se utilizan en los procesos.

Proceso	Herramientas
Trazado de plancha	Wincha
	Plumón
	Regla l
Corte de plancha	Wincha
	Plumón
Trazado de pieza	Gramil
	Wincha
	Escuadra
Corte de pieza	Piquetera
	Wincha
Plegado de pieza	Escuadra
	Brocas
Taladrado	Brocas

Fuente: Propia

Las herramientas necesarias encontrándose en su lugar de reposo, se les colocaron una etiqueta según el operario y lugar. En el caso de los soldadores, se colocaron los siguientes códigos como se muestra en la Tabla N°13, como ejemplo se muestra las herramientas del soldador 1. Para el soldador 2 el código inicia en HS2 y para el soldador 3 en HS3.

Tabla N°13

Código para las herramientas del operario soldador.

<b>Operario: soldador 1</b>	
<b>Herramienta</b>	<b>Código</b>
<b>Wincha</b>	HS1 - 01
<b>Alicate c</b>	HS1 - 02
<b>Alicate de presión</b>	HS1 - 03
<b>Desarmadores</b>	HS1 - 04
<b>Llaves</b>	HS1 - 05
<b>Llave francesa</b>	HS1 - 06

Fuente: La empresa de investigación

A cada operario de la planta se le entregó una wincha, incluyendo a los ayudantes de soldadura.

Las herramientas del tablero se le colocó al inicio del código HT y las del estante HE, para que sea practico identificar el lugar que le corresponde. Los códigos se pueden observar en la siguiente Tabla N°14.

Tabla N°14:

Código para las herramientas.


<b>Operario</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Código</b>
<b>Ayudante 1</b>	Wincha	HA1 - 01
<b>Ayudante 2</b>	Wincha	HA2 - 01
<b>Ayudante 3</b>	Wincha	HA3 - 01
<b>Ayudante de Soldadura 1</b>	Wincha	HAS1 - 01
<b>Ayudante de Soldadura 2</b>	Wincha	HAS2 - 01
-	Plumón	HT - 02
-	Regla l	HT - 03
-	Gramil	HT - 04
-	Escuadra	HE - 05
-	Piquetera	HE - 06

Fuente: La empresa de investigación

La tercera S: Limpieza e inspección – Seiso

En Seiso se realizó un plan de limpieza e inspección de las herramientas, con el objetivo de mantener las herramientas en estado útil y mantener el

área en donde se almacenan. Este plan se puede observar en la siguiente *Figura 39*.

	Plan de limpieza e inspección de herramientas	Versión: 1.0	
		INDUNOX	
Área de producción			
N	Responsable	Descripción de tareas	Frecuencia
1	Soldador 1	Limpiar su gaveta correspondiente	Semanal
2	Soldador 1	Sacudir el polvo de las herramientas	Diario
3	Soldador 2	Limpiar su gaveta correspondiente	Semanal
4	Soldador 2	Sacudir el polvo de las herramientas	Diario
5	Soldador 3	Limpiar su gaveta correspondiente	Semanal
6	Soldador 3	Sacudir el polvo de las herramientas	Diario
7	Ayudante de soldadura	Entregar la merma de brocas al almacén	Mensual
8	Ayudante 1	Limpiar el tablero	Semanal
9	Ayudante 2	Sacudir el polvo de las herramientas del tablero	Diario
10	Ayudante 3	Sacar filo a los gramiles	Mensual
11	Ayudante 3	Sacar filo a las brocas	Mensual

*Figura 39:* Plan de limpieza e inspección de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

#### La cuarta S: Estandarizar – Seiketsu

Este penúltimo paso Seiketsu, es importante ya que se establecieron fechas para realizar un seguimiento a las 3 s previamente aplicadas, con el propósito de mantenerlas en el tiempo y que los operarios obtengan las herramientas en el menor tiempo posible.

Se estableció que a las 5:45 pm los operarios finalizarán sus tareas para comenzar a colocar las herramientas que han utilizado en su lugar establecido. Siguiendo el plan de mantenimiento y limpieza de herramientas para mantenerlas operativas en la jornada del día siguiente.

Se realizó el siguiente plan de inspección que se observa en la Figura 40. Para que el responsable revise periódicamente que las herramientas se encuentren en su lugar establecido verificando con el código de la herramienta.

Se coordinó que se va a ir cambiando de responsable cada cierto tiempo con el propósito que todos los operarios reconozcan el lugar de cada herramienta.

	Plan de inspección de las 3 S	Versión: 1.0	
		INDUNOX	
Área de producción	Cada operario debe cumplir las siguientes tareas por 2 semanas		
<b>Operarios</b>	<b>fecha de inicio</b>	<b>fecha de fin</b>	
Ayudante 1	15/04/2022	30/04/2022	
Ayudante 2	2/05/2022	14/05/2022	
Ayudante 3	16/05/2022	31/05/2022	
Ayudante de soldadura 1	1/06/2022	15/06/2022	
Ayudante de soldadura 2	16/06/2022	30/06/2022	
Soldador 1	1/07/2022	15/07/2022	
Soldador 2	16/07/2022	30/07/2022	
Soldador 3	1/08/2022	15/08/2022	
<b>N</b>	<b>Tareas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Responsable</b>
1	Verificar que las herramientas correspondientes estén en el tablero de herramientas	Diario	Operario
2	Verificar que las herramientas estén en la gaveta del soldado	Semanal	Jefe de planta
3	Verificar el cumplimiento del plan de mantenimiento y limpieza	Semanal	Jefe de planta

Figura 40: Plan de inspección. La empresa de investigación. Elaboración propia

#### La quinta S: Disciplina – Shitsuke

Aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. Ver Figura 41.


	Auditoría Interna	Fecha: 22/04/2022	
		Versión: 1.0	
		INDUNOX	
Área de producción	Auditor: Jefe de planta		
<b>Notas: No cumple: 1 - cumple parcialmente: 2 - si cumple: 3</b>			
<b>Fases</b>	<b>Criterios de evaluación</b>		<b>Nota de 1 al 3</b>
1 S	Eliminar	Contar solo con las herramientas necesarias	3
2 S	Ordenar	Las herramientas tienen un lugar establecido	3
		Las herramientas se encuentran en su lugar establecido	3
		Las herramientas tienen código de identificación	3
3 S	Limpieza e inspección	El lugar de almacenamiento de herramientas esta limpio	3
		Las herramientas están limpias	3
		Las herramientas se mantienen operativas	3
4 S	Estandarizar	Los operarios realizan las inspecciones según el plan de inspección	3
5 S	Disciplina	Se llevan a cabo auditorías internas de 5S periódicamente	-

Figura 41: Evaluación de auditoría interna de 5S. La empresa de investigación. Elaboración propia.

✓ Situación POST TEST – Después

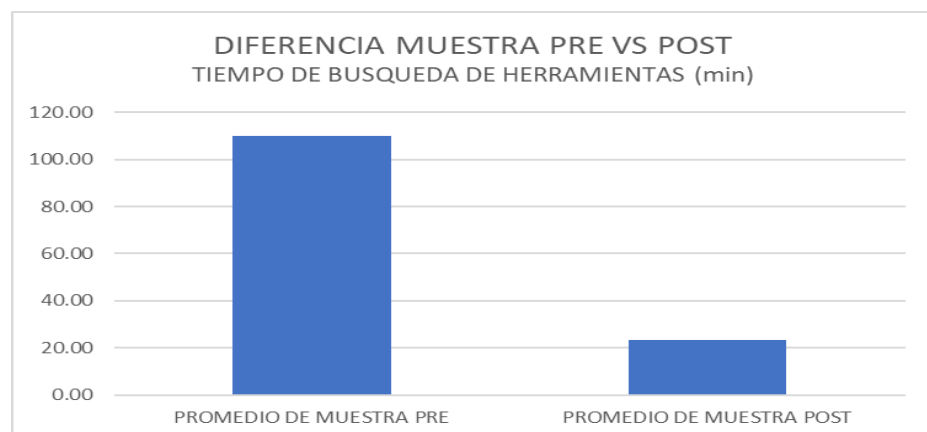
Una vez de establecida la aplicación de las 5s en el área de producción de hornos de la empresa a estudio, se obtuvo el propósito de mantener las necesarias y ordenadas. Además, que los operarios obtengan las herramientas en el menor tiempo posible.

Se cumplió la hora de orden y limpieza acordada a las 5:45 pm, los operarios a esta hora finalizan sus tareas y en 15 minutos comienzan a colocar las herramientas que han utilizado durante el día en los lugares establecidos. Además, se está siguiendo el plan de mantenimiento y limpieza de las herramientas para mantenerlas operativas al día siguiente.

Se cumple con el plan de inspección, que consiste que el responsable revisa periódicamente el buen estado de las herramientas y que se encuentren en el lugar establecido con el código de las herramientas. Este responsable va cambiando periódicamente.

La aplicación de las 5S tuvo una buena aceptación por parte de los operarios debido a que les facilita sus labores.

Como resultado de este cambio, se tiene la siguiente Figura 42 que muestra la diferencia del promedio de tiempo perdido en búsqueda de herramientas antes y después de la aplicación





*Figura 42:* Diferencia de promedio de muestras PRE vs post de tiempo de búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia.

✓ Muestra POST – TEST Situación después

Una vez implementada las 5s en el proceso de fabricación de hornos en la empresa Indunox, se tomaron las muestras POST para poder analizar la mejora realizada.

La primera muestra POST se realizó en el mes de mayo del 2022, dentro de este lote se fabricaron 2 hornos en la empresa de estudio, y los resultados del tiempo de búsqueda de herramientas fueron los siguientes. Ver Figura 43

LOTE 1		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	1.5
	PLÚMON	1.2
	REGLA L	0.5
2	WINCHA	0.4
3	PLUMON	2.1
	GRAMIL	0.8
	WINCHA	1.6
	ESCUADRA	1
4	PIQUETERA	1.8
5	WINCHA	0.8
	ESCUADRA	1.4
6	BROCAS	0.7
7	WINCHA	1.3
	ALICATE C	1.5
	ALICATE DE PRESIÓN	1
	DESARMADORES	1.4
	LLAVES	1.5
	LLAVE FRANCESA	1.3
SUMA		21.8

*Figura 43:* Primera muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

La segunda muestra POST se realizó en el mes de julio del 2022, dentro de este lote se fabricaron 3 hornos en la empresa de estudio, y los resultados del tiempo de búsqueda de herramientas fueron los siguientes. Ver Figura 44

LOTE 2		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	1.3
	PLÚMON	0.9
	REGLA L	0.8
2	WINCHA	1.2
3	PLUMON	1.8
	GRAMIL	1.2
	WINCHA	0.9
	ESCUADRA	1.7
4	PIQUETERA	2.5
5	WINCHA	1
	ESCUADRA	1.8
6	BROCAS	0.5
7	WINCHA	1
	ALICATE C	2.3
	ALICATE DE PRESIÓN	1.4
	DESARMADORES	1.4
	LLAVES	1.1
	LLAVE FRANCESA	2
SUMA		24.8

Figura 44: Segunda muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

La tercera muestra POST se realizó en el mes de agosto del 2022, dentro de este lote se fabricaron 3 hornos en la empresa de estudio, y los resultados del tiempo de búsqueda de herramientas fueron los siguientes. Ver Figura 45.

LOTE 3		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	0.8
	PLÚMON	0.8
	REGLA L	0.9
2	WINCHA	0.8
3	PLUMON	1.6
	GRAMIL	1
	WINCHA	1.2
	ESCUADRA	1.4
4	PIQUETERA	2.8
5	WINCHA	1.3
	ESCUADRA	2
6	BROCAS	0.6
7	WINCHA	0.8
	ALICATE C	1.8
	ALICATE DE PRESIÓN	0.9
	DESARMADORES	1.6
	LLAVES	1.8
	LLAVE FRANCESA	1.5
SUMA		23.6

Figura 45: Tercera muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

La cuarta muestra POST se realizó en el mes de septiembre del 2022, dentro de este lote se fabricaron 2 hornos en la empresa de estudio, y los resultados del tiempo de búsqueda de herramientas fueron los siguientes. Ver Figura 46.

LOTE 4		
PROCESO	HERRAMIENTAS	TIEMPO DE BUSQUEDA (MIN)
1	WINCHA	1.1
	PLÚMON	1.4
	REGLA L	0.5
2	WINCHA	0.6
3	PLUMON	1.2
	GRAMIL	0.8
	WINCHA	1
	ESCUADRA	1.8
4	PIQUETERA	2.6
5	WINCHA	1.2
	ESCUADRA	1.8
6	BROCAS	0.5
7	WINCHA	1.4
	ALICATE C	1
	ALICATE DE PRESIÓN	1.2
	DESARMADORES	1.4
	LLAVES	1.6
	LLAVE FRANCESA	1.8
SUMA		22.9

*Figura 46:* Cuarta muestra POST detallada de la búsqueda de herramientas. La empresa de investigación. Elaboración propia

Después de haber analizado las 4 muestras POST, se tiene como resumen de las muestras la siguiente Tabla N°15.

Tabla N°15:  
Muestra POST TEST de Tiempo de búsqueda de herramientas (min)

VARIABLE 1		
FECHA	LOTES	SUMATORIA
May-22	LOTE 7	21.8
Jul-22	LOTE 8	24.8
Ago-22	LOTE 9	23.6
Set-22	LOTE 10	22.9

Fuente: La empresa de estudio.

- Segundo Objetivo: Implementar la estandarización de procesos para reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos.

✓ Situación PRE TEST – Antes

Dentro de la línea de producción se puede observar que se producen piezas defectuosas, debido a la falta de conocimiento de los operarios para realizar adecuadamente sus actividades.

La línea no cuenta con una debida capacitación para su personal, como resultado, los operarios realizan las funciones bajo su propio criterio, sin considerar la manera más eficiente de realizar sus labores. Los operarios realizan sus actividades de manera intuitiva y con lo que han aprendido a lo largo de su trayectoria.

Esto causa que la productividad de la línea de producción de hornos sea muy variable ya que cada operario realiza la misma actividad de manera distinta. Al no tener una capacitación de cómo hacer las actividades con menos recursos, que en este caso sería el tiempo.

Los operarios están acostumbrados a realizar sus funciones operarias basándose en su experiencia a lo largo del tiempo y criterio, sin tener una estandarización en sus operaciones y actividades, en donde cada uno toma sus propias decisiones en sus labores, lo cual no está mal, pero esto puede causar reprocesos por no tener una debida estandarización.

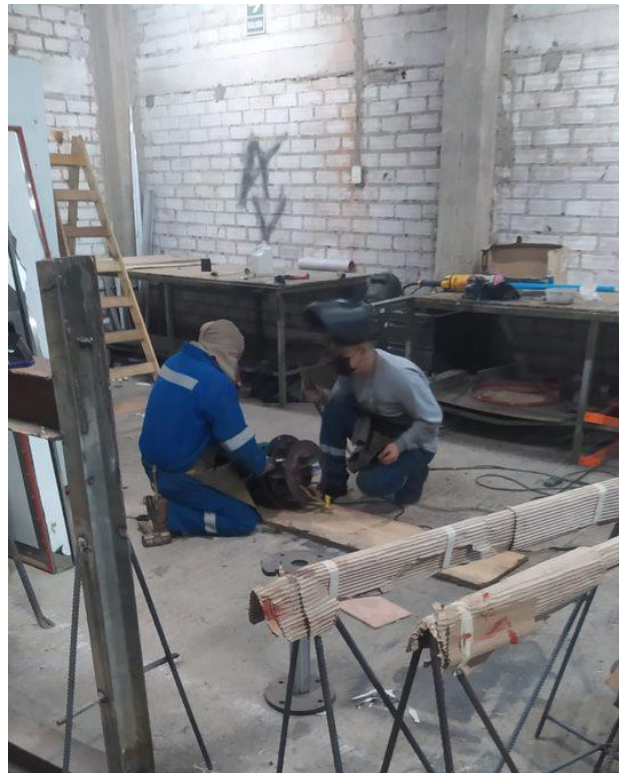
Las máquinas CNC adquiridas han facilitado los procesos de cortado y plegado ya que se realizan en menor tiempo. El ingreso de las máquinas no ha sido el correcto ya que no se han capacitado a todos los operarios, solo al jefe de planta.

Cuando los operarios requieren utilizar las máquinas solicitan la ayuda del jefe de planta para operarla, ya que si ellos la manipulan podrían causar fallas en la máquina y la reducción de su vida útil.

La empresa también cuenta con una plegadora manual, los operarios la utilizan cuando el jefe de planta no tiene disponibilidad para operar las máquinas. Cuando los operarios realizan las operaciones en la máquina manual, les provoca desgaste físico y puede causar daños severos en el futuro. Al operar la máquina manual toma más tiempo en accionarla, puesto que al usar las máquinas CNC, el trabajo sería seguro y rápido.

El daño de las piezas en proceso ocasiona piezas defectuosas lo que provoca a la empresa desperdicios en tiempo de la mano de obra, la materia prima y entre otros, dando como resultado un gran aumento en el costo de fabricación del producto terminado.

En la siguiente imagen podemos observar una de las ocasiones que los operarios se equivocan al realizar una pieza y tienen que realizar la pieza improvisadamente y rápido, bajando así la calidad del producto final. Ver Figura 47.



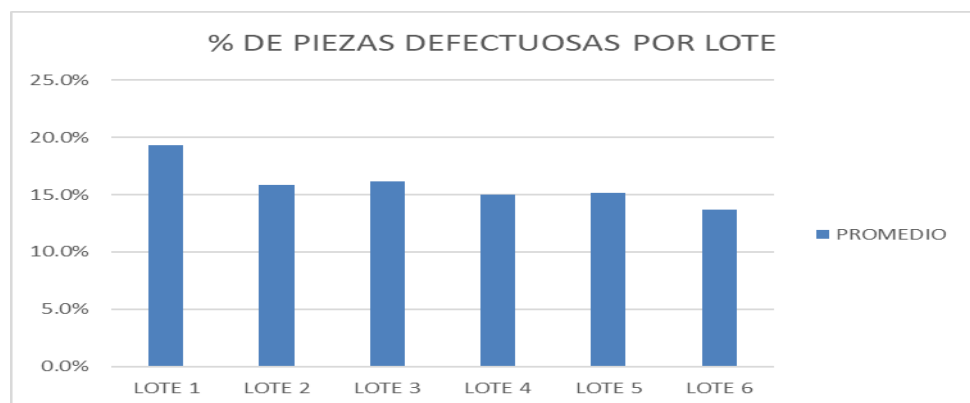
*Figura 47:* Operarios realizando una pieza del horno en soldadura. La empresa de investigación. Elaboración propia

A lo largo de las producciones que se han realizado de hornos dentro de la empresa se ha observado una gran cantidad de piezas defectuosas en cada uno de los procesos, lo cual ocasiona una gran preocupación dentro de la empresa.

Cada pieza defectuosa genera una gran pérdida de tiempo ya que esta tiene que ser reparada originando reprocesos o esta pieza se convierte en merma si ya no cumple con la medida necesaria.

Es por eso la importancia de poder solucionar dicho problema, debido a que, si se sigue originando esta situación, puede afectar económicamente a la empresa por fallas que no estaban contempladas inicialmente en el costo del producto. Puede provocar el alza del precio del producto o disminuir las utilidades.

Los últimos 6 lotes que se han realizado en diferentes periodos de tiempo, se ha podido observar una gran cantidad de piezas defectuosas, lo cual nos lleva a la necesidad de poder solucionar la problemática. El porcentaje de piezas defectuosas de las últimas 6 producciones se podrá observar en la siguiente Figura 48.



*Figura 48:* Porcentaje de piezas defectuosas PRE por lote. La empresa de investigación. Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 05 se tiene una gran problemática porque de los 6 lotes mostrados, todos superan el 11% de productos defectuosos, obteniendo una gran pérdida de tiempo que provoca el retraso del tiempo de entrega del producto y la desconformidad del cliente.

Las razones que causan esta problemática son muchas, para poder hallar la causa raíz de las piezas defectuosas en el proceso de producción de hornos de la empresa, se realizó el diagrama de los 5 por qué's para enfocarnos en la causa y subsanarla. Como se puede observar en Figura 49.



*Figura 49:* Los 4 por qué's de la problemática de piezas defectuosas. La empresa de investigación. Elaboración propia

✓ Muestra PRE – TEST Antes

Dentro de esta aplicación de estandarización se tomaron en cuenta 6 procesos de la línea de producción, los cuales fueron los que se pueden observar en la

Figura 50.

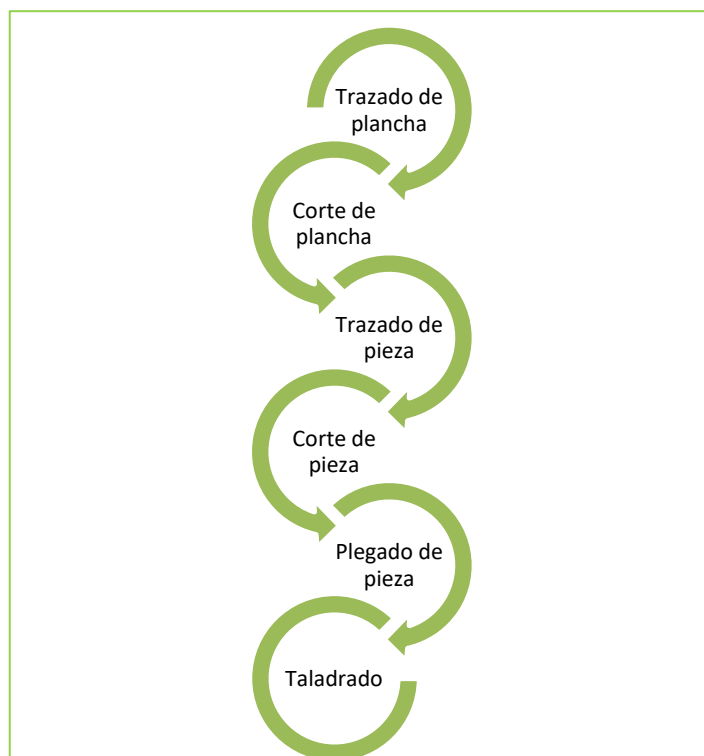


Figura 50: 6 procesos de estudio para la aplicación de Estandarización. La empresa de investigación. Elaboración propia

Para fabricar un horno en la empresa de estudio, se necesitan planchas, en el caso de la primera operación que es trazado de plancha. Para los demás procesos se necesitan piezas. En la siguiente Tabla N°16 se puede observar las cantidades.

Tabla N°16  
Número de piezas por proceso para 1 horno

Piezas por proceso para 1 horno			
N	Operación	plancha	piezas
1	Trazado de plancha	8	8



Piezas por proceso para 1 horno			
N	Operación	plancha	piezas
2	Corte de plancha		22
3	Trazado de pieza		22
4	Porte de pieza		22
5	Plegado de pieza		22
6	Taladreado		8

Fuente: Empresa de estudio

Una vez analizado el número de piezas que se procesas dentro de cada operación, se tomaron las muestras de las piezas defectuosas que se hallaron por lote, que son los siguientes resultados.

La primera muestra PRE se realizó en el mes de mayo del 2021, dentro de este lote se fabricaron 2 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 51

Lote 1 (MAY 2021)		2	
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR
1	2	16	12.5%
2	4	44	9.1%
3	14	44	31.8%
4	6	44	13.6%
5	5	44	11.4%
6	6	16	37.5%
PROMEDIO			<b>19.3%</b>

*Figura 51:* Muestra PRE lote 1 (mayo 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia

La segunda muestra PRE se realizó en el mes de julio del 2021, dentro de este lote se fabricaron 2 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 52.

Lote 2 (JUL 2021)		2		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	1	16	6.3%	
2	6	44	13.6%	
3	11	44	25.0%	
4	5	44	11.4%	
5	6	44	13.6%	
6	4	16	25.0%	
SUMA			15.8%	

Figura 52: Muestra PRE lote 2 (julio 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia

La tercera muestra PRE se realizó en el mes de septiembre del 2021, dentro de este lote se fabricaron 4 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 53

Lote 3 (SET 2021)		4		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	3	32	9.4%	
2	9	88	10.2%	
3	19	88	21.6%	
4	14	88	15.9%	
5	13	88	14.8%	
6	8	32	25.0%	
SUMA			16.1%	

Figura 53: Muestra PRE lote 3 (septiembre 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia

La cuarta muestra PRE se realizó en el mes de noviembre del 2021, dentro de este lote se fabricaron 3 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 54.

Lote 4 (NOV 2021)		3		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	2	24	8.3%	
2	6	66	9.1%	
3	17	66	25.8%	
4	13	66	19.7%	
5	7	66	10.6%	
6	4	24	16.7%	
SUMA			15.0%	

Figura 54: Muestra PRE lote 4 (noviembre 2021). La empresa de investigación. Elaboración propia

La quinta muestra PRE se realizó en el mes de enero del 2022, dentro de este lote se fabricaron 2 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 55.

Lote 5 (ENE 2022)		2		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	1	16	6.3%	
2	3	44	6.8%	
3	14	44	31.8%	
4	8	44	18.2%	
5	4	44	9.1%	
6	3	16	18.8%	
SUMA			15.2%	

Figura 55: Muestra PRE lote 5 (enero 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia

La sexta muestra PRE se realizó en el mes de marzo del 2022, dentro de este lote se fabricaron 3 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 56.

Lote 6 (MAR 2022)		3		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	2	24	8.3%	
2	5	66	7.6%	
3	15	66	22.7%	
4	6	66	9.1%	
5	9	66	13.6%	
6	5	24	20.8%	
SUMA			13.7%	

Figura 56: Muestra PRE lote 6 (marzo 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia

Después de haber analizado las 6 muestras PRE, se tiene como resumen de las muestras la siguiente Tabla N°17.

Tabla N°17:

Muestra PRE TEST de piezas defectuosas por proceso

FECHA	LOTES	PROMEDIO
Mar-21	LOTE 1	19.3%
May-21	LOTE 2	15.8%
Jul-21	LOTE 3	16.1%

FECHA	LOTES	PROMEDIO
Oct-21	LOTE 4	15.0%
Ene-22	LOTE 5	15.2%
Mar-22	LOTE 6	13.7%

Fuente: La empresa de estudio.

✓ Aplicación de la Variable Independiente

La implementación del Trabajo estandarizado se aplicará en el área de producción que consta de los siguientes procesos como se observa en la Figura 57

La implementación de la estandarización surgió en la problemática que los operarios no tenían conocimiento de cómo hacer un trabajo de la manera correcta y adecuada, para poder iniciar la estandarización en la línea de fabricación en la empresa INDUNOX se siguieron los siguientes pasos. Ver Figura 57:

Describir el proceso actual

Proceso 1: Trazado de plancha

En el proceso 1, comienza la línea de producción, previamente realizada la recepción de la plancha a trabajar, que es la materia prima sin ser modificada. Siendo esta una plancha de acero inoxidable de medida de ancho 1.22 metros y largo de 2.44 metros.

El operario se encarga de dibujar en la plancha las piezas que se requieren para la fabricación del horno. En este proceso los operarios recibían de parte del jefe de planta, únicamente las medidas en un papel escrito a mano, teniendo un esquema como la siguiente Tabla N°18.

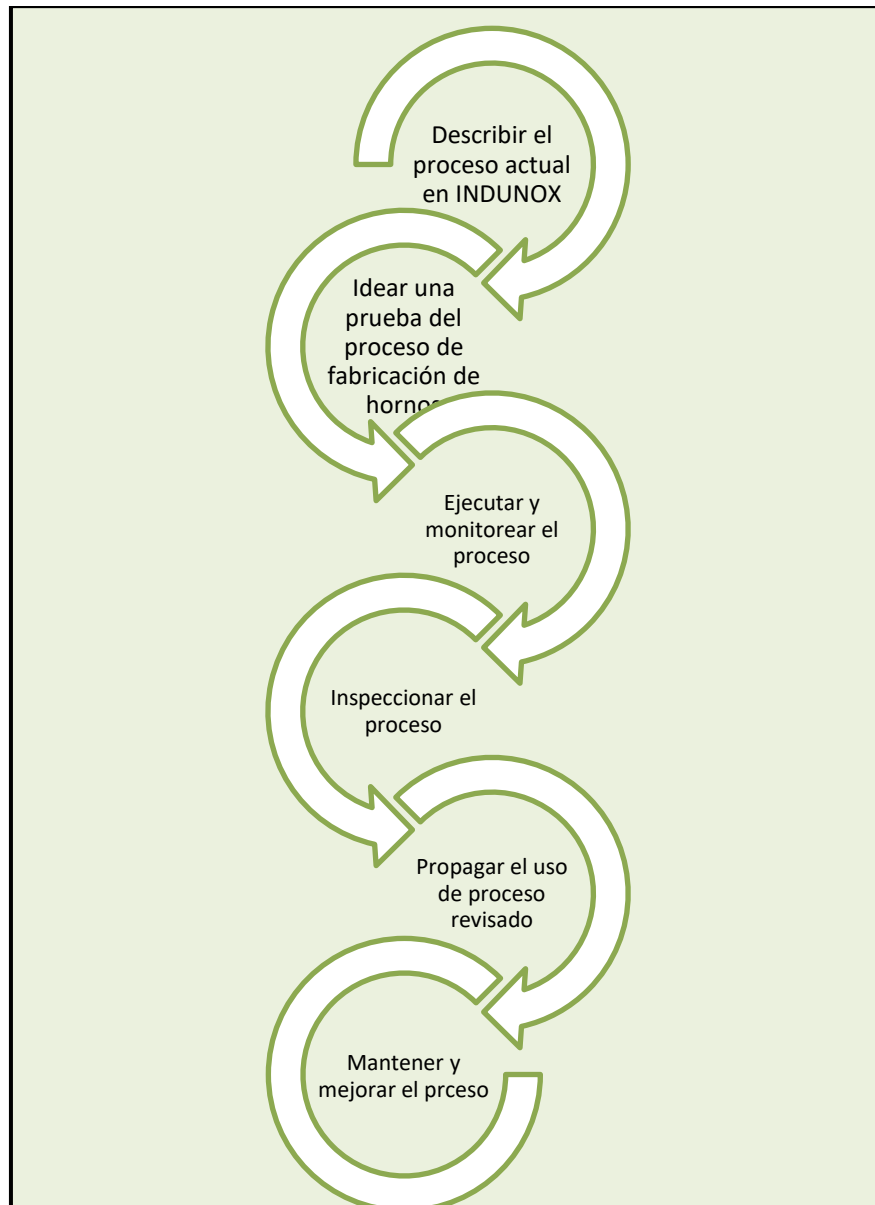


Figura 57: Etapas para elaborar un proceso estandarizado. Desarrollar un proceso estandarizado. Elaboración propia

Tabla N°18:

Esquema de trazado de plancha antes de la implementación

Pieza	Cantidad	Ancho	Largo
Plataforma 1	1	24,2	152,4
Plataforma 2	1	24,2	152,4
Plataforma 3	1	24,2	117,5
Base delantera	1	16	117,5
Rampa	1	22	81,5

Fuente: Propia

Este proceso empieza con las indicaciones del jefe de planta y con una hoja realizada manualmente en donde están distribuidas las piezas a producir. Los 2 operarios realizan el trazado de la plancha con wincha y un plumón.

Teniendo como problemática principal en este proceso que al cortar la plancha se genere muchas mermas ya que no se trabaja con un optimizador de corte. Esto causa que los operarios realicen los cortes en las planchas asignadas, según su criterio sin seguir un estándar de trabajo.

#### Proceso 2: Cortado de plancha

En el proceso 2, una vez obtenida la plancha trazada en la operación anterior, los operarios dirigen la plancha hacia la maquina guillotina. Que en esta se ejecutan los cortes en la plancha teniendo como guía las marcas que se realizaron en la operación 1. Sin embargo, en esta operación hay dos riesgos que pueden ocurrir.

El primero es cortar incorrectamente las piezas solicitadas causando que no tengan las medidas correspondientes. El segundo riesgo que se tiene en este proceso es que los operarios no cuentan con una capacitación de uso adecuado de la guillotina.

Cuando ellos necesitan accionar la máquina deben comunicarse con el jefe de planta, para que él pueda encender y accionarla, y los operarios sostengan la plancha. Puede suceder que el operario accione la maquina sin tener la capacitación, provocando así un gran riesgo, como un accidente al no saber el uso correcto de la guillotina.

En la siguiente Figura 58 se puede observar la guillotina de la empresa de estudio.



*Figura 58:* Máquina guillotina de la empresa a estudio La empresa de investigación. Elaboración propia

### Proceso 3: Trazado de pieza

En el proceso 3 se trazan las piezas, que fueron cortadas en el proceso 2. Este trazado independiente en las piezas tiene como finalidad marcar los lugares, respetando las medidas de las piezas, en donde se realizarán los cortes y el doblé, para que facilite el plegado de la pieza. Además se marcan los agujeros.

Teniendo las piezas con las medidas correspondientes, se procede a disponer de la wincha, el gramil y el plano de la pieza, elaborado por el jefe de planta manualmente. El jefe les recalca las medidas del plano. Los 2 operarios proceden a colocar las medidas en el gramil y con este realizan las marcas en la pieza.

### Proceso 4: Cortado de pieza

En este proceso se cortan las piezas que fueron trazadas en el proceso 3, los cortes son precisos y detallados, ya que, si sobrepasa la medida a cortar, al plegar la pieza este corte se va a ver en la pieza terminada. Entonces estos cortes muy detallados se hacen a mano según el requerimiento del ingeniero y el diseño del horno.

Para realizar este proceso los operarios utilizan la herramienta manual que es una piqueta.

### Proceso 5: Plegado de pieza

En el proceso 5, inicia con el encendido y programado de la máquina plegadora por el jefe de planta y la recepción de las piezas trabajadas. Los operarios colocan la pieza en la bancada de la máquina y accionan la máquina, y así sucesivamente con todas las piezas a plegar.

### Proceso 6: Taladrado

En el proceso 6, se inicia con la colocación de la broca de 1/4. Todas las piezas del horno que requieren agujero son de 5/16, previamente se les debe realizar un agujero de 1/4 en las marcas trazadas con el taladro de columna. Teniendo como resultado las piezas trabajadas.

### Idear una prueba del proceso

El comité de estandarización conformado por el jefe de planta, el operario más antiguo de la empresa del área de producción y el analista de procesos.

En conjunto se acordó a realizar hojas de trabajo estandarizado de los procesos mencionados con la finalidad de utilizarlo como herramienta para capacitar a los operarios. La capacitación se realizó en 4 fechas, los lunes y miércoles del 18 al 27 de abril del 2022.

Para poder realizar la estandarización de los procesos dentro de la línea de producción de hornos en la empresa HINDUNOX, se tiene que entender y esquematizar la línea de producción para poder fabricar un horno rotativo en la empresa, como se puede observar en la Figura 59:



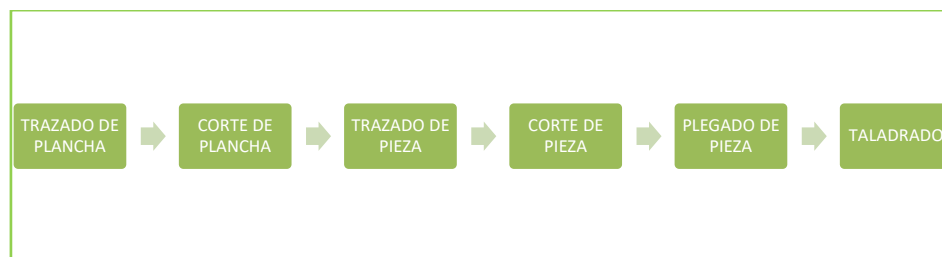


Figura 59: Línea de producción de la fabricación de hornos. La empresa de investigación. Elaboración propia

La capacitación se concretó realizando los siguientes puntos:

### Estandarización de Trazado de plancha de Acero

En el primer proceso se tiene el trazado de la plancha de acero. Como se puede observar en la Figura 60.


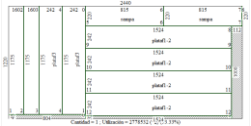
	<b>PROCEDIMIENTO</b>		<b>INDU – DO - 01</b>
	<b>PROCESO DE TRAZADO DE PLANCHA DE ACERO</b>		<b>FECHA: 15/04/22</b>
			<b>VERSIÓN. 1.0</b>
			<b>INDUNOX</b>
Área de Producción		Responsable: Jefe de Planta	
Actividad	Operaciones	Ayuda visual	
Lectura del plano	<ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar calidad, espesor y cantidad de planchas.</li> <li>Colocar una plancha en la mesa de trazado,</li> <li>Utilizar la wincha y el plumón</li> </ol>		

Figura 60: Proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 60 la hoja de instrucción de trabajo para el proceso de trazado de plancha de acero de una medida de 2440 cm x 1220 cm se deja en claro los responsables de las actividades, en este caso el responsable de supervisar que la actividad se realice con la mayor seguridad y eficiencia.

El fin de esta hoja de instructivo de trabajo es poder evitar que el operario pueda tener trabajos erróneos dentro de sus actividades de producción del trazado de la plancha de acero.

El proceso de trazado de la plancha de acero es el inicio de la fabricación de un horno, es por eso por lo que se debe tener sumo cuidado para que las medidas de trabajo sean exactas.

Parte de la estandarización en este proceso es poder concretar las herramientas las herramientas correctas para poder realizar este proceso de trazado de piezas en una plancha de acero.

1. Wincha
2. Plumón o gramil
3. Regla L

El problema que se presenta dentro de este proceso es la mala medición que tiene algunos operarios, lo que provoca que, en la etapa de corte, las piezas salgan defectuosas.

Lo que pasas es que los operarios al momento de medir y trazar lo hacen de manera desordenada y sin tener un modelo claro para poder realizar la actividad.

Para poder evitar esta equivocación en el momento de la medición y trazado de la pieza de acero que plantea un DOP estandarizado para las futuras operaciones. Como se puede observar en la siguiente Figura 61 y Figura 62.

INDUNOX		DAP					INDU – DOP - 01	
		PROCESO DE TRAZADO DE PLANCHA DE ACERO					FECHA: 15/04/22	
							VERSIÓN. 1.0	
							INDUNOX	
Área de Producción			Responsable: Jefe de Planta					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OP.	TRP.	CTR.	ESP.	ALM.	OBSERVACIONES
			●	➔	■	◐	▼	
1	Almacenero	Entrega plancha de acero	●					
2	Operario	Recepción de plancha de acero	●					
3	Operario	Transporte de plancha de acero a zona de trabajo	●					
4	Operario	Colocar plancha de acero en una mesa	●					
5	Jefe Planta	Inspeccionar que la plancha de acero este en perfecto estado	●					
6	Operario	Tener a la mano las herramientas de trabajo	●					
7	Operario	Analizar detalladamente el plano de trazado	●					
8	Operario	Colocar con el plumon, los puntos referenciales de medición	●					
9	Operario	Con la regla L, se deben de unir los puntos de referencia	●					
10	Jefe Planta	Inspeccionar que las medidas trazadas sean las correctas	●					

Figura 61: DAP V1 del proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

RESUMEN		N°
●	Operaciones	6
➔	Transporte	1
■	Controles	3
◐	Esperas	0
▼	Almacenamiento	0

Figura 62: Resumen de DAP V1 del proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

### Estandarización de Cortado de Plancha de Acero

El segundo proceso que tiene que ser estandarizado es el proceso de corte de la plancha de acero, esta estandarización se puede observar en la Figura 63.




	PROCEDIMIENTO	
	INDU – DO - 02	
	FECHA: 15/04/22	
	VERSIÓN. 1.0	
		INDUNOX
Área de Producción		Responsable: Jefe de Planta
Actividad	Operaciones	Ayuda visual
Realizar lectura de plano	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar calidad, espesor y cantidad de planchas.</li> <li>2. Identificar el inicio de los cortes.</li> <li>3. Encender la máquina guillotina.</li> <li>4. Verificar que en DX este el espesor de la plancha correspondiente. Si no observar el <b>cuadro de espesor</b>.</li> <li>5. Digitar en XP la medida a cortar.</li> <li>6. PASOS PARA UTILIZAR LA MAQUINA GUILLOTINA</li> </ol>	
Cortar la plancha	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Colocar la plancha.</li> <li>8. Pisar el pedal derecho para bajar la cuchilla.</li> <li>9. Recoger la plancha cortada</li> <li>10. Seguir desde el <b>paso 5</b>, hasta realizar el último corte de la plancha.</li> <li>11. Clasificar las piezas cortadas.</li> <li>12. Colocar las mermas en el cilindro de la calidad correspondiente.</li> </ol>	

Figura 63: Proceso de corte de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 63 la hoja de instrucción de trabajo para el proceso de corte de plancha de acero de una medida de 2440 cm x 1220 cm se deja en claro los responsables de las actividades, en este caso el

responsable de supervisar que la actividad se realice con la mayor seguridad y eficiencia.

El fin de esta hoja de instructivo de trabajo es poder evitar que el operario pueda tener trabajos erróneos dentro de sus actividades de producción del cortado de la plancha de acero, debido a que muchas veces se producen actividades erróneas, dentro de esta actividad, lo que produce que las piezas cortadas salgan con medidas erróneas.

El proceso de cortado de la plancha de acero es un proceso que puede definir cuanta merma se puede producir dentro del proceso de fabricación de hornos, porque es dentro de este proceso donde hay una gran merma en las planchas de acero.

Parte de la estandarización en este proceso es poder concretar las herramientas las herramientas correctas para poder realizar este cortado de piezas en una plancha de acero. La herramienta que usualmente se usa en este proceso es la Wincha.

El problema que se presenta dentro de este proceso es que el proceso de cortado de la plancha se hace con una máquina guillotina, esta máquina se opera semiautomáticamente, debido a que el operario debe presionar un botón para que pueda bajar a la cuchilla y corte la plancha de acero; sin embargo, muchas veces los operarios no colocan bien la plancha de acero, lo que ocasiona un corte erróneo, en la siguiente imagen podemos observar la Figura 64 la máquina guillotina que tiene la empresa operando.

Para poder evitar actividades erróneas en el momento del corte de la pieza de acero se plantea un DOP estandarizado para las futuras operaciones. Como se puede observar en la siguiente Figura 65 y Figura 66.



Figura 64: Máquina guillotina de la empresa Indunox. La empresa de investigación. Elaboración propia


		DAP					INDU – DOP - 02	
		PROCESO DE CORTADO DE PLANCHA DE ACERO					FECHA: 15/04/22	
							VERSIÓN: 1.0	
							INDUNOX	
Área de Producción			Responsable: Jefe de Planta					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OP.	TRP.	CTR.	ESP.	ALM.	OBSERVACIONES
1	Operador	Inspeccionar que el trazado este correcto	●	→	■	■	▼	
2	Operador	Transportar la plancha de acero a la zona de corte						
3	Operador	Inspeccionar que la maquina cortadora esté en perfecto esta de funcionamiento						
4	Operador	Encender máquina cortadora						
5	Operador	colocar la plancha de acero sobre la máquina cortadora						
6	Operador	Verificar que la plancha esté bien posicionada						Es importante verificar que la plancha este bien posicionada para evitar cortes erroneos
7	Operador	Presionar el boton de cortado						
8	Operario	Colocar en orden todas la piezas cortadas						
9	Jefe Planta	Inspeccionar que las medidas de los cortes sean las correctas						
10	Operario	Almacenamiento de Piezas						

Figura 65: DAP V1 del proceso de cortado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

RESUMEN		N°
	Operaciones	4
	Transporte	1
	Controles	4
	Esperas	0
	Almacenamiento	1

Figura 66: Resumen de DAP. V1 del proceso de trazado de plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

### Estandarización de Cortado de Piezas

Como tercer proceso se tiene el trazado de piezas. Una vez concluido el corte de la plancha con la guillotina, se tiene el proceso de trazado de piezas que consiste en, poder plasmar formas y figuras más pequeñas que son de gran importancia para poder armar un horno.

En la siguiente Figura 67 se podrá observar el procedimiento para el proceso de trazado de piezas.

		PROCEDIMIENTO	INDU – DO - 03
		PROCESO DE TRAZADO DE PIEZAS	FECHA: 15/04/22
			VERSIÓN. 1.0
			INDUNOX
Área de Producción		Responsable: Jefe de Planta	
Actividad	Operaciones	Ayuda visual	
Lectura del plano	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar las piezas a trazar.</li> <li>2. Observar en el plano las medidas a trazar.</li> <li>3. Colocar las medidas a trazar en los gramiles.</li> <li>4. Realizar el trazado con los gramiles en las piezas en los lados que sean necesarios.</li> <li>5. Si la pieza necesita agujeros, colocar en el gramil la distancia en donde van los agujeros y marcar la pieza.</li> <li>6. Utilizar la wincha para medir la distancia entre agujeros y marcar con plumón en la línea realizada con el gramil.</li> <li>7. Utilizar la escuadra para marcar los grados de 45°, según en el plano, en donde se realizara el destaje.</li> </ol>		

Figura 67: Proceso de corte de trazado de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 67 la hoja de instrucción de trabajo para el proceso de trazado de piezas de acero de las medidas que se puede observar en la Figura 68.

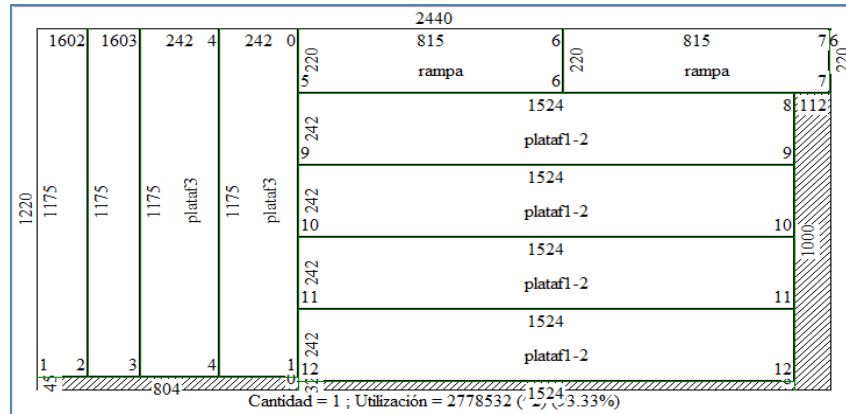


Figura 68: Medidas de corte de la plancha de acero. La empresa de investigación. Elaboración propia

En este instructivo se deja en claro los responsables de las actividades, en este caso el responsable de supervisar que la actividad se realice con la mayor seguridad y eficiencia.

El fin de esta hoja de instructivo de trabajo es poder evitar que el operario pueda tener trabajos erróneos dentro de sus actividades de producción de piezas de acero.

El proceso de trazado de piezas de acero es el inicio de la fabricación de un horno, es por eso por lo que se debe tener sumo cuidado para que las medidas de trabajo sean exactas.

Es proceso del trazado de piezas es un proceso más detallado, debido a que son piezas muy pequeñas las que se trazan, entonces el operario debe de tener la suficiente experiencia para poder trazar de manera correcta la pieza

Parte de la estandarización en este proceso es poder concretar las herramientas las herramientas correctas para poder realizar este proceso de trazado de piezas en una plancha de acero.

1. Plumón
2. Gramil
3. Wincha
4. Escuadra

El problema que se presenta dentro de este proceso es la mala medición que tiene algunos operarios, lo que provoca que, en la etapa de corte, las piezas salgan defectuosas, y al ser piezas muy pequeñas pueden salir que al final del proceso, el horno salga con baja calidad de fabricación.

Para poder evitar los errores en el momento de la medición y trazado de las piezas de acero que plantea un DOP estandarizado para las futuras operaciones. Como se puede observar en la siguiente Figura 69 y Figura 70.

INDUNOX		DAP					INDU – DOP - 03	
		PROCESO DE TRAZADO DE PIEZAS					FECHA: 15/04/22	
							VERSIÓN: 1.0	
							INDUNOX	
Área de Producción			Responsable: Jefe de Planta					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OP.	TRP.	CTR.	ESP.	ALM.	OBSERVACIONES
2	Operario	Recepción de cortes de planchas de acero	●	→	■	⌒	▼	
3	Operario	Transporte de plancha de acero a zona de trabajo						
4	Operario	Colocar piezas de acero en una mesa de trabajo						
5	Jef Planta	Inspeccionar que las planchas de acero este en perfecto estado						
6	Operario	Tener a la mano las herramientas de trabajo						
7	Operario	Analizar detalladamente los planos de trazado						
8	Operario	Colocar con el plumon, los puntos referenciales de medición						
9	Operario	Trazar la figura que se va proyectar						
10	Jefe Planta	Inspeccionar que las medidas trazadas sean las correctas						

Figura 69: DAP V1 del proceso de trazado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia

RESUMEN		N°
●	Operaciones	5
→	Transporte	1
■	Controles	3
⌒	Esperas	0
▼	Almacenamiento	0

Figura 70: Resumen DAP V1 del proceso de trazado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia



## Estandarización de Cortado de Piezas

En el cuarto proceso se puede observar el cortado de Piezas, en dentro de este proceso en donde las piezas que han sido trazadas en el proceso 3 se cortan según las medidas requeridas para el diseño del horno.

Dentro de la reunión de estandarización de procesos que se tuvo con el ingeniero de planta se acordó el siguiente procedimiento que se observa en la Figura 71.

	PROCEDIMIENTO		INDU – DO - 03
	PROCESO DE CORTADO DE PIEZAS		FECHA: 15/04/22
			VERSIÓN. 1.0
			INDUNOX
Área de Producción		Responsable: Jefe de Planta	
Actividad	Operaciones	Ayuda visual	
Cortar las piezas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cortar con una tijera o piqueta, en donde se realizó el trazo de corte, según el plano.</li> <li>2. Colocar la merma en el tacho correspondiente, según la calidad.</li> </ol>		

Figura 71: Proceso de cortado de piezas. La empresa de investigación.

Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 71 la hoja de instrucción de trabajo para el proceso de corte de piezas de acero se deja en claro los responsables de las actividades, en este caso el responsable de supervisar que la actividad se realice con la mayor seguridad y eficiencia.

El fin de esta hoja de instructivo de trabajo es poder evitar que el operario pueda tener trabajos erróneos dentro de sus actividades de producción del cortado de piezas, debido a que muchas veces se producen actividades erróneas, dentro de esta actividad, lo que produce que las piezas cortadas salgan con medidas erróneas.

Parte de la estandarización en este proceso es poder concretar las herramientas las herramientas correctas para poder realizar este cortado de piezas en una plancha de acero.

#### Tijera o piqueta

Se tuvo que capacitar a los trabajadores dentro de este proceso, con la finalidad de que puedan usar de manera correcta la tijera para que puedan hacer cortes más precisos y evitar muchas mermas en la producción.

#### Estandarización del Plegado de Piezas

Como quinto proceso de tiene al proceso de plegado de piezas, es donde pasan las piezas después de ser cortadas en un tamaño reducido, pasar a ser plegadas detalladamente, según el trazado que se ha realizado en el proceso anterior, dentro de este proceso, ocurren diferentes actividades que se pueden mejorar para poder tener un mejor desempeño y mejor calidad en el producto final.

Dentro de la reunión que se tuvo con el jefe de planta y el operario más antiguo de la producción, se acordó que es muy importante poder capacitar a los trabajadores en este proceso debido a que, en muchas ocasiones, no operan de manera correcta la maquina plegadora de la empresa.

Entonces dentro de la estandarización, se incluyó el siguiente procedimiento que se puede observar en la Figura 72.




















#### Estandarización del Taladrado de Piezas

Como sexto proceso de tiene al proceso de taladrado de piezas, dentro de estos procesos las piezas que han sido cortadas pasan a un proceso de taladrado.

Dentro de la reunión que se tuvo con el jefe de planta y el operario más antiguo del área de producción, se acordó la importancia poder capacitar a los trabajadores para que puedan realizar los taladrados precisos y correctos para evitar falla y piezas con baja calidad.

Entonces dentro de la estandarización, se incluyó el siguiente procedimiento que se puede observar en la *Figura 73*.

Para poder evitar los errores en el proceso de taladrado de piezas de acero se plantea un DOP estandarizado para las futuras operaciones. Como se puede observar en la siguiente *Figura 74* y *Figura 75*.

	PROCEDIMIENTO		INDU – DO - 03
	PROCESO DE PLEGADO DE PIEZAS		FECHA: 15/04/22
			VERSIÓN. 1.0
			INDUNOX
Área de Producción		Responsable: Jefe de Planta	
Actividad	Operaciones	Ayuda visual	
Encender la Máquina plegadora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Girar la manija del panel de control en sentido horario hasta <b>TRIP</b>.</li> <li>2. Girar la llave del tablero de control de 0 a 1.</li> <li>3. Presionar el pulsador verde para encender la bomba.</li> </ol>	 	
Verificar la Matriz correspondiente	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Verificar que la pieza a doblar le corresponde a la matriz, según el <b>cuadro de plegado</b>.</li> <li>5. Si la V de la matriz no es la correspondiente, seguir los pasos del <b>cambio de V de la matriz</b>.</li> </ol>		
Programar la medida a plegar	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Presionar  hasta la vista Single.</li> <li>7. Presionar  hasta ubicarnos en XP.</li> <li>8. Digitar en XP la medida final de doblado que se requiere, según el plano y presionar .</li> <li>9. Presionar  hasta ubicarnos en YP.</li> <li>10. Observar cual es la longitud de la pieza a doblar y digitar en YP la medida que corresponde según el <b>cuadro de plegado</b> y presionar .</li> <li>11. Presionar  para grabar la información.</li> <li>12. Verificar que los datos en X y Y sean los correctos, si no son correctos seguir con el <b>paso 13</b>, y si son correctos seguir con el <b>paso 18</b>.</li> <li>13. Presionar  para volver al módulo manual.</li> <li>14. Presionar  para ingresar a la vista manual.</li> <li>15. Para incrementar el número presionar  y para disminuir presionar .</li> <li>16. Presionar  para volver a la vista Single.</li> <li>17. Presionar  para grabar la información.</li> </ol>	 	
Plegar la pieza	<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Deslizar los brazos y los topes a una distancia en donde se pueda apoyar la plancha.</li> <li>19. Colocar la plancha sobre los brazos y que este en contacto con al menos 2 de los 3 topes.</li> <li>20. Pisar el pedal derecho para bajar el punzón.</li> </ol>		

*Figura 72:* Proceso de plegado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia

	PROCEDIMIENTO		INDU – DO - 04
	PROCESO DE TALADRADO DE PIEZAS		FECHA: 15/04/22
			VERSIÓN. 1.0
			INDUNOX
Área de Producción		Responsable: Jefe de Planta	
Actividad	Operaciones	Ayuda visual	
Taladrar las piezas	<ol style="list-style-type: none"> <li>Identificar las piezas a realizar agujero.</li> <li>Colocar la broca de 1/8" en el taladro.</li> <li>Realizar agujeros en las marcas correspondientes.</li> <li>Colocar la broca de 5/16" en el taladro de banco.</li> <li>Taladrar en los agujeros previamente realizados.</li> </ol>		

Figura 73: Proceso de taladrado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia.


	DAP					INDU – DOP - 06		
	PROCESO DE TALADRADO DE PIEZAS					FECHA: 15/04/22		
						VERSIÓN. 1.0		
						INDUNOX		
Área de Producción			Responsable: Jefe de Planta					
N°	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	OP.	TRP.	CTR.	ESP.	ALM.	OBSERVACIONES
2	Operario	Recepción de cortes de piezas de acero	●	→	■	●	▼	
3	Operario	Transporte de plancha de acero a zona de trabajo						
4	Operario	Colocar piezas de acero en una mesa de trabajo						
5	Jefe Planta	Inspeccionar que las planchas de acero este en perfecto estado						
6	Operario	Tener a la mano las herramientas de trabajo						
7	Operario	Analizar detalladamente los planos de taladrado						
8	Operario	Colocar con el plumon, los puntos referenciales de medición						
9	Operario	Colocar piezas de trabajo en el banco de taladrado						
10	Operario	Taladrar según el plano						
11	Jefe Planta	Inspeccionar que el taladrado se realizó de manera correcta						

Figura 74: DAP V1 del proceso de taladrado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia.

RESUMEN	N°
●	Operaciones 6
→	Transporte 1
■	Controles 3
●	Esperas 0
▼	Almacenamiento 0

Figura 75: Resumen DAP V1 del proceso de taladrado de piezas. La empresa de investigación. Elaboración propia.

## Ejecutar y monitorear el proceso

Después de la definición de la estandarización de los procesos para la fabricación de hornos, el jefe de planta tuvo que capacitar a cada uno de los operarios y describir cuales son las actividades correctas que tienen que realizar dentro de cada proceso, se tuvo que resaltar las mejoras obtenidas en este nuevo proceso de estandarización para que puedan ser correctamente ejecutadas.

El jefe de planta en la ejecución y en cada capacitación tuvo que estar atento a los comentarios de los operarios y a sus feedback, que fueron importantes para poder mejorar la estandarización planteada.

Dentro de esta de ejecución y monitoreo del proceso se obtuvo la mejora de poder incluir dentro de la estandarización el instructivo del cambio de la V de Matriz, el cual es el siguiente. Ver Figura 76.


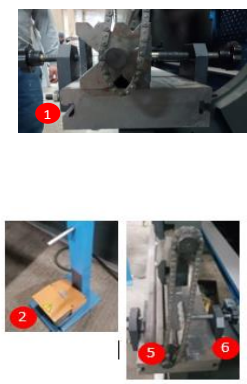
		INSTRUCTIVO	
		INDU – DO - 08	
		FECHA: 15/04/22	
		VERSIÓN. 1.0	
		INDUNOX	
Área de Producción		Responsable: Jefe de Planta	
Actividad	Operaciones	Ayuda visual	
Colocar la Matriz correspondiente	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sacar las piezas de ajuste de adelante y atrás de la matriz, desajustando los tornillos.</li> <li>Presionar el pedal derecho para bajar el punzón, no hasta el límite.</li> <li>Colocar la cadena en el gancho de levante superior e inferior. Tanto en la izquierda y derecha de la máquina.</li> <li>Presionar el pedal izquierdo para subir el punzón.</li> <li>Posicionar la matriz según la V a utilizar.</li> <li>Presionar el pedal derecho para bajar el punzón, no hasta el límite.</li> <li>Desengachar la cadena en el gancho de levante superior. Tanto en la izquierda y derecha de la máquina.</li> <li>Colocar las piezas de ajuste de adelante y atrás de la matriz, ajustando los tornillos.</li> <li>Presionar el pedal derecho para bajar el punzón, hasta el límite.</li> <li>Verificar que el punzón este centrado con la matriz V.</li> </ol>		

Figura 76: Proceso de cambio de V de matriz. La empresa de investigación. Elaboración propia.

## Inspeccionar el Proceso

Desde haber realizado la ejecución y el monitoreo de la prueba piloto, e implementando las nuevas modificaciones a la estandarización, se procedió a la ejecución de este y se perfeccionó con las aportaciones recibidas de parte de los operarios, es importante que los trabajadores hayan podido validar y haber aprobado esta estandarización, debido a su experiencia en las actividades mapeadas.

Dentro de esta etapa no solo se buscó mejorar la manera en las que se realizaban las actividades, sino también se buscó que en alguna manera simplificar los procesos y ser eficiente en las actividades realizadas en la línea de producción.

## Propagar el uso del proceso revisado

Después de haber realizado la definición oficial del nuevo estándar de cómo se realizan los procesos, el paso que se siguió es la propagación de la nueva metodología a todos los colaboradores.

Para esto se tuvo que realizar capacitaciones individuales y grupales para los operarios de la empresa de estudio, así como elaborar un manual de procedimiento donde se explicó detalladamente la nueva propuesta de estandarización. En la Figura 77 podemos observar como un operario está guiándose de su cuaderno de estandarización

## ✓ Situación POST TEST – Después

Una vez concluida la etapa de implementación de la estandarización, tuvimos una gran aceptación por parte de los trabajadores, debido a que les habíamos dado una guía de cómo hacer las actividades bien y de manera eficiente.



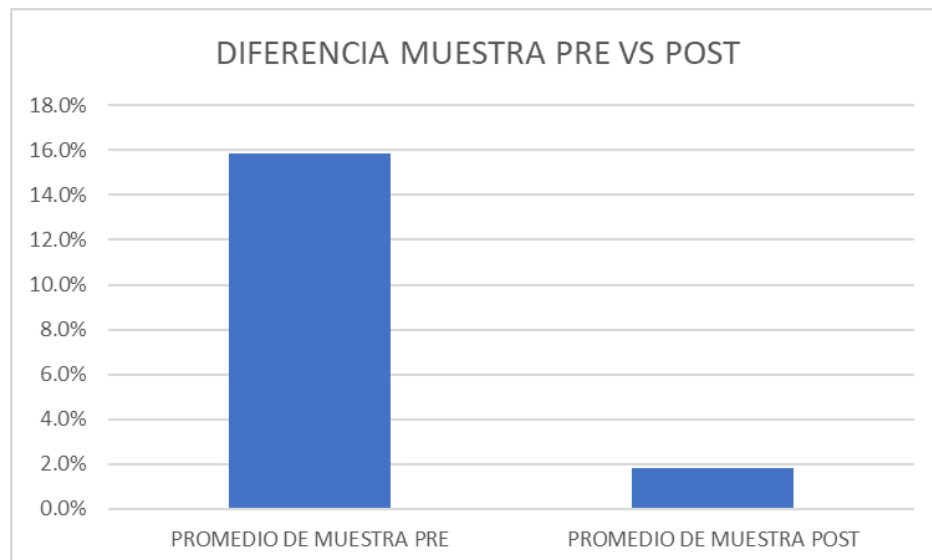
*Figura 77:* Operario utilizando su libreta de estandarización. La empresa de investigación. Elaboración propia.

Al principio cuando comentamos que se iba a estandarizar los procesos, no tuvimos buenos comentarios de los trabajadores, sin embargo, al final de la implementación solo recibimos agradecimientos.

Después de la implementación, se redujo en gran manera las piezas defectuosas, porque los operarios tenían una guía de que hacer en cada operación, ya no lo hacían de manera intuitiva, sino se guiaban de la estandarización de procesos establecida.

Como resultado de esta implementación se obtuvo la siguiente *Figura 78* donde nos muestra el promedio de la diferencia de los resultados antes y después de la implementación.

Parte de las capacitaciones personalizada que tuvo el jefe de planta con los operarios facilitó el buen entender de esta estandarización, para obtener buenos resultados.



*Figura 78:* Diferencia de promedio de muestra pre vs muestra post de piezas defectuosas. La empresa de investigación. Elaboración propia.

Ayudó también la buena disposición de los trabajadores por hacer las cosas de la manera correcta y adecuada, para evitar el gran desperdicio de piezas defectuosas que ocurría antes de la implementación de un estándar de trabajo.

✓ Muestra POST – TEST Situación después

Después de la implementación de un estándar de procesos se analizó el número de piezas que se procesas dentro de cada operación, se tomaron las muestras de las piezas defectuosas que se hallaron por lote, lo cual nos dio los siguientes resultados.

La primera muestra POST se realizó en el mes de mayo del 2022, dentro de este lote se fabricaron 2 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 79.

La segunda muestra POST se realizó en el mes de julio del 2022, dentro de este lote se fabricaron 3 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 80.



Lote 1 (MAY 2022)		2		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	0	16	0.0%	
2	2	44	4.5%	
3	1	44	2.3%	
4	1	44	2.3%	
5	0	44	0.0%	
6	0	16	0.0%	
SUMA			1.5%	

Figura 79: Muestra POST lote 1 (mayo 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia

Lote 2 (JUL 2022)		3		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	1	24	4.2%	
2	1	66	1.5%	
3	0	66	0.0%	
4	2	66	3.0%	
5	1	66	1.5%	
6	0	24	0.0%	
SUMA			1.7%	

Figura 80: Muestra POST lote 2 (julio 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia

La tercera muestra POST se realizó en el mes de agosto del 2022, dentro de este lote se fabricaron 3 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 81.

Lote 3 (AGO 2022)		3		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	0	24	0.0%	
2	2	66	3.0%	
3	1	66	1.5%	
4	4	66	6.1%	
5	0	66	0.0%	
6	0	24	0.0%	
SUMA			1.8%	

Figura 81: Muestra POST lote 3 (agosto 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia

La cuarta muestra POST se realizó en el mes de septiembre del 2022, dentro de este lote se fabricaron 2 hornos en la empresa de estudio, y los resultados de las piezas defectuosas fueron los siguientes. Ver Figura 82.

Lote 4 (SEP 2022)		2		
Proceso N°	N° piezas defectuosas	TOTAL DE PIEZAS	% ERROR	
1	1	16	6.3%	
2	0	44	0.0%	
3	0	44	0.0%	
4	2	44	4.5%	
5	1	44	2.3%	
6	0	16	0.0%	
SUMA			2.2%	

Figura 82: Muestra POST lote 4 (septiembre 2022). La empresa de investigación. Elaboración propia

Después de haber analizado las 4 muestras POST, se tiene como resumen de las muestras la siguiente Tabla N°19.

Tabla N°19:

Muestra POST TEST de porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote

FECHA	LOTES	% CANTIDAD DE PIEZAS DEFECTUOSAS
May-22	LOTE 7	1.5%
Jul-22	LOTE 8	1.7%
Ago-22	LOTE 9	1.8%
Set-22	LOTE 10	2.2%

Fuente: La empresa de estudio.

- Tercer Objetivo: Implementar Kaizen para incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos
- ✓ Situación PRE TEST – Antes

El proceso de ensamblado es uno de los procesos más importantes del proceso de fabricación de hornos, debido a que en esta parte del proceso todas las piezas se juntan para dar como resultado el producto ensamblado.

Este proceso tiene que ser muy preciso y con la medida exacta, para así obtener buenos productos que sean competitivos para el mercado nacional.

En el proceso de ensamblado, el operario que en este caso es el soldador tiene la función de soldar las piezas, dentro de esta actividad él tiene que ser muy precisos y no cometer equivocaciones.

Las posiciones de los refuerzos son importantes ya que estos refuerzos internos tienen la función de sostener la estructura externa del horno.

Por lo cual se colocan en puntos estratégicos en donde hay más fuerza para enlazar las piezas internas con las externas y no tener conflicto con otras piezas.

Al no conocer la posición exacta, genera que el soldador en plenas labores esté preguntando siempre al jefe de planta en donde es el lugar indicado de soldar cada refuerzo interno.

Causa pérdidas de tiempo en el proceso de ensamblado, y como consecuencia el rendimiento de los operarios dentro de este proceso disminuye en gran manera. Al estar preguntando constantemente pierden mucho tiempo productivo.

Además de ello, al colocar la pieza del horno para realizar la unión de la estructura interna con una pieza externa, le toma mucho tiempo al operario. Realiza la actividad de manera intuitiva y al finalizar necesita la aprobación del jefe de planta. La pieza se debe encontrar nivelada con las 3 dimensiones, alto, largo y ancho.

Entonces el proceso consiste en que el operario primero asegura la altura y el largo, colocando la pieza sobre la plataforma teniendo como guía estos dos lados. Después realiza el soldado de las pestañas de unión para fijar la pieza.

Posterior a ello utiliza la wincha y aplica fuerza para que la pieza interna y externa sean paralelas y se tenga la misma distancia en la parte inferior y en la superior para tener como resultado el ancho correcto.

Al finalizar la unión de los refuerzos de la estructura interna con la pieza externa, le comunica al jefe de planta para que revise si la pieza quedo nivelada.

Si esto no es así, el operario tiene que cortar o romper los puntos de soldadura ya sea con un disco de corte o con el martillo.

Y nuevamente medir con la wincha y realizar los puntos de soldadura en los refuerzos. Al ser aprobado por el jefe de planta, el ayudante de soldadura realiza la corrida del soldado en la platina para fijar la unión de ambas piezas.

Este tiempo perdido por los soldadores, afecta mucho a la productividad de la empresa, debido a que se tiene trabajadores haciendo actividades que no están destinadas a hacer, que es estar consultando a cada rato al jefe de planta.

Este problema no solamente afecta directamente a los operarios, sino que también afecta al jefe de planta, debido a que muchas veces tiene que estar atento a que es lo que sucede en este proceso de ensamblado, para así evitar errores.

✓ Muestra PRE – TEST Antes

Previa a la aplicación de Kaizen se tomaron muestras desde marzo del 2021 hasta marzo del 2022. En este periodo de tiempo en la empresa se fabricaron 6 lotes con cantidades desde 2 a 4 hornos. Se procedió a tomar el tiempo de ensamble de lo que ellos se demoraban actualmente.

Estos tiempos son los que se muestran en la siguiente Tabla N°20, para que los tiempos los podamos comparar se realizó a obtener el promedio para así tener como resultado el tiempo de ensamble por horno.

Tabla N°20:

La muestra PRE TEST del tiempo de ensamble por horno.

FECHA	LOTES	CANT. A FABRICAR	TIEMPO REAL (minutos)	TIEMPO UNITARIO (minutos)
Mar-21	LOT 1	2	196,0	98,0
May-21	LOT 2	2	190,0	95,0
Jul-21	LOT 3	4	440,0	110,0
Oct-21	LOT 4	3	307,0	102,3
Ene-22	LOT 5	2	214,0	107,0
Mar-22	LOT 6	3	303,0	101,0

Fuente la empresa de estudio.

✓ Aplicación de la Variable Independiente

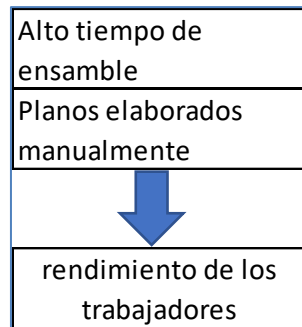
Etapa 1: Planear

Paso 1: Identificar el área del problema

La empresa posee de diversos problemas, descritos en el capítulo 1. Dos de ellos son el tiempo de ensamble y los planos elaborados manualmente que provocan el bajo rendimiento de los trabajadores. Ambos problemas específicos se encuentran en el área de soldado. Ver Figura 83.

Paso 2: Observar y descubrir las causas del problema

La problemática como se ha mencionado anteriormente se debe a que el ayudante de soldadura siempre está preguntando la posición de estos refuerzos al jefe de planta, lo que provoca tiempo mayor tiempo de ensamble del horno.



*Figura 83:* Causa raíz de la problemática. La empresa de investigación. Elaboración propia.

### Paso 3: Investigar cuál es la causa o el factor más importante

Los factores más importantes para solucionar es disminuir el tiempo del proceso de soldado de los refuerzos en la estructura interna y colocar y soldar correctamente la pieza externa.

Es importante colocar los refuerzos en la posición indicada ya que son lugares estratégicos para conectar con la pieza exterior y para no intervenir con otras piezas del horno.

La pieza exterior debe estar correctamente colocada en las tres dimensiones para evitar futuras fugas de calor en la parte superior del horno, como se puede observar en la Figura 84.

### Paso 4: Considerar las medidas remedio para las causas más importantes

Para evitar que el operario realice consultas al jefe de planta y se genere un ambiente cargado de buscarlo y de lo anteriormente mencionado, se realizó un plano de código RE-005 (Ver Anexo 05) en donde están las distancias correspondientes para realizar el soldado de las piezas.

Se realizó un procedimiento de actividades para el ayudante de soldadura, el cual se indica los materiales y herramientas que son necesarios para colocar la pieza externa de una manera más adecuada y en menor tiempo que inicialmente. Como se observa en la Figura 85.




*Figura 84:* Pieza externa del horno. La empresa de investigación. Elaboración Propia.

Etapa 2: Hacer

Paso 5: Poner en práctica las medidas remedio

Se realizó una capacitación el 11 de abril del 2022 con el objetivo que el operario pueda interpretar el plano de la distribución de los refuerzos en la pieza interna del horno. Se le explicó el inicio y fin de las medidas que fueron consideradas para que no hubiera equivocaciones y cuáles son las piezas del plano que se han considerado.

	Procedimiento de actividades		Versión: 1.0
			PRE-505
			INDUNOX
Proceso: Ensamblaje	Materiales: - (1) Plano de ensamble RE-005 - (1) Ángulo de 1.6m - (6) Ángulos de refuerzo - (6) Platinas de unión	Herramientas: - (1) Plumón - (1) Wincha - (4) Alicates en C	
Operario: ayudante de soldadura			
N	Actividades		
1	Marcar con plumón las distancias del plano de ensamble en la estructura interna		
2	Verificar las medidas		
3	Soldar los 6 refuerzos en la zona delimitada		
4	Posicionar la pieza externa sobre la base del horno		
5	Soldar las pestañas de unión inferior		
6	Colocar un ángulo de 1.60m de largo en la parte superior, desde adelante hasta atrás		
7	Sujetar el ángulo con la pieza frontal con un alicate en c		
8	Sujetar el ángulo con la pieza externa con dos alicates en c		
9	Verificar que la pieza externa este alineada con la pieza frontal		
10	Medir con wincha la distancia inferior entre la estructura interna y la pieza externa		
11	Medir la distancia superior entre la estructura interna y la pieza externa		
12	Corroborar que las distancias sean iguales		
13	Soldar las 6 platinas entre los ángulos		
14	Retirar los alicates en c y el ángulo de 1.60m		
15	Verificar la medida inferior y superior		

*Figura 85:* Procedimiento de actividades. La empresa de estudio. Elaboración propia.

Se le explicó la importancia del plano y que este iba a ser una herramienta más al realizar el proceso de soldado de los refuerzos. Que le iba a proveer beneficios para su persona, ya que ya no iba a estar con incertidumbre de las medidas. También se le comentó que si el plano tenía alguna carencia podría comunicarlo para realizar la mejora y le sea más útil.

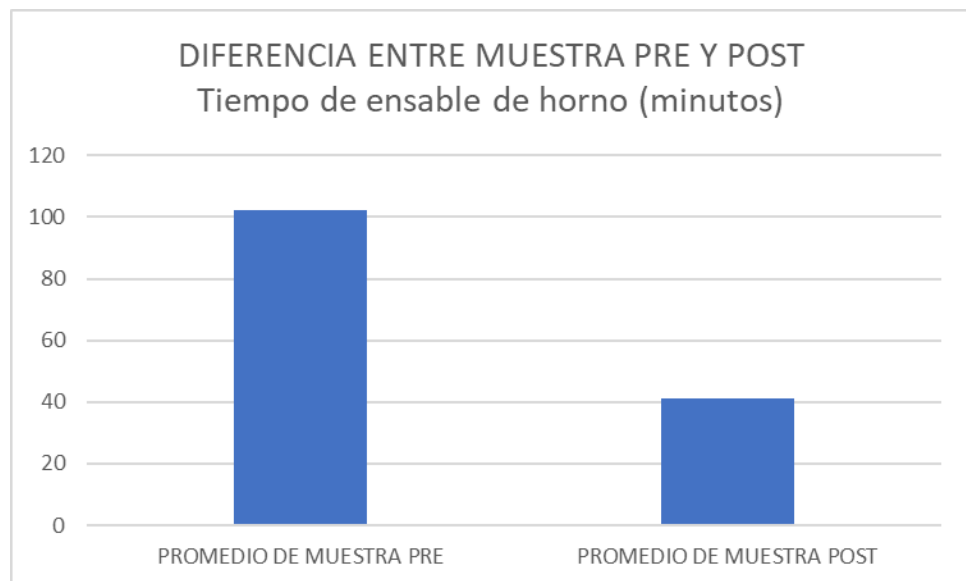
El día 12 de abril del 2022 se realizó una segunda capacitación con el ayudante de soldadura, se les entregó el procedimiento de actividades para colocar la pieza externa. En donde se indica los materiales y las herramientas, qué comparado con antes, se adicionaron a ello el plano RE-005, el ángulo de 1.6 metros de apoyo y los alicates en C. Se explicó cada descripción del procedimiento y el jefe de planta realizó un ejemplo siguiendo el procedimiento. Finalmente verificaron que las medidas fueran las mismas, comprobando de esa manera la efectividad del plano.



### Etapa 3: Verificar

#### Paso 6: Revisar los resultados obtenidos

En este paso se realizó una comparativa de la diferencia del antes de la aplicación y el después, que se puede observar en la Figura 86. En esta figura podemos interpretar que la aplicación del Kaizen redujo el tiempo antes en un 40.12%.



*Figura 86:* Diferencia de promedio de muestras pre vs post del tiempo de ensamble por horno. La empresa de investigación. Elaboración propia.

### Etapa 4: Actuar

#### Paso 7: Prevenir la recurrencia del problema

Analizando los resultados obtenidos en la etapa 3, se comprueba que las soluciones propuestas al problema si funcionan. Por ende, se procede a estandarizar el proceso, utilizando el plano RE-005 y el procedimiento de actividades.

Se realizó un plan de seguimiento para comprobar que la aplicación de kaizen, con el plano RE-005 y el procedimiento de actividades, se están cumpliendo. Como se observa en la Se realizó un plan de seguimiento para comprobar que la aplicación de kaizen, con el plano RE-005 y el

procedimiento de actividades, se están cumpliendo. Como se observa en la Figura 87.

		<b>Plan de seguimiento</b>		Versión: 1.0	
				INDUNOX	
Área de soldadura			Responsable: Jefe de planta		
El jefe de planta debe cumplir con las siguientes actividades, al verificar debe colocar su firma					
<b>Actividades</b>					
N					
1	Verificar que se utilice el plano RE-005 de manera correcta				
2	Verificar que se cumplan las actividades del procedimiento PRE-505				
N	Mes	Firma	Observaciones		
1	Octubre 2022				
2	Noviembre 2022				
3	Diciembre 2022				
4	Enero 2023				
5	Febrero 2023				
6	Marzo 2023				

Figura 87: Plan de seguimiento. La empresa de estudio. Elaboración propia.

✓ Situación POST TEST – Después

Al realizar la aplicación del Kaizen siguiendo los pasos de las 4 etapas, siendo estas, planear, hacer, verificar y actuar. Se obtuvieron mejoras en el rendimiento de los trabajadores y de igual manera un ambiente laboral más ameno.

Los operarios hicieron uso de las herramientas que se les estaban facilitando para disminuir el tiempo en buscar al jefe de planta o esperarlo, lo cual causaba una molestia para ellos.

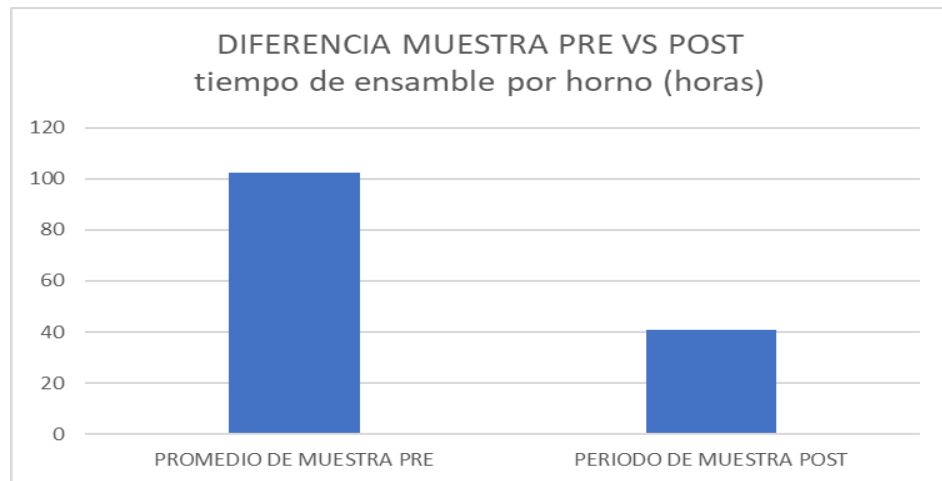
Con el plano a su disposición, ellos estaban seguros de lo que estaba realizando, ya que en la capacitación se habían subsanado sus dudas.

El procedimiento de actividades para realizar el armado de la pieza externa de la manera correcta y sin supervisión, ya que el mismo al finalizar debe verificar lo realizado.

Fue de gran ayuda, inicialmente la capacitación para entender el procedimiento de actividades. Ya que en la capacitación se realizó el ejemplo de cómo se debería realizar este proceso.

Después de ello, se pudo entender mejor el procedimiento de actividades, al tener esto documentado si tuvieran alguna duda, tiene esta herramienta de soporte.

En la siguiente Figura 88 se observa la diferencia entre la muestra pre y post del tiempo de ensamble por horno en horas. Lo que causa un mayor rendimiento a los trabajadores.



*Figura 88:* Diferencia de promedio de muestras pre vs post del tiempo de ensamble por horno. La empresa de investigación. Elaboración propia.

✓ Muestra POST – TEST Situación después

La muestra post se realizó a partir del mes de mayo del 2022, ya que la implementación de kaizen fue en abril del 2022.

En mayo se tomaron los tiempos de ensamble del horno en donde se realizaron 2 hornos en el lote 7, se tomó el tiempo del proceso de ensamblaje lo que nos dio como resultado el tiempo real en minutos.

Después de realizamos el promedio por horno para tener el tiempo por horno en minutos. En la siguiente tabla se puede observar las muestras obtenidas en los 4 lotes post.

Tabla N°21:

La muestra POST TEST del tiempo de ensamblado por horno.

FECHA	LOTES	CANT. A FABRICAR	TIEMPO REAL (minutos)	TIEMPO POR HORNO (minutos)
May-22	LOT 7	2	78,0	39,0
Jul-22	LOT 8	3	135,0	45,0
Ago-22	LOT 9	3	111,0	37,0
sept-22	LOT 10	2	86,0	43,0

Fuente la empresa de estudio.

## 4.2 Análisis de resultados

### Generalidades

En esta sección se presentan los planteamientos y los resultados de las pruebas de normalidad y de las pruebas de hipótesis de esta investigación, donde se expone el detalle de la información levantada de las muestras en situación pre test y en situación post test, de manera que se pueda comprobar y verificar el contraste de las muestras, a través del análisis de la estadística inferencial planteadas en la investigación para cada una de las hipótesis específicas.

Para todos los resultados de las pruebas se ha utilizado el software estadístico IBM SPSS Statistics en su versión 26.

#### ✓ Prueba de normalidad

Para las pruebas de normalidad se plantean las siguientes hipótesis:

$H_0$ : Hipótesis Nula – Los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

$H_1$ : Hipótesis Alterna – Los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig.  $\geq 0,05$ ), entonces, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

Por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig.  $< 0,05$ ), entonces, se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ )

Por lo tanto, los datos de la muestra NO siguen una distribución normal.

✓ Prueba de Hipótesis

Para la contrastación de hipótesis se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

$H_0$ : Hipótesis Nula – NO existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test

$H_1$ : Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig.  $\geq 0,05$ ), entonces, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), o lo que es lo mismo, se rechaza la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: NO se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig.  $< 0,05$ ), entonces, se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), o lo que es lo mismo, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador

✓ Prueba de Levene

Para la prueba de Levene se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

$H_0$ : Hipótesis Nula – SI se asumen varianzas iguales

$H_1$ : Hipótesis Alterna – NO se asumen varianzas iguales

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig.  $\geq 0,05$ ), entonces, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

Por lo tanto: SI se asumen varianzas iguales

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig.  $< 0,05$ ), entonces, se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ )

Por lo tanto: NO se asumen varianzas iguales

Primera hipótesis específica: Si se implementa las 5S se mejorará la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos.

✓ Pruebas de Normalidad

▪ Muestra Pre Test y Post Test:

En la Tabla N°22 se muestra los datos Pre Test que corresponden al tiempo de búsqueda de herramientas, esta muestra corresponde a una muestra de 6 lotes entre los meses de marzo 2021 a marzo del 2022.

Se muestra también los datos Post Test que corresponden al tiempo de búsqueda de herramientas, esta muestra corresponde a una muestra de 4 lotes entre los meses de mayo 2022 a setiembre del 2022.

Tabla N°22:

Muestra PRE TEST y POST TEST del tiempo de búsqueda de herramientas

Tiempo de búsqueda de herramientas muestra – PRE	Tiempo de búsqueda de herramientas muestra – POST
101.8	21.8
108.7	24.8
106.7	23.6
115.3	22.9
117.1	
111.8	

Fuente: Empresa de estudio

Resumen de procesamiento de datos

Los datos que se procesaron fueron los tiempos de búsqueda de herramientas antes de implementar la metodología 5S y el tiempo de búsqueda de herramientas luego de la implementación.

En la Tabla N°23, se visualiza el resumen de procesamiento de casos que se obtuvo mediante el porcentaje software IBM SPSS Versión 26, donde se verifica que, del total de muestras procesadas, el 100% han sido validadas, en otros términos, no hubo ningún dato perdido.

Tabla N°23:

Resumen de procesamiento de datos – tiempo de búsqueda de herramientas Pre Test y Post Test

Resumen de procesamiento de casos							
PRE - POST		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo de búsqueda de herramientas	Muestra PRE	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
	Muestra POST	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

Fuente: IBM SPSS Versión 26

### Estadísticos descriptivos

En la Tabla N°24 se muestra un resumen de los estadísticos descriptivos, los mismos que permiten analizar los datos ya sea por tendencia central o por dispersión.

Tabla N°24:

Estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test

Descriptivos						
PRE - POST					Estadístico	Error estándar
Tiempo de búsqueda de herramientas	Muestra PRE	Media			110.233	2.3183
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		104.274	
			Límite superior		116.193	
		Mediana		110.250		
		Varianza		32.247		
		Mínimo		101.8		
		Máximo		117.1		
	Rango		15.3			
	Muestra POST	Media			23.275	.6290
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		21.273	
			Límite superior		25.277	
		Mediana		23.250		
		Varianza		1.583		
		Mínimo		21.8		
Máximo			24.8			
Rango		3.0				

Fuente: IBM SPSS Versión 26

### Prueba paramétrica

Para realizar la prueba de normalidad se utilizó el tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción de hornos por 6 lotes, los cuales estuvieron dentro de los meses de marzo del 2021 hasta el mes de marzo del



2022, y también el tiempo de búsqueda de herramientas en el área de producción de hornos por 4 lotes, los cuales estuvieron dentro de los meses de mayo del 2022 hasta el mes de septiembre del 2022

Para el análisis de significancia, los datos se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que fueron menores a 50. Este análisis se llevó a cabo con el fin de determinar si las muestras son paramétricas o no. Ver Tabla N°25.

Tabla N°25:

Prueba de Normalidad para el tiempo de búsqueda de herramientas Pre Test y Post Test

PRE - POST		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de búsqueda de herramientas	Muestra PRE	.147	6	.200*	.973	6	.912
	Muestra POST	.148	4	.	.999	4	.998

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Luego de evaluar los datos mediante la prueba de Shapiro.Wilk, se obtuvo que la significancia del tiempo de búsqueda de herramientas en la muestra PRE fue mayor al 5%, por consiguiente, la distribución es normal o paramétrica.

De igual manera, en la muestra POST la significancia búsqueda de herramientas fue mayor al 5%, por lo tanto, la distribución también es normal o paramétrica.

Los valores son mayores que el valor de la significación 0.05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Pre Test y Post test provienen de una distribución normal.

✓ Prueba de Hipótesis

H<sub>0</sub>: Si se implementa las 5S, entonces NO se mejorará la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos.

H<sub>1</sub>: Si se implementa las 5S, entonces SI se mejorará la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos.

## Prueba de significación

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras independientes, debido a que no son el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student de muestra independientes, la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias.

## Prueba de Levene

Antes de analizar la prueba de hipótesis T de Student de muestras independientes, primero analizaremos la prueba de Levene como herramienta de estadística inferencial para evaluar si existe igualdad en las varianzas de nuestra variable calculada para la muestra pre test y post test.

En la Tabla N°26 se observa en la prueba de Levene que la Sig es 0,040 lo cual es menor que 0.05, por lo tanto, No se asumen Varianzas Iguales

Tabla N°26:

Prueba de Levene del tiempo de búsqueda de herramientas

<b>Prueba de muestras independientes</b>			
		<b>Prueba de Levene de igualdad de varianzas</b>	
		<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Tiempo de búsqueda de herramientas</b>	<b>Se asumen varianzas iguales</b>	5.977	<b>.040</b>
	<b>No se asumen varianzas iguales</b>		

Fuente: IBM SPSS Versión 26

En la Tabla N°27 se puede observar, estadísticas de grupo en donde podemos observar que la Media que es básicamente el promedio es de las muestras en donde la muestra PRE sale con una media de 110.233 min y la muestra POST sale con una media de 23.275 min; también se muestra la desviación estándar y la media de error estándar de cada una de la muestra.

Tabla N°27:

Estadísticas de Grupo del tiempo de búsqueda de herramientas

Estadísticas de grupo					
	PRE - POST	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Tiempo de búsqueda de herramientas	Muestra PRE	6	110.233	5.6786	2.3183
	Muestra POST	4	23.275	1.2580	.6290

Fuente: IBM SPSS Versión 26

De igual manera en la Tabla N°28 se observa en la prueba de T de Student de muestras independientes, que la Sig. es 0.001, lo cual es menor que 0.05, por lo tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ )

Tabla N°28:

Prueba de hipótesis de T de Student de muestra independientes del tiempo de búsqueda de herramientas

Prueba de muestras independientes									
		prueba t para la igualdad de medias							
		t	gl	Significación		Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Tiempo de búsqueda de herramientas	Se asumen varianzas iguales	29.576	8	<.001	<.001	86.9583	2.9402	80.1782	93.7385
	No se asumen varianzas iguales	36.201	5.712	<.001	<.001	86.9583	2.4021	81.0074	92.9087

Fuente: IBM SPSS Versión 26

De acuerdo al resultado mostrado en la Tabla N°28 , el tiempo de búsqueda de herramientas antes de la implementación de las 5s, muestra una diferencia estadística significativa, tiempo de búsqueda de herramientas después de la implementación de las 5s.

Con lo cual, para este contraste de muestras acepta la hipótesis alterna o lo que es lo mismo, la hipótesis del investigador:

H<sub>1</sub>: Si se implementa las 5S, entonces SI se mejorará la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos.

Por todo lo antes expuesto, se evidencia claramente que la implementación de las 5s tuvo un efecto positivo y significativo con una disminución del tiempo de búsqueda de herramientas en la línea de producción de la empresa Indunox.

Segunda hipótesis específica: Si se implementa la estandarización de procesos se reducirán las piezas defectuosas en la línea de producción en el proceso de fabricación de hornos.

✓ Pruebas de Normalidad

▪ Muestra Pre Test y Post Test:

En la Tabla N°29 se muestra los datos Pre Test que corresponden a las piezas defectuosas en la línea de producción en la fabricación de hornos, esta muestra corresponde a una muestra de 6 lotes entre los meses de marzo 2021 a marzo del 2022. Se muestra también los datos Post Test que corresponden a las piezas defectuosas en la línea de producción en la fabricación de hornos, esta muestra corresponde a una muestra de 4 lotes entre los meses de mayo 2022 a setiembre del 2022.

Tabla N°29:

Muestra PRE TEST y POST TEST Piezas defectuosas en la línea de producción de hornos

Promedio de piezas defectuosas Muestra – PRE	Promedio de piezas defectuosas Muestra – POST
101.8	21.8
108.7	24.8
106.7	23.6
115.3	22.9
117.1	
111.8	

Fuente: Empresa de estudio

Resumen de procesamiento de datos

Los datos que se procesaron fueron las piezas defectuosas en la línea de producción de hornos antes de implementar la estandarización de procesos y las piezas defectuosas en la línea de producción luego de la implementación.

En la Tabla N°30, se visualiza el resumen de procesamiento de casos que se obtuvo mediante el porcentaje software IBM SPSS Versión 26, donde se verifica que, del total de muestras procesadas, el 100% han sido validadas, en otros términos, no hubo ningún dato perdido.

Tabla N°30:  
Resumen de procesamiento de datos – Promedio de piezas defectuosas Pre Test y Post Test

Resumen de procesamiento de casos							
PRE - POST		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Promedio de piezas defectuosas	Muestra PRE	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
	Muestra POST	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

Fuente: IBM SPSS Versión 26

#### Estadísticos descriptivos

En la Tabla N°31 se muestra un resumen de los estadísticos descriptivos, los mismos que permiten analizar los datos ya sea por tendencia central o por dispersión.

Tabla N°31:  
Estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test del promedio de piezas defectuosas

Descriptivos					
	PRE - POST		Estadístico	Error estándar	
	Promedio de piezas defectuosas	Muestra PRE			Media
95% de intervalo de confianza para la media			Límite inferior	13.873%	
			Límite superior	17.845%	
Mediana			15.483%		
Varianza			3.582		
Mínimo			13.7%		
Máximo			19.3%		
Rango		5.6%			
Muestra POST		Media	1.791%	0.1396%	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.347%	
			Límite superior	2.236%	
		Mediana	1.736%		
		Varianza	.078		
		Mínimo	1.5%		
	Máximo	2.2%			
Rango	0.7%				

Fuente: IBM SPSS Versión 26

## Prueba paramétrica

Para realizar la prueba de normalidad se utilizó el porcentaje de cantidad de piezas defectuosas en el área de producción de hornos por 6 lotes, los cuales estuvieron dentro de los meses de marzo del 2021 hasta el mes de marzo del 2022, y también el número de piezas defectuosas en el área de producción de hornos por 4 lotes, los cuales estuvieron dentro de los meses de mayo del 2022 hasta el mes de septiembre del 2022

Para el análisis de significancia, los datos se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que fueron menores a 50. Este análisis se llevó a cabo con el fin de determinar si las muestras son paramétricas o no. Ver Tabla N°32.

Tabla N°32:

Prueba de Normalidad para el porcentaje de cantidad de piezas defectuosas Pre Test y Post Test

PRE - POST		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas	Muestra PRE	.273	6	.183	.887	6	<b>.303</b>
	Muestra POST	.284	4	.	.929	4	<b>.587</b>

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Luego de evaluar los datos mediante la prueba de Shapiro.Wilk, se obtuvo que la significancia de porcentaje de cantidad de piezas defectuosas en la muestra PRE fue mayor al 5%, por consiguiente, la distribución es normal o paramétrica.

De igual manera, en la muestra POST la significancia del porcentaje de piezas defectuosas fue mayor al 5%, por lo tanto, la distribución también es normal o paramétrica.

Los valores son mayores que el valor de la significación 0.05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Pre Test y Post test provienen de una distribución normal.

✓ Prueba de Hipótesis

H<sub>0</sub>: Si se implementa la estandarización de procesos NO se reducirán las piezas defectuosas en la línea de producción en el proceso de fabricación de hornos.

H<sub>1</sub>: Si se implementa la estandarización de procesos SI se reducirán las piezas defectuosas en la línea de producción en el proceso de fabricación de hornos.

▪ Contraste de hipótesis (prueba de significación)

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras independientes, debido a que no son el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student de muestra independientes, la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias.

Prueba de Levene

Antes de analizar la prueba de hipótesis T de Student de muestras independientes, primero analizaremos la prueba de Levene como herramienta de estadística inferencial para evaluar si existe igualdad en las varianzas de nuestra variable calculada para la muestra pre test y post test.

En la Tabla N°33 se observa en la prueba de Levene que la Sig es 0,154 lo cual es mayor que 0.05, por lo tanto, se asumen Varianzas Iguales.

Tabla N°33:

Prueba de Levene del porcentaje de cantidad de piezas de piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos

Prueba de muestras independientes			
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas	Muestra PRE	2.475	.154
	Muestra POST		

Fuente: IBM SPSS Versión 26

En la Tabla N°34 se puede observar, estadísticas de grupo en donde podemos observar que la Media que es básicamente el promedio de las muestras en donde la muestra PRE sale con una media de 15.85% y la muestra POST sale con una media de 1.79%; también se muestra la desviación estándar y la media de error estándar de cada una de la muestra.

Tabla N°34:  
Estadísticas de Grupo del Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas

Estadísticas de grupo					
	PRE - POST	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas	Muestra PRE	6	15.859%	1.8926%	0.7726%
	Muestra POST	4	1.791%	0.2792%	0.1396%

Fuente: IBM SPSS Versión 26

De igual manera en la Tabla N°35 se observa en la prueba de T de Student de muestras independientes, que la Sig. es 0.001, lo cual es menor que 0.05, por lo tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ )

Tabla N°35:  
Prueba de hipótesis de T de Student de muestra independientes del porcentaje de cantidad de piezas defectuosas

Prueba de muestras independientes									
		prueba t para la igualdad de medias							
		t	gl	Significación		Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas	Muestra PRE	14.472	8	<.001	<b>&lt;.001</b>	14.0678%	0.9721%	11.8261%	16.3094%
	Muestra POST	17.917	5.322	<.001	<.001	14.0678%	0.7852%	12.0857%	16.0498%

Fuente: IBM SPSS Versión 26



De acuerdo con el resultado mostrado en la Tabla N°35, el porcentaje de cantidad de piezas defectuosas antes de la implementación de la estandarización muestra una diferencia estadística significativa con el porcentaje de cantidad de piezas defectuosas después de la implementación de la estandarización

Con lo cual, para este contraste de muestras acepta la hipótesis alterna o lo que es lo mismo, la hipótesis del investigador:

H<sub>1</sub>: Si se implementa la estandarización de procesos SI se reducirán las piezas defectuosas en la línea de producción en el proceso de fabricación de hornos.

Por todo lo antes expuesto, se evidencia claramente que la implementación de la estandarización de procesos tuvo un efecto positivo y significativo con una disminución del porcentaje de cantidad de piezas defectuosas en la línea de producción de la empresa de estudio.

**Tercera hipótesis específica:** Si se implementa Kaizen se incrementará el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.

✓ Pruebas de Normalidad

▪ Muestra Pre Test y Post Test:

En la Tabla N°36 se muestra los datos Pre Test que corresponden al tiempo de ensamble por horno (min), esta muestra corresponde a una muestra de 6 lotes entre los meses de marzo 2021 a marzo del 2022.

Se muestra también los datos Post Test que corresponden al tiempo de ensamble por horno (min), esta muestra corresponde a una muestra de 4 lotes entre los meses de mayo 2022 a setiembre del 2022.

Tabla N°36:  
Muestra PRE TEST y POST TEST del al tiempo de ensamble por horno (min)

Tiempo unitario armado de piezas		Tiempo unitario armado de piezas	
Muestra – PRE		Muestra – POST	
	98.0		39.0
	95.0		45.0
	110.0		37.0
	102.3		43.0
	107.0		
	101.0		

Fuente: Empresa de estudio

### Resumen de procesamiento de datos

Los datos que se procesaron fueron los tiempos de ensamble por horno (min) antes de implementar la metodología Kaizen y el tiempo de ensamble por horno (min) luego de la implementación.

En la

Tabla N°37, se visualiza el resumen de procesamiento de casos que se obtuvo mediante el porcentaje software IBM SPSS Versión 26, donde se verifica que, del total de muestras procesadas, el 100% han sido validadas, en otros términos, no hubo ningún dato perdido.

Tabla N°37:  
*Resumen de procesamiento de datos – Tiempo de ensamble por horno (min) Pre Test y Post Test*

Resumen de procesamiento de casos							
PRE - POST		Casos					
		Válido		Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo de ensamble por horno (min)	Muestra PRE	6	100.0%	0	0.0%	6	100.0%
	Muestra POST	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

Fuente: IBM SPSS Versión 26

### Estadísticos descriptivos

En la Tabla N°38 se muestra un resumen de los estadísticos descriptivos, los mismos que permiten analizar los datos ya sea por tendencia central o por dispersión.

Tabla N°38:

Estadísticos descriptivos de las muestras Pre y Post Test Tiempo de ensamble por horno

Descriptivos					
		PRE - POST		Estadístico	Error estándar
		Tiempo de ensamble por horno (min)	Muestra PRE		
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			96.383	
	Límite superior			108.062	
Mediana				101.667	
Varianza				30.963	
Mínimo				95.0	
Máximo				110.0	
Rango				15.0	
Muestra POST	Media			41.000	1.8257
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	35.190	
			Límite superior	46.810	
	Mediana			41.000	
	Varianza			13.333	
	Mínimo			37.0	
Rango		8.0			

Fuente: IBM SPSS Versión 26

#### Prueba paramétrica

Para realizar la prueba de normalidad se utilizó el tiempo de ensamble por horno (min) en el área de producción de hornos por 6 lotes, los cuales estuvieron dentro de los meses de marzo del 2021 hasta el mes de marzo del 2022, y Tiempo de ensamble por horno (min) en el área de producción de hornos por 4 lotes, los cuales estuvieron dentro de los meses de mayo del 2022 hasta el mes de septiembre del 2022

Para el análisis de significancia, los datos se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que fueron menores a 50. Este análisis se llevó a cabo con el fin de determinar si las muestras son paramétricas o no. Ver Tabla N°39 .

Tabla N°39:

Prueba de Normalidad para el Tiempo de ensamble por horno Pre Test y Post Test

PRE - POST	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.

Tiempo de ensamble por horno (min)	Muestra PRE	.159	6	.200*	.975	6	<b>.927</b>
	Muestra POST	.208	4	.	.950	4	<b>.714</b>

Fuente: IBM SPSS Versión 26

Luego de evaluar los datos mediante la prueba de Shapiro.Wilk, se obtuvo que la significancia del Tiempo de ensamble por horno (min) en la muestra PRE fue mayor al 5%, por consiguiente, la distribución es normal o paramétrica.

De igual manera, en la muestra POST la significancia Tiempo de ensamble por horno (min) fue mayor al 5%, por lo tanto, la distribución también es normal o paramétrica.

Los valores son mayores que el valor de la significación 0.05, de modo que, se acepta la Hipótesis Nula, con lo cual se concluye que los datos de la muestra Pre Test y Post test provienen de una distribución normal.

✓ Prueba de Hipótesis

H<sub>0</sub>: Si se implementa Kaizen NO se incrementará el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.

H<sub>1</sub>: Si se implementa Kaizen SI se incrementará el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.

▪ Contraste de hipótesis (prueba de significación)

Dado que los datos son de naturaleza numérica; de muestras independientes, debido a que no son el mismo grupo de análisis para la muestra Pre Test y Post Test; y que además, ambas muestras provienen de una distribución normal, se determinó utilizar la Prueba de T de Student de muestra independientes, la cual es una prueba de hipótesis que permite evaluar si en los resultados hay diferencia estadística de manera significativa respecto a sus medias.

## Prueba de Levene

Antes de analizar la prueba de hipótesis T de Student de muestras independientes, primero analizaremos la prueba de Levene como herramienta de estadística inferencial para evaluar si existe igualdad en las varianzas de la variable calculada para la muestra pre test y post test.

En la Tabla N°40 se observa en la prueba de Levene que la Sig es 0,478 lo cual es mayor que 0.05, por lo tanto, se asumen Varianzas Iguales

Tabla N°40:

Prueba de Levene del Tiempo de ensamble por horno (min)

Prueba de muestras independientes			
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Tiempo unitario armado de piezas (horas)	Muestra PRE	.553	.478
	Muestra POST		

Fuente: IBM SPSS Versión 26

En la Tabla N°41 se puede observar, estadísticas de grupo en donde podemos observar que la Media que es básicamente el promedio es de las muestras en donde la muestra PRE sale con una media de 102.222 min y la muestra POST sale con una media de 41.00 min; también se muestra la desviación estándar y la media de error estándar de cada una de la muestra.

Tabla N°41:

Estadísticas de Grupo del Tiempo de ensamble por horno (min)

Estadísticas de grupo					
	PRE - POST	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Tiempo de ensamble por horno (min)	Muestra PRE	6	102.222	5.5644	2.2717
	Muestra POST	4	41.000	3.6515	1.8257

Fuente: IBM SPSS Versión 26

De igual manera en la Tabla N°42 se observa en la prueba de T de Student de muestras independientes, que la Sig. es 0.001, lo cual es menor que 0.05, por

lo tanto, podemos concluir que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ).

Tabla N°42:

Prueba de hipótesis de T de Student de muestra independientes del tiempo de ensamble por horno (min).

Prueba de muestras independientes									
		prueba t para la igualdad de medias							
		t	gl	Significación		Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Tiempo de ensamble por horno (min)	Se asumen varianzas iguales	19.22	8	<.001	<b>&lt;.001</b>	61.2222	3.1854	53.8767	68.5677
	No se asumen varianzas iguales	21.01	7.990	<.001	<.001	61.2222	2.9144	54.5000	67.9444

Fuente: IBM SPSS Versión 26

De acuerdo con el resultado mostrado en la Tabla N°42, el tiempo de ensamble por horno (min) antes de la implementación del Kaizen, muestra una diferencia estadística significativa con el tiempo de ensamble por horno (min) después de la implementación del Kaizen.

Con lo cual, para este contraste de muestras acepta la hipótesis alterna o lo que es lo mismo, la hipótesis del investigador:

$H_1$ : Si se implementa Kaizen SI se incrementará el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.

Por todo lo antes expuesto, se evidencia claramente que la implementación del Kaizen tuvo un efecto positivo y significativo con una disminución del tiempo de ensamble por horno en la línea de producción de la empresa Indunox.

- ✓ Análisis e interpretación de los resultados (aporte de la investigación)
  - Primer Objetivo: Implementar las 5S para mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos.

Para poder lograr el primer objetivo específico fue de gran importancia seguir todos los pasos que se sustentaron en la investigación. Desde el punto de vista teórico se tuvo que realizar una búsqueda de información de la disponibilidad de herramientas que tenían los operarios en la línea de producción.

Después para poder llevar a cabo el proceso de implementación de la teoría que se estudió, se tuvo que establecer un orden para el inicio de la implementación con una definición de los objetivos que se tenía. De este modo, en la línea de producción de hornos se implementó la metodología de la 5s con el objetivo de poder tener una mayor disponibilidad de herramientas dentro de los procesos de la línea de producción.

Como resultado a la implementación de las 5s, los operarios dentro de la línea de producción de hornos fueron teniendo mayor disponibilidad de las herramientas. Además, fue importante para la investigación, la toma de las muestras PRE correspondientes al tiempo de búsqueda de herramientas que tomaban los operarios, así como también las muestras POST, es decir después de la implementación de la metodología de las 5s.

Se demostró que con la aplicación de la herramienta 5S se mejoró en un 78.89% la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos mediante el tiempo de búsqueda de herramientas por lote. Con una reducción de 110.23 minutos por lote en la muestra pre a 23.28 minutos por lote en la muestra post.

Por lo tanto, desde el punto de vista estadístico, las muestras PRE y POST fueron procesadas en el software IBM SPSS Versión 26, para evaluar la normalidad y nivel de significancia. En el primer caso, ambas muestras se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk debido a que fueron menor a 50, cuyo resultado fue que los datos siguen una distribución normal; por otra parte, al aplicar la prueba T de Student de muestras relacionadas el nivel de significancia fue menor al 5%.

Se comprobó que la disponibilidad de herramientas se incrementó, debido a que se redujo el tiempo de búsqueda de herramientas. De esta manera se

demonstró que la aplicación de la teoría que se planteó fue fundamental para lograr el objetivo, y también fue capaz de que los operarios puedan tener un lugar de trabajo más limpio y ordenado con respecto a las herramientas que utilizan día a día.

La investigación servirá como base y sustento para futuras investigaciones similares. Además, servirá a empresas del mismo rubro que quieran y este en su objetivo poder implementar la metodología 5s en su línea de producción y así mejorar la disponibilidad de herramientas en la línea de producción.

- Segundo Objetivo: Implementar la estandarización de procesos para reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos.

Para el logro de este primer objetivo específico fue de suma importancia seguir el proceso de investigación que se presenta. Por esta razón, desde el punto de vista teórico se realizó una búsqueda de información sobre el proceso para la implementación de una estandarización de procesos, que se pueda adaptar a la realidad del negocio de estudio.

Seguidamente, para llevar a cabo el proceso de implementación de la teoría, se estableció una secuencia de pasos que inició en la definición de los objetivos que se querían lograr hasta la implementación de un estándar de trabajo para reducir el gran número de piezas defectuosas que se presentaban en la línea de producción de hornos.

En efecto, dentro de la línea de producción de hornos fue consiguiendo una reducción de las piezas defectuosas que se presentaban antes de la implementación.

Además, como parte esencial de la investigación, se tomaron la muestra PRE que corresponde al porcentaje de piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos, así como también las muestras POST, es decir después de la implementación se logró reducir un 88.64% las piezas defectuosas. Con una reducción de porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote de 15.85% a 1.8%.



Por lo tanto, desde el punto de vista estadístico, las muestras PRE y POST fueron procesadas en el software IBM SPSS Versión 26, para evaluar la normalidad y nivel de significancia

En el primer caso, ambas muestras se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk debido a que fueron menor a 50, cuyo resultado fue que los datos siguen una distribución normal; por otra parte, al aplicar la prueba T de Student de muestras relacionadas el nivel de significancia fue menor al 5%.

Luego de validar los datos, se comprobó que el porcentaje de piezas defectuosas en los procesos para la fabricación de hornos se redujo como consecuencia de la implementación de una estandarización de procesos. De esta manera se demostró que la aplicación de la estandarización de procesos fue una teoría fundamental para alcanzar el objetivo.

La investigación sirve de base para futuras investigaciones, siempre que se asemeje a la realidad de la empresa de estudio y que siga los mismos objetivos. Además de servir a otras empresas como guía a seguir para la implementación de un estándar de procesos, debido a que se demostró el impacto favorable en el proceso de producción.

- Tercer Objetivo: Implementar Kaizen para incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.

Se propuso la aplicación de Kaizen para incrementar el rendimiento de los trabajadores, porque esta metodología tiene un enfoque de mejora continua y se relaciona estrechamente con los trabajadores. Se consideran las opiniones de todos los que son parte del área de producción para la aplicación, fomentando el trabajo en equipo.

La involucración de los operarios fue de suma importancia, ya que ellos son los que conocen mejor su trabajo y las mejoras que se podrían realizar. La aplicación es rápida y se pueden visualizar los cambios al finalizarla.

En la aplicación se siguió las etapas de planeas, hacer, verificar y actuar en donde se realizó un plano y un procedimiento de actividades enfocándose en el área de soldar y en las operaciones del ayudante de soldadura, para mejorar el tiempo de ensamble. Ambas documentaciones fueron de soporte y guía para los operarios. Esto se puede demostrar en la comparativa del antes y después.

A través de la estadística, procesando las muestras PRE y POST en el software IBM SPSS Versión 26, con el fin de evaluar la normalidad y nivel de significancia. Las muestras se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilk ya que la cantidad de la muestra es menor a 50 datos.

El resultado indicó que los datos se rigen a una distribución normal; por otra parte, con la aplicación de la prueba T de Student de muestras emparejadas el nivel de significancia fue menor al 0.005, lo que significa que existe una diferencia significativa entre el pre y post test.

A través de la investigación de tipo cuantitativa aplicando la estadística se demostró que la teoría para mejorar el rendimiento de los trabajadores cumplió con el cometido. Según los resultados obtenidos a través de la estadística, en la muestra pre el tiempo de ensamble es de 102.22 minutos y en la muestra post de 41 minutos. Se comprueba que la teoría aplicada si solucionó el problema.

Con el resultado de la estadística nos demuestra que la teoría del Kaizen incremento el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos en un 59.89%, mediante la reducción del tiempo de ensamble por horno.

Esta investigación contribuye de gran utilidad para cualquier empresa industrial, como microempresas, pequeñas, medianas y grandes empresas industriales.

El incremento de la productividad genera un aumento en sus ingresos, menos costos y sobre todo mejoras en la rentabilidad y competitividad del negocio. Además, se produce un ambiente más agradable en la empresa entre todos los trabajadores.

## Resumen de resultados

Como resumen se muestran los resultados numéricos de la muestra PRE y la muestra POST y su diferencia de estos de la presente investigación. Ver Tabla N°43-

Tabla N°43:  
Resumen de resultados

Hipótesis Específica	Variables Independiente	Variables Dependiente	Indicador	Pre- Test	Post- Test	Diferencia
<b>1</b>	5s	Disponibilidad de herramientas	Tiempo de búsqueda de herramientas por lote	110.23	23.28	78.89%
<b>2</b>	Estandarización de procesos	Piezas defectuosas	Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote	15.85	1.8	88.64%
<b>3</b>	Kaizen	Rendimiento de los trabajadores	Tiempo de ensamble por horno	102.22	41	59.89%

Elaboración: Propia

## CONCLUSIONES

1. La implementación de las herramientas de la metodología Lean Manufacturing permitió incrementar la productividad en el proceso de fabricación de hornos, con la aplicación de las 5S, la estandarización de procesos y kaizen.
2. Se demostró que con la aplicación de la herramienta 5S se mejoró en un 78.89% la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos mediante el tiempo de búsqueda de herramientas por lote. Con una reducción de 110.23 minutos por lote en la muestra pre a 23.28 minutos por lote en la muestra post.
3. La aplicación de la estandarización de procesos con el fin de reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos. Esta implementación, que fue mediante al porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote, logró reducir un 88.64% las piezas defectuosas. Con una reducción de porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote de 15.85% a 1.8%.
4. La implementación Kaizen incrementó el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos, mediante la reducción del tiempo de ensamble por horno. Se disminuyó de 102.22 minutos a 41 minutos, incrementando el rendimiento en un 59.89%.
5. Las capacitaciones realizadas a los trabajadores fueron fundamentales para la implementación de Lean Manufacturing, ya que con estas adquirieron los conocimientos para aplicar las herramientas.
6. Como resultado de la implementación de las 5S, los operarios contaron con un eficiente lugar de trabajo, debido a que tenían a su alcance las herramientas de trabajo, adicional a ello la línea de producción se volvió un ambiente más seguro, evitando un área de trabajo con herramientas desorganizadas.

7. La implementación del Lean Manufacturing en la compañía ha permitido iniciar una cultura de mejora continua dentro del proceso de producción esto permitió que los trabajadores puedan involucrarse más en el desarrollo del proceso productivo.

## RECOMENDACIONES

1. Con respecto a la aplicación de la metodología 5s se recomienda a la empresa de estudio continuar con los controles para poder mantener el orden de las herramientas de trabajo.
2. Es importante que de manera quincenal se realicen inspecciones de las herramientas para poder controlar su estado y su correcto funcionamiento.
3. En relación con la aplicación de la estandarización de procesos se recomienda a los operarios de la empresa seguir detalladamente la estandarización de los procesos establecidos, para poder evitar las piezas defectuosas dentro de la línea de producción.

Los operarios deben de tener una cultura empresarial de mejora continua, es decir cuando vean que un proceso se puede mejorar más, deben de comunicárselo al ingeniero de planta para evaluar la mejora.

4. Se recomienda seguir con la capacitación continua del personal mediante charlas personales y grupales. Con la finalidad de continuar y controlar el estándar de procesos establecidos. Estas capacitaciones ayudarán a los operarios a poder realizar de manera correcta y adecuada sus actividades. Es importante que estas capacitaciones continuas estén a cargo del jefe de planta, debido a que es la persona con mayor experiencia
5. Se recomienda hacer uso del plan de seguimiento realizado en la aplicación de kaizen, cada inicio de mes para verificar que se cumpla lo implementado y mantener la mejora en el tiempo.
6. Se recomienda hacer una reunión con los operarios cada 4 meses para indagar cuales son los problemas que se acontecen en el área de producción y según a ello, aplicar kaizen para una mejora continua.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

- Alcántara, V. (Agosto de 2015). Metalmecánica. Obtenido de [http://www.andi.com.co/Uploads/CADENA%20METALMECANICA%20EN%20AMERICA%20LATINA%202012\\_636536157790078356.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/CADENA%20METALMECANICA%20EN%20AMERICA%20LATINA%202012_636536157790078356.pdf)
- Alvarez Risco, A. (2020). Justificación de la Investigación. Lima: Universidad de Lima. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%205%20%2818.04.2021%29%20%20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=Justificaci%C3%B3n%20pr%C3%A1ctica%20Implica%20desc>
- Arroyo Paredes, N. A. (2018). Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Baena Paz, G. M. (2017). Metodología de la Investigación, Serie integral por competencias. México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V. Obtenido de [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
- Bermejo, J. (2019). Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Bernal Torres, C. A. (2010). Metodología de la Investigación. Colombia.
- Calderón Saldaña, J. P., & Alzamora De Los Godos Urcia, L. A. (2010). Metodología de la investigación científica en postgrado. Lima.
- Castrejón Gallegos, A. (2016). Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico. (Tesis de postgrado). Universidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. Ciudad de México, México.

- Checa Rojas, D., & Rojas Alvarado, O. (2013). *Ontología para los sistemas holónicos de manufactura*. Colombia.
- del Carmen Sánchez, M., Angustias Cubero, M., Miguel, A., Vicente Crespo, P., & Campos, A. (2006). El mapa conceptual. Un instrumento educativo polivalente para las ciencias de la salud. Su aplicación en histología. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1575-18132006000200003&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1575-18132006000200003&script=sci_arttext&tlng=en)
- Editorial Etecé. (2022). *Concepto*. Editorial Etecé. Obtenido de <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>
- Figuerola, N. (2014). *Mejora de Procesos*.
- Figuerola, N. (2014). *Mejora de Procesos*. Obtenido de <https://articulospm.files.wordpress.com/2014/03/mejora-de-procesos.pdf>
- Gutiérrez. (2005). *El ciclo de Kaizen: Administración del control de la calidad*.
- Hernández Mendoza, S. L., & Duana Ávila, D. (2020). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. México.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid, España: EOI.
- Ibarra, F. (2019). *Reducción del tiempo de ciclo de producción del área de tejido de una empresa textil en base a lean manufacturing (Tesis de pregrado)*. Univerdad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Jones, D., & Womack, J. (1990). *Lean Thinking. Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*. Gestión 2000.
- Maurer, R. (2015). *Un pequeño paso puede cambiar tu vida, el método Kaizen*. Barcelona, España: Urbano.
- Ministerio de la Protección Social & Programa de Apoyo a la Reforma de Salud & Unión Temporal: Instituto de Ciencias de la Salud. (2007). *Sistema Obligatorio de*



Garantía de la Calidad Guías Básicas para la Implementación de las Pautas de Auditoría para el Mejoramiento de la Calidad de la Atención en Salud. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/CA/guias-basicas-auditoria-mejoramiento-calidad.pdf>

Navas, A. (2015). Diseño de plan para la implementación de la metodología 5S'S en la empresa Simaco Construcciones, C. A. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Andres Bello. Caracas, Venezuela.

Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., & Novoa Ramírez, E. (2013). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Obtenido de <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/046.-mastertesis-metodologicc81a-de-la-investigaciocc81n-cuantitativa-cualitativa-y-redacciocc81n-de-la-tesis-4ed-humberto-ncc83aupas-paitacc81n-2014.pdf>

Paula, G. M. (2012). Cadena Metalmecánica en América Latina: importancia económica, oportunidades y amenazas. Alacero.

Pedhazur Elazar, & Pedhazur Schmelkin. (1991). Measurement, design, and analysis. An. Hillsdale.

Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española. Madrid.

Ribeiro, H. (2019). El origen del programa 5´S. Obtenido de Excelencia en consultoria de gestión.

Rubio Liniers, M. C. (s.f.). El análisis documental: indización y resumen en base de datos especializadas. Obtenido de [http://eprints.rclis.org/6015/1/An%C3%A1lisis\\_documental\\_indizaci%C3%B3n\\_y\\_resumen.pdf](http://eprints.rclis.org/6015/1/An%C3%A1lisis_documental_indizaci%C3%B3n_y_resumen.pdf)

Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. México: Limusa.

Tecnológico Nacional de México. (2012). La estandarización es el primer paso del Kaizen. Campeche Mexico.

- Tejada, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Santo Domingo, República Dominicana: Ciencia y Sociedad.
- UGTO.MEXICO. (s.f.). Documento #7.-Desarrollar un proceso estandarizado. México. Obtenido de <http://www.calidad.ugto.mx/archivos/DESARROLLAR%20UN%20PROCESO%20ESTANDARIZADO.pdf>
- Vargas Quiñones, M. E., & Aldana, L. Á. (2011). Calidad y servicio: conceptos y herramientas. Bogotá: Ecoe.
- Villasís Keever, M. Á., Márquez González, H., Zurita Cruz, J. N., Miranda Novales, G., & Escamilla Núñez, A. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. México: Scielo. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-91902018000400414&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-91902018000400414&script=sci_arttext)

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de consistencia

A continuación, se presenta la Matriz de Consistencia utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla N°44).

Tabla N°44:  
Matriz de Consistencia

Problemas Principal	Objetivos General	Hipótesis General	Variables Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿Cómo incrementar la productividad en el proceso de fabricación de hornos?	Aplicar Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de hornos.	Si se aplica Lean Manufacturing entonces se incrementará la productividad en el proceso de fabricación de hornos.	Lean Manufacturing	---	Productividad en el proceso de fabricación de hornos	---
Problemas Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
¿Cómo mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos?	Implementar las 5S para mejorar la disponibilidad de herramientas en el proceso de fabricación de hornos	Si se implementa las 5S se mejorará la disponibilidad de las herramientas en el proceso de fabricación de hornos.	5s	Si / No	Disponibilidad de herramientas	Tiempo de búsqueda de herramientas por lote
¿Cómo reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos?	Implementar la estandarización de procesos para reducir las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos.	Si se implementa la estandarización de procesos se reducirán las piezas defectuosas en el proceso de fabricación de hornos.	Estandarización de procesos	Si / No	Piezas defectuosas en la línea de producción	Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote
¿Cómo incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos?	Implementar Kaizen para incrementar el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos	Si se implementa Kaizen se incrementará el rendimiento de los trabajadores en el proceso de fabricación de hornos.	Kaizen	Si / No	Rendimiento de los trabajadores	Tiempo de ensamble por horno

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 02: Matriz de Operacionalización

A continuación, se presenta la Matriz de Operacionalización utilizada en la investigación del estudio. (Ver Tabla N°45).

Tabla N°45:  
Matriz de Operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
5S	Si / No	“Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo” (Hernández y Vizán, 2013, p. 34).	Las 5 S es: “eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito. Su desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos” (Hernández y Vizán, 2013, p. 36).
Estandarización de proceso	Si / No	“Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas” (Hernández y Vizán, 2013, p. 34).	Para implementar se define “un estándar del modo de hacer las cosas; a continuación, se mejora, se verifica el efecto de la mejora y se estandariza de nuevo un método que ha demostrado su eficacia” (Hernández y Vizán, 2013, p. 46).
Kaizen	Si / No	Kaizen significa cambio para mejorar; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito. (Hernández y Vizán, 2013, p. 27)	Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. (Atehortua, 2010, p. 1)
Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Disponibilidad de herramientas	Tiempo de búsqueda de herramientas por lote	Es el tiempo en el cual el operario deja de realizar sus actividades, ya que carece de sus herramientas a causa del desorden del puesto de trabajo.	Reporte de tiempo de búsqueda de herramientas por lote
Piezas defectuosas	Porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote	Son las piezas que no cumplen con los estándares preestablecidos por la empresa, por ende, se convierten en mermas.	Reporte de porcentaje de cantidad de piezas defectuosas por lote
Rendimiento de los trabajadores	Tiempo de ensamble por horno	Es el tiempo en que el operario realiza el proceso de ensamblado	Reporte de tiempo de ensamblado por horno.

Fuente: Elaboración propia

### **Anexo 03: Autorización de consentimiento para realizar la investigación**

A continuación, se muestra el formato de autorización para realizar la investigación.



Lima, 16 de ~~Mayo~~ del 2022

Por la presente, autorizamos a los señores Bachilleres Cristina Luz Campos Sucari y al señor Daniel Emmanuel Álamo Torres, a fin de que puedan utilizar los datos, figuras o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular me despido,

Atentamente,




INDUNOX PERU S.A.C.  
ERVING JOSÉ LÓPEZ LITANO  
GERENTE GENERAL

---

**Erving José López Litano**  
**Gerente General**

## Anexo 04: Declaración de Autenticidad

A continuación, se muestra el formato de autenticidad y no plagio.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	FACULTAD DE INGENIERÍA
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO</b>		
<b>DECLARACIÓN DEL BACHILLER</b>		
Por el presente, los bachilleres: (Apellidos y nombres)		
<b>Bachiller</b> Alamo Torres Daniel Emmanuel		
<b>Bachiller</b> Campos Sucari Cristina Luz		
en condición de egresado del <b>Programa de Titulación por Tesis:</b>		
<b>Escuela de Ingeniería Industrial</b>		
deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:		
LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE HORNOS – SECTOR INDUSTRIAL		
<p>Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.</p> <p>Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.</p> <p>Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.</p> <p>En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.</p>		
		16/10/2022
Firma del bachiller	Firma del bachiller	Fecha

## Anexo 05: Plano de posición de los refuerzos

A continuación, se muestra el plano de las posiciones de refuerzos de los hornos. Mencionado en el paso 4 de la aplicación de Kaizen.

