



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Lean Manufacturing para reducir el tiempo del proceso productivo en una
empresa fabricante de calzado

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Industrial

AUTOR(ES)

Sandoval Rosales, Aldana Jazmin
ORCID: 0009-0003-2998-6758

Villavicencio Pinto, Cesar Aldo
ORCID: 0000-0003-3912-6965

ASESOR

Rivera Lynch, Cesar Armando
ORCID: 0000-0001-9418-5066

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del autor(es)

Sandoval Rosales, Aldana Jazmin

DNI: 76545827

Villavicencio Pinto, Cesar Aldo

DNI: 72217797

Datos de asesor

Rivera Lynch, Cesar Armando

DNI: 07228483

Datos del jurado

JURADO 1

Cebreros Delgado De La Flor, Ada Cecilia

DNI: 07799520

ORCID: 0000-0002-0422-7427

JURADO 2

Falcon Tuesta, Jose Abraham

DNI: 08183404

ORCID: 0000-0002-1070-7304

JURADO 3

Saito Silva, Carlos Agustin

DNI: 07823525

ORCID: 0000-0002-8328-5157

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Sandoval Rosales Aldana Jazmin, con código de estudiante N° 201421131, con DNI N° 76545827, con domicilio en Calle las orquídeas N°194, distrito Comas, provincia y departamento de Lima, y, Villavicencio Pinto Cesar Aldo, con código de estudiante N° 201512306, con DNI N° 72217797, con domicilio en Avenida los próceres N°681, distrito Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

La presente tesis titulada: “Lean Manufacturing para reducir el tiempo del proceso productivo en una empresa fabricante de calzado” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Mg. Rivera Lynch, Cesar Armando, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 21% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 12 de noviembre de 2023

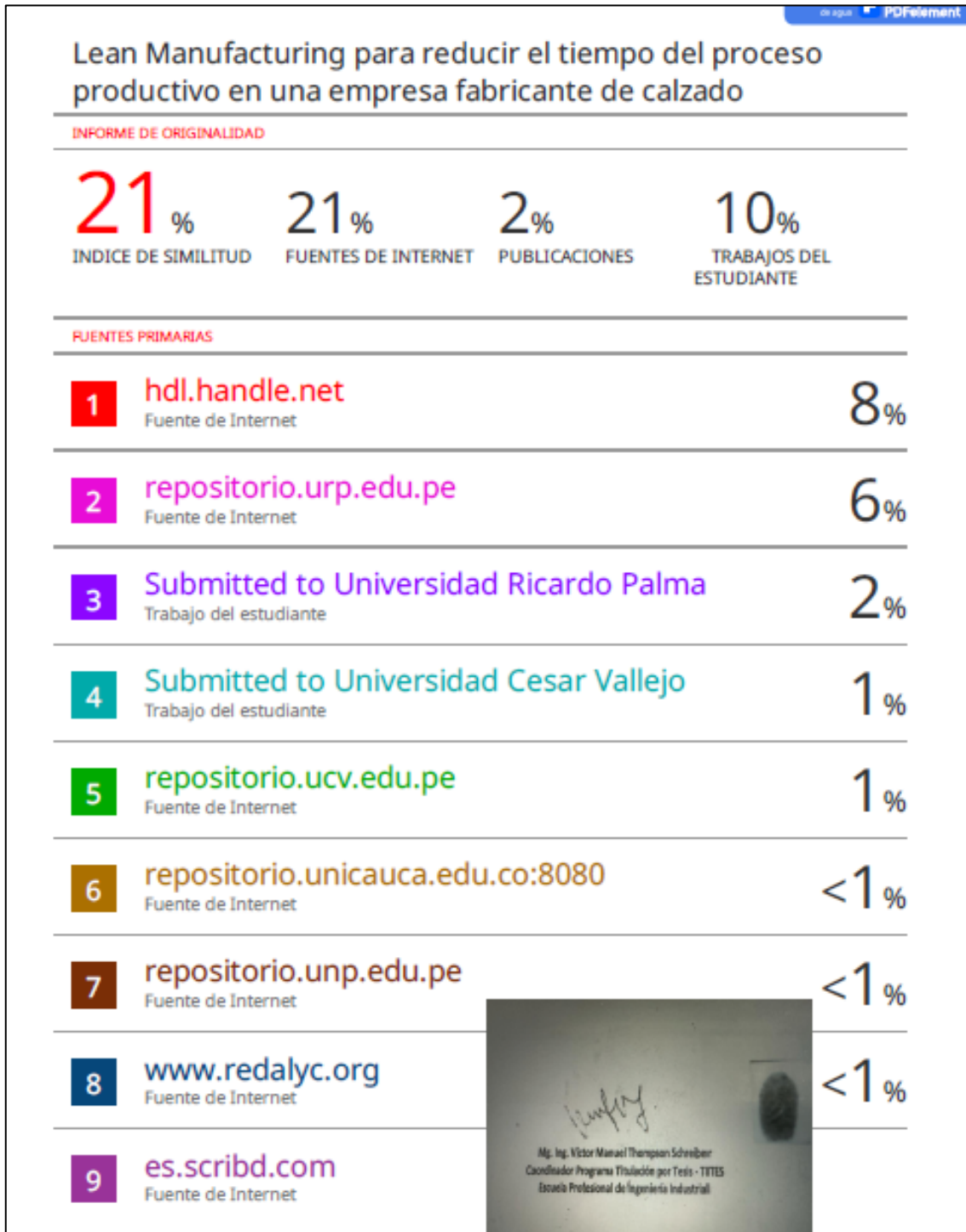


Sandoval Rosales, Aldana Jazmin
DNI N° 76545827



Villavicencio Pinto, Cesar Aldo
DNI 72217797

INFORME DE ORIGINALIDAD - TURNITIN



DEDICATORIA

A Jehová Dios, por su bendición y protección.

A las personas más luchadoras y fuertes que he conocido, mi madre y mi tío Joel, quienes nunca han soltado mi mano y me han impulsado a superarme cada día. Este y todos mis logros, también son suyos.

Aldana Jazmin, Sandoval Rosales

Dedico esta tesis a mi padre, quién me apoyó en mi decisión de estudiar la carrera de Ing. Industrial. Y a mi madre, que con mucho esfuerzo supo mantenerme de pie a seguir esforzándome.

Cesar Aldo, Villavicencio Pinto

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a nuestro asesor que dedicó su tiempo para nuestra enseñanza y también a todas las personas que nos brindaron su apoyo para la realización de la tesis.

Aldana Sandoval Rosales y Cesar Villavicencio Pinto

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
INFORME DE ORIGINALIDAD - TURNITIN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	11
1.2.1 Problema general.....	11
1.2.2 Problemas específicos	11
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática.....	12
1.4.1 Delimitación espacial	12
1.4.2 Delimitación temporal.....	13
1.4.3 Delimitación teórica	13
1.5 Importancia y justificación	13
1.5.1 Importancia.....	13
1.5.2 Justificaciones del estudio	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	21
2.1 Marco histórico	21
2.2 Investigaciones del estudio de investigación	24
2.2.1 Antecedentes nacionales	24
2.2.2 Antecedentes internacionales.....	27
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	28

2.3.1 Lean Manufacturing.....	28
2.3.2 Objetivo de Lean Manufacturing.....	29
2.3.3 Estructura de Lean Manufacturing	29
2.3.4 Herramientas de Lean Manufacturing	30
2.4 Definición de términos básicos.....	48
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis	49
2.6 Hipótesis	49
2.6.1 Hipótesis General.....	49
2.6.2 Hipótesis específicas.....	49
2.7 Variables	50
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	51
3.1 Enfoque, tipo, método y diseño de la investigación	51
3.2 Población y muestra.....	52
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.3.1 Técnicas e instrumentos.....	55
3.3.2 Criterio de validez y confiabilidad.....	56
3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos	58
3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos.....	59
CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	60
4.1 Presentación de resultados	60
4.2 Análisis de resultados	126
CONCLUSIONES	142
RECOMENDACIONES.....	144
REFERENCIAS.....	145
ANEXOS	148
Anexo A: Matriz de Consistencia.....	148
Anexo B: Matriz de Operacionalización	149
Anexo C: Carta de autorización de la empresa.....	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01:	Tabla de frecuencia para elaboración de Pareto.....	6
Tabla 02:	Unidad de análisis, población y muestras Pre y Post por cada variable	54
Tabla 03:	Técnicas e instrumentos	56
Tabla 04:	Matriz de validez y confiabilidad	57
Tabla 05:	Matriz de análisis de datos	59
Tabla 06:	Datos de la Empresa.....	60
Tabla 07:	Toma de tiempos situación 1: Corte de máquina - empastado	68
Tabla 08:	Toma de tiempos situación 2: Corte - empastado	68
Tabla 09:	Toma de tiempos situación 3: Corte – empastado	69
Tabla 10:	Toma de tiempos situación 4: Corte - empastado	69
Tabla 11:	Tiempo total de traslado.....	70
Tabla 12:	Cálculo de indicador % – Pre Test 1	70
Tabla 13:	Porcentaje de tiempo de traslado entre áreas – Pre test	71
Tabla 14:	Matriz de familias de productos.....	75
Tabla 15:	Datos tiempo de traslado entre áreas - Post Test	81
Tabla 16:	Porcentaje de tiempo de traslado entre áreas – Post test.....	82
Tabla 17:	Tiempo total del proceso productivo en la fabricación de calzado - Pre	88
Tabla 18:	Tiempo por movimiento innecesario en la fabricación de calzado.....	88
Tabla 19:	Datos Tiempo de movimiento innecesario - Pre.....	89
Tabla 20:	Porcentaje de tiempo de movimientos innecesarios - Pre.....	90
Tabla 21:	Criterios de selección de materiales.....	92
Tabla 22:	Tiempo total del proceso productivo en la fabricación de calzado - Post .	103
Tabla 23:	Datos Tiempo de movimiento innecesario - Post	103
Tabla 24:	Porcentaje de tiempo de movimientos innecesarios – Post	104
Tabla 25:	Máquinas Industrias Laster SAC	106
Tabla 26:	Tiempos de parada Pre Test.....	108
Tabla 27:	Tiempo total de parada Pre test.....	109
Tabla 28:	Tiempo por parada de máquina total Pre-Test.....	109
Tabla 29:	Datos tiempo por parada de máquina Pre Test	110
Tabla 30:	Porcentaje de tiempo de movimientos innecesarios – Post	110
Tabla 31:	Tabla de frecuencia de Pareto – Tiempo de parada	111
Tabla 32:	Tiempo de parada Post-Test.....	123

Tabla 33:	Tiempo por parada de máquina total Post-Test	124
Tabla 34:	Datos tiempo por parada de máquina Post-Test	125
Tabla 35:	Porcentaje de tiempo por parada de máquina Post test.....	125
Tabla 36:	Resumen de resultados.....	126
Tabla 37:	Datos % de tiempo de traslado entre áreas Pre test y Post test	129
Tabla 38:	Prueba de normalidad de la variable dependiente 01.....	130
Tabla 39:	Prueba Wilcoxon de la variable dependiente 01	131
Tabla 40:	Análisis descriptivo SPSS variable dependiente 01.....	132
Tabla 41:	Datos % de tiempo por movimientos innecesarios Pre test y Post test.....	133
Tabla 42:	Tabla de normalidad de la variable dependiente 02.....	134
Tabla 43:	Prueba Wilcoxon de la variable dependiente 02.....	135
Tabla 44:	Análisis descriptivo SPSS variable dependiente 02.....	136
Tabla 45:	Datos % de tiempo por parada de máquina Pre test y Post-test.....	137
Tabla 46:	Tabla de normalidad de la variable dependiente 03.....	138
Tabla 47:	Comparación de medias de la variable dependiente 03	139
Tabla 48:	Prueba de T-Student de la variable dependiente 03.....	140
Tabla 49:	Análisis descriptivo SPSS variable dependiente 03.....	140
Tabla 50:	Matriz de consistencia.....	148
Tabla 51:	Matriz de operacionalización.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Países productores de calzado 2020.....	3
Figura 02: Ranking de mayores productores mundiales de calzado 2021	4
Figura 03: Proceso productivo.....	5
Figura 04: Diagrama de Ishikawa.....	6
Figura 05: Gráfico de Pareto	7
Figura 06: Órdenes de producción	9
Figura 07: Área de quemado	9
Figura 08: Área de perfilado.....	10
Figura 09: Área de corte de accesorios.....	11
Figura 10: Ubicación de la empresa	12
Figura 11: Fachada de la empresa	13
Figura 12: Área de producción	14
Figura 13: Área de corte	15
Figura 14: Área de corte a mano	16
Figura 15: Área de cambrado	17
Figura 16: Área de corte	17
Figura 17: Línea de tiempo Lean Manufacturing.....	23
Figura 18: Estructura de Lean Manufacturing.....	30
Figura 19: Herramientas de Lean Manufacturing	31
Figura 20: Esquema de Célula de Manufactura	32
Figura 21: Pasos para la Célula de Manufactura	33
Figura 22: Descripción de las 5s	35
Figura 23: Ejemplo de tarjeta roja	36
Figura 24: Principio de las 3F	37
Figura 25: Resumen de la Metodología 5s	40
Figura 26: Pilares del Mantenimiento Productivo Total	41
Figura 27: Pasos del Mantenimiento Autónomo	42
Figura 28: Ciclo de Deming	44
Figura 29: Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis.....	49
Figura 30: Productos de Industria Laster.....	61
Figura 31: Diagrama de Ishikawa.....	62
Figura 32: Área de producción Industria Laster S.A.C.	64

Figura 33: Área de producción – zona A, Industria Laster S.A.C.....	64
Figura 34: Diagrama spaghetti situación 1	65
Figura 35: Diagrama spaghetti situación 2	66
Figura 36: Diagrama spaghetti situación 3	66
Figura 37: Diagrama de spaghetti situación 4	67
Figura 38: Pasos para la implementación de la Célula de manufactura	72
Figura 39: Programa de capacitación de Célula de Manufactura.....	73
Figura 40: Registro de capacitación	74
Figura 41: Producción de calzado por mes.....	76
Figura 42: Gráfico del proceso estándar - Zona A	77
Figura 43: Diagrama de flujo de la Célula – Zona A	78
Figura 44: Estación Cambrado	83
Figura 45: Estación de corte 1	84
Figura 46: Estación de corte 2	84
Figura 47: Estación de corte a mano y perfilado	85
Figura 48: Estación pegado de puntera	86
Figura 49: Implementación Metodología 5s - Radar Pre	87
Figura 50: Etapas para implementar la Metodología 5s	90
Figura 51: Área de muestra de implementación 5s (Antes)	91
Figura 52: Depósito de materiales y herramientas	93
Figura 53: Área de muestra de implementación 5s (Después -i).....	95
Figura 54: Áreas de muestra de implementación 5s (Después -ii).....	95
Figura 55: Cronograma de limpieza	96
Figura 56: Estación de troquelado	97
Figura 57: Estación de corte a máquina - antes	100
Figura 58: Estación de corte a máquina - después	101
Figura 59: Implementación Metodología 5s - Radar Post.....	102
Figura 60: Estación de cambrado	105
Figura 61: Gráfica de Pareto – Tiempos de parada	112
Figura 62: Ciclo Deming – Mantenimiento Autónomo	114
Figura 63: Programa de capacitación Mantenimiento Autónomo.....	114
Figura 64: Pasos para el Mantenimiento Autónomo	115
Figura 65: Limpieza fin de jornada	116
Figura 66: Capacitación al personal	118

Figura 67: Ficha de Mantenimiento Autónomo	119
Figura 68: Registro de Mantenimiento Autónomo.....	120
Figura 69: Mantenimiento Autónomo	121
Figura 70: Área de producción	123

RESUMEN

La presente investigación se centró en analizar las razones por las cuales la producción de una fábrica de calzado comenzó a disminuir. La cantidad de pares producidos diariamente se había reducido, ocasionando que no se cumplieran con las fechas de entrega. Siendo el problema general el aumento del tiempo del proceso de producción.

Por consiguiente, se planteó como objetivo implementar tres pilares del Lean Manufacturing, la Célula de Manufactura, la Metodología 5S y el Mantenimiento Autónomo, para reducir el tiempo del proceso productivo en la empresa fabricante de calzado. La metodología de la presente investigación fue de tipo aplicado, con un nivel explicativo, un enfoque del tipo cuantitativo y un diseño del tipo cuasi experimental.

Se concluyó que mediante la implementación de la Célula de Manufactura se redujo el tiempo de traslado entre áreas. Obteniéndose una reducción de 0.23% del tiempo en el traslado entre áreas, el cual impactaría también reduciendo o eliminando tiempos adicionales que se añadían al tiempo total de producción.

Mediante la implementación de la Metodología 5S se redujo el tiempo por movimientos innecesarios. Obteniéndose una reducción de 18.37% del tiempo empleado en movimientos innecesarios, gracias a contar con áreas de trabajo más limpias y organizadas que permiten a los operarios realizar sus operaciones de forma continua.

Y que, mediante la implementación de un plan de Mantenimiento Autónomo se redujo el tiempo por parada de máquina. Obteniéndose una reducción del 13.31% del tiempo en parada de máquina, la cual permite que el proceso de producción se realice de forma fluida.

Finalmente, se concluyó que mediante la aplicación de los tres pilares del Lean Manufacturing se logró reducir el tiempo de proceso de producción en una empresa fabricante de calzado.

Palabra Clave: Lean Manufacturing, Célula de Manufactura, 5S, Mantenimiento Autónomo, Ciclo Deming.

ABSTRACT

The present investigation focused on analyzing the reasons why the production of a footwear factory began to decrease. The number of pairs produced daily had been reduced, causing delivery dates to be missed. The general problem being the increase in the time of the production process.

Therefore, the objective was set to implement three pillars of Lean Manufacturing, the Manufacturing Cell, the 5S Methodology and Autonomous Maintenance, to reduce the time of the production process in the footwear manufacturing company. The methodology of this research was applied, with an explanatory level, a quantitative approach and a quasi-experimental design.

It was concluded that through the implementation of the Manufacturing Cell, the travel time between areas was reduced. Obtaining a reduction of 0.23% in the time in the transfer between areas, which would also have an impact by reducing or eliminating additional times that were added to the total production time.

By implementing the 5S Methodology, time due to unnecessary movements was reduced. Obtaining a reduction of 18.37% in the time spent on unnecessary movements, thanks to having cleaner and more organized work areas that allow operators to carry out their operations continuously.

And that, through the implementation of an Autonomous Maintenance plan, the time due to machine downtime was reduced. Obtaining a 13.31% reduction in machine downtime, which allows the production process to be carried out smoothly.

Finally, it was concluded that by applying the three pillars of Lean Manufacturing, it was possible to reduce the production process time in a footwear manufacturing company.

Keyword: Lean Manufacturing, Manufacturing Cell, 5S, Autonomous Maintenance, Deming Cycle.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años se han ido desarrollando diversas herramientas, técnicas y metodologías cuya razón de ser ha sido conseguir el mejor empleo de un recurso intangible, pero valioso en toda organización. Nos referimos al tiempo, factor que se ve involucrado en todas áreas de una empresa, indiferentemente del rubro al que se dedique. Si hablamos directamente del área de producción, el tiempo también resulta ser un elemento al cual se le debe dedicar especial atención, pues va a determinar que se cumpla o no, con la fecha de entrega del producto. Además, comprendemos que cumplir con los plazos de entrega va a permitir que la empresa cuente con clientes satisfechos y, por ende, generar más pedidos, lo que viene a ser la base para que toda empresa subsista.

La importancia de la investigación se da en el estudio de Lean Manufacturing, metodología con la cual se reducirá el tiempo del proceso de producción de una empresa fabricante de calzado. Los pilares de dicha metodología redujeron el tiempo de traslado entre área, disminuyeron el tiempo por movimientos innecesarios y redujeron el tiempo por parada de máquina para incrementar la productividad en el área de producción de calzados.

El desarrollo de la presente investigación tiene por estructura 4 capítulos, los cuales se presentan a continuación:

El primer capítulo presenta la problemática que se encontró en la empresa fabricante de calzado. Nos referimos al incumplimiento de los plazos de entrega de pedidos, por aumento del tiempo del proceso de fabricación de calzado, razón por la cual se aplica Lean Manufacturing. También se presentan los objetivos de la aplicación, las limitaciones, la importancia y justificación de la investigación.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico sobre Lean Manufacturing y sus pilares, de los cuales nos enfocamos en tres, debido a que se alineaban con nuestros objetivos.

El primero de ellos, la Célula de Manufactura, la cual, mediante la agrupación de familias, estandarización del proceso y diseño de la nueva célula de trabajo, permite se ejecuten tareas con menos tiempo en traslados, se creen procesos más fluidos y a su vez, se evite que el personal invierta tiempo en resolver los problemas como la pérdida de piezas, herramientas y demás, generados por no contar con una distribución adecuada de las estaciones de trabajo dentro de la planta.

Segundo, Metodología 5s, donde la aplicación de cada una de las S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke), le permite al operario trabajar en una zona limpia, ordenada y organizada, es decir, el operario cumple con sus tareas en un escenario totalmente diferente al que se tenía antes de la implementación, mejorando las condiciones de trabajo para el operario y aumentando la eficiencia y productividad, lo cual beneficia también a la empresa.

Tercero, Mantenimiento Autónomo, mediante el cual, el operario conoce mejor su herramienta de trabajo, detecta posibles fallas a tiempo y es capaz de dar solución a defectos básicos, en caso se presenten. También, se exponen los conceptos básicos y fundamentos teóricos que nos servirán con el desarrollo de la presente investigación y sustentarán la hipótesis. De igual manera, se presentan las hipótesis de la investigación, en las cuales se colocan las posibles soluciones a la problemática mencionada en el primer capítulo.

El tercer capítulo presenta el marco metodológico en el cual se detalla el enfoque, el tipo, el nivel y el diseño de la investigación. De igual manera, se presenta la población, muestra, tipo de muestreo y unidad de análisis utilizados para la implementación. Además, las técnicas e instrumentos que nos permitieron recolectar los datos necesarios para la aplicación de la metodología.

En el cuarto capítulo, se presentan los resultados obtenidos a partir de la implementación de la Célula de Manufactura, la Metodología 5 S y el Mantenimiento Autónomo, tres de los pilares del Lean Manufacturing. En este capítulo se describe el paso a paso de cada implementación; así como, el análisis posterior; con el cual se da a conocer si las hipótesis establecidas en la investigación cumplen con los objetivos planteados (reducir los traslados entre áreas, disminuir el tiempo por movimientos innecesarios y reducir las paradas de máquinas), respondiendo a la problemática encontrada en el área de producción de calzados.

Luego de obtener los datos pre y post, se analizaron mediante el programa SPSS para validar la hipótesis de la presente investigación, con la finalidad de verificar si la hipótesis se aprueba o rechaza. Con ello comprobaremos si la implementación ayudo a resolver la problemática de la presente investigación.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones, como resultado de la investigación; así como las referencias bibliográficas y los anexos; donde encontraremos la matriz de consistencia y operacionalización de variables.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

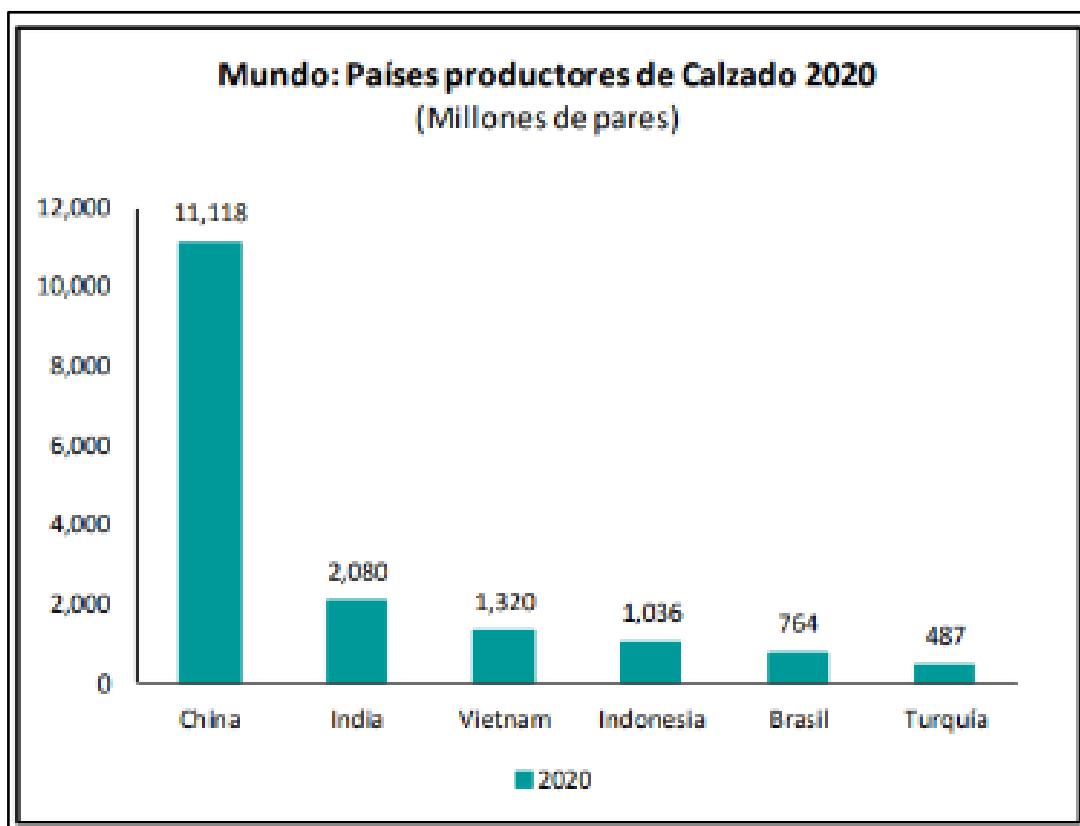
1.1 Descripción del problema

En el año 2022, el Perú se ubicó en el puesto 70 dentro de los proveedores mundiales de calzado y sus partes, y en el décimo lugar en América Latina. La industria de calzado durante este mismo año registró \$124,453 millones, siendo este un decrecimiento del 14% en comparación con el año 2021. Los principales productores de calzados y sus partes durante el año 2022 fueron, en primer lugar, China con el 29.9% del total, equivalente a \$38,115 millones, en segundo lugar, Vietnam con el 13.5% del total y, en tercer lugar, Italia con el 8.3% del total.

De la Figura 01, en el año 2020, China, India y Vietnam fueron los principales productores de calzado con una producción de 11.118 millones de pares, 2.080 millones de pares y 1.320 millones de pares, respectivamente.

Figura 01:

Países productores de calzado 2020

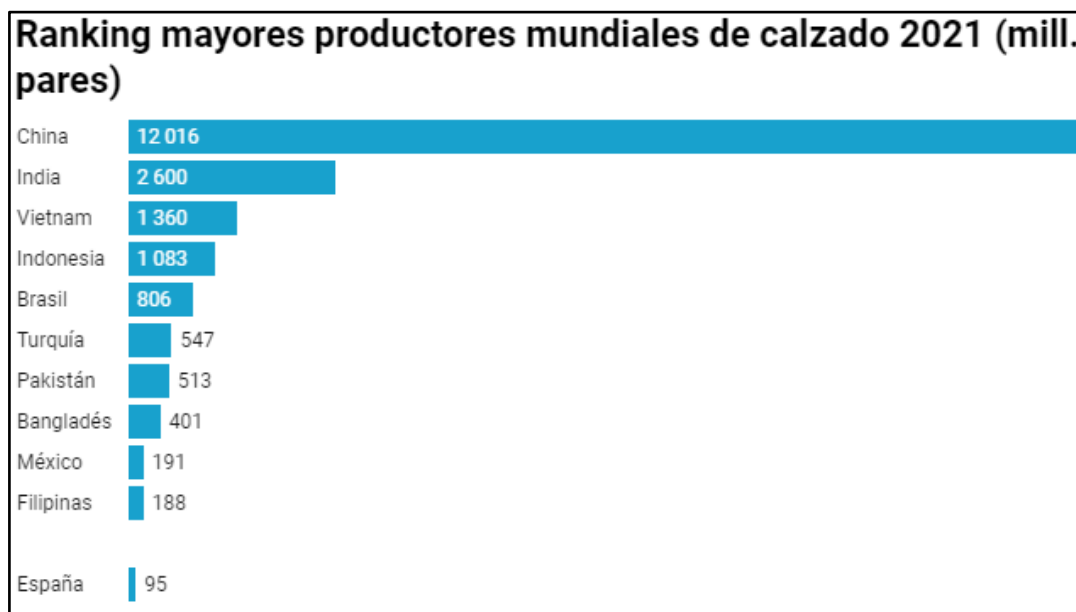


Nota. Statista

De acuerdo a la Figura 02, los principales productores de calzado son: China, India y Vietnam. Según Revista del Calzado (2022), los países asiáticos son los mayores productores de calzados, con más del 88% a nivel mundial.

Figura 02:

Ranking de mayores productores mundiales de calzado 2021



Nota. Revista del Calzado (2022)

A nivel de latinoamérica, la industria de calzado viene recuperándose debido a la pandemia del 2019, ya que fue uno de los sectores más afectados. El país con una mayor producción a nivel latinoamericano es Brasil, siendo el 10mo a nivel mundial. Según la Revista del Calzado (2021). Brasil exportó un total de 123,6 millones de pares, teniendo un incremento del 32% respecto al año 2020. Esto se debe a la calidad del cuero que usan y bajos salarios a sus trabajadores. Llegando a producir 730 millones de pares en el año 2020, teniendo un consumo de 3.1 pares por habitante en el país. Perú es 5to a nivel latinoamérica, teniendo una producción de 30 millones de pares correspondiente al año 2020 y un consumo de 2.3 pares por habitante peruano.

A nivel nacional, su pico más alto se dio en el 2018, con 57 millones de pares producidos. Debido al COVID-19, “la industria del calzado en exportación cayó un 32%. según (Sunat, 2022). Actualmente, la producción se centra en lima con un 60%, Trujillo con un 20%, Arequipa con un 15% y 5% en el resto de departamentos.

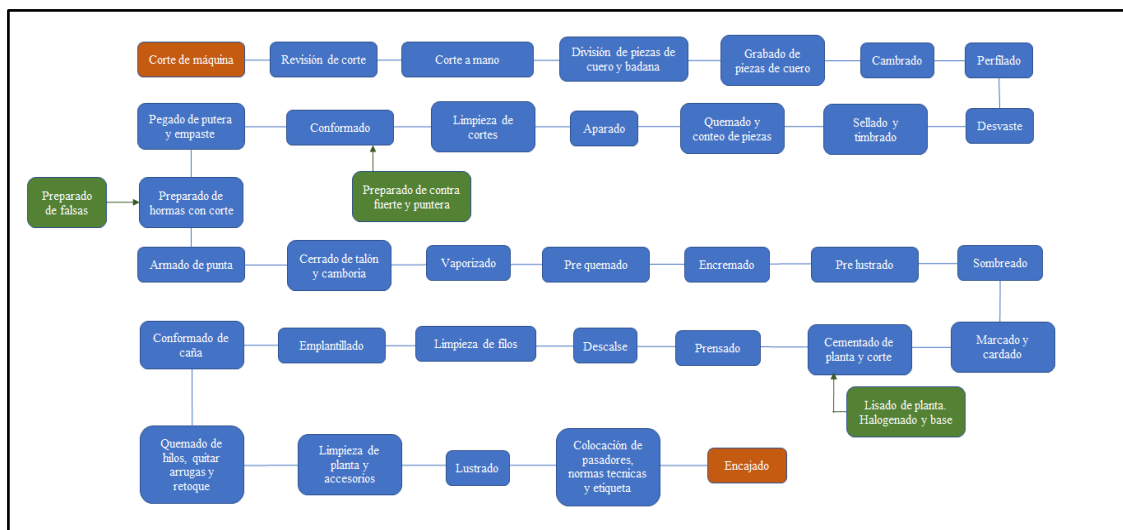
La empresa Industrias Laster SAC, donde se desarrolla el presente trabajo, se dedica a la producción y comercialización de calzado de cuero para hombres, mujeres y niños. Dicha empresa cuenta con diversas áreas, como: Administración, Contabilidad, Ventas, Almacén, Diseño y Producción.

En esta oportunidad, el trabajo irá enfocado al área de producción, donde a su vez se encuentran las áreas de, corte, división de piezas, perfilado, corte de accesorios, desbaste, timbrado y sellado, grabado, quemado, aparado (coser las piezas de cuero), limpieza de cortes, conformado, habilitado de corte.

En la Figura 03, el proceso que se sigue para la elaboración de un calzado es el siguiente:

Figura 03:

Proceso productivo

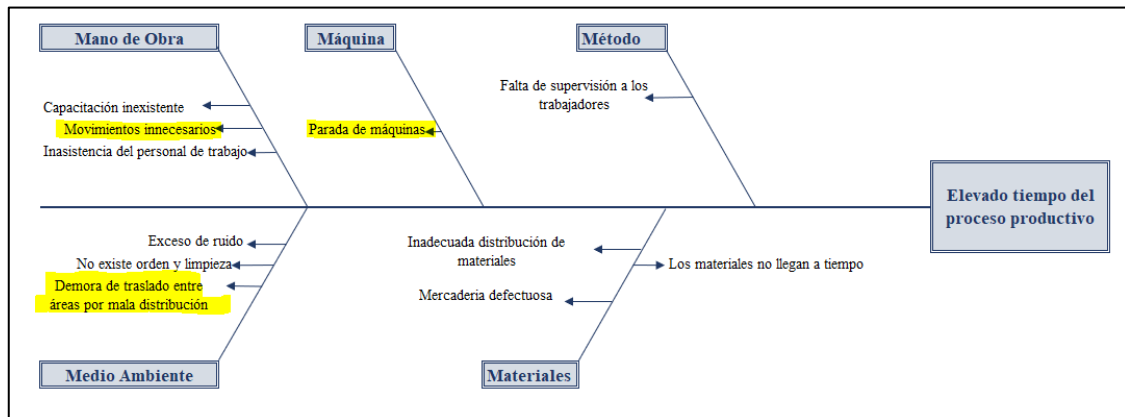


Nota. Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, este sector viene siendo afectado por la pandemia, por ello su producción es baja, debido a varios factores. De esta manera, se elaboró un diagrama de Ishikawa, véase Figura 04, para tener un mapeo general de la problemática existente en torno al elevado tiempo del proceso productivo y para identificar las causas que está generando esta misma.

Figura 04:

Diagrama de Ishikawa



Nota. Elaboración propia

Además, analizaremos por medio de una tabla de frecuencia, tal como se muestra en la Tabla 01, las causas con mayores incidencias en nuestro problema de investigación que viene a ser el elevado tiempo del proceso productivo.

Tabla 01:

Tabla de frecuencia para elaboración de Pareto

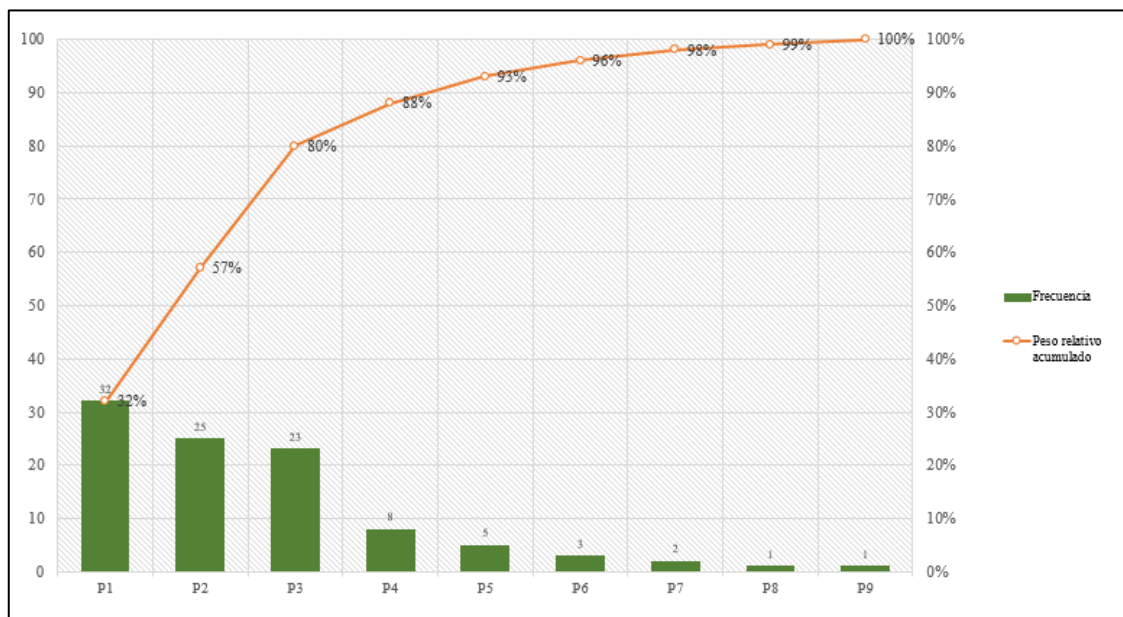
Problemas Observados	ID Problema	Frecuencia	Peso relativo	%Peso relativo
Demora de traslados entre áreas	P1	32	32%	32%
Movimientos innecesarios	P2	25	25%	57%
Paradas de máquinas	P3	23	23%	80%
Capacitación inexistente	P4	8	8%	88%
Falta de supervisión a los trabajadores	P5	5	5%	93%
Los materiales no llegan a tiempo	P6	3	3%	96%
Inadecuada distribución de materiales	P7	2	2%	98%
Mercadería defectuosa	P8	1	1%	99%
Inasistencia del personal de trabajo	P9	1	1%	100%
Total		100	100%	

Nota. Elaboración propia

Por medio de la Tabla de frecuencia que se elaboró según lo observado en la empresa, se efectuó el gráfico de Pareto, para distinguir los tres problemas con mayores incidencias, véase la Figura 05.

Figura 05:

Gráfico de Pareto



Nota. Elaboración propia

Con el gráfico de Pareto realizado, se observa que los 3 principales problemas dentro de la empresa al cabo de 20 días, los cuales son: demora en traslado entre áreas, movimientos innecesarios y parada de máquinas. Con el Ishikawa y Pareto realizados anteriormente, agrupamos los tres problemas específicos que aquejan a la empresa, para poder analizarlos y darle solución mediante la aplicación de diferentes metodologías y estrategias.

Mediante la investigación se ha identificado que el problema general que viene perjudicando a la empresa es el elevado tiempo del proceso productivo lo que a su vez está ocasionando que bajen los niveles de producción.

Este bajo nivel de producción tiene varias causales como: la incorrecta distribución de las áreas de trabajo, lo que hace que el personal tenga que realizar traslados innecesarios debido a que la instalación de las máquinas ha sido solo teniendo en cuenta cuales de ellas necesitan líneas de aire para su funcionamiento y no siguiendo el proceso productivo.

Estos traslados innecesarios no solo hacen que el personal pierda tiempo que debería dedicar a sus funciones, si no que, muchas veces ocasionan que se pierda el orden del trabajo.

Por ejemplo: Salen 10 docenas del cliente A del área de corte y 10 docenas del cliente B, y en vez de llegar las 10 docenas del cliente A (al área de quemado), primero y completo (por que su fecha de entrega es antes del cliente B), solo llegan 7, 8 o menos docenas del cliente A y llegan 2 o 3 docenas del cliente B.

Dejando por alguna estación de trabajo las otras docenas del cliente A, haciendo que luego se tenga que perder tiempo buscando en qué estación de trabajo se quedaron las demás docenas del cliente A.

Cabe resaltar que luego de la operación de quemado, se llevan las jabas al almacén, donde el encargado es quién distribuye cada docena a los aparadores, la empresa terceriza parte de este servicio, pues solo cuenta con 2 aparadores en la misma planta y no son suficientes para la producción que se tiene.

Algunas veces, el personal de quemado solo ha enviado al almacén las docenas que le llegaron sin verificar que se siga el orden de la fecha de entrega, ocasionando un mayor problema mas adelante por que recién se percatan que faltan una o más docenas para completar el pedido de un cliente, cuando las demás docenas se encuentran casi al final de su proceso productivo.

En la Figura 06, se muestra la hoja de ruta de 2 clientes y como se puede verificar entre el 27 y 28 de abril se despacharon 16 de las 19 órdenes de producción, es decir, se despachó incompleto.

Figura 06:

Órdenes de producción

S. OP.	MRO. OP.	MODELO	AUTO. FISICO	CANT.	QUEMADO	TERMINO
29-Mar	012405	133799	012813	6	28-04	
29-Mar	012406	136127	012813	6	28-04	Pa
29-Mar	012407	1323416	012813	6	27-04	Pa
29-Mar	012408	1323418	012813	6	27-04	Pa
29-Mar	012409	141367	012813	6	28-04	Pa
29-Mar	012410	141367	012813	6	28-04	Pa
29-Mar	012411	133710	012813	6	28-04	Pa
29-Mar	012412	133818	012813	6		
29-Mar	012413	133818	012816	7		
29-Mar	012414	133818	012816	6		
29-Mar	012415	132643	012810	7	28-04	Pa
29-Mar	012416	132643	012816	6	28-04	Pa
29-Mar	012417	1317723	012816	6	28-04	Pa
29-Mar	012418	133709	012816	6	28-04	Pa
29-Mar	012419	1022610	012816	6	28-04	Pa
29-Mar	012420	1022610	012816	6	28-04	Pa
29-Mar	012421	1319718	012816	6	28-04	Pa
29-Mar	012422	1118003	012816	8	27-04	Pa
29-Mar	012423	1318024	012816	6	28-04	Pa
29-Mar	012424	1421107	012816	7	28-04	Pa
				6	28-04	Pa

Nota. Industria Laster SAC

Como se observa en la Figura 07, piezas de cuero y badana de diferentes órdenes de producción que se quedaron en planta por que cuando la jaba llegó al área de quemado llegó incompleta, por lo que el personal mandó nuevamente a cortar las piezas, estas piezas aparecieron luego. Este representa otro problema ocasionado por no seguir un proceso productivo ordenado y continuo.

Figura 07:

Área de quemado



Nota. Industrias Laster SAC

Otras causales del bajo nivel de producción dentro de la empresa son, áreas de trabajo desordenadas y sucias, con esto nos referimos a que las herramientas que emplea el operario no se encuentran fácilmente. Por ejemplo, para las operaciones de cambrado, sellado y corte de accesorios, los operarios necesitan ubicar el molde que corresponde al modelo que están trabajando, pero la falta de organización y limpieza en las zonas de sus herramientas hace que se tomen varios minutos buscando.

Algunas veces no encuentran el molde, por lo que para no seguir perdiendo más tiempo piden al cortador que les saque otro molde, luego ese molde lo vuelven a dejar en cualquier sitio y finalmente cuando lo necesitan no lo vuelven a encontrar. Es así como se tiene una pila de moldes repetidos y maltratados.

Área de perfilado y corte de accesorios, en esta área se corta tela de cambre, polinán, elásticos y esponjas. Para cortar cada uno de ellos es necesario ubicar el molde de acuerdo al modelo de la tarjeta (orden de producción). Como se aprecia en la Figura 08 y Figura 09, no existe un orden ni una limpieza en el área.

Figura 08:

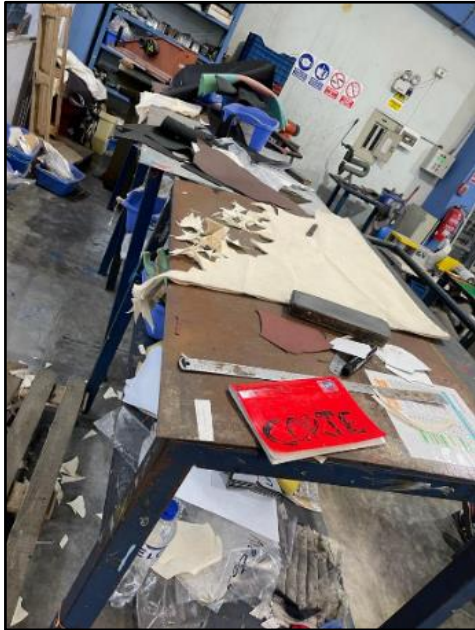
Área de perfilado



Nota. Industria Laster SAC

Figura 09:

Área de corte de accesorios



Nota. Industria Laster SAC

Una tercera causa del aumento en el tiempo del proceso productivo son las paradas de máquinas. Durante una jornada laboral, ocurre que mientras el personal está en uso de sus máquinas, estas se paran. En la planta se tiene a un encargado de realizar reparaciones técnicas, sin embargo, muchas veces no logra darle solución por lo que se tiene que llamar a técnicos externos que no llegan inmediatamente, por lo que el personal para sus labores hasta la solución de la falla.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo mejorar el tiempo del proceso productivo en una empresa fabricante de calzado?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo reducir el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado?
- b) ¿Cómo reducir el tiempo por movimientos innecesarios en una empresa fabricante de calzado?
- c) ¿Cómo disminuir el tiempo por parada de máquina en una empresa fabricante de calzado?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Implementar un Lean Manufacturing para reducir el tiempo del proceso productivo de una empresa fabricante de calzado.

1.3.2 Objetivos específicos

- Implementar una Célula de manufactura para reducir el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.
- Implementar la Metodología 5s para reducir los tiempos por movimientos innecesarios en una empresa fabricante de calzado.
- Implementar un Mantenimiento autónomo para disminuir el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.

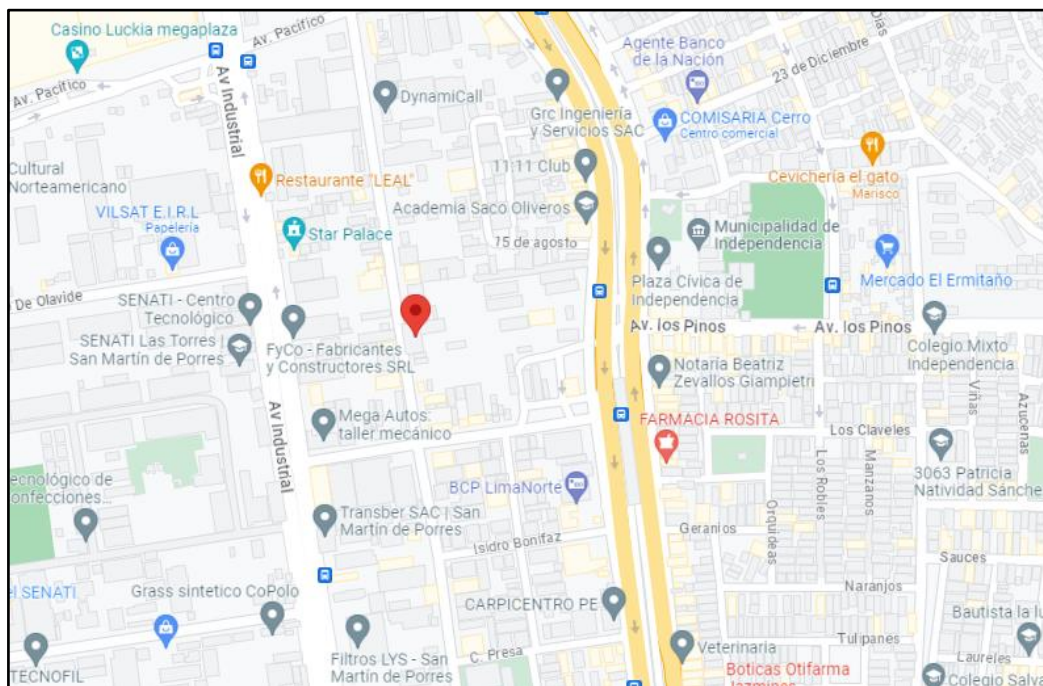
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

1.4.1 Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se realiza en el área de producción de una empresa fabricante de calzado, ubicada en el distrito Independencia, Lima, Perú.

Figura 10:

Ubicación de la empresa



Nota. Google Map

Figura 11:

Fachada de la empresa



Nota. Google Map

1.4.2 Delimitación temporal

El periodo de investigación del presente estudio se considerará los datos desde:

- Periodo Pre test: Marzo a mayo del año 2023
- Periodo de implementación: Mayo a junio del 2023
- Periodo Post test: Junio a agosto del año 2023

1.4.3 Delimitación teórica

El presente estudio aborda Lean Manufacturing para su aplicación a una empresa fabricante de calzado en el área de producción.

1.5 Importancia y justificación

1.5.1 Importancia

Desde el principio de la investigación dimos a conocer la situación inicial de la empresa, la cual reflejaba una deficiencia en su nivel de producción. Es por ello que nos enfocamos en detectar cuáles eran los factores que estaban incrementando el tiempo del proceso de producción y cómo se podría optimizar.

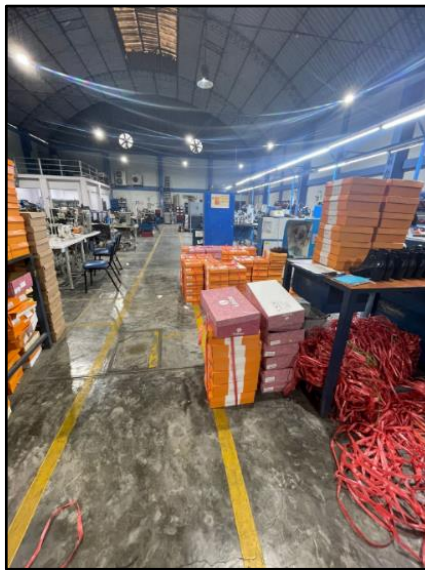
Los 3 factores o problemas que estaban afectando el tiempo del proceso productivo son:

- Tiempo de traslado entre áreas, debido a la mala distribución de las áreas de trabajo el personal realiza recorridos repetitivos e innecesarios, lo cual no solo incrementa el tiempo del proceso de producción directamente, si no también, genera otros problemas como, pérdida de piezas, herramientas, hojas de órdenes de producción, jabs con docenas completas, etc., por lo cual el personal también emplea un tiempo adicional para resolver estas dificultades.

Esto significa, que la incorrecta distribución de las estaciones de trabajo dentro de la planta, no solo impacta en el tiempo empleado en traslados, si no también, en otros tiempos muertos que se van sumando al tiempo total del proceso de producción. Ver Figura 12.

Figura 12:

Área de producción



Nota. Industria Laster SAC

- Tiempo por movimientos innecesarios, las estaciones de trabajo se encuentran desorganizadas y sucias. Las herramientas empleadas por el personal para el cumplimiento de sus funciones se encuentran en lugares indistintos, las zonas de trabajo mantienen desechos de materiales o elementos que no corresponden a la estación en la que se encuentran. Por lo que el personal emplea más del tiempo debido

buscando sus instrumentos de trabajo, generando retrasos en las operaciones, lo cual impacta en el tiempo total del proceso de fabricación de calzado.

La Figura 13, es una fotografía del interior del área de corte a máquina. La fotografía enfoca una zona de trabajo sucia y desordenada, con elementos tirados en diferentes partes, como retazos de cuero, retazos de badana, una botella, ropa del operario, retazos de cartón utilizado para cortar moldes, entre otros elementos.

Figura 13:

Área de corte



Nota. Industria Laster SAC

Lo cual impide que el operario pueda ubicar fácilmente los materiales y herramientas que requiere para su labor, como por ejemplo, el marcador para cuero, que es parecido a un lápiz pequeño de exterior dorado con el que se marca la manta de cuero para identificar las zonas que se deben cortar, los cuales en el desorden se suelen perder, por lo que el personal debe dirigirse hasta el almacén a solicitar uno nuevo, invirtiendo tiempo innecesario en actividades que se podrían evitar teniendo y manteniendo las áreas de trabajo limpias, ordenadas y organizadas.

En el caso de la Figura 14, se aprecia el área de trabajo de las operaciones de corte a mano y perfilado. Refiriéndonos a la operación de corte a mano, esta se realiza utilizando diferentes materiales como la esponja, tela de cambre, fibra, tela de forro, elástico, entre otros, lo que produce mucha basura y si no se limpia de manera adecuada y constante, resulta en una estación de trabajo como se aprecia en la imagen.

Figura 14:

Área de corte a mano



Nota. Industria Laster SAC

Ahora, refiriéndonos a ambas operaciones, para que el operario las pueda realizar hace uso de diferentes tipos de moldes, como el molde para cortar los elásticos, las esponjas, los moldes para perfilar las capelladas, los moldes que se utilizan en la troqueladora y demás; por lo que mantener una estación de trabajo limpia, ordenada y organizada, no solo va a permitir que el trabajador deje de perder tiempo realizando búsquedas, o gastando insumos de la empresa para volver a hacer moldes que sí se tienen, si no también, va a mejorar sus condiciones de trabajo.

- Tiempo por parada de máquina, en este punto nos referimos al tiempo en donde las máquinas del área de producción dejan de operar, impidiendo que se realice la tarea correspondiente a la máquina averiada y las que le siguen a ella, dado que el proceso de fabricación de calzado es continuo (Ver figura 15).

En la fábrica las máquinas no reciben ningún tipo de mantenimiento que permita evitar sus paradas. Los defectos son solucionados una vez se presentan, el tiempo que se emplea para reparar la máquina va a depender de la gravedad del problema, si este problema no puede ser solucionado por el técnico de la misma empresa (como las fallas en la máquina de corte y cerrado de talón), se tiene que llamar a un técnico externo que no atiende de manera inmediata.

Figura 15:

Área de cambrado



Nota. Industria Laster SAC

La Figura 16, muestra la máquina de corte. Cuando esta máquina deja de funcionar, llaman específicamente a un técnico que está capacitado para revisar y reparar el equipo. No obstante, el técnico en mención suele viajar constantemente, debido a lo cual, en varias ocasiones se ha tenido la máquina parada por 1, 2 y hasta 3 días, esperando que el técnico llegue.

Figura 16:

Área de corte



Nota. Industria Laster SAC

Es con esta máquina con la que se inicia el proceso de fabricación de calzado por lo que, al aviarse, se paraliza toda la nueva producción, ahí la importancia de realizar un mantenimiento que posibilite contar con el equipo operativo y el tener en planta personal capacitado para dar solución a las averías que se pudiesen presentar.

Para poder dar solución a estos 3 problemas aplicamos la siguiente metodología respectivamente:

- Aplicación de una Célula de Manufactura, mediante la cual se rediseña la distribución de las áreas de trabajo en base a la secuencia del proceso productivo.

De esta manera las máquinas o estaciones de trabajo se encuentran una lo más cerca posible de la otra, respetando el espacio necesario para que el operario realice su trabajo, buscando obtener y mantener un flujo continuo y eficiente.

- Aplicación de la Metodología 5S, basada en una cultura de Mejora Continua cuyos beneficios son generar un ambiente físico, emocional y conductual que facilite el trabajo. Así también optimizar el uso del espacio, eliminar los desperdicios de la organización e identificar otros problemas más complejos que se estuvieran presentando.

Los principios de esta Metodología son cinco; Clasificación u Organización: Seiri, Orden: Seiton, Limpieza: Seiso, Estandarización: Seiketsu, Disciplina: Shitsuke. Para aplicar con éxito estos principios dentro de la empresa es importante la participación y compromiso de todos los miembros de la organización.

- Aplicación del Mantenimiento Autónomo, uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total, con el cual se capacita al personal para ser especialista de su propia máquina, permitiendo que pueda resolver los defectos que se presenten en ella y evitando que se generen averías costosas, además de las paradas inesperadas.

Por tanto, la importancia de la investigación radica en que, mediante la aplicación de la Célula de Manufactura, la Metodología 5 S y el Mantenimiento Autónomo, se logrará disminuir el tiempo del proceso productivo que a su vez nos permitirá aumentar las unidades producidas y de esta manera cumplir con la demanda. Objetivo principal en toda empresa.

1.5.2 Justificaciones del estudio

- a) Justificación práctica

“La justificación práctica como el desarrollo de una investigación, la cual ayude a resolver un problema o proponer un método el cual contribuya a resolver dicho problema.” (Bernal, 2010).

El presente trabajo tuvo una justificación práctica; debido a que, el objetivo es reducir el tiempo del proceso productivo mediante las herramientas Lean.

Estas herramientas son la Célula de manufactura para reducir el tiempo de traslados que hay de área en área, mejorando el flujo de trabajo; Metodología 5s para reducir el tiempo por movimientos innecesarios, mediante el orden, limpieza, estandarización y disciplina dentro del área de producción, y por último el Mantenimiento autónomo para reducir el tiempo por parada de máquina, para prevenir paradas de máquinas y así incrementar la producción.

b) Justificación teórica

“En toda investigación hay una justificación teórica cuando el propósito es debatir y reflexionar sobre un estudio del cual ya existe conocimiento” (Bilbao y Escobar, 2020)

El presente trabajo tuvo una justificación teórica, porque se introdujeron conceptos de las herramientas Lean, para dar solución a la problemática que viene aquejando a la empresa; además, esta investigación servirá como referencia a futuras investigaciones que utilicen esta metodología.

c) Justificación metodológica

“La justificación metodológica consiste en proponer uno o más métodos nuevos o estrategias para generar conocimiento que sean válidos y confiables.” (Arispe, Yangali y Guerrero, 2020)

El presente trabajo contó con una justificación metodológica; porque, se utilizó Lean Manufacturing, ya que sus herramientas conllevan a la reducción de tiempos, tener un mejor flujo en la producción y prevenir paradas de máquinas, con ello aumentar la producción.

d) Justificación económica

“Una investigación debe tener justificación económica con el fin de justificar la recuperación del monto invertido durante la investigación.” (Baena, 2017)

La presente investigación cuenta con una justificación económica debido a que busca disminuir el tiempo del proceso productivo, así incrementar la productividad haciendo el trabajo más eficiente, generando una mayor calidad del producto hacia el cliente para satisfacer sus necesidades. Esto hará que se genere un mayor ingreso para la empresa, generando más oportunidades de trabajo.

e) Justificación social

“Toda investigación debe tener una justificación social; debido que, dicha investigación debe tener relevancia y trascender en la sociedad.” (Arias, 2012)

La presente investigación cuenta con una justificación social, ya que, se generó un aumento en la producción con la reducción de tiempos, mediante el Lean Manufacturing, esto impacta en la sociedad generando más empleos. Además, con esto se mejora el servicio al cliente.

f) Justificación ecológica

El presente trabajo cuenta con justificación ecológica, debido a que al reducir el tiempo del proceso productivo se busca reducir tiempos de producción, mermas, energías con el fin de disminuir la contaminación por el bienestar de los trabajadores y comunidad.

g) Justificación Legal

El presente trabajo cuenta con justificación legal, debido a que cumple con los requisitos mínimos necesarios de seguridad para realizar correctamente sus funciones y garantizar la calidad del producto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Lean Manufacturing tiene sus orígenes en Sakichi Toyoda (1867-1930), empresario textil e inventor de más de 100 patentes.

Cerca al año 1890, en Japón la industria textil era de tipo artesanal, la abuela de Sakichi Toyoda se dedicaba a la textilería y él pudo ver las deficiencias en el proceso productivo que lo llevó a la creación de la primera máquina de tejer automática. La cual se detenía al instante cuando uno de los hilos se rompía, evitando que se siga confeccionando un producto defectuoso. De esta manera redujo los defectos e incrementó el rendimiento.

Sakichi Toyoda tuvo como misión incrementar la economía nacional de su país, por lo que en 1911 viajó a los Estados Unidos donde estudió otros tipos de telares automáticos. No obstante, en Estados Unidos existía una gran demanda por la fabricación de automóviles que lo llevó a proyectar su visión a la industria automovilística japonesa.

En Estados Unidos, en el periodo de 1913 a 1918 Henry Ford implementa la línea de ensamblaje en movimiento para producir el automóvil modelo T (lean thinker) en su fábrica de Highland. También junto a Alfred Sloan (General Motors) cambian la manufactura artesanal por la manufactura en masa.

Mientras tanto, en Japón, Kiichiro Toyoda (1894-1952), hijo de Sakichi Toyoda se dedica al desarrollo y comercialización de telares automáticos junto con su padre, para posteriormente (1930) viajar a Inglaterra donde llegó a vender la patente del telar por 500 000 dólares. Durante este viaje Sakichi visita Nueva York y se incrementa su interés por el negocio automovilístico. En ese mismo año muere su padre.

En 1933 Kiichiro Toyoda anuncia su objetivo de fabricar automóviles a escala nacional. En 1937 se fundó la Compañía Toyota y fue elegido como vicepresidente ejecutivo Kiichiro Toyoda.

En 1945 Kiichiro Toyoda se proyecta alcanzar la producción americana, debido a que consideraba que de lo contrario la industria automovilística japonesa no podría sobrevivir. La industria estadounidense contaba con grandes recursos para lograr su producción en masa, sin embargo, Toyota no disponía de los mismos recursos, por lo que Kiichiro Toyoda ideó su propio sistema de producción basado en la metodología Just in time. Este sistema de producción tenía que satisfacer la demanda, la cual en esa época exigía modelos variados, teniendo en cuenta la baja disponibilidad de recursos.

El nuevo sistema de producción se puso en marcha después de la Segunda Guerra Mundial (1950). Eiji Toyoda siendo director de Toyota Motor Company y Taiichi Ohno como gerente de planta crean las herramientas del Sistema de Producción Toyota conocido actualmente como Lean Manufacturing.

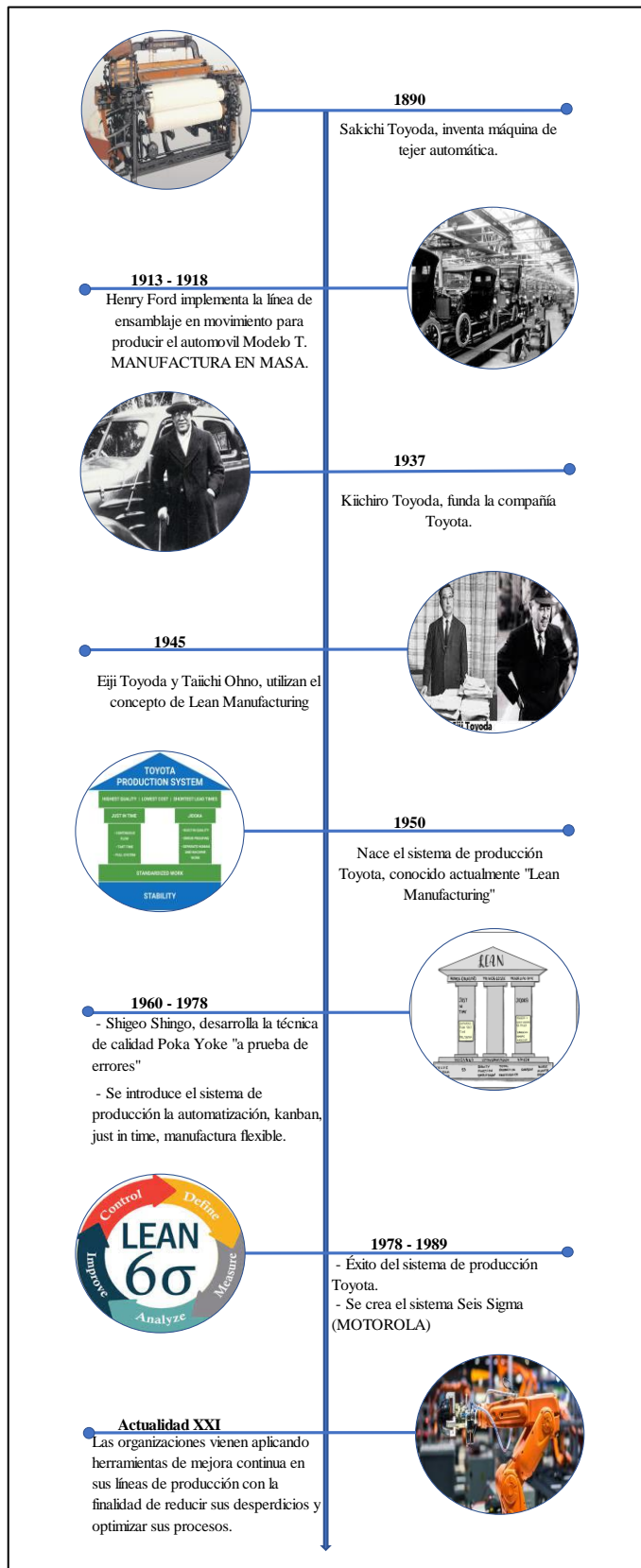
Entre 1960 a 1978 se introduce al sistema de producción, la automatización, kanban, sistema de calidad Poka Yoke, just in time, manufactura flexible.

Entre 1978 a 1989 se puede notar el éxito del sistema de producción Toyota, para posteriormente crear el sistema de producción Seis Sigma (Motorola).

En la actualidad las organizaciones vienen aplicando herramientas de mejora continua en sus líneas de producción con la finalidad de reducir sus desperdicios y optimizar sus procesos.

Figura 17:

Línea de tiempo Lean Manufacturing



Nota. Elaboración propia

2.2 Investigaciones del estudio de investigación

2.2.1 Antecedentes nacionales

- ✓ Según Encarnación Sotelo, Roberto (2017) en su tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial con mención en Gestión de Operaciones "Diseño de células de manufactura y propuesta de un modelo Lean para agregar valor en un área de conversión de producto lácteo; estudio de caso"; en su investigación que presentó en la Universidad Católica del Perú. Se propuso como objetivo el desarrollo y diseño de células de manufactura para incrementar la productividad.

Los objetivos específicos que se planteó en esta investigación fueron: el desarrollo de procesos flexibles, con el fin de adaptarse a los cambios y asegurar un flujo continuo en todo proyecto. También, eliminar desperdicios mediante la implementación de Célula de Manufactura y por último reducir los factores de riesgo con el fin de salvaguardar la ergonomía del operario.

Por otro lado, la implementación de la célula de manufactura obtuvo resultados como, la reducción de personal, de un total de 32 operarios, pasó a 30 operarios. También se disminuyó el tiempo de ciclo del proceso de conversión, pasó de 38.7 a 22.3 segundos y, se optimizó el área de trabajo. Además, se redujo considerablemente los movimientos en sus labores de 3 personales de trabajo alrededor de un 53%, haciendo que produzcan lo mismo con el menor movimiento posible.

Se tomó como referencia esta investigación; ya que, con la aplicación del Diseño de la Célula de manufactura se optimizó la mano de obra, incrementó la productividad y eliminó el cuello de botella dentro de la cadena de suministros. Por último, al implementar células de manufactura se reducirán los costos de servicios de iluminación, mano de obra, inventarios y servicio de gas.

- ✓ Según Bermejo Díaz, José Leonardo (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"; presentada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Se trazó como objetivo mejorar el proceso de fabricación de calzado de damas con la aplicación de la metodología Lean Manufacturing.

Trabajó con una población de estudio conformada por todos los procesos de fabricación de calzado para damas, los cuales son: corte, desbaste, aparado, armado, ensuelado y acabado. También trabajó con una muestra no probabilística determinada por conveniencia, correspondiente al proceso de armado, usando como Tablas en Excel y Análisis estadístico de datos usando el programa SPSS.

El diseño que tuvo esta investigación es experimental; además, por el grado de control de la variable es cuasi experimental, dado que, se pretende establecer el posible efecto de implementar la metodología Lean Manufacturing para eliminar los despilfarros.

Tomó como herramientas a implementar: la metodología 5s, jidoka, hanban y SMED. La primera herramienta con el fin de reducir los movimientos innecesarios. La segunda herramienta con el fin de automatizar procesos en la fabricación. La tercera herramienta con el fin de reducir los tiempos en el abastecimiento de materiales y la última herramienta con el fin de disminuir actividades que no generen valor.

Se tomó como referencia esta investigación; ya que, lograron incrementar la productividad en un 20.00% con las herramientas implementadas, el tiempo de producción por par de calzado se logró reducir en unos 5 minutos, lo cual representa un 20.83% del tiempo actual y también se incrementó el número de pares de calzados diarios producidos llegando a 16 pares, lo cual representa un 23.53% de la producción actual.

- ✓ Según Macetas Vargas, Miguel & Salas Padilla, Gary (2021) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial "Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la fabricación de cobertores para camiones en la empresa Novo Fibras"; presentada en la Universidad Ricardo Palma. Se trazó como objetivo la mejora de la productividad en el proceso de fabricación de cobertores mediante la utilización de herramientas de Lean Manufacturing.

Trabajo con una población y muestra de estudio que comprende 36 unidades de cobertores para camiones producidas en el periodo enero-junio de 2019. También el diseño que utilizó fue cuasi experimental, debido a que en las tres hipótesis planteadas se manipulan las variables independientes para un posterior análisis de las variables que dependen de tales. Además, utilizó como técnica un programa utilizado para el análisis de resultados fue SPSS Statistics 21, el cual ayudó con la validación / rechazo de las hipótesis.

Por otra parte, usó como instrumento la ficha de registro de contenido documental.

Se trazó como objetivos específicos reducir los defectos de fabricación mediante la implementación de de Ciclo Deming, reducir los reprocesos por factor humano mediante la implementación de un trabajo estandarizado y por último aumentar el tiempo de actividad de los equipos de trabajo mediante la implementación del Mantenimiento Planeado.

Se tomó como referencia esta investigación; ya que, con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing en sus tres variables logró aumentar un 10% la productividad del proceso, logrando:

- El número de defectos se redujo
- El número de reproceso se redujo

Además, hubo un ahorro de 11,310.03 soles, lo que implica una reducción de 65.71% en los gastos horas extras, costo de materiales, revisiones técnicas debido a paros no planificados, esto debido al incumplimiento en la fecha de entrega de los productos, gran cantidad de defectos por unidad producida y gran número de defectos.

- ✓ Según Deza Portilla, Yessmith & Matos Olivares, Tatiana (2022) en su tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial "Propuesta basada en la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad en las áreas de producción y almacén de la empresa de calzado Vioti 2022"; presentada en la Universidad Privada del Norte. Se trazó como objetivo determinar el impacto de la propuesta basada en la metodología lean Manufacturing sobre la productividad de las áreas de producción. La población que utilizó para esta investigación fue toda la empresa de calzado Vioti y como muestra será de tipo no probabilístico intencional o por conveniencia, dicho esto se evaluará las áreas de producción y almacén donde se realiza los procesos de diseño, cortado, aparado, armado, acabado, alistado y almacenado.

Utilizó como diseño la metodología emplea en la investigación fue de tipo aplicada, explicativa con un diseño pre- experimental, donde se aplicó una preprueba y posprueba luego de aplicar un estímulo, esto permitirá determinar la actual situación de la empresa en el área de producción para así identificar la problemática y proponer una solución. Además, usó como técnica de la investigación la entrevista, observación de campo y análisis de documentos.

Desarrolló herramientas de Lean Manufacturing, con la finalidad de eliminar cuellos de botella mediante la herramienta VSM, mantener un orden y limpieza mediante la aplicación 5s, mejorar la programación de abastecimiento de materiales mediante el Modelo Kanban y, por último, disminuir los errores del personal mediante la aplicación de la herramienta Poka-yoke.

Se tomó como referencia esta investigación; ya que, la propuesta de Lean Manufacturing aplicada al área producción y almacén mejora la productividad y costos operativos de 69,134.26 soles a 28, 176.84 soles, permitiendo un mejor uso de los

materiales, máquinas y mano de obra, distribución de almacén lo cual se ve reflejado en la productividad.

2.2.2 Antecedentes internacionales

- ✓ Según Pilay Chele, Antonio (2011) en su tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial "Implementación del mantenimiento autónomo en la empresa Oxígenos del Guayas S.A."; presentada en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Se trazó como objetivo maximizar la línea de producción mediante la buena distribución en cada proceso de llenado.

También con la implementación de un plan de mejora continuo en todas las áreas de trabajo, para la elaboración de productos de alta calidad en un mercado a nivel nacional, bajo las normas de calidad que garantice el producto.

Se trazó como objetivo disminuir los tiempos improductivos mediante la implementación del mantenimiento Autónomo, basado en el mantenimiento Productivo Total incluyendo la aplicación de las 5s, con la finalidad de disminuir costos, tiempos improductivos.

Se tomó como referencia esta investigación; ya que, la propuesta de la implementación de un mantenimiento autónomo, se obtuvo los tiempos improductivos por la paralización de maquinarias, que fueron ocasionados por fallas operativas, mecánicas y/o eléctricas, también por la falta de un plan de capacitación técnica al personal de planta, debido que, esto afectan a la productividad, trayendo como consecuencia pérdidas anuales por el monto de cincuenta y tres mil dólares anuales.

Como solución se escogió el tesista en esta investigación en implementar el mantenimiento autónomo, para reducir tiempos improductivos. Elevando la eficiencia de los equipos en un 5%, que pasó de 63% a 68%. Llevando consigo mejorar el nivel de capacidad del personal con la finalidad de mejorar a largo plazo su productividad.

- ✓ Según Muñoz Reyes, Karen (2017) en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil Industrial "Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de Control de Calidad de la empresa Maderas Arauco"; presentada en la Universidad Austral de Chile, Puerto Montt - Chile. Se trazó como objetivo diseñar una propuesta de mejora para la gestión del área de control de calidad de la empresa maderas Arauco, mediante la integración de herramientas de Lean Manufacturing con el fin de lograr un mejor uso de los recursos disponibles.

Empleó herramientas para la recolección de datos como las entrevistas, control visual, el cual ayudó con el análisis en su investigación. Tomó como objetivos herramientas Lean que son aplicable para el área de calidad con la identificación de desperdicios, mejorar las inspecciones y mejorar los estándares y control en la gestión de calidad. Las herramientas utilizadas fueron 5s, TPM y SMED.

Se tomó como referencia esta investigación; ya que, al implementar las herramientas de Lean Manufacturing, identificaron los desperdicios y lo clasificaron de acuerdo sus diferentes tipos, para luego relacionar la herramienta más adecuada de acuerdo tipo de desperdicio correspondiente, en donde se pudo determinar las herramientas a usar, las cuales son: 5S, Control Visual y trabajo estandarizado.

Además, con la Metodología 5S correspondiente se realizaron mejoras, con la finalidad de disminuir los tiempos de traslado del personal. También, para ordenar el lugar de trabajo y reducir el desgaste físico de los operarios al realizar sus funciones.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es definido por diversos autores como:

- a) Es un modelo de gestión y mejora continua, la cual se define como, la eliminación de los desechos, desperdicios que no agregan valor al producto y está conformada por diferentes herramientas. (Vargas & Camero, 2021)
- b) Producción esbelta, búsqueda de la mejora del sistema de fabricación por medio de la eliminación o disminución de los desperdicios, que son todas las acciones que no dan valor al producto ni al servicio. Estas son causadas por actividades que consumen recursos sin crear valor alguno, por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar (Womack & Jones, 1996).
- c) Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que precisa la forma de mejora y optimización de un sistema de producción enfocándose en identificar y eliminar todo “desperdicio” (aquellos procesos o actividades que usan más recursos de lo necesario). Los “desperdicios” que se pueden encontrar en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos (Hernández & Vizán, 2013).

Vale decir, se enfoca en la organización del trabajo y tiene como objetivo mejorar el sistema de producción, mediante la eliminación de aquellas actividades que no aportan valor al proceso (despilfarros o desperdicios), si no, por el contrario, son aquellas tareas

que involucra la sobreproducción, altos tiempos de espera o desperfectos en los productos.

2.3.2 Objetivo de Lean Manufacturing

Según Vinodh y Dino (2012), el Lean Manufacturing busca reducir al mínimo los desperdicios de forma duradera para maximizar las etapas del proceso, centrándose en la reducción de costos y en la minimización de desperdicios y de materiales en la cadena de suministro, lo que se puede resumir en los siguientes objetivos:

- Aprovechar el uso de los activos organizacionales;
- Mejorar la satisfacción del cliente externo e interno;
- Mejorar las competencias del personal tanto en conocimientos como en habilidades;
- Eliminar los desperdicios (actividades que no agregan valor) en el proceso de fabricación.

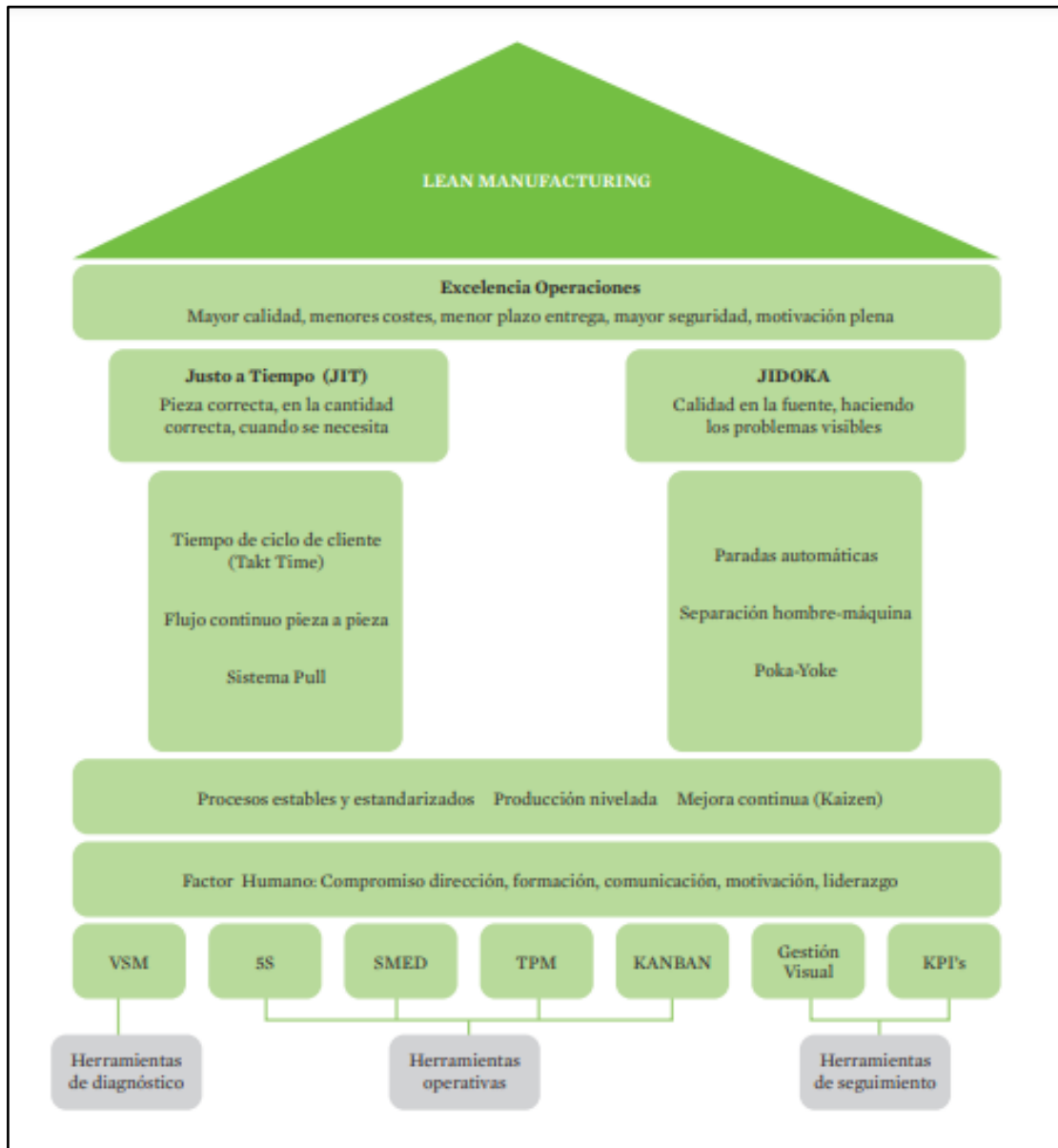
Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados. (Hernández & Vizán, 2013) Finalmente, el objetivo principal es crear en la empresa una cultura de mejora, basada en la optimización de recursos, comunicación y trabajo en equipo; para lograrlo es indispensable que todos los integrantes de la organización se involucren y se comprometan con los objetivos.

2.3.3 Estructura de Lean Manufacturing

El sistema Lean se compone de diversos pilares, técnicas y métodos, cuyo objetivo principal es la eliminación de desperdicios. Mediante el siguiente esquema que expone los principales pilares del sistema Lean. (Ver Figura 18)

Figura 18:

Estructura de Lean Manufacturing



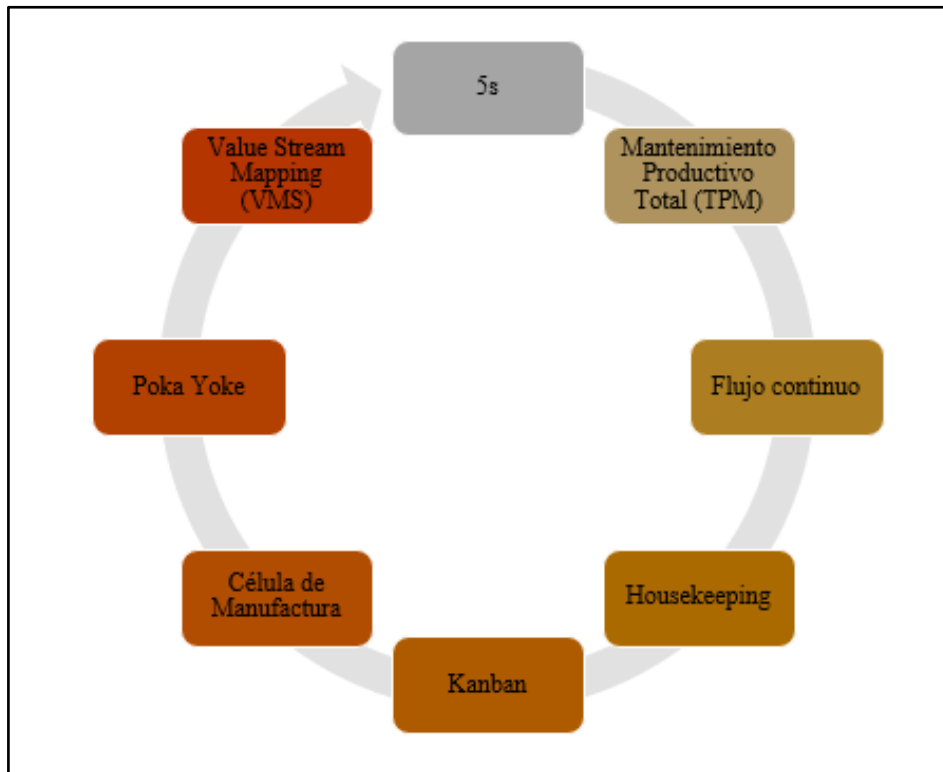
Nota. “Medio ambiente industria y energía”, Hernández y Vizán (2013), pág. 18.

2.3.4 Herramientas de Lean Manufacturing

Lean Manufacturing se apoya en 8 herramientas fundamentales, las cuales son: (Mejora de Lean Manufacturing en los sistemas productivos Ciencia y Sociedad, pág. 294). Ver Figura 19.

Figura 19:

Herramientas de Lean Manufacturing



Nota. Elaboración propia

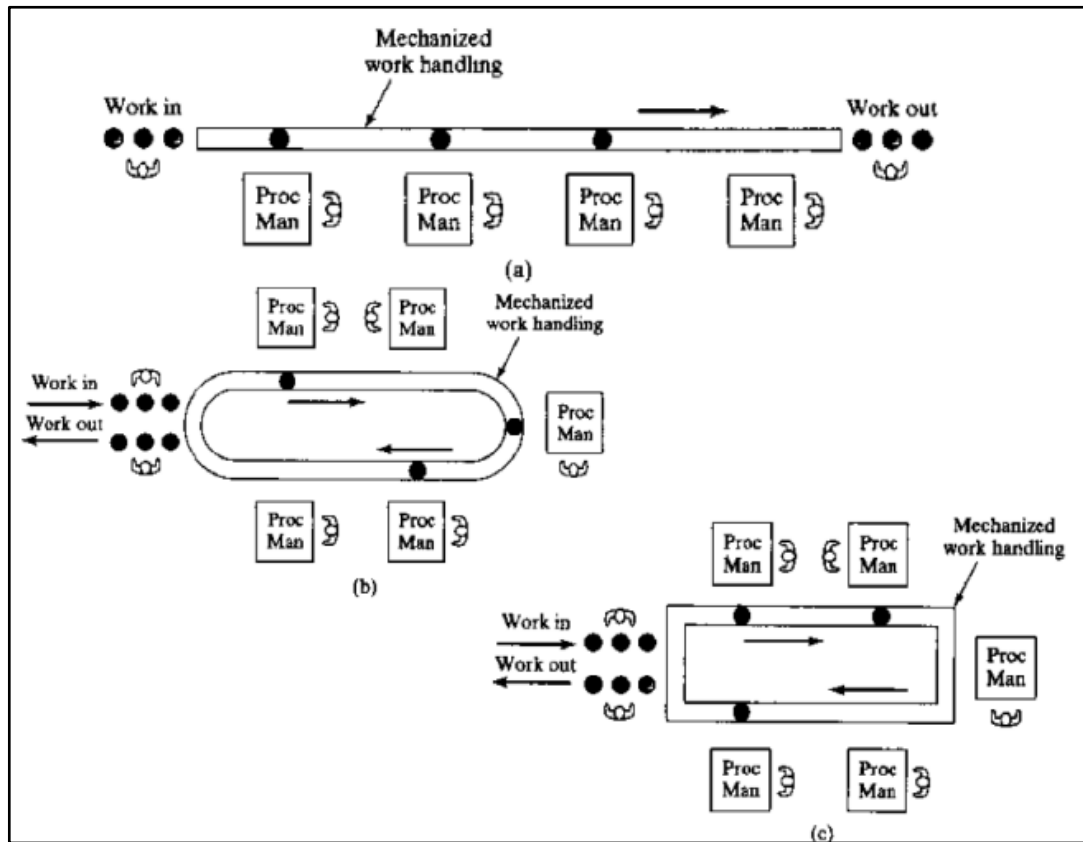
a. Célula de manufactura

Desde un punto de vista conceptual, las células de manufactura son una minifábrica dentro de la fábrica, con responsabilidad total sobre el proceso y el producto, que regula sus costos de operación y sus plazos de entrega, administra su estructura y determina qué necesita en cuanto a recursos, tanto técnicos como humanos (Guerrero, López & Diaz, 2016).

Las células de manufactura son aplicadas teniendo en cuenta el ciclo del proceso productivo, el número de máquinas, el grado de mecanización y el nivel de automatización. Ver Figura 20.

Figura 20:

Esquema de Célula de Manufactura



Nota. (Guerrero, López & Diaz, 2016)

Según Jaramillo & Guadalupe (2011), las ventajas de la Célula de manufactura son:

- Se reduce el lead time (tiempo de espera)
- Reducción de espacios de trabajo
- Mejor manejo de planta
- Más flexible el manejo para los operarios
- Mejor flujo de trabajo

Leyendo a varios autores, los pasos para aplicar una Célula de Manufactura son 5: ver Figura 21.

❖ Determinar los objetivos de implementación

Alcanzar un orden y organización de equipos, máquinas, herramientas de trabajo, piezas, estaciones de trabajo que se requieran para la producción.

❖ Armar un programa de capacitación

Establecer un programa de capacitación con el fin de aumentar el conocimiento en la manipulación de la máquina, proceso y flujo. Además, generar en el operario un interés

en la Metodología de la Manufactura Celular, enfocándonos principalmente en el proceso de implementación y los beneficios de la misma.

❖ Realizar la agrupación de familias

Es agrupar las familias de un mismo proceso, los cuales tienen un flujo en común. Pueden ser familias de piezas o máquinas.

❖ Definir la secuencia de trabajo mejorada

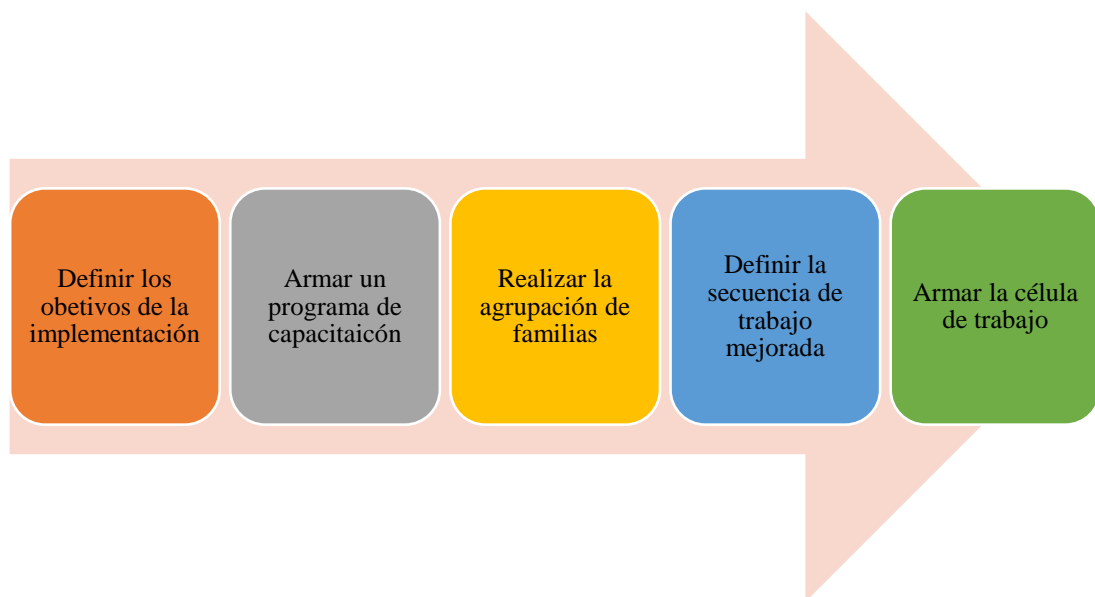
Analizar el nuevo flujo de trabajo y operaciones que involucran para realizar dichas tareas.

❖ Armado de célula de trabajo

Establecer el tipo de Célula con la secuencia a trabajar, mediante el conocimiento del estudio del proceso de producción, fabricación para un eficiente armado de Célula.

Figura 21:

Pasos para la Célula de Manufactura



Nota. Elaboración propia

b. Metodología 5s

Según Madariaga (2013) las 5s, proviene de las cinco palabras japonesas seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke. Esta metodología son los pasos a implementar para: (pág. 36)

- Reducir averías
- Mejorar la seguridad

- Reducir tiempos
- Recuperar espacios

Según Hernandez y Vizán (2013) la metodología 5s es la aplicación de los principios de orden y limpieza en el área de trabajo.

Su implementación tiene como objetivo identificar:

- Aspecto sucio de equipos, máquinas, instalaciones
- Desorden: pasillos con desperdicios, equipos fuera de sitio
- Elementos rotos: señalizaciones, vidrio, equipos
- Número de averías más frecuentes
- Movimientos y recorridos innecesarios
- Espacios dentro de la empresa

¿Por qué es necesaria la aplicación de las 5s?

- Para conseguir mejoras duraderas a niveles de organización, orden y limpieza.
- Esto es aplicable a todo tipo de empresas, almacenes, puestos de trabajos, etc. Asimismo, las empresas experimentan una mejora con el fin de alcanzar los objetivos propuestos.

Con respecto a la Figura 22, se describe lo siguiente:

❖ Seiri

Según Rajadell y Sánchez (2010) la primera “s” consiste en:

Clasificar y eliminar todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por consiguiente, consiste en apartar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo para evitar materiales innecesarios y elementos que generen despilfarros (pág. 50)

¿Cómo se interpreta el Seiri?

El Seiri consiste en desechar aquellos componentes que no son necesarios, eliminando del puesto de trabajo lo que sea inútil. Con esto se genera una mejor óptica del trabajo, permitiendo un mejor desplazamiento por parte de los operarios, induciendo a la reducción de errores durante la manipulación de materiales o elementos a necesitar.

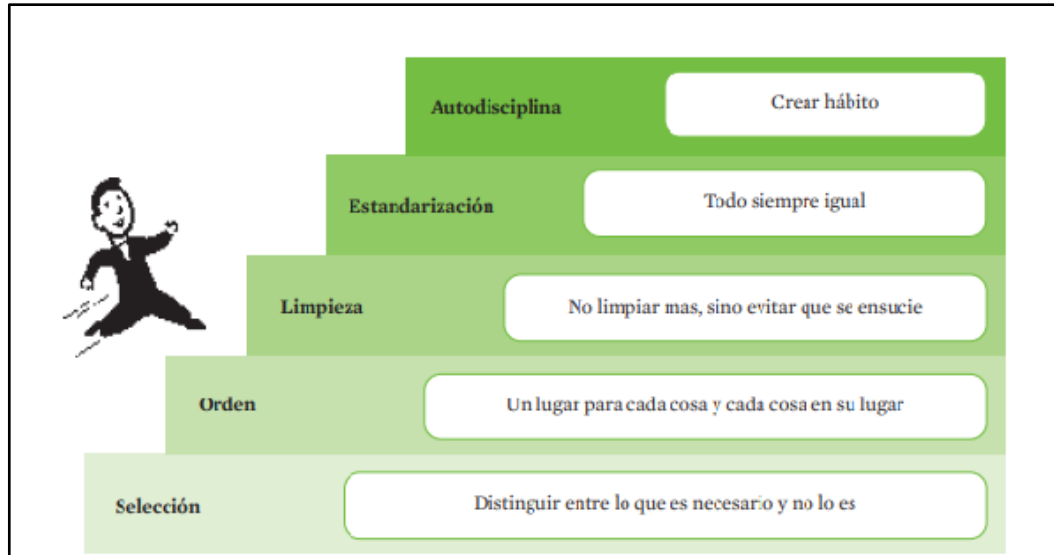
Según Rajadell y Sánchez (2010, pág.51), los beneficios del Seiri se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Liberación de espacios útiles
- Reducción del tiempo necesario para acceder de manera más rápida a los materiales, herramientas.
- Mejor control visual.

- Mayor seguridad en el área de trabajo.

Figura 22:

Descripción de las 5s



Nota. “Medio ambiente industria y energía”, Hernández y Vizán (2013), pág. 37.

Para la aplicación del Seiri, se hace el uso de la tarjeta roja, que es colocada en los materiales o elementos que no sean necesarios, ya sea, que no se utilicen o sean obsoletos. Así evitamos que se acumulen en el área de trabajo. Ver Figura 23.

Figura 23:

Ejemplo de tarjeta roja

The image shows two red 5S cards. The left card is titled 'TARJETA ROJA' and the right card is titled 'TARJETA ROJA 5'S'. Both cards have a hole punch at the top and a 3-inch wide base. The left card includes fields for 'No.', 'Fecha', 'Area', 'Item', and 'Cantidad', followed by a section 'ACCION SUGERIDA' with checkboxes for 'Agrupar en espacio separado', 'Eliminar', 'Reubicar', 'Reparar', and 'Reciclar', and a 'Comentario' field. The right card includes fields for 'No.', 'Propuesta por', 'Responsable de área', 'Area / Depto.', and 'Descripción de artículo', followed by a 'CATEGORIA' section with checkboxes for 'Máquina/Equipo', 'Material gastable', 'Herramienta', 'Materia prima', 'Instrumento', 'Trabajo en proceso', 'Partes eléctricas', 'Producto terminado', and 'Partes mecánicas', an 'OTROS/COMENTARIO' field, a 'RAZON DE TARJETA' section with checkboxes for 'Inecesario', 'Defectuoso', 'Fuera de especificaciones', and 'Otros', and an 'ACCION REQUERIDA' section with checkboxes for 'Eliminar', 'Agrupar en espacio separado', and 'Retornar'. Both cards have a 'Fecha p/ concluir acción' field at the bottom.

Nota. (Mendez,2019)

Esta Tarjeta Roja muestra los siguientes datos:

- Fecha y datos generales
- Descripción del artículo
- Categoría del artículo
- Razón de la tarjeta
- Acción requerida

Una vez aplicada el Seiri, se obtiene la eliminación de componentes, elementos o materiales no necesarios para la realización del trabajo a realizar.

Elementos innecesarios

Son elementos, herramientas o productos que quitan espacio y carecen de utilidad, que perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación dentro del área de trabajo e inducen a cometer errores en el manejo de herramientas o elementos necesarios.

Para lidiar con este factor, los autores Rajadell y Sánchez (pág. 51, 2010) sugieren:

- Separar aquello que es realmente útil de aquello que no lo es.
- Mantener lo que se necesita y eliminar lo que sobra.

- Separar los elementos necesarios según su uso y a la frecuencia de utilización.
- Aplicar estas normas tanto a materiales tangibles (herramientas, máquinas, piezas, etc.) como intangibles (información, ficheros, etc.).

❖ Seiton

Según Rajadell y Sánchez (2010) la segunda “s” consiste en:

Ordenar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan localizar con facilidad. Por ello se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición. (pág. 54)

Según Rajadell y Sánchez (2010, pág.54), los beneficios del Seiton se pueden ver reflejados en aspectos como:

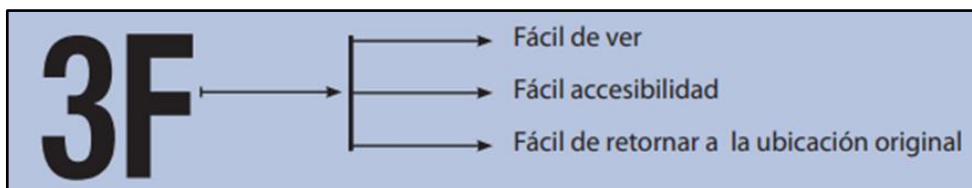
- Una mayor facilidad para el acceso rápido a los elementos que se necesitan.
- Una mejora en la productividad global de la planta.
- Un aumento de la seguridad en el lugar de trabajo.
- Una mejora de la información para su accesibilidad y localización.

Se sugiere que para la aplicación de la segunda S:

- Se toma en consideración la frecuencia del uso de las máquinas o herramientas que se van a usar y según este criterio establecerse un lugar.
- Se tome en consideración el principio de las 3F (Ver Figura 24)

Figura 24:

Principio de las 3F



Nota. (Méndez, 2019)

- Se le asigna un nombre y un lugar en específico a los productos o maquinarias.
- Se señala el área del piso y se usan diferentes colores para facilitar su identificación.
- Se organizan las herramientas o maquinarias de forma sistemática de manera que el flujo de trabajo sea constante y estable.

Nivel de desorden en el área de trabajo

Es el estado de un área de trabajo; en el cual, no se encuentran elementos, herramientas o productos para las labores que se van a desempeñar; por lo que, se termina induciendo a los trabajadores a incrementar el número de movimientos innecesarios, perdiendo tiempo su búsqueda.

Para lidiar con este factor, los autores Rajadell y Sánchez (pág. 54, 2010) sugieren:

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

❖ Seiso

Según Rajadell y Sánchez la tercera (2010) “s” consiste en:

Limpiar, revisar el entorno para identificar el fuguai (palabra japonesa traducible por defecto, que es una herramienta para señalar e identificar) y eliminarlo. En conclusión, Seiso da una idea de anticipación para prevenir defectos. (pág. 56)

Según Rajadell y Sánchez (2010, pág.57), los beneficios del Seiso se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Reducción riesgo potencial de accidentes.
- Incremento de la vida útil de los equipos.
- Disminución del número de averías.

Es importante identificar y eliminar la suciedad del área de trabajo, ya que, mantener el área limpia y organizada repercute de manera directa en la motivación del operario.

Cómo implementar el Seiso en el área de trabajo:

- Campaña o jornada de limpieza
- Planificar el mantenimiento de la limpieza
- Preparar Manuel de limpieza
- Preparar elementos para limpieza
- Implantación de la limpieza

Así mismo reduce el tiempo al buscar una herramienta o material que se necesita para realizar las operaciones.

Nivel de incumplimiento de los estándares de limpieza en el área de trabajo

Es el estado de un área de trabajo; en el cual, no existe un estándar adecuado de limpieza y organización; por lo que, dificulta la identificación de averías en los equipos utilizados en el trabajo que se va a desempeñar, además, aumenta el riesgo potencial a que se produzcan accidentes dentro del área de trabajo.

Para lidiar con este factor, los autores Rajadell y Sánchez (pág. 56, 2010) sugieren:

- 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 las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias.

❖ Seiketsu

Según Rajadell y Sánchez la cuarta “s” consiste en:

Consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras “s”, porque sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar un resultado que perdure. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. (Rajadell Carreras y Sánchez García, 2010, pág. 59).

Según Rajadell y Sánchez (2010, pág.59), los beneficios del Seiketsu se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Un conocimiento más profundo de las instalaciones.
- Hábitos de limpieza.
- El hecho de evitar errores en la limpieza, que en algunas ocasiones pueden provocar accidentes.
- Una mejora con respecto a la intervención sobre averías.

❖ Shitsuke

Según Rajadell y Sánchez la última “s” consiste en:

Convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Uno de los elementos básicos ligados a shitsuke es el desarrollo de una cultura de autocontrol, el hecho de que los miembros de la organización apliquen la autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S, siendo ésta la fase más fácil y más difícil a la vez. (Rajadell y Sánchez, 2010, pág. 62)

Según Rajadell y Sánchez (2010, pág.62), los beneficios del Shitsuke se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos.
- Una mejora del ambiente de trabajo, que contribuirá al incremento de la moral.

En la Figura 25 se presenta el resumen de la metodología 5s, que permitirá entender la metodología para poder implementarlo.

Figura 25:

Resumen de la Metodología 5s

SEIRI Separar y eliminar	SEITON Arreglar e identificar	SEIDO Proceso diario de limpieza	SEIKETSU Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	SHITSUKI 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

Nota. Lean Manufacturing (Hernández y Vizán, pág. 41, 2013)

c. Mantenimiento Productivo Total TPM

El Mantenimiento Productivo Total también conocido como TPM (Total Productive Maintenance). Según Tejeda (2011), el TPM proporciona a los operarios herramientas, con lo cual es capaz de realizar mantenimiento básico a los equipos, con el fin de evitar problemas a corto plazo y aumentar la disponibilidad de los equipos y máquinas. (pág. 294)

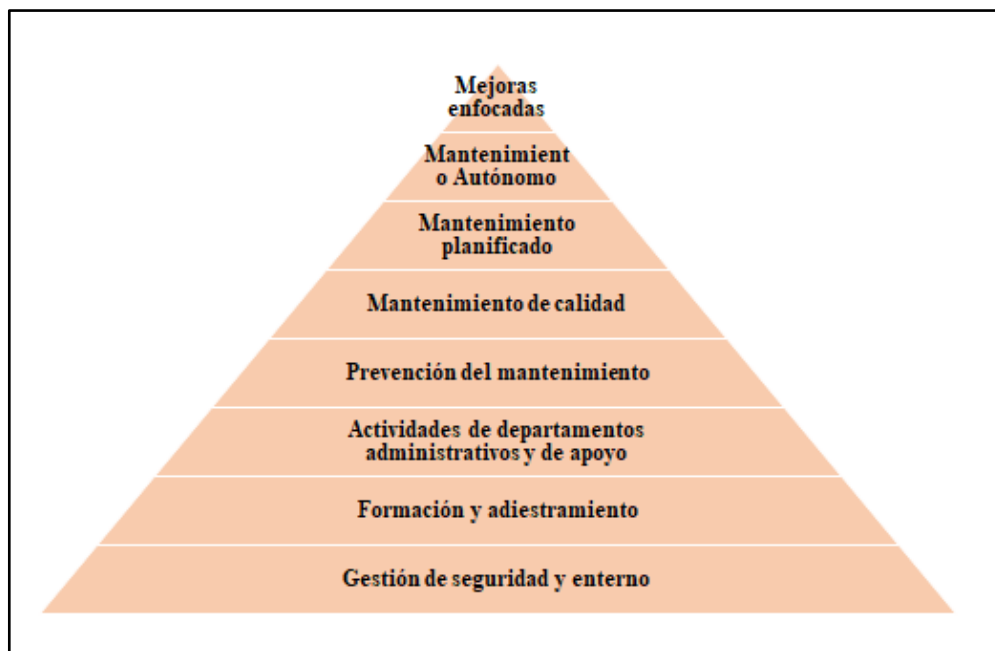
El mantenimiento es importante en toda empresa, ya que previene que paras inesperadas o advertir cualquier funcionamiento anómalo que afecte a la producción. Según González & Hernández (2014) el TPM hace que la empresa sea más competitiva. Esto debido a la eliminación de desperdicios con respecto a los equipos, haciendo que los productos sigan manteniendo el mismo nivel de calidad.

Según López (2009), el TPM busca la integración del personal operario, la máquina o equipo y la compañía. Con la finalidad de mejorar el proceso de producción por medio de la eliminación de pérdidas y aumentar la productividad.

Uno de sus principales objetivos del TPM según Madariaga (2013) es maximizar la eficiencia de los equipos para optimizar los costes de los equipos durante alguna para. Los pilares del Mantenimiento Productivo total se basan en cinco pilares según Zarreh (2018), estos pilares son con el fin de mejorar la proactividad y confiabilidad de las máquinas, ver Figura 26.

Figura 26:

Pilares del Mantenimiento Productivo Total



Nota. Elaboración propia

❖ Mantenimiento Autónomo

Según Farfán (2016) el mantenimiento autónomo es incluir al operario, hacerse cargo del mantenimiento de los equipos y máquinas, así identificar y prevenir fallas futuras. Además, involucra tanto los sistemas de dirección de la empresa, la cultura organizacional y el talento humano. (pág. 12)

Según Lucio (2008), el mantenimiento autónomo no se refiere solamente basarse en limpieza, inspecciones, automatizaciones de un mantenimiento o métodos, técnicas de cómo aplicarlo. Si no, involucra a toda la empresa como cultura organizacional y al sistema de dirección, para optimizar recursos de todas las gestiones que estén involucradas en el proceso de producción.

Según Álvarez (1996), existen 3 etapas fundamentales del mantenimiento autónomo, con lo cual toda empresa debe presentar para transformar su cultura, creencia y forma de actuar.

- Etapa 1: Búsqueda de resultados

En esta etapa se dirige a eliminar los desperdicios de los equipos, hay una participación del personal operativo, con el fin de mejorar la efectividad de los equipos.

- Etapa 2: Resultados sostenibles

En esta etapa se crea un compromiso del operario, con el fin de mantener el nivel de la producción. Además, de mejorar las habilidades y capacidades del personal operativo.

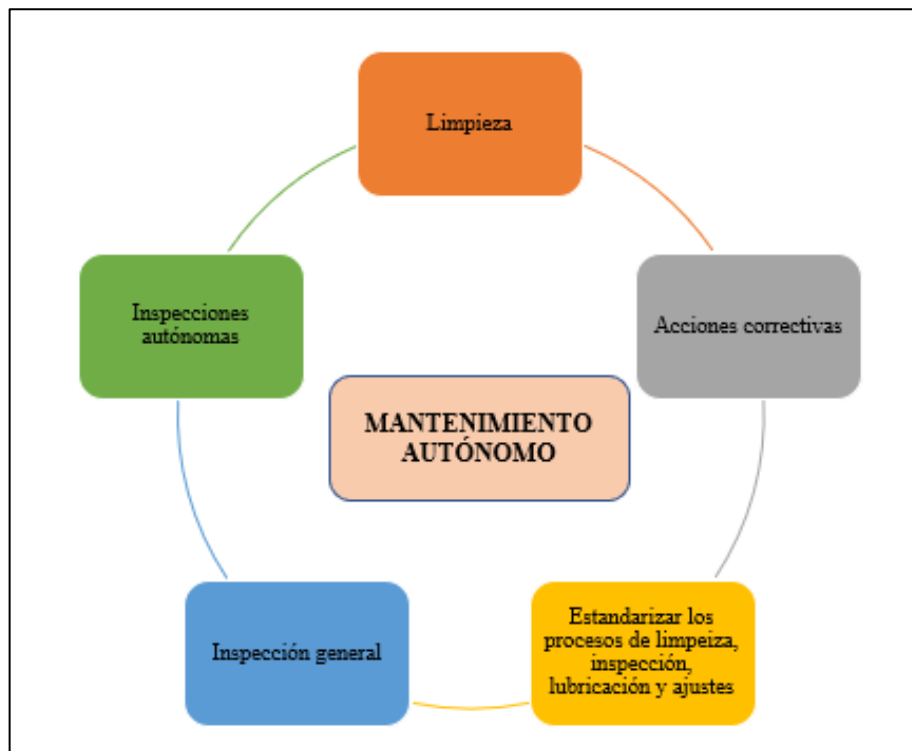
- Etapa 3: Mejora de resultados

Se crea una visión del trabajo autónomo, mejorando el funcionamiento de la organización.

Según Corral, Muñoz y Flores (2019), los pasos para un mantenimiento autónomo son 5, los cuales se puede apreciar en la Figura 27, con el fin que las máquinas estén operando eficientemente y evitar paradas innecesarias.

Figura 27:

Pasos del Mantenimiento Autónomo



Nota. Elaboración propia

Paso 1: Limpieza e inspección

- Los operarios usan los cinco sentidos para descubrir las anomalías del equipo, entre ellas esta, las vibraciones, desgastes, desalineaciones.
- Se hace la corrección de las anomalías para el buen funcionamiento del equipo.
- Se hace una limpieza minuciosa, desmontando el equipo para su limpieza interna y externa.

Paso 2: Acciones correctivas

- Se da la eliminación a las fugas, contaminantes, excesos y engrase de los equipos.
- Se da la prevención de contaminantes futuros, como, óxidos, polvo.
- Eliminación de áreas de difícil acceso de limpiar.
- Cambiar los métodos de lubricación, con el fin que sea más fácil y accesible para el operario.

Paso 3: Estandarizar los procesos de limpieza, inspección, lubricación y ajustes

- Se da el uso de la experiencia del operario, adquirida en los dos primeros pasos.
- Se determinan las condiciones necesarias y óptimas para la limpieza y lubricación.
- Se refuerza el paso 1 y paso 2.
- Se establece un sistema de lubricación y estándares de limpieza.

Paso 4: Inspección general

- El operario adquiere conocimientos para la buena inspección de los equipos
- Las inspecciones se dan de manera rutinaria.
- Se evalúan los resultados de las inspecciones y el nivel de mejora de los equipos.
- En este paso las condiciones de los equipos están bajo control.
- Se da la eliminación de elementos y piezas innecesarias para el funcionamiento de los equipos.
- Se implementa la verificación por medio de las 5s, resaltando los puntos de orden y limpieza.
- Se realiza el formato de mejora continua de los equipos con el fin de reducir costes.
- Los operarios con el personal de mantenimiento refinan los procesos, dando mejora y más vida útil a los equipos.

Paso 5: Inspección autónomas

- Se da una formalidad acerca de las inspecciones dadas en los pasos tres y cuatro.
- Los elementos por inspeccionar en cada máquina se dividen en dos listas, elementos que pueden tratarse en las inspecciones autónomas y elementos que requieren ser inspeccionados.

- Se evalúan el nivel de conocimiento de las inspecciones.

Esto quiere decir que, el mantenimiento autónomo engloba toda la organización, haciendo que esta mejore, en tanto la empresa vaya adquiriendo conocimiento en el transcurso de la implementación con el fin de mejorar procesos.

Cuando el Mantenimiento Autónomo se introduce en una organización, empresa, los operarios adquieren conocimiento, nuevas habilidades con los cuales van a poder manejar de manera más óptima las máquinas al manipularlas y al momento de su limpieza, creando un hábito en el operario.

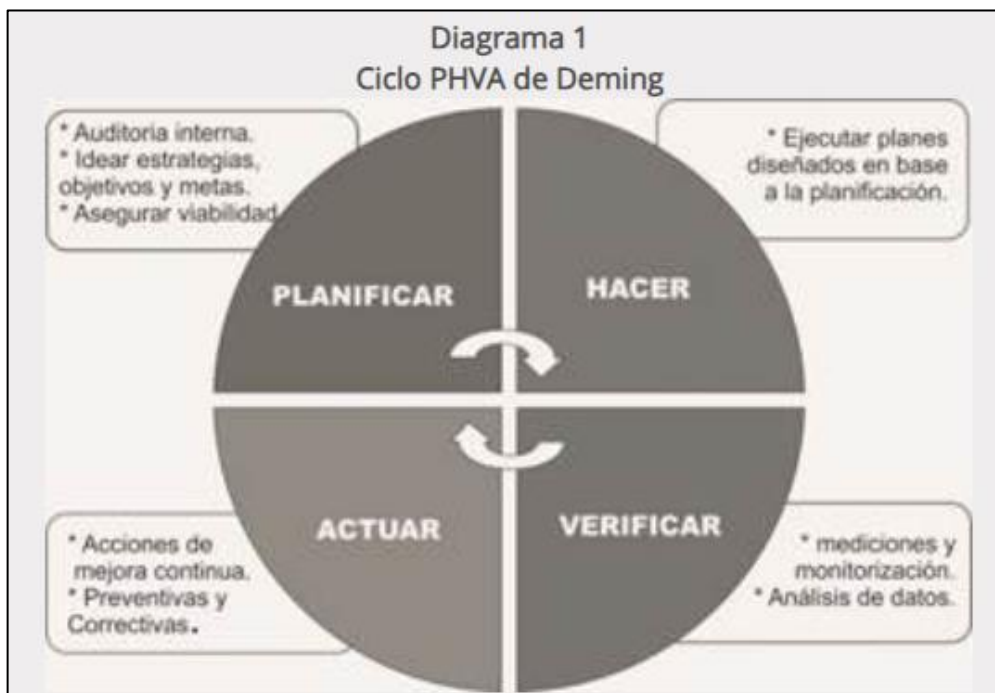
Las competencias que adquiere el operario son: mejor trabajo en equipo, capacidad de observación, capacidad analítica, ser más organizados y una mejor gestión en sus rutinas diarias.

d. Ciclo Deming

Según Castillo, Lady (2019), el ciclo de Deming está conformado por cuatro pilares, estos son: Planificar, hacer o ejecutar, controlar o verificar y actuar (Ver Figura 28). Es un método de mejora continua, que se puede emplear a proceso para mejorar continuamente la calidad. Enfocándose en la solución de problemas mediante un diagnóstico inicial identificando las fallas.

Figura 28:

Ciclo de Deming



Nota. Deming (1989)

Etapas para el ciclo Deming PDCA:

❖ Planificar (Plan)

- En esta primera etapa se precisa los planes y la meta que se quieren alcanzar.
- Se realiza un diagnóstico con el fin de observar la situación actual de la empresa.
- Se establecen objetivos.
- Se definen los métodos a utilizar para lograr los objetivos.
- Se realiza un plan de trabajo.

❖ Hacer (Do)

- Se desarrolla el plan de trabajo que se estableció en la etapa Planificar.
- Se da un seguimiento a los resultados que se obtienen al desarrollar el plan.
- Llevar un registro del desarrollo del plan.

❖ Comprobar (Check)

- Comparar los resultados planeados con los obtenidos para hacer un contraste. Para verificar los logros obtenidos.
- Se constatará los resultados.

❖ Actuar (Act)

- Se automatiza, sistematizan, documentan los logros obtenidos.

Beneficios del Ciclo Deming, según ISO 9001 (2015):

- Dar distintas soluciones a los problemas de una forma más eficiente y rápida.
- Los trabajos repetitivos, plantear sus mejoras de una manera sencilla.
- Alcanzar los objetivos planteados en poco tiempo.
- Minimizar errores encontrados durante la implementación.

e. Desperdicio por movimiento

Cuando nos referimos al término desperdicio nos referimos a todo aquello que no agrega valor, en este caso, al servicio brindado. El desperdicio vendría a ser la pérdida o despilfarro: toda mal utilización de los recursos.

Según los autores Hernández y Vizán: “Aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios”. (Hernández Matías, Vizán Idoipe, 2013, pg.10).

Según Rajadell y Sanchez (2010) existen 6 tipos de desperdicios, los cuales pasaremos a detallar a continuación:

❖ Desperdicio de sobreproducción

Este tipo de desperdicio es el resultado de fabricar más, de invertir, diseñar equipos que tengan mayor capacidad de la que es necesaria. Además, este tipo de desperdicio conlleva a que haya otras clases de desperdicios.

Características:

- Gran cantidad de stock
- Equipos sobredimensionados
- Flujo de producción no balanceado o nivelado
- Exceso de material obsoleto
- Necesidad de espacio extra para el almacenamiento

Causas posibles:

- Procesos no capaces
 - Procesos poco fiables
 - Falta de comunicación
 - Programación inestable
- ❖ Desperdicio por tiempo de espera o tiempo vacío

Este tipo de desperdicio es el resultado de una cadena consecutiva de trabajo ineficiente. Estos trabajos o procesos pueden causar tiempos ociosos, donde el operario estará parado sin realizar otra actividad hasta que la máquina haya terminado de realizar su trabajo, mientras que otros operarios con otras máquinas están saturados.

Características:

- El operario espera a que la máquina termine
- Exceso de colas de material dentro del proceso
- Paradas no planificadas
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente

Causas posibles:

- Métodos de trabajo poco consistentes
- La distribución de planta es deficiente por acumulación o dispersión de procesos

❖ Desperdicio por sobre proceso

Este tipo de desperdicio es el resultado de darle mayor valor añadido al producto que lo esperado o valorado por el cliente.

Características:

- No existe estandarización de las mejores técnicas
- Maquinaria mal diseñada
- Excesiva información

Causas posibles:

- Cambios de ingeniería sin cambios de proceso
- Toma de decisiones a nivel inapropiado
- Falta de información de los clientes

❖ Desperdicio por exceso de inventario

Este tipo de desperdicio es el resultado de tener mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades de los clientes de manera inmediata. Esto hace que se acumulen materiales antes y después del proceso.

Características:

- Excesivos días con el producto acabado
- Grandes costes de movimiento
- Grandes costes de mantenimiento
- Excesivo equipo de manipulación

Causas posibles:

- Proceso con poca capacidad
- Cuellos de botella no identificados
- Proveedores no capaces

❖ Desperdicio por defectos o errores humanos

Este tipo de desperdicio es el resultado derivado de los errores, este desperdicio es muy común en las industrias, significando una gran pérdida.

Características:

- Pérdida de tiempo
- Pérdida de recursos materiales y dinero
- Maquinarias poco fiables

Causas posibles:

- Disposición de maquinaria inadecuada
- Proveedores o procesos no capaces
- Procesos productivos deficientes.

❖ Desperdicio por movimientos innecesarios

Este tipo de desperdicio es el resultado de movimientos o manipulación de materiales innecesarios, causados por un mal diseño de distribución de planta.

Características:

- Los contenedores demasiados grandes
- Exceso de operaciones de movimiento

Causas posibles:

- Mal diseño de distribución de planta
- Programas no uniformes
- Exceso de stock

(Rajadell, Sánchez García, 2010, pág. 22-30)

2.4 Definición de términos básicos

- Productividad: La productividad es el uso efectivo de los recursos en el proceso productivo. (Céspedes, 2016)
- Cambrado: Consiste en darle forma a la capellada, de acuerdo al modelo de calzado. (Hernández Gómez, 2005)
- Capellada: Pieza delantera del calzado que cubre los pies y lados. (Hernández Gómez, 2005)
- Servicio: Indica que los servicios son actividades o satisfacciones que se ofrecen al cliente y da como resultado la propiedad de algo. (Sandhusen, 2002)
- Tiempo muerto: Son tiempos improductivos, en donde las máquinas y personal están en para, ya sea por tareas burocráticas, ausencia de personal, faltas de personal, mantenimientos o desperfectos de máquinas. (Alba Elubia, 2014)
- Ergonomía: Es el estudio de las formas en las que se puede ayudar al trabajador a realizar su función más eficiente, sin ocasionar alguna lesión. Ayudando a adaptar el trabajo al trabajador. (Platas, 2016)
- Mantenimiento: Son acciones que va a permitir mantener, restaurar un equipo, con el fin de que mantengan su función designada. (Norma COVENIN 3049-93)
- Distribución de planta: Es el orden físico de los elementos de una planta, conllevando al buen uso de los espacios y tener el espacio adecuado para la movilización y almacenaje de materiales de trabajo. (Muther, 1970)
- Capacitación: Es un proceso educativo a corto plazo, con lo cual el personal requiere los conocimientos necesarios para realizar sus actividades de manera correcta y segura. (Chiavenato, 2007, pág. 322)
- Movimientos innecesarios: Son cualquier tipo de movimiento de los operarios que no producen valor al producto. (Ramírez Cortés, pág. 18)
- Flujo continuo: Es una secuencia de operaciones, con el fin de elaborar un producto de inicio a fin pasando de una operación a otra. (Cholota Nuela, 2014)

- Merma: Representa todas las pérdidas físicas tanto en el volumen, peso o cantidad de las existencias, ocasionadas por el proceso productivo. (López Curicó, 2019)

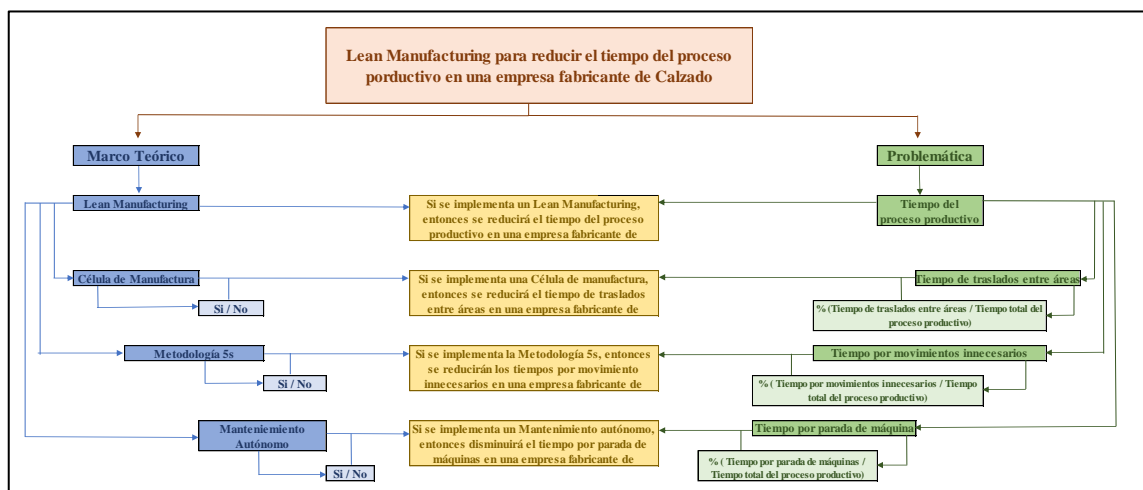
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis

En la Figura 29, se muestran los esquemas el cual sustenta la hipótesis general como las hipótesis específicas de la presente investigación. También muestra las relaciones que tienen los problemas específicos con las hipótesis específicas y como dan solución al elevado tiempo del proceso de fabricación de calzado.

Los fundamentos teóricos son la base con la cual se construye nuestra investigación y permite que se desarrolle correctamente. Lo que implica seguir una secuencia de pasos para el logro de los resultados deseados.

Figura 29:

Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis



Nota. Elaboración propia

2.6 Hipótesis

2.6.1 Hipótesis General

Si se implementa un Lean Manufacturing, entonces se reducirá el tiempo del proceso productivo en una empresa fabricante de calzado.

2.6.2 Hipótesis específicas

- Si se implementa una Célula de manufactura, entonces se reducirá el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.

- b. Si se implementa la Metodología 5s, entonces se reducirán los tiempos por movimiento innecesarios en una empresa fabricante de trabajo.
- c. Si se implementa un Mantenimiento autónomo, entonces disminuirá el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.

2.7 Variables

- ✓ Independiente
 - Lean Manufacturing
- ✓ Dependiente
 - Tiempo del proceso productivo
- ✓ Variables dependientes
 - Célula de Manufactura
 - Metodología 5s
 - Mantenimiento Autónomo
- ✓ Variables dependientes
 - Tiempo de traslados entre áreas
 - Tiempo por movimientos innecesarios
 - Tiempo por parada de máquinas
- ✓ Indicadores
 - % (Tiempo de traslados entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)
 - % (Tiempo por movimientos innecesarios/ Tiempo total del proceso productivo)
 - % (Tiempo por parada de máquinas/ Tiempo total del proceso productivo)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, tipo, método y diseño de la investigación

✓ Enfoque de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el enfoque de investigación de tipo cuantitativo emplea una recolección de datos para comprobar la hipótesis, empleando la medición numérica y, de la misma manera, un análisis estadístico para poder evaluar el comportamiento de los datos.

El enfoque de la investigación fue cuantitativo; debido a que, se emplea como método la recolección de datos, de naturaleza cuantitativa (numérica), para realizar un análisis estadístico y buscar una justificación a las teorías propuestas.

✓ Tipo de la investigación:

Según Baena (2017) la investigación aplicada tiene como objetivo el estudio de problemas concretos a los cuales se le buscará una solución concreta y específica. Es una investigación destinada a la acción inmediata.

El tipo de investigación fue aplicada; debido a que, se plantea de manera puntual la problemática que es el tiempo del proceso productivo, con lo cual se busca disminuir el tiempo para incrementar la productividad.

✓ Nivel de la investigación:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) una investigación explicativa tiene como enfoque responder las causas de la ocurrencia de los eventos o fenómenos físicos o sociales.

El nivel de la investigación fue explicativo; debido a que, tiene como objetivo, explicar el porqué de los eventos que tienen lugar dentro de una empresa de calzado además de explicar el impacto que tiene la implementación de la herramienta de Lean Manufacturing en la reducción del tiempo total del proceso producción.

✓ Diseño de la investigación:

Según Hedrick (1993) el diseño de tipo cuasi experimental tiene como propósito comprobar la existencia de una relación causal entre las variables.

El diseño de la investigación fue cuasi experimental; debido a que, busca probar la existencia de relaciones entre las variables empleadas con las hipótesis, para poder observar el efecto que tiene sobre Lean Manufacturing.

Para el diseño de la investigación cuasiexperimental, en su modalidad series de tiempo se ha utilizado el siguiente esquema:

GE: Oa1 Oa2 Oa3 ... X Od1 Od2 Od3 ...

Donde: GE: Grupo de estudio no aleatorio

Oa1: Observación 1 antes (pre)

Od1: Observación 1 después (post)

On: Observación o resultado de la variable dependiente

X: Aplicación de la variable independiente

GE: Oa1 Oa2 Oa3 ... X Od1 Od2 Od3 ...

3.2 Población y muestra

✓ Población

Según Posada (2016) mencionó que la población es un conjunto de elementos de estudio los cuales tienen características en común; por ejemplo, los profesores de una institución educativa, las empresas de un determinado sector productivo, los barrios existentes en una ciudad, los productos vendidos en un supermercado, las calificaciones de una evaluación, entre otros. (pág. 14)

Para la presente investigación la población es igual al tiempo del proceso productivo de una empresa fabricante de calzado durante el periodo del 01 de marzo al 31 de mayo del 2023.

✓ Muestra

Según Posada (2016) mencionó que la muestra es un conjunto de elementos seleccionados que pertenecen a una determinada población o universo. Al seleccionar una muestra se busca realizar un análisis que pueda proporcionar conclusiones similares a las que se obtendrían si se hubiese estudiado la totalidad de elementos de la población; es por ello que, la muestra debe ser representativa. (pág. 15)

Según Posada (2016), existe 2 tipos de muestreos:

- Muestreo Probabilístico

Todo elemento que engloba la población a investigar, debe tener la misma probabilidad en ser elegida. Este método es el más utilizado, debido a que se emplean técnicas para determinar el tamaño de la muestra para poblaciones finitas e infinitas, con un nivel de confianza del 5% y margen de error en el muestreo. (pág. 23)

- Muestreo no Probabilístico

Todo elemento que engloba la población a investigar, no tiene la misma probabilidad en ser elegida. El tipo de muestreo es de conveniencia, según convenga en la investigación

Para la presente investigación se empleó una muestra de igual tamaño a la población de tipo estadístico no probabilístico por el criterio de muestreo por conveniencia. (pág. 28)

El tipo de muestreo que se selecciona para la presente investigación es muestreo no probabilístico, debido a que no se hace uso de fórmulas. Las muestras son elegidas según el criterio y necesidad de la investigación.

✓ Unidad de análisis de la investigación

Según Posada (2016) menciona que la unidad de investigación puede ser un objeto, una persona teniendo esta una relación con lo investigado. Teniendo ciertas características con las cuales permite obtener mediciones y comparaciones. (pág. 14)

✓ Población, muestra y unidad de análisis de la investigación

A continuación, se presenta la población, muestra y unidad de análisis que se emplearon por cada una de las variables dependientes planteadas en esta investigación.

Variable Dependiente 01: Tiempo de traslados entre áreas

• Población

Registro de tiempos de traslados entre áreas de marzo a agosto del 2023.

• Muestra Pre Test

Registro de los tiempos de traslados entre áreas, durante 8 semanas entre marzo y mayo del 2023.

• Muestra Post Test

Registro de los tiempos de traslados entre áreas, durante 8 semanas entre junio y agosto del 2023.

• Unidad de análisis

Un tiempo de traslado entre áreas entre marzo y agosto del 2023.

Variable Dependiente 02: Tiempo por movimientos innecesarios

• Población

Registro de tiempos por movimientos innecesarios de marzo a agosto del 2023.

• Muestra Pre Test

Registro de los tiempos por movimientos innecesarios, durante 8 semanas entre marzo y mayo del 2023.

- Muestra Post Test
Registro de los tiempos por movimientos innecesarios, durante 8 semanas entre junio y agosto del 2023.
- Unidad de análisis
Un tiempo por movimiento innecesario entre marzo y agosto del 2023.

Variable Dependiente 03: Tiempos por parada de máquina

- Población
Registro de tiempos por parada de máquina de marzo a agosto del 2023.
- Muestra Pre Test
Registro de los tiempos por parada de máquina, durante 8 semanas entre marzo y mayo del 2023.
- Muestra Post Test
Registro de los tiempos por parada de máquina, durante 8 semanas entre junio y agosto del 2023.
- Unidad de Análisis
Un tiempo por parada de máquina entre marzo y agosto del 2023.

En la Tabla 02 se muestran las unidades de análisis y las muestras de la situación Pre-Test y Post-Test.

Tabla 02:

Unidad de análisis, población y muestras Pre y Post por cada variable

Variable Dependiente	Indicador VD	Población	Muestra Pre	Muestra Pro	Unidad de análisis
Tiempo de traslado entre áreas	% (tiempo de traslado entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)	Registro de tiempos de traslados entre áreas.	Registro de los tiempos de traslados entre áreas, durante 8 semanas entre marzo y mayo del 2023.	Registro de los tiempos de traslados entre áreas, durante 8 semanas entre julio y agosto del 2023.	Tiempo de un traslado entre áreas

Tiempo por movimientos innecesarios	% (tiempo por movimientos innecesarios / Tiempo total del proceso productivo)	Registro de tiempos por movimientos innecesarios.	Registro de los tiempos por movimientos innecesarios durante 8 semanas entre marzo y mayo del 2023.	Registro de los tiempos por movimientos innecesarios, durante 8 semanas entre julio y agosto del 2023.	Tiempo de un movimiento innecesario.
Tiempo por parada de máquina	% (tiempo por parada de máquina / Tiempo total del proceso productivo)	Registro de tiempos por parada de máquina.	Registro de los tiempos por parada de máquina durante 8 semanas entre marzo y mayo del 2023.	Registro de los tiempos por parada de máquina, durante 8 semanas entre julio y agosto del 2023.	Tiempo de una parada de máquina.

Nota. Elaboración propia

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas e instrumentos

✓ Técnica para recolectar datos

Según Bavaresco (2001) mencionó que las técnicas de recolección de datos son procedimientos y actividades empleadas para comprobar el problema planteado por las variables estudiadas en la investigación. De esta manera, la técnica a emplear será determinada por el tipo de investigación.

✓ Instrumentos para recolectar datos

Según Useche, Artigas, Queipo y Perozo (2019) mencionaron que los instrumentos de recolección de datos se puede considerar la parte central del trabajo; debido a que, el resultado de la investigación será producto de la información procesada por los datos recolectados.

La técnica que se empleó en la investigación para las 3 variables fue el análisis documental.

a) Análisis documental

Useche, Artigas, Queipo y Perozo (2019) mencionaron que el análisis documental consiste en la exploración exhaustiva de documentos sobre un tema en particular. Se emplea esta técnica para seleccionar y extraer información sobre las variables para profundizar los conocimientos sobre el tema y las variables en términos de integración, corroboración y crítica.

b) Registros

Según Useche, Artigas, Queipo y Perozo (2019) mencionaron que los registros son instrumentos empleados para sustraer datos no evidentes, agrupando, relacionando e interpretando las categorías que guardan relación con el tema de estudio.

El instrumento para la recolección de datos que se utilizó para las 3 variables fue el registro de contenido en base a información proporcionada por la empresa. Las técnicas e instrumentos utilizados por cada variable se detallan en la Tabla 03.

Tabla 03:

Técnicas e instrumentos

Variable Dependiente	Indicador VD	Técnica	Instrumento
Tiempo de traslado entre áreas	% (tiempo de traslado entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)	Análisis documental	Registro de contenido del documento “Reporte del % tiempo de traslado entre áreas”
Tiempo por movimientos innecesarios	% (tiempo por movimientos innecesarios / Tiempo total del proceso productivo)	Análisis documental	Registro de contenido del documento “Reporte del % tiempo por movimientos innecesarios”
Tiempo por parada de máquina	% (tiempo por parada de máquina / Tiempo total del proceso productivo)	Análisis documental	Registro de contenido del documento “Reporte del % tiempo por parada de máquina”

Nota. Elaboración propia

3.3.2 Criterio de validez y confiabilidad

✓ Criterio de validez

Useche, Artigas, Queipo y Perozo (2019) mencionaron que el criterio de validez se refiere al grado de medición del instrumento empleado para cada variable en relación al objetivo planteado y sus características.

✓ Criterio de confiabilidad

Useche, Artigas, Queipo y Perozo (2019) mencionaron que el criterio de confiabilidad se refiere al nivel de aplicación de un instrumento a los mismos agentes informantes,

repetidamente en igualdad de condiciones, genera idénticos resultados. De esta manera, no es sensible a cambios o fluctuaciones de la variable.

En función a la técnica e instrumento elegido se determina el criterio de validez y confiabilidad.

- Instrumento 1: La validez de la información será proporcionada por la empresa y será analizada para aplicar las mejoras correspondientes, y la confiabilidad de la técnica de recolección de datos será proporcionada por la empresa.
- Instrumento 2: La validez de la información será proporcionada por la empresa y será analizada para aplicar las mejoras correspondientes, y la confiabilidad de la técnica de recolección de datos será proporcionada por la empresa.
- Instrumento 3: La validez de la información será proporcionada por la empresa y será analizada para aplicar las mejoras correspondientes, y la confiabilidad de la técnica de recolección de datos será proporcionada por la empresa.

Las técnicas e instrumentos empleados para recoger datos, para cada una de las variables dependientes, estas serán definidas por las técnicas e instrumentos indicados en la siguiente matriz, en la Tabla 04 se muestra la validez de la investigación; así como, la confiabilidad para cada una de las variables.

Tabla 04:

Matriz de validez y confiabilidad

Variable Dependiente	Indicador VD	Validez y confiabilidad
Tiempo de traslado entre áreas	% (tiempo de traslado entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)	La validez y la confiabilidad del instrumento, se considera válida por la empresa, por cuanto son ejecutados y registrados, por lo que forman parte de los archivos de la organización
Tiempo por movimientos innecesarios	% (tiempo por movimientos innecesarios / Tiempo total del proceso productivo)	

Tiempo por parada de máquina	% (tiempo por parada de máquina / Tiempo total del proceso productivo)
------------------------------	--

Nota. Elaboración propia

3.3.3 Procedimientos para la recolección de datos

Los procedimientos empleados para la recolección de datos de las 3 variables fueron:

✓ Tiempo de traslados entre áreas

Para la primera variable se realizó una toma de tiempo por cada una de las actividades comprendidas dentro del indicador del tiempo de traslados entre áreas. Por ello, la toma de tiempo comprendió los conceptos de desplazamiento, mercadería, proceso de fabricación. La toma de tiempos se realizó a 18 operarios.

✓ Tiempo por movimientos innecesarios

Para la segunda variable se realizó una toma de tiempo por cada una de las actividades comprendidas dentro del indicador del tiempo de movimientos innecesarios. Por ellos, la toma de tiempo comprendió los conceptos de clasificación, orden, limpieza, disciplina y estandarización. La toma de tiempos se realizó a 18 operarios.

✓ Tiempo por parada de máquina

Para la tercera variable se realizó una toma de tiempo por cada una de las actividades comprendidas dentro del indicador del tiempo por parada de máquina. Por ello, la toma de tiempo comprendió los conceptos de mantenimiento, prevención, capacitación.

La recolección de datos, consistió en los registros de los tiempos de traslado entre áreas, movimientos innecesarios y paradas de máquinas, con la finalidad de obtener toda la información necesaria para poder analizarlo y obtener las gráficas correspondientes que nos ayuden con la investigación. Asimismo, las técnicas propuestas para implementar fueron célula de manufactura, metodología 5s y mantenimiento autónomo.

Todos los registros de los datos fueron proporcionados por la empresa, en la cual se tomó durante un periodo de 24 semanas, entre los meses de marzo y agosto del 2023.

3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos

Con la información obtenida, la toma de tiempos, se procesó utilizando el programa Excel y IBM SPSS Statistics. Una vez procesada la información, se procederá a formar las tablas, gráficos con el fin de analizarlos y obtener los resultados.

Las técnicas empleadas para el procesamiento y análisis de la información de la presente investigación por cada variable dependiente se detallaron a continuación, véase la Tabla 05.

Tabla 05:

Matriz de análisis de datos

Variable Dependiente	Indicador VD	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis inferencial
Tiempo de traslado entre áreas	% (tiempo de traslado entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)	Escala de razón	Tendencia central (media, mediana), varianza, desviación estándar.	Prueba de no paramétrica - Wilcoxon de muestras relacionadas
Tiempo por movimientos innecesarios	% (tiempo por movimientos innecesarios / Tiempo total del proceso productivo)	Escala de razón	Tendencia central (media, mediana), varianza, desviación estándar.	Prueba de no paramétrica - Wilcoxon de muestras relacionadas
Tiempo por parada de máquina	% (tiempo por parada de máquina / Tiempo total del proceso productivo)	Escala de razón	Tendencia central (media, mediana), varianza, desviación estándar.	Prueba paramétrica - T-Student de muestras relacionadas

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados

Generalidades

La empresa Industrias Laster S.A.C., cuenta con una planta de aproximadamente 1300 m², ubicada en Calle Marcos Farfán N°3346, Independencia 15311. Lima - Perú. Es una empresa peruana dedicada a la fabricación y comercialización de calzados de cuero hace más de 14 años. Actualmente está registrada como una microempresa y tiene a su cargo 29 trabajadores. En la Tabla 06 se detallan los datos de la empresa.

Tabla 06:

Datos de la Empresa

Razón Social	Industrias Laster S.A.C.
RUC	20522769852
Tipo de empresa	Sociedad Anónima Cerrada
Fecha de inicio de actividades	03-08-2009
Estado	Activo
Actividad Comercial	Principal: Fabricación de calzado

Nota. Elaboración propia

Industrias Laster SAC comercializa diversos modelos de mocasines, casuales, botines, botas y zapatillas para mujer y hombre (Ver Figura 30). Además de fabricar zapatos y zapatillas para escolares.

Figura 30:

Productos de Industria Laster



Nota. Elaboración Propia

Industrias Laster cuenta con dos establecimientos comerciales, uno de ellos ubicado en la misma dirección de la fábrica y la otra en Av. Guillermo Dansey 351, mediante las cuales realiza ventas físicas. Así mismo, ofrece el servicio delivery que incluye Lima Metropolitana y provincias del Perú. Gracias a la calidad de sus productos sigue manteniendo a sus clientes por años, en especial, clientes de las zonas frías del país.

Tiene como misión continuar perfeccionando la calidad de sus productos, a través del uso de los mejores recursos, la mejor mano de obra calificada y la innovación continua de sus diseños para mantener un gran nivel de excelencia.

Siendo la base fundamental, la satisfacción de sus clientes. Valorizando a la empresa a través del desarrollo integral de su equipo, en armonía con la sociedad y el medio ambiente, para garantizar un crecimiento continuo y rentable.

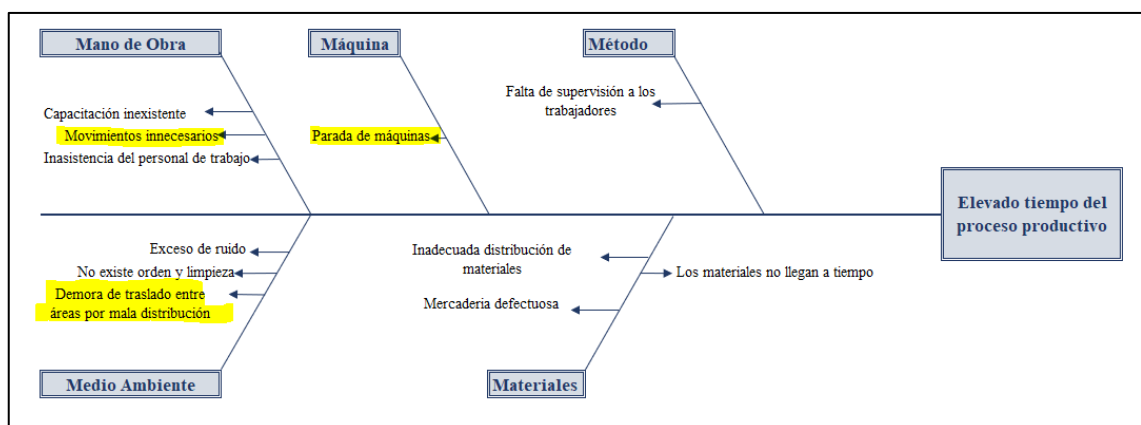
Tiene como visión para el año 2030 ser la fábrica de calzado líder en su rubro y ser considerados por sus consumidores como la mejor opción en cuanto a calidad y diseño. Abrir nuevos mercados y adquirir una continua participación en ellos. Orientados a cumplir con los objetivos trazados es que se realiza un diagnóstico general, teniendo como resultado que el mayor problema por el cual estaba atravesando la empresa era el incumplimiento con las fechas de entrega de los pedidos, generando así un gran malestar en los clientes, que se reflejaba en los reclamos, rechazo de pedidos y pérdidas de clientes. Es importante resaltar que solo en pocos pedidos se utilizan calzados del stock de la tienda Dansey y para la mayoría, se fabrica el calzado desde cero. Es en esos pedidos donde no se cumple con la fecha de entrega, debido a que la producción no se terminaba en la fecha programada.

La producción estimada es de mínimo 10 docenas diarias, sin embargo, la producción solo alcanza un promedio de 8 docenas diarias, generando así el retraso en la producción. Evidentemente el tiempo del proceso productivo para la fabricación de una docena de calzado se había visto incrementado, para determinar las causas raíz se procede a realizar un análisis.

Del análisis del Diagrama Ishikawa presentado (Ver Figura 31), se logró identificar las problemáticas causa raíz, con respecto al elevado tiempo del proceso productivo, se encontraron 3 problemas específicos con mayor frecuencia:

Figura 31:

Diagrama de Ishikawa



Nota. Elaboración propia

La producción estimada es de mínimo 10 docenas diarias, sin embargo, la producción solo alcanza un promedio de 8 docenas diarias, generando así el retraso en la producción.

Evidentemente el tiempo del proceso productivo para la fabricación de una docena de calzado se había visto incrementado, para determinar las causas raíz se procede a realizar un análisis.

Del análisis del Diagrama Ishikawa presentado, se logró identificar las problemáticas causas raíz, con respecto al elevado tiempo del proceso productivo, se encontraron 3 problemas específicos con mayor frecuencia:

- Demora de traslados entre áreas
- Los movimientos innecesarios
- Las paradas de máquinas

Los 3 problemas específicos, impactan directamente en el proceso productivo, generando cuellos de botella e impidiendo contar con un flujo continuo de trabajo, ocasionando a su vez que no se cumplan con los pedidos del cliente en el tiempo solicitado.

A continuación, se describe la situación de la empresa antes (pre), durante y después (post) de la implementación, detallando la aplicación de la teoría a las variables dependientes.

- **Objetivo específico 01:** Implementar una Célula de Manufactura para reducir el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.

✓ Situación antes (Pre Test)

La situación antes de la implementación evidencia una indebida distribución de planta, la cual no permitía que las operaciones se realicen de forma continua. La ubicación de las estaciones de trabajo no consideraba el flujo del proceso de producción. Provocando que se tengan que almacenar, mover, trasladar y manipular materiales por muchas áreas, innecesariamente, aumentando el tiempo del proceso de fabricación de calzado.

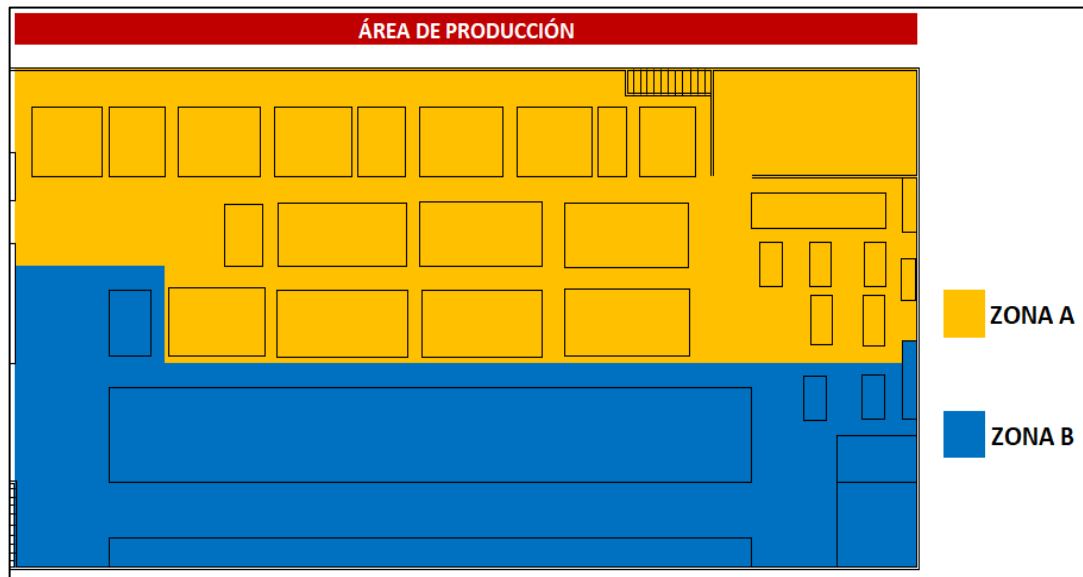
Entonces, ¿Cómo reducir el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado?

Para el análisis separamos el área de producción en 2 zonas, zona A y B.

La Figura 32 corresponde a la planta de producción, dividida en zona A y zona B. En la zona A se implementa la metodología y en la zona B no se realiza la implementación debido a que la ubicación de las estaciones de trabajo de esa zona, si siguen el flujo del proceso de producción. Incluso la zona B cuenta con una faja transportadora que recorre todas las estaciones de trabajo.

Figura 32:

Área de producción Industria Laster S.A.C.

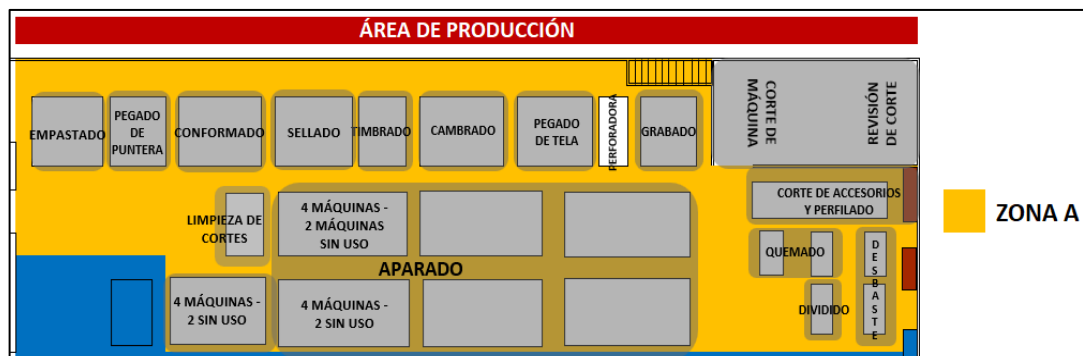


Nota. Elaboración propia

Dentro de la zona A, se encuentran las estaciones de corte de máquina, revisión de corte, división de piezas, corte a mano, grabado de piezas, sellado, timbrado, pegado de tela, cambrado, desbaste y aparado. Como se puede observar en la Figura 33.

Figura 33:

Área de producción – zona A, Industria Laster S.A.C.



Nota. Elaboración propia

Durante el proceso de fabricación que involucra el trabajo que se realiza dentro de la zona A, identificamos que no existe una secuencia de operaciones definida, cada operario cumple con sus labores de acuerdo a su propio criterio, generando que el

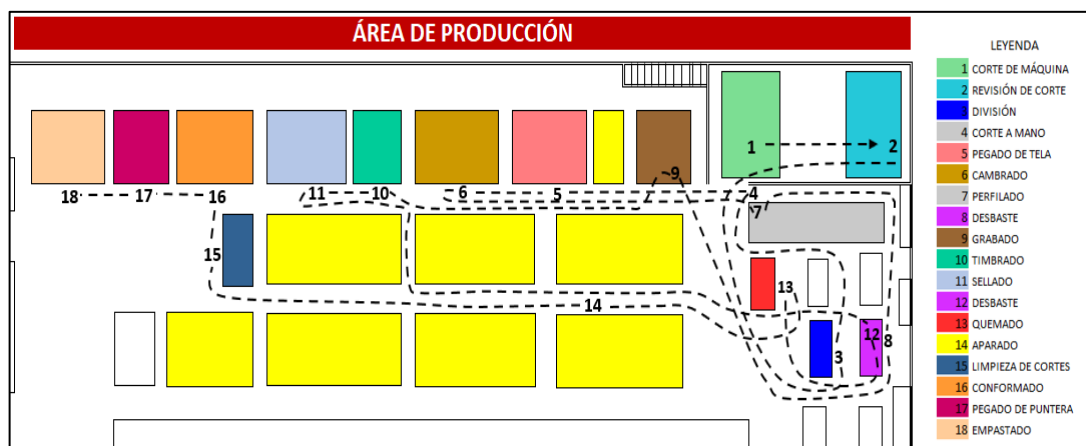
proceso de producción se realice de acuerdo a las situaciones que se describen a continuación:

En la situación 1 (Ver Figura 34), se muestra que el operario inicia sus operaciones desde el área de corte de máquina, luego pasa al área de revisión de corte, división de piezas, corte a mano, la estación de pegado de tela, cambrado, perfilado, desbaste, grabado, timbrado, sellado, desbaste, quemado y conteo de piezas, posteriormente las piezas de toda la docena pasan al área de aparado, luego a la estación donde se limpian los cortes de cuero, posteriormente al área de conformado, pegado de puntera y finalmente al área de empaste.

Situación 1

Figura 34:

Diagrama spaghetti situación 1



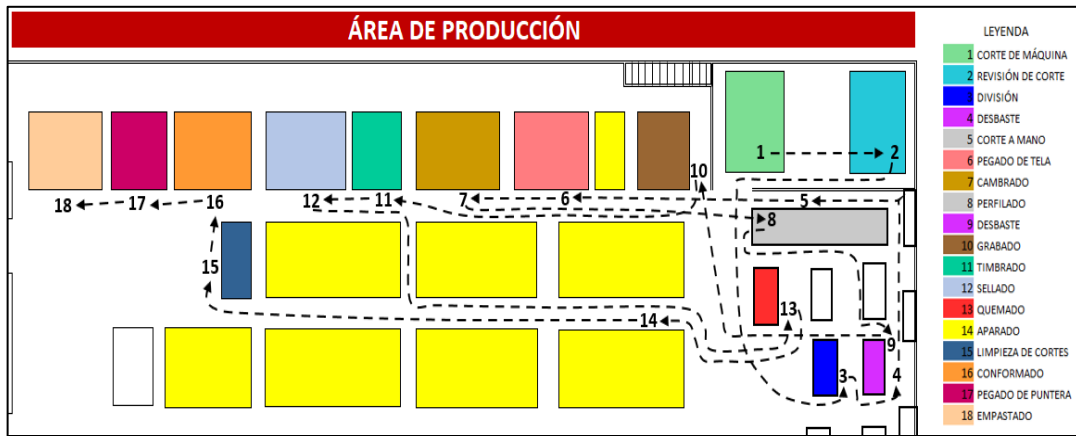
Nota. Elaboración propia

En la situación 2 (Ver Figura 35), las operaciones inician desde el área de corte de máquina, luego pasa a la estación de revisión de cortes, división de piezas, desbaste, corte a mano, pegado de tela, cambrado, perfilado, nuevamente se dirige al desbaste (por qué la capellada no puede ser desbastada sin antes haber sido perfilada), después pasa al área de grabado, timbrado, sellado, quemado y conteo de piezas, para ser llevado al apagado, posteriormente los cortes son limpiados, pasan por el conformado, pegado de puntera y finalmente al área de empastado.

Situación 2

Figura 35:

Diagrama spaghetti situación 2



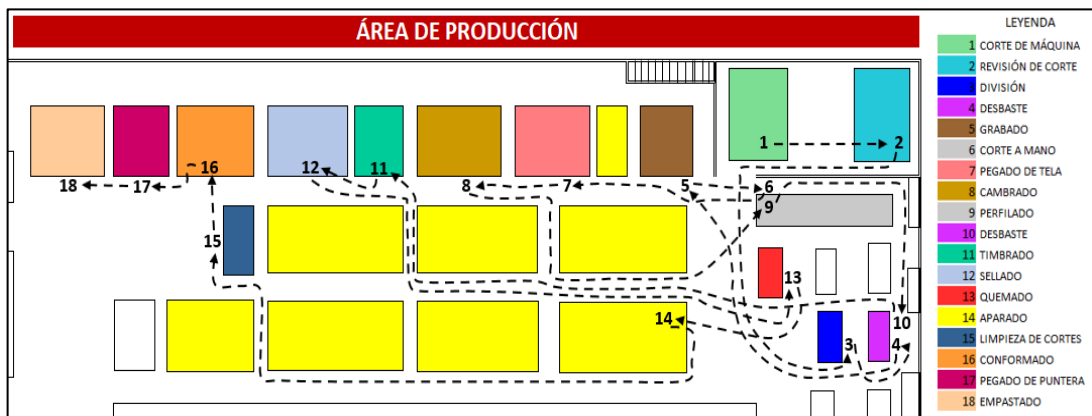
Nota. Elaboración propia

En la situación 3 (ver Figura 36), se inicia la operación de igual manera, desde la sala de corte, donde se encuentra el área de corte de máquina y revisión de corte, luego se dirige a la estación de división de piezas, desbaste, grabado, corte a mano, corte a mano, pegado de tela, cambrado, perfilado, regresa a la estación de desbaste (por qué no todas la piezas fueron desbastadas, están pendientes las capelladas, que antes deben pasar por el pegado de tela, cambrado y perfilado, para recién ser desbastadas), siguiendo con las operaciones de timbrado, sellado, quemado y conteo de piezas, aparado, limpieza de cortes, conformado, pegado de puntera y finalmente empastado.

Situación 3:

Figura 36:

Diagrama spaghetti situación 3



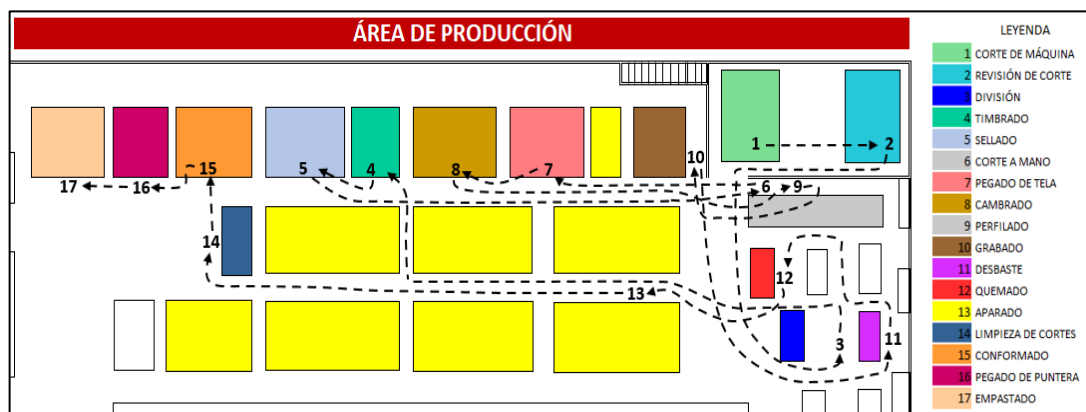
Nota. Elaboración propia

En la situación 4 (ver Figura 37), se continúa iniciando el proceso desde el corte a máquina, luego sigue la revisión de corte, división de piezas, timbrado, sellado, corte a mano, pegado de tela, cambrado, perfilado, grabado, regresa al área de desbaste (por la operación pendiente en las capelladas), luego continúa su proceso en la estación de quemado y conteo de piezas, posteriormente pasa al área de aparado (donde cosen y pegan todas las piezas del calzado), continúa con la limpieza de cortes, conformado, pegado de puntera y empaste.

Situación 4:

Figura 37:

Diagrama de spaghetti situación 4



Nota. Elaboración propia

Como se observa en los diagramas spaghetti, el proceso de producción no se ha estandarizado y las estaciones de trabajo no se encuentran ubicadas de forma que se consiga un flujo continuo de las operaciones.

Los operarios traen a sus estaciones de trabajo una o más jabas (que contienen las piezas de una docena de calzado), para trabajar. Estas las toman de cualquier estación de la zona A, solo verificando que esté pendiente la operación que quieren realizar.

Los operarios se trasladan de un área a otra sin tomar en cuenta las distancias entre ellas, la prioridad según las fechas de entrega y que el trasladar las jabas sin seguir un orden, genera el extravío de piezas, que no se completan procesos y que incluso se olviden jabas en estaciones sin uso.

✓ Muestras antes

Se procedió a tomar los tiempos del proceso de producción de cada situación:

Ver Tabla 07, Tabla 08, Tabla 09 y Tabla 10.

Situación 1:

Tabla 07:

Toma de tiempos situación 1: Corte de máquina - empastado

Semanas	Tt min (corte de máquina a empastado)
1	11:40
2	11:37
3	11:40
4	11:35
5	11:37
6	11:39
7	11:37
8	11:38

Nota. Elaboración propia

Situación 2:

Tabla 08:

Toma de tiempos situación 2: Corte - empastado

Semanas	Tt min (Corte a empastado)
1	15:36
2	15:33
3	15:29
4	15:34
5	15:31
6	15:41
7	15:33
8	15:30

Nota. Elaboración propia

Situación 3:

Tabla 09:

Toma de tiempos situación 3: Corte – empastado

Semanas	Tt min (Corte a empastado)
1	15:46
2	15:54
3	15:55
4	15:50
5	15:46
6	15:50
7	15:48
8	15:55

Nota. Elaboración propia

Situación 4:

Tabla 10:

Toma de tiempos situación 4: Corte - empastado

Semanas	Tt min (Corte a empastado)
1	15:51
2	15:58
3	15:52
4	15:55
5	15:58
6	15:57
7	15:49
8	15:51

Nota. Elaboración propia

De las cuatro situaciones se calcula el tiempo promedio y este es sumado al tiempo de traslado que sigue el operario para realizar los procesos de la zona. Para luego, este tiempo dividirlo entre el tiempo total del proceso y determinar nuestro indicador en porcentaje. Ver Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11:*Tiempo total de traslado*

Semanas	Tiempo total de traslado
1	00:38:41
2	00:38:40
3	00:38:41
4	00:38:44
5	00:38:42
6	00:38:39
7	00:38:38
8	00:38:42

Nota. Elaboración propia

Indicador:

$$\% \text{ tiempo traslado} = \left(\frac{\text{Tiempo de traslado entre áreas}}{\text{Tiempo total del proceso productivo}} \right) \times 100$$

Tabla 12:*Cálculo de indicador % – Pre Test 1*

Semanas	Tiempo total de traslado total (min)	Tt proceso (min)
1	38.68	2189.183
2	38.67	2323.350
3	38.68	2190.550
4	38.73	2223.267
5	38.70	2327.217
6	38.65	2327.400
7	38.63	2227.167
8	38.70	2345.817

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 13, el valor de los indicadores hallados, representa el % del tiempo total del proceso de producción, que se emplea en traslados para la fabricación de calzado. Si bien, el porcentaje es bajo, en relación al tiempo total.

Tabla 13:

Porcentaje de tiempo de traslado entre áreas – Pre test

Semanas	Indicador %
1	1.77%
2	1.66%
3	1.77%
4	1.74%
5	1.66%
6	1.66%
7	1.73%
8	1.65%

Nota. Elaboración propia

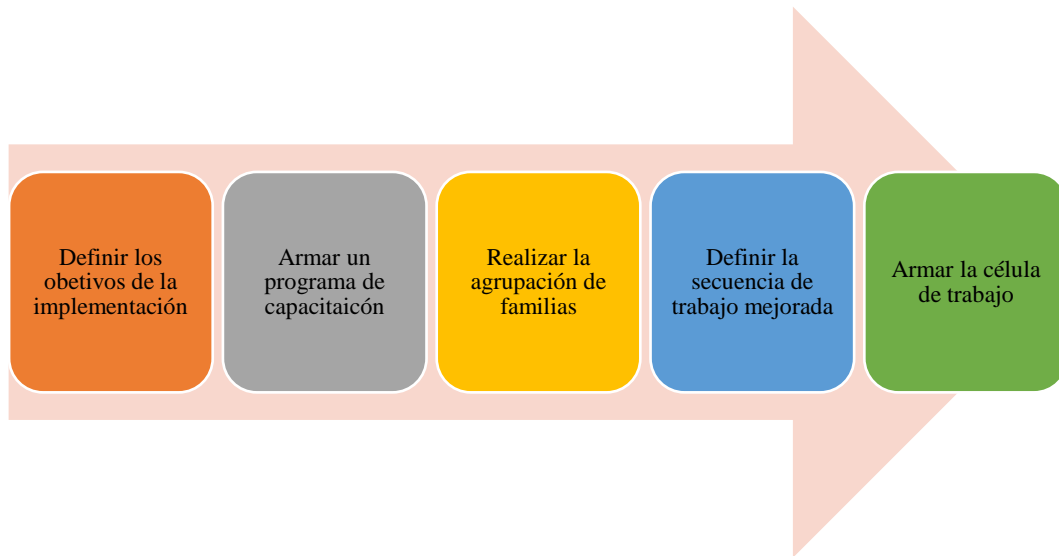
Es importante recalcar que este problema influye en el otro porcentaje de tiempo, porque genera el extravío de piezas e incluso jabs por las que posteriormente se dedicará tiempo buscándolas o como en el caso de las piezas que no se encuentren, se dedicará tiempo realizando nuevamente los procesos.

✓ **Aplicación de la Teoría**

Nuestra aplicación tiene como objetivo reducir el tiempo de traslado entre áreas. Para la aplicación de la teoría detallamos los pasos a seguir, los cuales se han dividido en 5 etapas. En la Figura 38, se detallan las etapas que seguimos para su implementación.

Figura 38:

Pasos para la implementación de la Célula de manufactura



Nota. Elaboración Propia

- Paso 1: Definir los objetivos de la implementación

El primer paso para Implementar la Célula de Manufactura es definir los objetivos a alcanzar. En nuestro caso particular, el objetivo de la implementación es reducir el tiempo de traslado entre áreas, con lo cual disminuirá el tiempo total del proceso de fabricación de calzado, es decir, se optimizará el proceso de producción.

Se definió el objetivo en base al problema, traslados innecesarios por parte del personal durante el proceso productivo. Las estaciones de trabajo no se han distribuido siguiendo el flujo del proceso de producción, por lo que los operarios tienen las estaciones, que deberían estar juntas, distantes una de la otra. Esta dificultad no solo ha generado que se emplee mayor tiempo en traslados, si no, por ejemplo, se extravíen piezas, materiales y herramientas, por el mismo hecho que el personal se distrae o es interrumpido.

Tomando en cuenta todos estos sucesos, se define nuestro objetivo y teniendo claro el objetivo, recopilamos toda la información necesaria para la aplicación de la metodología, como, la distribución de planta, flujo del proceso de producción y los responsables de cada área de trabajo. Además, la información recopilada también nos sirvió para el siguiente paso, las capacitaciones.


- Paso 2: Armar un programa de capacitación

Como segundo paso, armamos un programa de capacitación en cual participó todo el personal de producción, con la finalidad dar a conocer conceptos básicos, beneficios y el proceso de aplicación de la herramienta Lean Manufacturing - Célula de Manufactura.

En la Figura 39, se presenta el programa de capacitación realizado para instruir a todo el personal de la empresa Industrias Laster S.A. El contenido del programa se orientó en generar en los operarios un interés en la Célula de Manufactura, enfocándonos principalmente en los beneficios y el proceso de implementación de la metodología.

Figura 39:

Programa de capacitación de Célula de Manufactura

		PROGRAMA DE CAPACITACIÓN		CAPACITACIÓN						
				CAP-INDL-002						
				RUC	20522769852					
				DIRECCIÓN	Calle Marcos Farfán n° 3346,					
				INDICADOR	(N° de capact. Efectuadas/N° total de					
				RESPONSABLE	Ing.					
				SEMANA 1						
TEMARIO		META	AVANCE	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
1	Orígenes de la Célula de Manufactura	100%	100%	X						
2	Concepto de Célula de Manufactura		100%	X						
3	Balanceo de línea de producción		100%		X					
4	Cuando implementar		100%				X			
5	Tiempo que tarda en implementar		100%				X			
7	Pasos de la Célula de Manufactura		100%					X		
8	Beneficios de la Célula de Manufactura		100%						X	
9	Casos donde se implemento la Célula		100%							X

Nota. Elaboración propia

El programa de capacitación se realizó 15 min al día por el periodo de una semana. Iniciamos el día lunes explicando los orígenes de la metodología, su significado, los objetivos de su aplicación y el alcance de la metodología. El día martes explicamos cómo se realiza el balanceo de la línea de producción. El miércoles se expusieron dos puntos, cuándo (el contexto que se presenta) y cuánto tiempo tarda la implementación de la Manufactura Celular. El día jueves se explicaron cada uno de los pasos que se siguen para la correcta aplicación de esta herramienta. El día viernes los beneficios que se obtienen tanto para la empresa como para sus integrantes, la implementación de la metodología.

Finalmente, el día sábado se contaron los casos de algunas de las empresas como Ford, Hewlett-Packard, Samsung y Toyota, quienes han logrado aplicar con éxito la metodología de la Manufactura Celular.

El modelo de ficha empleado para el registro de asistencia de los participantes a las capacitaciones se aprecia en la siguiente Figura 40. La finalidad de la ficha es poder llevar un control y hacer un seguimiento de la participación de los operarios. Es importante asegurarnos que todo el personal de producción participe en las capacitaciones, solo de esa manera se puede aplicar de manera efectiva la metodología.

Figura 40:

Registro de capacitación

REGISTRO DE CAPACITACIÓN					
Razón Social: INDUSTRIAS LASTER SAC					
RUC: 20522769852					
Dirección: CAL. MARCOS FARFAN N° 3346 URB. Panamericana Norte, Independencia, Lima, Perú.					
Actividad Económica: Fabricación de calzado					
Tema: Manufactura Celular					
Facilitador/ Lugar:		N° Asistentes:		Inducción:	
Fecha:		Hora inicio:		N° de Horas	Capacitación:
Firma:		Hora Fin:			Entranamiento:
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	PUESTO DE TRABAJO	DNI	FIRMA	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Nota. Elaboración propia

- Paso 3: Agrupación de familias

Para obtener la agrupación de familias, se requiere identificar todos los productos que se fabrican dentro de la empresa. La empresa tiene entre sus productos, mocasines, casuales, botines, botas y zapatillas, para mujer y hombre. Ver Tabla 14.

Una vez identificados los productos que fabrica la empresa, se obtuvieron 2 grupos de familias, cuya diferencia en el proceso de producción son las operaciones de cambrado y perfilado, como se aprecia en la Tabla 14.

Tabla 14:

Matriz de familias de productos

N°	Familias	Productos	Proceso de producción																
			Corte de máquina	Revisión de corte	Corte a mano	División de piezas	Grabado de piezas	Cambrado	Perfilado	Desbaste	Sellado y timbrado	Quemado y conteo de piezas	Aparado	Limpieza de cortes	Conformado	Colocar puntera	Empaste		
1	Familia 1	Mocasín	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
2		Casual	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
3		Zapatillas	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Familia 2	Botas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5		Botines	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Nota. Elaboración propia

La primera familia, está conformada por los mocasines, casuales y zapatillas. Esta familia fue definida porque para el proceso de fabricación de estos tres tipos de calzados, no se realizan las operaciones de cambrado y perfilado, como también se aprecia en la Tabla 14.

En cuanto a la familia 2, en ella se encuentran los botines y las botas, en cuyos procesos de fabricación sí se realizan todas las operaciones descritas.

La Figura 41 corresponde a la cantidad de pares fabricados por mes según el tipo de calzado. En la familia 1 tenemos a las zapatillas con 100 pares fabricados por mes, seguido de los mocasines con 140 pares por mes y el producto más fabricado dentro de la familia 1, los casuales con 168 pares por mes.

Figura 41:

Producción de calzado por mes



Nota. Elaboración propia

Es importante mencionar que la fabricación de las zapatillas resulta ser la más baja, porque son un producto relativamente nuevo. Anteriormente se han fabricado zapatillas, pero solo para niños, por temporada escolar. Sin embargo, ahora, a solicitud de los clientes, se vienen fabricando algunas docenas de zapatillas para adultos, tanto para hombres como para mujeres.

Además, los productos que pertenecen a la Familia 2 son los más solicitados por los clientes. La producción de calzado por mes la lidera Botines con 804 pares, seguido por Botas con 268 pares siendo estos dos los más vendidos.

- Paso 4: Secuencia de trabajo mejorada

Las células de manufactura son aplicadas teniendo en cuenta el ciclo del proceso productivo, el número de máquinas, el grado de mecanización y el nivel de automatización (Guerrero, López & Díaz, 2016).

Teniendo en cuenta lo mencionado, es importante que se defina el proceso de trabajo. Para ello, se procede a estandarizar el proceso de fabricación de calzado (Ver Figura 42). De esta manera, los operarios tienen conocimiento de la secuencia que deben seguir sus operaciones, como parte del proceso de fabricación.

El proceso se estandarizó de la siguiente manera: corte de máquina, seguido de revisión de corte, corte a mano, división de piezas, grabado, cambrado, perfilado, desbaste, sellado y timbrado, quemado y conteo de piezas, aparado, limpieza de cortes, conformado, pegado de puntera y por último empaste (Ver Figura 42).

Figura 42:

Gráfico del proceso estándar - Zona A



Nota. Elaboración propia

- Paso 5: Armado de célula de trabajo

Desde un punto de vista conceptual, las células de manufactura son una minifábrica dentro de la fábrica, con responsabilidad total sobre el proceso y el producto, que regula sus costos de operación y sus plazos de entrega, administra su estructura y determina qué necesita en cuanto a recursos, tanto técnicos como humanos (Guerrero, Lopez & Díaz, 2016). Es por ello la importancia de definir o diseñar correctamente nuestra célula de trabajo.

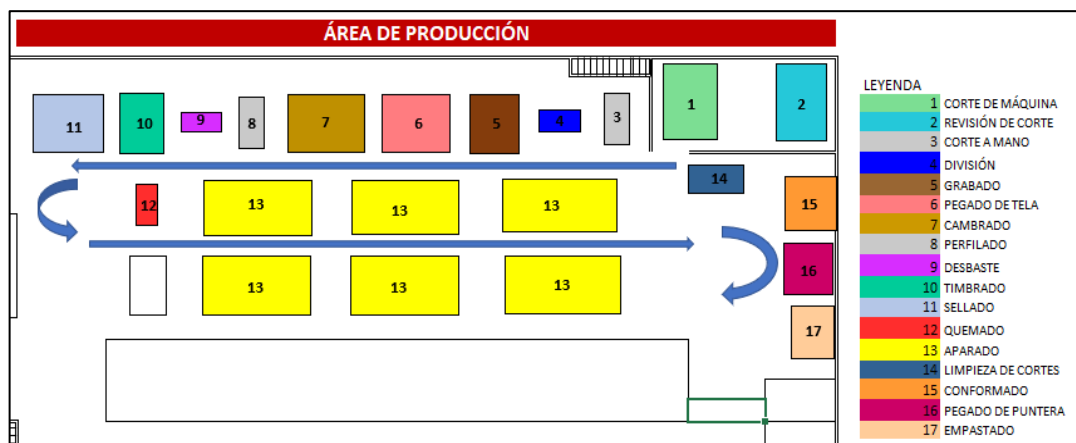
En base al número de familias establecidas y al proceso estandarizado, se procede a diseñar nuestra célula de manufactura. Teniendo en cuenta que en el proceso de fabricación no se puede efectuar una operación, sin que se haya realizado la anterior.

Solo en caso de la familia 1, como los tipos de calzado que se encuentran en dicha familia no requieren las operaciones de cambrado y perfilado, se saltan estas operaciones para continuar con las siguientes. Caso contrario a la familia 2, en donde para la fabricación de los botines y las botas se realizan todas las operaciones sin falta, seguida una de la otra.

En la Figura 43, se observa el diseño de nuestra célula de trabajo. El flujo del proceso sigue una forma similar a una “S”. Luego de haber establecido el diseño, podemos realizar la toma de tiempos y con ello determinar que la implementación de la metodología haya principalmente permitido una reducción en el tiempo de traslado entre áreas realizado por los operarios como parte del proceso de fabricación de calzado.

Figura 43:

Diagrama de flujo de la Célula – Zona A



Nota. Elaboración propia

Además de, con esta nueva célula de trabajo, conseguir que el personal trabaje de manera organizada y fluida, reduciendo (además del tiempo en traslados), retrasos, desperdicios, pérdida o extravío de materiales y permitiendo que los operarios no interfieran uno al otro en sus operaciones.

Una vez implementada la célula de trabajo, se consiguieron muchos más beneficios de los ya mencionados. Tal como lo expresa Jaramillo & Guadalupe (2011), las ventajas de la aplicación de la Célula de Manufactura son:

- Reduce los cuellos de botella, esto se da al agrupar operaciones que estén relacionadas, mejorando el flujo y evitando retrasos.

- Reducción de espacios de trabajo, las estaciones de trabajo se encuentran cercanas una a la otra y eso facilita el traslado de los materiales o productos de estación a estación.
- Mejor manejo de los recursos, al implementar la célula de trabajo se tiene un mejor control y mejor gestión sobre los recursos, dado que al realizar sus funciones el operario tendrá más cerca las estaciones de trabajo, mejorando su concentración, aumentando la calidad de trabajo y de esa manera, facilitando el desempeño y manejo de los recursos.
- Más flexible el manejo, esto quiere decir, que la célula debe poder adaptarse a los cambios dependiendo de la demanda y dependiendo el proceso de fabricación del producto, implicando esto que el personal tiene que estar debidamente capacitados.
- Mejor flujo de trabajo, debido que no retrocederá a estaciones de trabajo para seguir la secuencia de fabricación, sino seguir de manera secuencial, no habiendo obstáculo al momento de trasladarse el operario, teniendo al alcance las herramientas necesarias en cada estación de trabajo distinto y minimizando el traslado a otras áreas con la reducción de los tiempos muertos.

✓ Situación después (Post Test)

La planta de producción se ha redistribuido en base a la implementación de la Célula de Manufactura, previo a un estudio, en el cual se dio a conocer las tanto las ventajas como beneficios para la producción y disminución de tiempo de traslado por parte del trabajador.

El proceso de fabricación se encuentra estandarizado y se ha logrado definir las operaciones a realizar por parte de cada trabajador, mediante las capacitaciones realizadas y haciéndolo partícipe a la implementación de la célula generando un mejor ambiente laboral.

Luego de la implementación, es clave efectuar el levantamiento de información, con el fin de verificar si se ha logrado obtener mejoras a partir de la aplicación de la metodología y cuáles han sido, por ejemplo, traslado entre áreas de trabajo o también conocidas estaciones de trabajo. El traslado del operario será mejor, haciendo que su trabajo sea más rápido y fluido, cumpliendo con el objetivo principal de la empresa que es la entrega a tiempo de la mercadería.

Además de trabajar en una estación de trabajo de flujo continuo, esto genera que tenga las herramientas más cerca, ayudando también en la ergonomía del operario, ya sea en levantar peso continuamente o trasladar materiales o herramientas pesadas a larga distancia.

Este trabajo de levantamiento de información se efectuó por un periodo de 8 semanas consecutivas tanto pre como post, generando con ello una comparativa y en qué porcentaje disminuye la problemática, con el fin de elevar la producción.

Durante las 8 semanas se pudo constatar en gran medida las mejoras obtenidas, entre las que se encuentran:

- Durante las 8 semanas se pudo constatar en gran medida las mejoras obtenidas, entre las que se encuentran:
- Proceso de trabajo flexible, esto quiere decir que permite realizar cambios rápidos en lo cual favorece al aumento en la producción y también personalizados colocar las herramientas o materiales de una manera que favorezca al operario.
- Proceso de producción fluido o continuó, los operarios han reducido sus traslados y eso ha reducido las interrupciones.
- Áreas de trabajo organizadas, el trabajar bajo una célula ha logrado que sus materiales y herramientas no terminen fuera de sus estaciones de trabajo.
- Reducción del tiempo por traslados innecesarios, los operarios no realizan traslados fuera de su célula de trabajo o que no invocaren acciones necesarias para el cumplimiento de su labor.
- Reducción del tiempo en solucionar el extravío de materiales, piezas o herramientas, el orden obtenido gracias al armar las células de trabajo ha reducido el extravío de piezas, materiales y herramientas.
- Reducción de desperdicios, el implementar la Célula de trabajo ha reducido el extravío de piezas por lo que el personal no requiere utilizar nuevamente material para reponer una pieza extraviada.
- Mejora en la calidad de trabajo, el personal se encuentra más concentrado en la ejecución de sus tareas y ello ha aumentado el nivel de calidad.
- Siendo estas mejoras parte de los factores que han reducido el tiempo total del proceso de fabricación de calzado.

Así mismo, es importante resaltar que si bien las capacitaciones iniciales se realizaron con el fin de dar mayor entendimiento al personal de la nueva herramienta a trabajar en favor de la optimización de la producción y lograr el compromiso por parte de todos ellos; se continúan realizando reuniones semanales, en las cuales se sigue instruyendo al personal en relación a la materia y se recibe retroalimentación por parte de ellos.

Uno de los logros que se dio mediante la propuesta de Célula de Manufactura fue la disminución del tiempo de traslado entre áreas. Dando como resultado en el pre test de 1.71% en promedio, después de ejecutar la propuesta dio como resultado la reducción del porcentaje de tiempo a un 1.48%, dándose una disminución de 0.23%, permitiendo que los traslados sean menores y aumente la producción.

✓ Muestra después

Para el análisis de la muestra después, se pasó a evaluar los datos obtenidos en base a la implementación realizada. Los datos se obtuvieron tomando nuevamente los tiempos de los traslados entre áreas, labor realizada durante 8 semanas. Ver Tabla 15.

Tabla 15:

Datos tiempo de traslado entre áreas - Post Test

Semanas	Tmov	TE
1	33.50	2189.183
2	33.47	2323.350
3	33.55	2190.550
4	33.58	2223.267
5	33.60	2327.217
6	33.47	2327.400
7	33.52	2227.167
8	33.57	2345.817

Nota. Elaboración propia

Con los datos obtenidos, hallamos el % del tiempo de traslado entre áreas, mediante la división del Tmov entre TE, apreciando la reducción porcentual por semana como indica la Tabla 16, se redujo el % del tiempo de traslado entre áreas, el promedio antes de la implementación fue de 1.705% y el promedio después de la implementación fue de 1.4775% habiendo una reducción en el tiempo de traslado entre áreas.

Tabla 16:*Porcentaje de tiempo de traslado entre áreas – Post test*

Semanas	Indicador %
1	1.53%
2	1.44%
3	1.53%
4	1.51%
5	1.44%
6	1.44%
7	1.50%
8	1.43%

Nota. Elaboración propia

- **Objetivo específico 02:** Implementar la Metodología 5s para reducir los tiempos por movimientos innecesarios en una empresa fabricante de calzado.

✓ Situación antes (Pre Test)

En este escenario encontramos que el proceso de producción de calzado se veía retrasado por la demora en la ejecución de las operaciones, debido a que el personal estaba realizando movimientos innecesarios durante la realización de sus tareas.

Por medio de una inspección visual, se pudo observar que cada estación de trabajo se encontraba desordenada y sucia.

El trabajar bajo un escenario como el descrito dificulta en todo sentido el cumplimiento de las labores, los operarios tardan en hallar sus herramientas, en el desorden y suciedad, se generan situaciones de estrés y una mala calidad del trabajo. Todo ello va ampliando el tiempo total de producción, lo que además va ocasionando un retraso en aumento.

Si bien en todas las estaciones de trabajo encontramos la falta de organización, orden y limpieza, algunas estaciones se encontraron más críticas que otras, como lo son, la estación de corte, la estación de corte a mano y perfilado, la estación de cambrado y la estación de pegado de puntera. En estas estaciones de trabajo, los tiempos por movimientos innecesarios son más elevados.

La Figura 44 corresponde a la estación de cambrado, como se puede notar, se encuentra con restos de materiales sobre la máquina, encima de la plancha de hierro y en el suelo. Además, dentro de las tinas azules se encuentran los moldes empleados para la ejecución de la operación, los cuales no están debidamente organizados, lo que implica que el personal se tome mucho tiempo buscando el molde que necesita.

Figura 44:

Estación Cambrado



Nota. Industrias Laster S.A.C.

Cabe reiterar que, para esta operación, el operario revisa el modelo del calzado indicado en la orden de producción y de acuerdo a ello, selecciona el molde a emplear. Esto quiere decir que no puede utilizar cualquier molde.

La Figura 45 corresponde a la estación de corte de máquina, en ella se aprecia claramente la ausencia de orden, organización y limpieza. La mesa donde únicamente debería estar el lápiz para marcar el cuero y las fichas de órdenes de producción, se encuentra llena de restos de material, botella y cartón. Además, se puede notar del lado derecho que el personal ha tirado sus casacas y otros materiales. Trabajar en estas condiciones, definitivamente perjudica la optimización del tiempo en producción.

Figura 45:

Estación de corte 1



Nota. Industrias Laster S.A.C.

La Figura 46 corresponde al área de revisión de corte. De igual manera, se puede ver que se amontona de material las mesas de trabajo, cuando éstas deberían estar libres para facilitar el trabajo.

Figura 46:

Estación de corte 2



Nota. Industrias Laster S.A.C.

En esta operación el operario recoge las piezas de cuero recién cortadas y las va colocando en la mesa para luego contarlas y colocarlas en la jaba que corresponde. En todos los casos, existen piezas de diferentes tamaños, por lo que tener una estación de trabajo en estas condiciones, ha ocasionado que las piezas se pierdan, se confundan con otras o se coloquen en las jabas que no corresponden.

La Figura 47 corresponde a la estación de corte a mano y perfilado de piezas. La sola figura revela el completo desorden y suciedad bajo la que se trabajaba. Si bien en todas las estaciones es necesario e importante trabajar bajo un orden y limpieza, en esta estación la falta de ellos afecta en gran medida el tiempo de ejecución de la operación, porque en ella se utilizan una gran variedad de moldes de diferentes tamaños y diferente tipo de materiales.

Figura 47:

Estación de corte a mano y perfilado



Nota. Industrias Laster S.A.C.

Por ejemplo, en esta área se corta la tela de cambre y para ello se tienen moldes para cada modelo y talla; también se corta el elástico que llevan algunos modelos de calzado, para lo cual también se tiene un molde por cada modelo y talla; también se corta la esponja que llevan algunos calzados y de igual manera se tiene su molde por cada modelo y talla de calzado. Estos son solo algunos de los ejemplos de todas las operaciones que se involucran en esta estación de trabajo. Entonces, es evidente que

en un desorden como el que se muestra en la Figura 47, no se puedan ejecutar tareas de forma óptima.

La Figura 48 corresponde a la estación de pegado de puntera. Esta estación se encontró, al igual que todas, con materiales inservibles en las mesas de trabajo y cajones, las cuales también deberían estar libres para facilitar la ejecución de las tareas.

Figura 48:

Estación pegado de puntera



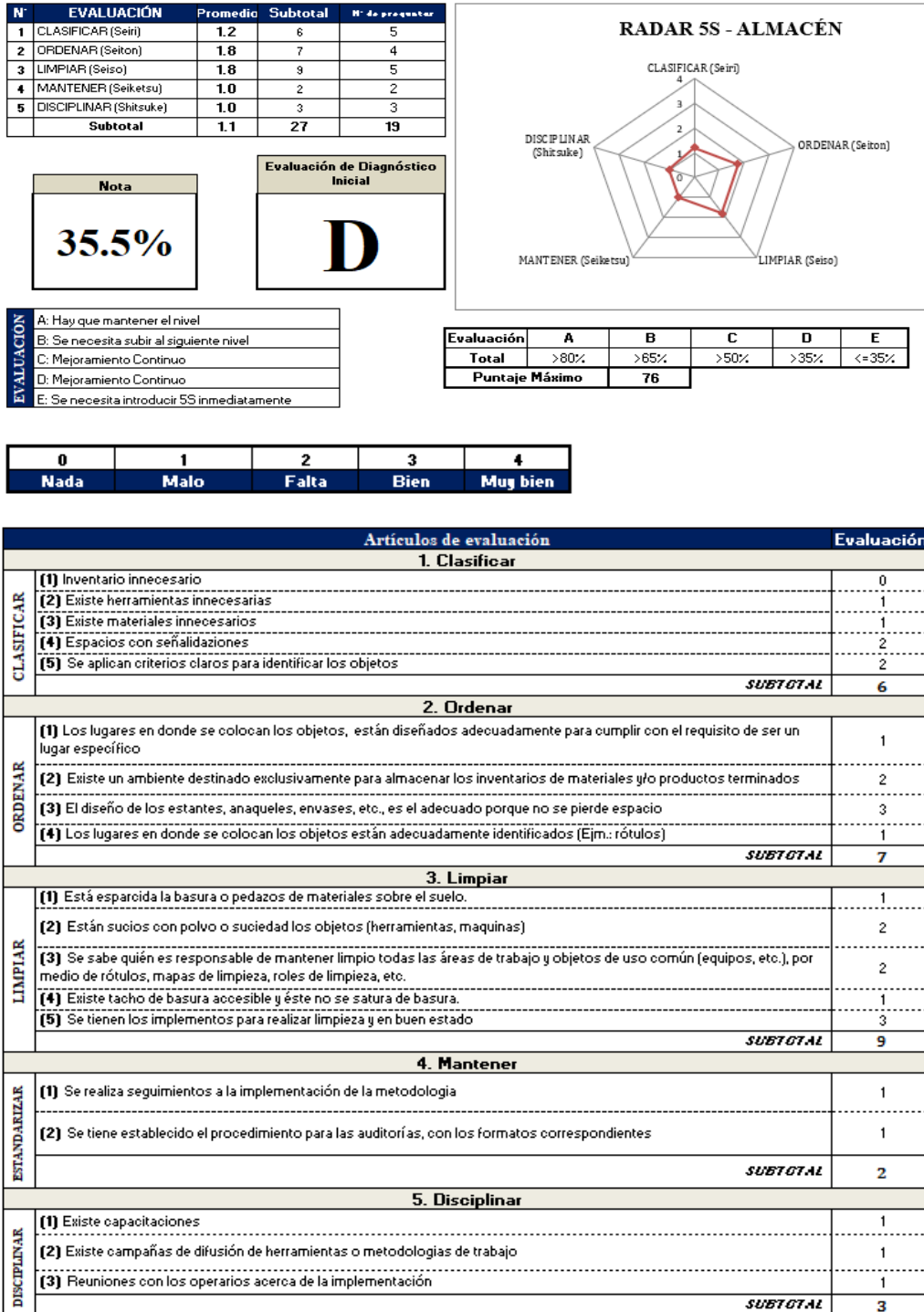
Nota. Industrias Laster S.A.C.

✓ Muestras antes

Previo al cálculo de los tiempos respectivos, se pasó a realizar un diagrama de Radar para la implementación de la Metodología 5s, mediante el uso de una serie de preguntas, la cual ayude a observar la diferencia el antes y después de la implementación. (Ver Figura 49).

Figura 49:

Implementación Metodología 5s - Radar Pre



Nota. Elaboración propia

Se realizó la toma de tiempos por estación de trabajo a las cuales se promedió para obtener un valor promedio por semana para la situación inicial (Pre-Test) durante el

periodo de marzo a mayo del presente año. Meses predecesores a la implementación de la metodología.

De esta manera, se obtuvieron 8 datos. Se calculó el tiempo estándar de todo el proceso productivo (Ver Tabla 17).

Tabla 17:

Tiempo total del proceso productivo en la fabricación de calzado - Pre

Semanas	Tiempo total del proceso (Tt)				
	Tt	hr	min	seg	Tt(min)
1	36:29:11	36	29	11	2189.18
2	38:43:21	38	43	21	2323.35
3	36:30:33	36	30	33	2190.55
4	37:03:16	37	3	16	2223.27
5	38:47:13	38	47	13	2327.22
6	38:47:24	38	47	24	2327.40
7	37:07:10	37	7	10	2227.17
8	39:05:49	39	5	49	2345.82
Promedio	37:49:15	37.375	26.375	22.125	2269.24

Nota. Elaboración propia

Luego se procedió a tomar los tiempos por día del movimiento de los operarios en la búsqueda de herramientas, materiales o piezas que necesitan al iniciar su labor en cada estación (Ver Tabla 18).

Tabla 18:

Tiempo por movimiento innecesario en la fabricación de calzado

Semanas	Tiempo por movimiento innecesario (Tmov)				
	Tt	hr	min	seg	Tt(min)
1	10:07:50	10	7	50	607.83
2	10:02:14	10	2	14	602.23

3	10:06:09	10	6	9	606.15
4	10:10:40	10	10	40	610.67
5	10:05:21	10	5	21	605.35
6	10:09:12	10	9	12	609.20
7	10:05:44	10	5	44	605.73
8	10:05:48	10	5	48	605.80

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 19, son los datos totales obtenidos por movimientos innecesarios, el cual TE es el tiempo estándar de trabajo con el cual la empresa labora.

Tabla 19:

Datos Tiempo de movimiento innecesario - Pre

Semanas	Tmov	TE
1	607.83	2189.18
2	602.23	2323.35
3	606.15	2190.55
4	610.67	2223.27
5	605.35	2327.22
6	609.20	2327.40
7	605.73	2227.17
8	605.80	2345.82

Nota. Elaboración propia

Hallamos el indicador: $\% \text{ Indicador} = \frac{Tmov}{TE}$

En la Tabla 20, observamos el porcentaje total de los movimientos innecesarios -Pre, durante 8 semanas tomadas en 38 operaciones de trabajo.

Tabla 20:

Porcentaje de tiempo de movimientos innecesarios - Pre

Semanas	Indicador %
1	27.77%
2	25.92%
3	27.67%
4	27.47%
5	26.01%
6	26.18%
7	27.20%
8	25.82%

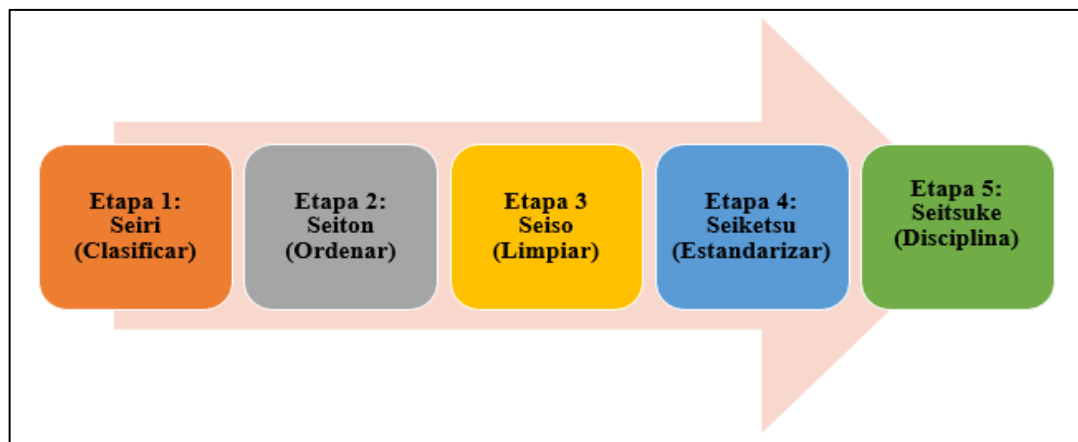
Nota. Elaboración propia

✓ Aplicación de la Teoría

Cumpliendo con el objetivo, se implementó la Metodología 5s para reducir los tiempos por movimientos innecesarios en una empresa fabricante de calzado. Para llevarlo a cabo seguimos 5 etapas. En la Figura 50, se detallan las etapas que seguimos para su implementación:

Figura 50:

Etapas para implementar la Metodología 5s



Nota. Elaboración propia

- Etapa 0: Planificar y preparación

En esta etapa, al personal que forma parte del área producción se le brinda una capacitación acerca de la Metodología 5s, con el propósito de que tengan conocimiento sobre la metodología y conozcan también las etapas que se seguirán para su implementación. La aplicación de la Metodología 5s mejora las condiciones de trabajo y permite que se entreguen a tiempo las órdenes de producción.

Como parte de la preparación, se tomó un área de muestra la cual sirvió para poder dar un mejor entendimiento en cuanto a los perjuicios tanto para los operarios, como para la empresa, que conlleva el trabajar bajo la suciedad y el desorden. Así también, se expuso la utilidad y los beneficios de la aplicación de la metodología.

La Figura 51 corresponde al área de quemado y conteo de piezas, en la cual, mediante una supervisión, se encontró una jaba llena de piezas de cuero (de diferentes modelos de calzado). En la jaba no solo se encontraron piezas de cuero en buen estado, sino también, piezas de badana, elástico, fibra, entre otros. Los cuales pertenecen a órdenes de producción que fueron entregadas con anterioridad. Lo que significa que para la fabricación del calzado han gastado el doble en materiales, un material que se fue con el calzado entregado y el otro material que se encuentra en la jaba.

Figura 51:

Área de muestra de implementación 5s (Antes)



Nota. Industrias Laster S.A.C.

Entonces, no solo hablamos del costo por pérdida de material, si no también, de la pérdida del tiempo empleado en volver a cortar piezas que ya se habían trabajado. Todo lo encontrado es el resultado de varios meses trabajando bajo la suciedad y el desorden, ocasionando que el personal pierda su material de trabajo y al no encontrarlo, resuelva el problema pidiendo o volviendo a cortar otra vez las piezas, las cuales posteriormente eran halladas y se iban colocando en esta jaba.

- Etapa 1: Implementación de la primera S (Seiri- Seleccionar)

Esta etapa se inicia formando grupos. Los grupos se armaron de 2 a 3 operarios como máximo, quienes son responsables de la estación asignada, (el primer grupo definido es quien sirve de guía).

Posterior a ello, se identificaron los materiales con los que cuentan los operarios en cada una de sus estaciones, para luego proceder a seleccionar los elementos que no han sido utilizados y los elementos que no irán a ser utilizados, los cuales son retirados del lugar para liberar espacio y que el personal operativo tenga mejor visualización de sus materiales y herramientas.

La aplicación de la primera “S” permite que cada área de trabajo contenga solo lo necesario para que el operario pueda efectuar sin ninguna dificultad la labor que le corresponde en la respectiva estación. Por ejemplo, si mencionamos el área de cambrado, esta estación debe contar con los materiales y herramientas únicamente necesarios para realizar la operación de cambrado a las capelladas de cuero (perfiles, silicona y botella de agua con brabopel), no debe haber otros elementos, como retazos de tela de cambre, el área de trabajo debe estar libre de elementos externos a la operación que se realiza en la estación.

Para realizar la selección se utilizaron ciertos criterios, como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21:

Criterios de selección de materiales

Seleccionar como	Frecuencia
Necesario	Lo que se usa más de una vez a la semana
No necesario	Lo que se usa menos de una vez a la semana

Nota. Elaboración propia

Los beneficios que se consiguieron con esta etapa son:

- Menos tiempo en la búsqueda de materiales y herramientas
- Reducción del tiempo por movimientos innecesarios
- Mejor uso del espacio de trabajo.
- Reducción de riesgos y accidentes.
- Mejor control visual.
- Mayor seguridad en el área de trabajo.

La Figura 52 corresponde a un espacio destinado para los materiales y herramientas que se requieren en algunas máquinas de la planta, pero que no son de uso frecuente. El responsable de esta zona es el técnico supervisor, quien ha ido colocando los materiales y/o herramientas sin considerar si estos elementos aún se pueden utilizar o si incluso aún son requeridos dentro de la planta. Muchos de estos elementos como los clavos, tornillos, arandelas, tuercas, punzones, entre otros, se encuentran oxidados o inservibles.

Figura 52:

Depósito de materiales y herramientas



Nota. Industria Laster S.A.C.

Según Rajadell y Sánchez (2010), para la aplicación del Seiri, se hace el uso de la tarjeta roja, que es colocada en los materiales o elementos que no corresponden al área, ya sea, que no se utilicen o sean obsoletos. Así evitamos que se acumulen en el área de trabajo.

Además, en esta zona se seleccionaron las herramientas o materiales que no se utilizan, ni se utilizarán, se pasaron a ordenar, y de esta manera se lograron agilizar los procesos, evitando las demoras en la búsqueda de materiales y/o herramientas, y reduciendo riesgos, accidentes, aprovechando mejor los espacios.

- Etapa 2: Implementación de la segunda S (Seiton – Ordenar)

En la segunda etapa de implementación, se siguieron los siguientes pasos:

- Se clasifican los materiales y herramientas, según su secuencia de uso, de manera que facilite su identificación.
- Se establece un sitio para cada material.
- Se verifican que los materiales y herramientas se utilicen de una manera adecuada.
- Se verifican que tanto los materiales como las herramientas estén en el lugar designado cuando se termine de realizar el trabajo correspondiente.
- Disminuye el tiempo de búsqueda.

Los tipos de calzado que más se fabrican son botas y botines, por lo cual se clasificaron los materiales y herramientas según el proceso de fabricación de estos mismos. Mediante la clasificación realizada se pudo llevar un control de los materiales y herramientas utilizados en cada estación de trabajo. El control se realizó a través del uso de tablas en Excel con las que se determinó la frecuencia de uso de las herramientas y materiales.

Los beneficios que se consiguieron en esta etapa fueron:

- Los materiales utilizados con más frecuencia, están a simple vista y al alcance del operario.
- Disminución del tiempo de búsqueda de herramientas.
- Contar con más espacio de trabajo, mediante la eliminación de materiales o herramientas que no se utilizan.

Lo que se observa en la Figura 53 y Figura 54 corresponde a todas las capelladas encontradas dispersas en diferentes áreas de la planta, en su gran mayoría fueron encontradas bajo la mesa del área de quemado y conteo de piezas. Las capelladas, corresponden a la zona delantera del calzado, por lo que son cortadas de la mejor parte de la manta de cuero.

Como se aprecia, es bastante el material que se ha estado desperdiciando, lo que generó aún más preocupación, porque es una pieza fundamental en la elaboración del calzado y que no se puede reemplazar con cualquier retazo de una manta de cuero.

En esta etapa y como se aprecia en ambas figuras, se juntaron las capelladas encontradas de acuerdo al color, para que posteriormente puedan ser usadas. El supervisor tuvo el encargo de buscar a qué modelo pertenece cada capellada y anotarlo con lápiz en cada una de ellas, además de tener un registro, para posteriormente informar al operario de corte cuando debía utilizarlas en una nueva orden de pedido.

Figura 53:

Área de muestra de implementación 5s (Después -i)



Nota. Industrias Laster S.A.C.

Figura 54:

Áreas de muestra de implementación 5s (Después -ii)



Nota. Industrias Laster S.A.C.

- Etapa 3: Implementación de la tercera S (Seiso – Limpiar)

En la aplicación de la tercera etapa, se siguieron los siguientes pasos:

- Se elaboró un programa de limpieza, ver Figura 55.
- Se designaron responsabilidades al operario, con el fin de mantener un orden y espacio de trabajo limpio.
- Se definió un método de limpieza in situ, con respecto a las máquinas (limpieza manual) y con respecto a las herramientas.
- Finalmente se definieron, la frecuencia y periodos en los que se debe llevar a cabo la limpieza.

Figura 55:

Cronograma de limpieza

Laster	Ambiente	CRONOGRAMA DE LIMPIEZA					
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	Corte de maquina	x		x		x	x
	Corte a mano	x	x	x	x	x	x
	Division de piezas de cuero y badana		x		x		x
	Cambrado						
	Perfilado	x	x	x	x	x	x
	Desvaste		x				x
	Aparado			x			x
	Conformado		x			x	
	Pegado de puntera y empaste	x	x	x	x	x	x
	Preparado de hormas			x			x
	Cerrado de talon y camboria		x		x		
	Vaporizado		x		x		
	Encremado			x		x	
	Sombreado		x		x		x
	Marcado y cardado	x		x		x	
	Cementado de planta y corte			x			x
	Descalse			x			x
	Emplantillado			x			x
	Quemado de hilos, retoques		x		x		x
	Lustrado			x			x

Nota. Industrias Laster S.A.C.

Los operarios siguieron el cronograma de limpieza, lo que ayudó con la eliminación de las partículas adheridas a los materiales y herramientas utilizados. Permitió mantener el orden en las estaciones. Y a través del cronograma, se llevó y se continúa llevando un control con el cual se da seguimiento al cumplimiento de las labores del personal.

Como se aprecia en la Figura 56, es necesaria la aplicación la tercera s, con lo cual se debe mantener limpia el área de trabajo no solo para poder transitar, sino que se cumpla con el orden y esto genere un mejor desempeño por parte del personal.

Figura 56:

Estación de troquelado



Nota. Industria Laster S.A.C.

- Etapa 4: Implementación de la cuarta S (Seiketsu – Estandarizar)

Según Rajadell y Sánchez (2010, pág.59), los beneficios del Seiketsu se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Un conocimiento más profundo de las instalaciones.
- Hábitos de limpieza.
- El hecho de evitar errores en la limpieza, que en algunas ocasiones pueden provocar accidentes.
- Una mejora con respecto a la intervención sobre averías.

Se programó los siguientes pasos:

1. Designación de responsabilidades: tanto los materiales como las herramientas, deben estar ordenados, bien distribuidos, limpios, por ende, se necesita una inspección visual periódica. Se asignó a dos operarios en turnos diferentes la verificación del trabajo tanto a inicio como fin.

2. Verificación de la implementación: el supervisor de turno, verifica de manera visual la implementación de las 5s, mediante valores asignados de cumplimiento.
3. Evaluar los resultados: Al tener los datos completos, se evalúa las mejoras tanto en orden, limpieza y la reducción de los tiempos que tardaban en la búsqueda de herramientas y materiales, manteniendo un control del trabajo realizado.

- Etapa 5: Implementación de la quinta S (Shitsuke – Disciplina)

Según Rajadell y Sánchez (2010, pág.62), los beneficios del Shitsuke se pueden ver reflejados en aspectos como:

- Una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos.
- Una mejora del ambiente de trabajo, que contribuirá al incremento de la moral.

Se planteó los siguientes pasos:

1. Se proporcionó a los operarios capacitaciones mensuales sobre la metodología, inculcando su importancia y los beneficios que generan en el trabajo.
2. Mediante campañas de difusión, se hizo llegar a los operarios, los pasos a seguir para la implementación de la metodología, mediante gráficos y videos.
3. Se realizaron presentaciones de proyectos, con el fin que visualicen los beneficios, logros a los que se quiere llegar, así mantener el compromiso de los operarios con el trabajo.

- ✓ Situación después (Post Test)

Posterior a la implementación de la Metodología 5s y mediante una evaluación de la situación antes y después, se obtuvieron datos que reflejan la disminución del tiempo por movimientos innecesarios.

El primer cambio se debe a la aplicación de la primera “S”, clasificar. Luego de aplicar la metodología de la primera “S”, las estaciones de trabajo del área de producción solo cuentan con el material y las herramientas que le corresponden a cada estación. Los materiales y herramientas que no correspondían a la estación o se encontraron en mal estado, fueron desechados. Generando espacios de orden que optimizan el trabajo de producción.

El segundo cambio se da luego aplicar la segunda “S”, ordenar. Cada material y herramienta dentro de su estación fue ordenada considerando la frecuencia de uso y los conceptos de ergonomía. El operario toma fácilmente las herramientas de uso frecuente y con ello se ha reducido el tiempo de búsqueda de materiales y/o herramientas. Se ha optimizado el proceso.

El tercer cambio, es gracias a la aplicación de la tercera “S”, limpiar. Un aspecto fundamental y de gran importancia porque ha sido lo más resaltante al pasar de la situación inicial a la de ahora, es el tema de la limpieza. Ha sido un arduo trabajo de limpieza que se ha realizado en el área de producción y específicamente en cada área de trabajo, la cual no sólo ha mejorado el aspecto de la planta, si no también, ha optimizado el proceso, ha permitido aprovechar mejor los espacios, dar mayor visibilidad a los operarios al momento de ejecutar sus labores y con su aplicación de manera permanente, aumentar la vida útil de los equipos y herramientas.

El cuarto cambio ha sido luego de la aplicación de la cuarta “S”, estandarizar. Es decir, ahora todos los procesos se han definido y se han asignado responsabilidades. Los operarios tienen conocimiento de sus responsabilidades y de que las deben efectuar siguiendo los parámetros establecidos. Esto nos permite trabajar a todos bajo un ambiente de orden y facilita la supervisión de las áreas.

Finalmente, el cambio gracias a la aplicación de la quinta “S”, disciplina. La aplicación de este último concepto implica respeto, responsabilidad y constancia, al momento de ejecutar cada una de las labores dentro de la empresa. Siendo importante que lo aplique no solo el personal de producción, si no todo el personal de la empresa. Para de esa manera ir generando una cultura de cambio y mejora continua.

En síntesis, luego de implementada la Metodología 5S, las estaciones de trabajo se encuentran limpias, ordenadas y organizadas. Ahora, al momento que inicia la jornada laboral, el personal cuenta con sus áreas de trabajo limpias, gracias a que la limpieza no solo depende de la señora del aseo, si no que cada operario está comprometido en mantener la limpieza de su zona de trabajo.

En relación a los materiales y herramientas de trabajo, de cada estación, también han sido organizadas y ordenadas de acuerdo a la frecuencia con la cual la o las emplean, además de considerar la ergonomía en el trabajo.

La aplicación de esta metodología ha logrado que el personal reduzca el tiempo que emplea en la búsqueda de sus herramientas, siendo más precisos, por ejemplo, en el caso del área de corte a mano y perfilado, en donde como se comentó, se emplean muchas herramientas, el operario dejó de tardar horas en buscar sus moldes, a solo requerir unos minutos y ubicarlo fácilmente. Además, el haber despejado su zona de trabajo que se encontraba llena de material a desechar, le permite realizar su trabajo con mayor comodidad y calidad.

Esta situación después, se propicia gracias a la capacitación y retroalimentación que se ha tenido con todo el personal de planta, antes, durante y después de la aplicación de la Metodología 5S y las cuales van a continuar. Un punto que destaca bastante esta metodología es la constancia, si se quiere realmente obtener buenos resultados.

La Figura 57 y Figura 58, corresponde al área de corte a máquina y como se puede observar, hay una gran diferencia en cuanto a orden y limpieza, entre la situación antes y después.

Figura 57:

Estación de corte a máquina - antes



Nota. Industrias Laster S.A.C.

Figura 58:

Estación de corte a máquina - después



Nota. Industrias Laster S.A.C.

El operario responsable de esa área viene realizando sus labores de forma continua y productiva, porque está comprometido con mantener e ir mejorando el orden y limpieza en su zona de trabajo. Compromiso que se logra gracias a que el personal ha podido constatar directamente las ventajas de la implementación, principalmente el hecho de que puedan ubicar sus materiales y herramientas sin demora, lo que normalmente les hace perder mucho tiempo y ocasionar estrés.

Uno de los logros que se dio en la implementación de la Metodología 5s fue la disminución del tiempo de movimientos innecesarios. Dando como resultado en el pre test de 26.75% en promedio, después de ejecutar la implementación dio como resultado la reducción del porcentaje de tiempo a un 8.38%, dándose una disminución de 18.37%, permitiendo que los movimientos innecesarios se reduzcan.

✓ Muestra después

El presente diagrama de Radar para la implementación de la Metodología 5s, en la Figura 59, se observa el después de la implementación, con lo cual se logra ver las mejoras tanto en el tiempo de trabajo como en lo visual.

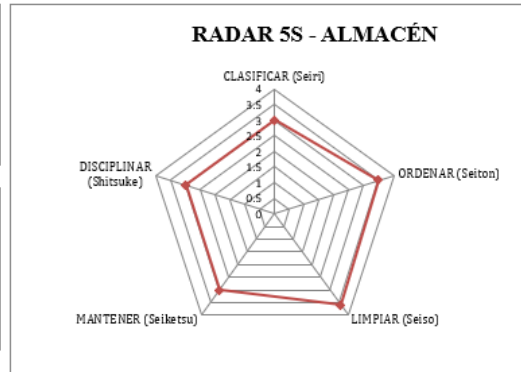
Figura 59:

Implementación Metodología 5s - Radar Post

N°	EVALUACIÓN	Promedio	Subtotal	N° de preguntas
1	CLASIFICAR (Seiri)	3.0	15	5
2	ORDENAR (Seiton)	3.5	14	4
3	LIMPIAR (Seiso)	3.6	18	5
4	MANTENER (Seiketsu)	3.0	6	2
5	DISCIPLINAR (Shitsuke)	3.0	9	3
Subtotal		2.7	62	19

Nota
81.6%

Evaluación de Diagnóstico Inicial
A



EVALUACION	A: Hay que mantener el nivel
	B: Se necesita subir al siguiente nivel
	C: Mejoramiento Continuo
	D: Mejoramiento Continuo
	E: Se necesita introducir 5S inmediatamente

Evaluación	A	B	C	D	E
Total	>80%	>65%	>50%	>35%	<=35%
Puntaje Máximo	76				

0	1	2	3	4
Nada	Malo	Falta	Bien	Muy bien

Artículos de evaluación		Evaluación
1. Clasificar		
CLASIFICAR	(1) Inventario innecesario	2
	(2) Existe herramientas innecesarias	3
	(3) Existe materiales innecesarios	2
	(4) Espacios con señalizaciones	4
	(5) Se aplican criterios claros para identificar los objetos	4
SUBTOTAL		15
2. Ordenar		
ORDENAR	(1) Los lugares en donde se colocan los objetos, están diseñados adecuadamente para cumplir con el requisito de ser un lugar específico	3
	(2) Existe un ambiente destinado exclusivamente para almacenar los inventarios de materiales y/o productos terminados	4
	(3) El diseño de los estantes, anaqueles, envases, etc., es el adecuado porque no se pierde espacio	3
	(4) Los lugares en donde se colocan los objetos están adecuadamente identificados (Ejm.: rótulos)	4
SUBTOTAL		14
3. Limpiar		
LIMPIAR	(1) Está esparcida la basura o pedazos de materiales sobre el suelo.	3
	(2) Están sucios con polvo o suciedad los objetos (herramientas, maquinas)	3
	(3) Se sabe quién es responsable de mantener limpio todas las áreas de trabajo y objetos de uso común (equipos, etc.), por medio de rótulos, mapas de limpieza, roles de limpieza, etc.	4
	(4) Existe tacho de basura accesible y éste no se satura de basura.	4
	(5) Se tienen los implementos para realizar limpieza y en buen estado	4
SUBTOTAL		18
4. Mantener		
ESTANDARIZAR	(1) Se realiza seguimientos a la implementación de la metodología	3
	(2) Se tiene establecido el procedimiento para las auditorías, con los formatos correspondientes	3
	SUBTOTAL	
5. Disciplinar		
DISCIPLINAR	(1) Existe capacitaciones	3
	(2) Existe campañas de difusión de herramientas o metodologías de trabajo	3
	(3) Reuniones con los operarios acerca de la implementación	3
SUBTOTAL		9

Nota. Elaboración Propia

La suma total de los tiempos improductivos tomados después de la implementación de la metodología 5s en cada estación de producción fue la siguiente. (Ver Tabla 22).

Tabla 22:*Tiempo total del proceso productivo en la fabricación de calzado - Post*

Semanas	Tiempo total del proceso (Tt)				
	Tt	hr	min	seg	Tt(min)
1	36:29:11	36	29	11	2189.18
2	38:43:21	38	43	21	2323.35
3	36:30:33	36	30	33	2190.55
4	37:03:16	37	3	16	2223.27
5	38:47:13	38	47	13	2327.22
6	38:47:24	38	47	24	2327.40
7	37:07:10	37	7	10	2227.17
8	39:05:49	39	5	49	2345.82
Promedio	37:49:15	37.375	26.375	22.125	2269.24

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 23, son los datos totales obtenidos por movimientos innecesarios, el cual TE es el tiempo estándar de trabajo con el cual la empresa labora.

Tabla 23:*Datos Tiempo de movimiento innecesario - Post*

Semanas	Tmov	TE
1	187.30	2189.18
2	197.23	2323.35
3	187.53	2190.55
4	192.27	2223.27
5	187.28	2327.22
6	188.37	2327.40
7	188.93	2227.17
8	190.57	2345.82

Nota. Elaboración propia

Con los datos obtenidos, hallamos el % del tiempo de movimientos innecesarios, mediante la división del Tmov entre TE de la Tabla 23, apreciando la reducción porcentual por semana como indica la Tabla 24.

Hallamos el indicador: $\% \text{Indicador} = \frac{T_{mov}}{TE}$

Tabla 24:

Porcentaje de tiempo de movimientos innecesarios – Post

Semanas	Indicador %
1	8.56%
2	8.49%
3	8.56%
4	8.65%
5	8.05%
6	8.09%
7	8.48%
8	25.82%

Nota. Elaboración propia

- **Objetivo específico 03:** Implementar un Mantenimiento autónomo para disminuir el tiempo por parada de máquina en una empresa fabricante de calzado.
- ✓ Situación antes (Pre Test)

El tercer problema referido al aumento del tiempo del proceso de fabricación de calzado, está relacionado con las paradas de máquina. Aquellas que impiden la continuidad en la producción, más aún cuando el proceso requiere que se ejecuten las operaciones de forma sucesiva.

La fábrica no cuenta con un área específica de mantenimiento, ni personal que se dedique directamente a cumplir esas labores. La empresa cuenta solo con un técnico supervisor, que cumple varias funciones, realiza la compostura de los calzados, resuelve dudas de los operarios y los apoya resolviendo problemas que se presentan durante el proceso de fabricación.

Este técnico revisa y repara las máquinas únicamente cuando se presenta la falla, sin embargo, no siempre puede resolver el defecto, como, por ejemplo, en el caso de la máquina de corte (con la cual inicia el proceso), donde se requiere llamar a un técnico externo, el cual suele demorar varias horas en llegar e incluso programar su visita para 24 horas después o más. Así como con la máquina de corte, en el caso de las máquinas de cerrado de punta y talón, y algunos otros casos donde el técnico de la empresa no puede resolver el defecto, se requiere tercerizar el servicio de reparación.

La recurrente necesidad de la empresa de contratar los servicios de personal externo para las reparaciones de las máquinas, no solo genera costos adicionales, también, es una de las razones por la cual paran operaciones e incluso se paraliza totalmente la producción.

Como parte de la investigación previa, se descubrió que el personal solicita el apoyo del técnico supervisor cada vez que se presenta un defecto o falla, aun cuando este pueda ser mínimo (Figura 60). Esto nos indica que el personal no conoce su máquina de trabajo, aspecto fundamental para el desarrollo adecuado de las tareas.

Figura 60:

Estación de cambrado



Nota. Industria Laster SAC

Teniendo en cuenta lo descrito e investigando los pilares del Mantenimiento Productivo Total, ejecutar el Mantenimiento Autónomo conseguirá que los operarios tengan una responsabilidad permanente de conocer su equipo, cuidarlo y detectar errores antes de que ocurran. Para lograrlo el equipo de trabajo debe reunir información de cada una de las máquinas (fichas técnicas, manuales), experiencia y conocimiento de los operarios, técnicos, ingenieros, etc., con el fin de establecer un programa que considere, básicamente, estándares de limpieza, lubricación, parámetros y ajustes menores.

✓ Muestra antes

Antes de iniciar se debe realizar el levantamiento de información donde se determine la cantidad de operarios y las máquinas que utilizan respectivamente.

Dentro de la planta existen en total 26 máquinas en funcionamiento, las cuales se especifican en la Tabla 25.

Cabe recalcar que la toma de la muestra pre-test fue durante 8 semanas (marzo – mayo del 2023) en el área de producción.

Tabla 25:

Máquinas Industrias Laster SAC

Máquina	Código	# Máquinas
Máquina de corte	A1	1
Máquina de dividido	A2	1
Troqueladora GRT-S22	A3	1
Máquina de desbaste	A4	1
Máquina de grabado	A5	1
Máquina de vapor	A6	1
Máquina de cambre	A7	1
Máquina de sellado	A8	1
Máquina de timbrado	A9	1
Máquina de coser 1	A10	1
Máquina de coser 2	A11	1
Máquina de coser 3	A12	1
Máquina de conformado	B1	1
Máquina de pegado de puntera	B2	1
Máquina de cerrado de puntera	B3, B4	2
Máquina de cerrado de talón y camboria	B5, B6	2
Horno 1	B7	1
Máquina de vaporizado	B8	1
Máquina de quemado	B9	1

Máquina de cardado	B10	1
Máquina para cementar	B11	1
Horno 2	B12	1
Horno frío	B13	1
Máquina de conformado de caña	B14	1

Nota. Elaboración propia

A cada máquina se le asignó un código para su mejor identificación. Posteriormente se tomaron los tiempos de parada a cada una de las máquinas por 8 semanas. Ver Tabla 26.

Tabla 26:*Tiempos de parada Pre Test*

Ítem	Máquina	Código	Periodos							
			Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
1	Máquina de corte	A1	01:53:25	01:27:38	02:04:10	01:48:36	02:17:50	02:17:32	02:43:38	02:10:43
2	Máquina de dividido	A2	00:20:17	00:36:28	00:39:00	00:21:00	00:25:56	00:23:00	00:36:24	00:47:12
3	Troqueladora GRT-S22	A3	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
4	Máquina de desbaste	A4	00:14:00	00:00:00	00:09:17	00:00:00	00:00:00	00:08:42	00:00:00	00:00:00
5	Máquina de grabado	A5	00:27:33	00:25:41	00:15:28	00:38:06	00:27:39	00:18:54	00:17:07	00:34:25
6	Máquina de vapor	A6	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
7	Máquina de cambre	A7	00:45:57	00:49:53	00:55:46	00:49:05	01:07:30	00:39:03	00:57:43	00:43:01
8	Máquina de sellado	A8	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:09:53	00:00:00	00:00:00	00:00:00
9	Máquina de timbrado	A9	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
10	Máquina de coser 1	A10	00:20:25	00:00:00	00:18:24	00:10:05	00:19:32	00:00:00	00:21:06	00:17:24
11	Máquina de coser 2	A11	00:29:13	00:15:08	00:30:25	00:21:38	00:00:00	00:29:35	00:10:09	00:00:00
12	Máquina de coser 3	A12	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
13	Máquina de conformado	B1	00:00:00	00:28:03	00:26:48	00:14:37	00:00:00	00:40:05	00:00:00	00:13:24
14	Máquina de pegado de puntera	B2	00:00:00	00:16:08	00:00:00	00:33:55	00:17:24	00:00:00	00:00:00	00:12:35
15	Máquina de cerrado de puntera	B3, B4	00:54:38	00:48:27	01:03:37	00:47:03	00:39:41	00:48:54	00:36:57	00:50:07
16	Máquina de cerrado de talón y camboria	B5, B6	00:19:22	00:52:31	00:10:35	00:40:11	00:45:14	00:13:28	00:17:06	00:19:24
17	Horno 1	B7	00:41:06	00:38:00	00:25:40	00:24:41	00:37:32	00:34:02	00:38:03	00:43:17
18	Máquina de vaporizado	B8	00:40:26	00:31:27	00:23:46	00:32:23	00:14:01	00:31:30	00:32:20	00:46:40
19	Máquina de quemado	B9	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
20	Máquina de cardado	B10	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
21	Máquina para cementar	B11	00:18:17	00:15:54	00:14:33	00:16:51	00:16:38	00:14:58	00:12:56	00:13:46
22	Horno 2	B12	00:20:19	00:39:49	00:00:00	00:27:13	00:32:28	00:00:00	00:19:03	00:00:00
23	Horno frío	B13	00:49:17	00:47:58	00:56:04	00:40:26	00:37:04	01:02:59	00:37:44	00:39:54
24	Máquina de conformado de caña	B14	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00

Nota. Elaboración propia

Se sumó cada tiempo por semana, obteniendo un total. Ver Tabla 27.

Tabla 27:

Tiempo total de parada Pre test

Cantidad	Detalle	Periodos							
		Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
24	Máquinas	8:34:15	8:53:05	8:33:33	8:45:50	8:48:22	8:22:42	8:20:16	8:31:52

Nota. Elaboración propia

Con el tiempo obtenido, para un mejor manejo en los cálculos, se pasó a convertir todo a minutos. Ver Tabla 28 y Tabla 29.

Tabla 28:

Tiempo por parada de máquina total Pre-Test

Semanas	Tiempo total del proceso (Tt)				
	Tt	hr	min	Seg.	Tt(min)
1	8:34:15	8	34	15	514.3
2	8:53:05	8	53	5	533.1
3	8:33:33	8	33	33	513.6
4	8:45:50	8	45	50	525.8
5	8:48:22	8	48	22	528.4
6	8:22:42	8	22	42	502.7
7	8:20:16	8	20	16	500.3
8	8:31:52	8	31	52	511.9
Promedio	37:49:15				2269.24

Nota. Elaboración Propia

Tabla 29:*Datos tiempo por parada de máquina Pre Test*

Semanas	Tt	TE
1	514.25	2189.18
2	533.08	2323.35
3	513.55	2190.55
4	525.83	2223.27
5	528.37	2327.22
6	502.70	2327.40
7	500.27	2227.17
8	511.87	2345.82

Nota. Elaboración propia

Con los datos obtenidos, hallamos el % del tiempo de movimientos innecesarios, mediante la división del Tt entre TE, apreciando la reducción porcentual por semana como indica la Tabla 30.

Tabla 30:*Porcentaje de tiempo de movimientos innecesarios – Post*

Semanas	Indicador %
1	23.49%
2	22.94%
3	23.44%
4	23.65%
5	22.70%
6	21.60%
7	22.46%
8	21.82%

Nota. Elaboración propia

Mediante la Gráfica de Pareto identificamos las máquinas cuyos tiempos de parada son mayores. Ver Tabla 31.

Tabla 31:

Tabla de frecuencia de Pareto – Tiempo de parada

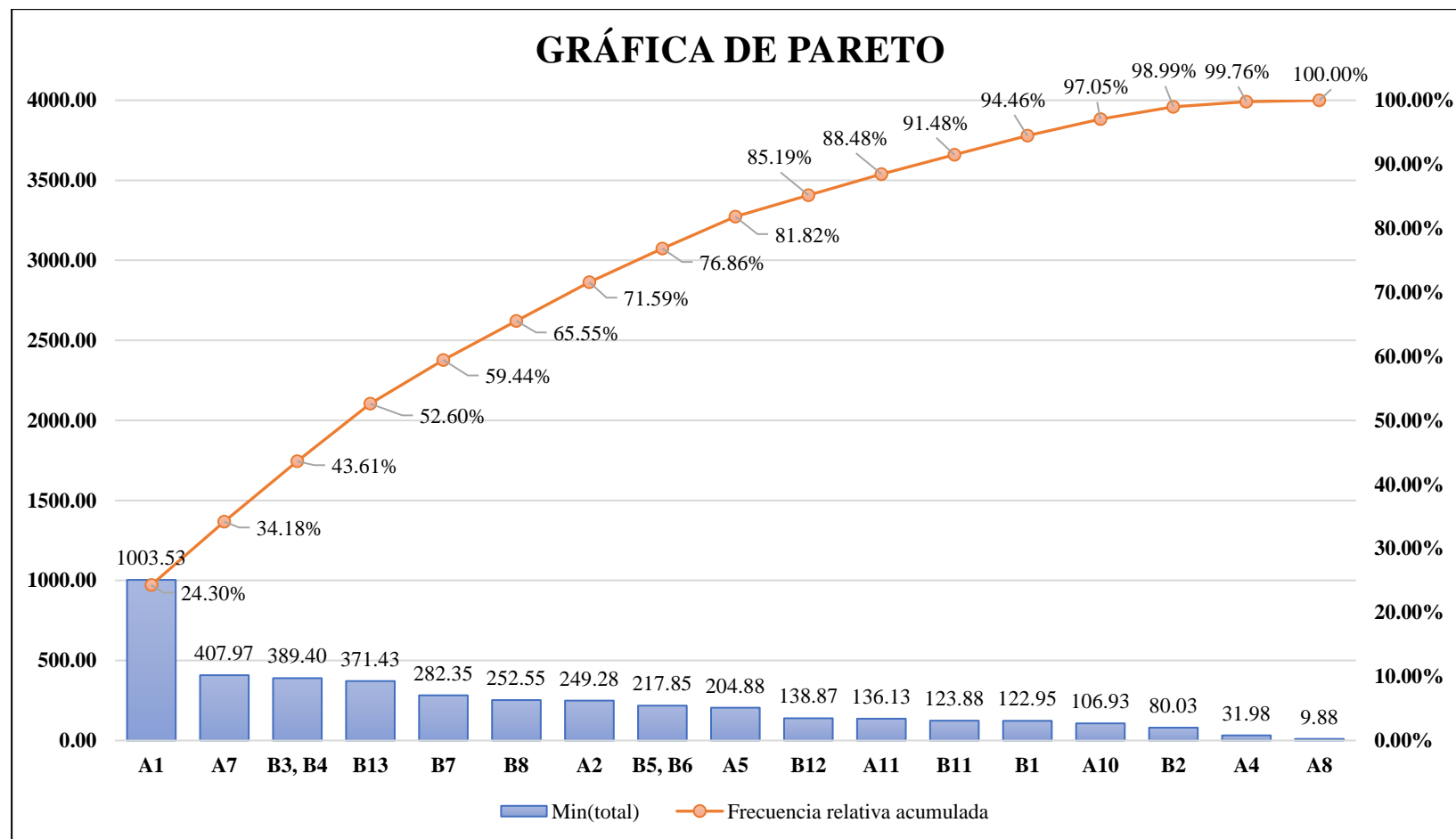
Código	Tiempo en parada	Min (Total)	Tiempo en parada (min)	Frecuencia relativa acumulada	Corte
A1	16:43:32	1003.53	1003.53	24.30%	80%
A7	06:47:58	407.97	1411.50	34.18%	80%
B3, B4	06:29:24	389.40	1800.90	43.61%	80%
B13	06:11:26	371.43	2172.33	52.60%	80%
B7	04:42:21	282.35	2454.68	59.44%	80%
B8	04:12:33	252.55	2707.23	65.55%	80%
A2	04:09:17	249.28	2956.52	71.59%	80%
B5, B6	03:37:51	217.85	3174.37	76.86%	80%
A5	03:24:53	204.88	3379.25	81.82%	80%
B12	02:18:52	138.87	3518.12	85.19%	80%
A11	02:16:08	136.13	3654.25	88.48%	80%
B11	02:03:53	123.88	3778.13	91.48%	80%
B1	02:02:57	122.95	3901.08	94.46%	80%
A10	01:46:56	106.93	4008.02	97.05%	80%
B2	01:20:02	80.03	4088.05	98.99%	80%
A4	00:31:59	31.98	4120.03	99.76%	80%
A8	00:09:53	9.88	4129.92	100.00%	80%
B9	00:00:00	0.00	4129.92	100.00%	80%
B14	00:00:00	0.00	4129.92	100.00%	80%
B10	00:00:00	0.00	4129.92	100.00%	80%
A9	00:00:00	0.00	4129.92	100.00%	80%
A6	00:00:00	0.00	4129.92	100.00%	80%
A3	00:00:00	0.00	4129.92	100.00%	80%
A12	00:00:00	0.00	4129.92	100.00%	80%

Nota. Elaboración propia

De acuerdo a la gráfica de Pareto (Ver Figura 61), las cuatro máquinas con mayor tiempo en parada son: máquina de corte, máquina de cambre, máquina de cerrado de punta y el horno frío.

Figura 61:

Gráfica de Pareto – Tiempos de parada



Nota. Elaboración propia

Si bien lo ideal sería que la implementación del mantenimiento autónomo se realice a todas las máquinas de la planta de producción, en nuestro caso particular nos hemos centrado en las 4 primeras máquinas, ya que a partir de ahí se irá aplicando dicho mantenimiento a todas las máquinas del área de producción, como corresponde.

✓ Aplicación de la teoría

Para la aplicación del Mantenimiento Autónomo se siguieron los siguientes pasos:

Antes de la implementación:

- a. Estudio de las máquinas de la planta, a fin potenciar los conocimientos que permitan capacitar al personal (Estudio de los manuales de las máquinas, capacidad, funciones y uso).
- b. Reunir información del personal (tiempo de experiencia y conocimientos).
- c. Establecer un equipo de implementación.

Para la Implementación:

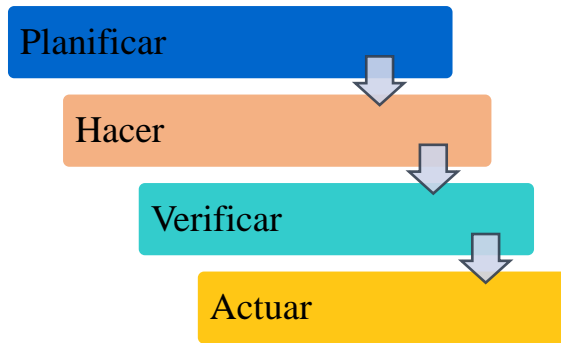
- a. Limpieza e inspección.
- b. Acciones correctivas (Eliminar fuentes de contaminación y mejorar acceso a puntos de inspección).
- c. Establecer estándares provisionales de limpieza, inspección, lubricación y ajustes.
- d. Inspección general.
- e. Conducir inspecciones autónomas y mejorar los procedimientos de inspección.
- f. Mejorar la administración y el control del lugar de trabajo.
- g. Participar en actividades avanzadas de mejora.

Además, según Farfán (2016), el mantenimiento autónomo es incluir al operario, hacerse cargo del mantenimiento de los equipos y máquinas, así identificar y prevenir fallas futuras. Además, involucra tanto los sistemas de dirección de la empresa, la cultura organizacional y el talento humano.

La ejecución del Mantenimiento Autónomo se realizó siguiendo el Ciclo Deming, cuyas fases se indican en la Figura 62. Dentro de las fases se consideran los pasos para la implementación.

Figura 62:

Ciclo Deming – Mantenimiento Autónomo



Nota. Elaboración propia


- Fase 1: Planificar

Como parte de la fase “Planificar”, primero se define el equipo de implementación. Luego, se recolecta información de todas las máquinas dentro de la planta. Con esta información se procede a estudiar conceptos como, la medición de presión, temperatura, voltaje, lubricación y limpieza de cada máquina. Posteriormente, se recoge información sobre la experiencia y conocimiento con los que cuenta cada operario sobre sus máquinas o equipos de trabajo.

Teniendo toda la información, se prepara un programa de capacitación basado en el Mantenimiento Autónomo y los aspectos básicos que debe conocer el operario sobre su máquina de trabajo. Los puntos que se trataron en el programa de capacitación se detallan en la Figura 63.

Figura 63:

Programa de capacitación Mantenimiento Autónomo

 PROGRAMA DE CAPACITACIÓN		CAPACITACIÓN							
		CAP-INDL-002							
		RUC	20522769852						
		DIRECCIÓN	Calle Marcos Farfan n° 3346, Independencia, Lima, Perú						
		INDICADR	(N° de capac. Efectuadas/N° total de capac. Planificadas)x100						
RESPONSABLE	Ing.								
INDUSTRIAS LASTER SAC		SEMANA 1							
N°	TEMARIO	META	AVANCE	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
1	Mantenimiento productivo total (TPM)	100%	100%	X					
2	Mantenimiento autónomo		100%	X					
3	Beneficios del mantenimiento autónomo		100%		X				
4	Pasos para implementar el mantenimiento autónomo		100%		X				
5	Mantenimiento básico de las máquinas		100%			X			
6	Reparación de fallas comunes		100%				X		
7	Instrucción de medición		100%					X	
8	Uso y llenado de formatos del amntenimiento autónomo		100%						X

Nota. Elaboración propia

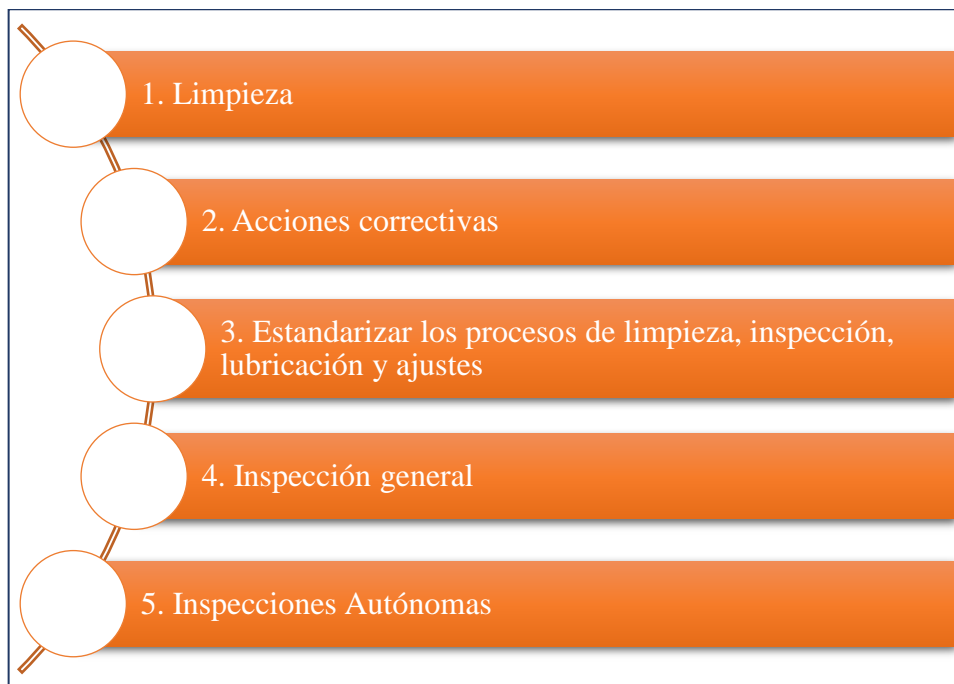
Los puntos que se trataron en el programa de capacitación (ver Figura 63), comienza el lunes con mantenimiento productivo total con mantenimiento autónomo, el martes se capacitará con los beneficios del mantenimiento autónomo y pasos para la implementación de esta misma, miércoles con la capacitación de mantenimiento básico de las máquinas, jueves con la capacitación de reparación de fallas comunes, viernes se capacito con las instrucciones de medición y por último con el uso y llenado de formatos del mantenimiento autónomo.

- Fase 2: Hacer

En la segunda fase “Hacer”, se inicia la implementación del Mantenimiento Autónomo, siguiendo los pasos señalados en la Figura 64.

Figura 64:

Pasos para el Mantenimiento Autónomo



Nota. Elaboración propia

- Paso 1: Limpieza e inspección

El orden y la limpieza son la base del Mantenimiento Autónomo. En nuestro caso, la implementación de las 5s se realizó previamente, por ello, como primer paso, los operarios aplican lo aprendido tanto en las capacitaciones del Mantenimiento Autónomo, como en la capacitación de la tercera S (limpieza).

Esto conlleva a:

- Los operarios usen los cinco sentidos para descubrir las anomalías del equipo, entre ellas esta, las vibraciones, desgastes, desalineaciones.
- Se realizó la corrección de las anomalías para el buen funcionamiento del equipo.
- Se realizó una limpieza minuciosa, desmontando el equipo para su limpieza interna y externa.

Son ellos mismos los que se encargan de hacer la limpieza diaria a sus máquinas, evitando que se llenen de polvo, pegamento, grasa y otras suciedades que se pudieran adherirse a la máquina.

Se estableció que esta actividad se realice siguiendo el cronograma establecido al implementar la tercera s (Figura 55), 20 minutos antes de finalizar la jornada laboral, con el fin de minimizar fallas, defectos o averías en sus máquinas, al iniciar su trabajo en la mañana siguiente. Ver Figura 65.

Figura 65:

Limpieza fin de jornada



Nota. Industria Laster SAC

- Paso 2: Acciones correctivas (Eliminar fuentes de contaminación y mejorar acceso a puntos de inspección).

En este paso, lo que se desea es que el operario sea capaz de conservar su máquina limpia. Para poder lograrlo es importante primero, que se identifiquen las fuentes de contaminación y las zonas que resultan de difícil acceso para realizar la limpieza, anticipando el desorden y suciedad que se pudiera generar, manteniendo el equipo en buenas condiciones.

Ventajas:

- Se da la eliminación a las fugas, contaminantes, excesos y engrase de los equipos.
- Se da la prevención de contaminantes futuros, como, óxidos, polvo.
- Eliminación de áreas de difícil acceso de limpiar.

Dependiendo del tipo de máquina, el operario puede recurrir al uso de EPPS como guantes, mascarillas, lentes de protección, entre otros.

La correcta ejecución de este paso va a propiciar que los operarios mantengan sus equipos o máquinas limpias (hasta en los lugares de difícil acceso), evitando paradas y prolongando su vida útil.

- Paso 3: Estandarizar los procesos de limpieza, inspección, lubricación y ajustes.

En esta etapa se da el uso de la experiencia del operario, adquirida en los primeros pasos, se determinan las condiciones necesarias y óptimas para la limpieza y lubricación, se refuerzan el paso 1 y paso 2 y por último se establece un sistema de lubricación y estándares de limpieza.

En el paso 3, se establece un procedimiento para la limpieza, lubricación y ajustes que requiere cada máquina. La información que se le brinda a todo el personal operativo mediante las capacitaciones. Ver Figura 66.

Figura 66:

Capacitación al personal



Nota. Industria Laster SAC

Las capacitaciones realizadas en este tercer paso fueron una pieza clave, porque lograron que los operarios conocieran mejor sus equipos de trabajo y les brindaron las herramientas para poder lograr el correcto mantenimiento de los equipos en planta, lo cual mantiene la vida útil de las máquinas, evita accidentes y aumenta la productividad.

- Paso 4: Inspección general

Cada trabajador cumple con inspeccionar y monitorear su máquina de trabajo diariamente.

Para llevar a cabo el paso 4, el personal ha sido capacitado, por lo que es capaz de realizar inspecciones básicas, como la revisión del nivel de temperatura, nivel de presión, velocidad, lubricación y limpieza, que ayudan a detectar a tiempo posibles fallas y en caso se presenten, puedan resolverlas ellos mismos.

El que puedan resolver ellos mismos, simples defectos o fallas, sin esperar el apoyo de un supervisor u otro técnico, es útil para reducir tiempos muertos.

Logros de la implementación de la inspección general:

- El operario adquiere conocimientos para la buena inspección de los equipos
- Las inspecciones se dan de manera rutinaria.
- Se evalúan los resultados de las inspecciones y el nivel de mejora de los equipos.
- En este paso las condiciones de los equipos están bajo control.


- Se da la eliminación de elementos y piezas innecesarias para el funcionamiento de los equipos.
- Se implementa la verificación por medio de las 5s, resaltando los puntos de orden y limpieza.
- Se realiza el formato de mejora continua de los equipos con el fin de reducir costes.
- Los operarios con el personal de mantenimiento refinan los procesos, dando mejora y más vida útil a los equipos.
- Paso 5: Inspecciones Autónomas

Se dirigen inspecciones autónomas y se mejoran los procedimientos de inspección.

Finalmente, como parte de la ejecución del paso 5, diseñamos la ficha “Instrucción de Mantenimiento Autónomo”, las cuales fueron pegadas en cada una de las máquinas de la planta en una zona de fácil visualización. Ver Figura 67.

Figura 67:

Ficha de Mantenimiento Autónomo

Ficha de Mantenimiento Autónomo			
			
	Nº Actividad	Especificaciones	Requerimiento
1	Revisar nivel de lubricante	Mantenimiento nivel 1	Mobil Super 1000 20W50
2	Revisar nivel de aceite hidraulico	Minimo 1/4 deltotal	Mobil SHC 500
3	Revisar presion del neumático	Entre 85 y 90 PSI	Visual
4	Revisar nivel de aceite de corte		
5	Identificar ruidos anormales		
6	Limpio piso y línea de refrigerante		
7	Mantener limpia el área de trabajo		
8	Lubricar puntos diarios		
9	Limpieza de máquina y área de trabajo		
10	Limpieza de rebaba acumulado		

Nota. Elaboración propia

Con la Ficha de Mantenimiento, se da una formalidad acerca de las inspecciones dadas en los pasos tres y cuatro, los elementos por inspeccionar en cada máquina se dividen

en dos listas, elementos que pueden tratarse en las inspecciones autónomas y elementos que requieren ser inspeccionados. Además, se evalúan el nivel de conocimiento de las inspecciones.

El objetivo de la elaboración de estas fichas es que el personal pueda revisarlas diariamente y ejecutar el mantenimiento que le corresponde a cada máquina.

- Fase 3: Verificar

Se inicia la tercera fase, donde nos enfocamos en mejorar la administración y el control del lugar de trabajo. Por ello, creamos la ficha de registro del Mantenimiento Autónomo. Mediante la ficha se sigue un control detallado, se registran los avances de la implementación, el antes, durante y después, con el fin de disminuir el tiempo de parada de las máquinas. (Ver Figura 68)

Figura 68:

Registro de Mantenimiento Autónomo

REGISTRO DE MANTENIMIENTO		Mes																																		
Máquina	<input type="text"/>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Antes																																				
1	Revisar nivel de lubricante																																			
2	Revisar nivel de aceite hidraulico																																			
3	Revisar nivel de aceite de corte																																			
4	Revisar presion del neumático																																			
Durante																																				
1	Identificar ruidos anormales																																			
2	Limpiar piso y línea de refrigerante																																			
3	Mantener limpia el área de trabajo																																			
Al finalizar el turno																																				
1	Lubricar puntos diarios																																			
2	Limpieza de máquina y área de trabajo																																			
3	Limpieza de rebaba acumulado																																			
Supervisó																																				
Comentarios:	<input type="text"/>																																			

Nota. Elaboración propia

Como se aprecia en la Figura 68, en la situación antes del registro de mantenimiento, observamos se revisan 4 parámetros: el nivel de lubricación, nivel de aceite hidráulico, nivel de aceite de corte y la presión del neumático. En la situación durante se identifica los ruidos anormales, revisar la línea de refrigerante y mantener limpio el área de trabajo. Y, por último, al finalizar el turno hay que revisar si está lubricado último la marque y revisar si está limpio el área de trabajo.

- Fase 4: Actuar

Es responsabilidad del supervisor de almacén que el equipo de trabajo a su cargo cumpla con las actividades definidas por el Plan de Mantenimiento Autónomo con la

finalidad de garantizar que se efectúe según los parámetros definidos, de forma segura y ordenada. Consiguiendo afianzar la relación hombre – máquina. Con ello, el mantenimiento realizado, permitirá que el tiempo de para sea menor, haciendo un uso más eficiente de la máquina.

Como se puede ver en la Figura 69, es el final de la jornada laboral y el supervisor se encuentra revisando rápidamente el interior de la máquina para verificar el trabajo de limpieza y mantenimiento que viene efectuando el operario.

Figura 69:

Mantenimiento Autónomo



Nota. Industria Laster SAC

✓ Situación después (Post Test)

Posterior a la implementación del plan de Mantenimiento Autónomo, se realizó la medición de los procedimientos aplicados para la reducción del tiempo de parada de las máquinas, con el propósito de efectuar un correcto contraste de la evolución entre una situación antes a una situación después.

En la situación antes se evidenció que la empresa no se abastecía con un solo técnico que se encargaba de cumplir varias funciones, como hacer composturas de calzados, resolver dudas de operarios, resolver problemas en el proceso de fabricación y reparar las máquinas cuando presentaban fallas. Esto llevó a que la empresa en varias oportunidades contratará personal externo para la reparación de las máquinas, lo cual

no solo incurre en gastos adicionales, sino también en tiempos muertos, pues no se podía continuar con la operación, hasta que llegará el técnico y reparará el equipo.

Gracias a la aplicación de la metodología del Mantenimiento Autónomo, se redujeron las paradas de máquinas. Ahora, el personal inspecciona y monitorea su equipo de forma independiente, se hacen responsables de labores básicas como la medición de la presión, temperatura, velocidad, lubricación y limpieza de la máquina con el fin de evitar fallas a corto tiempo y alargar un poco la vida útil de la máquina.

El personal conoce su equipo de trabajo y eso ha permitido que se reduzcan las fallas, se detecten antes de que ocurran, o, si se presentan, lo cual es menos frecuente, el personal le pueda dar solución.

Una de las herramientas utilizadas, son las fichas de Mantenimiento Autónomo que fueron pegadas en cada máquina, que han servido de guía para la ejecución del mantenimiento por parte de los operarios, no obstante, ello no los ha limitado pues también nos han retroalimentado con sugerencias e ideas sobre puntos que consideran se deberían añadir a la ficha y que se deben realizar, algo que genera un ambiente de progreso.

El compromiso y la buena actitud con la cual los operarios continúan aplicando la metodología, se debe a que desde el principio se los hizo parte de todo el proceso, brindándoles capacitaciones que lograron en ellos el deseo del cambio a favor de mejorar sus condiciones de trabajo y la productividad dentro de la empresa.

A pesar del compromiso que es notorio por parte del personal de planta, se siguen realizando supervisiones y monitoreando el rendimiento tanto de los operarios, como de las máquinas. En el caso de las máquinas, mediante la revisión de la ficha “Registro del Mantenimiento Autónomo”, con el fin de asegurarnos que el operario siga realizando el mantenimiento alineado a lo establecido en aspectos como, la limpieza, el tipo de aceite a utilizar en la máquina, entre otras cosas, con el fin de alargar la vida útil y disminuir la parada de máquina que retrase la producción y aumente el tiempo del proceso de producción de calzado.

En la Figura 70 se puede apreciar el mantenimiento realizado a los cables de conexión de la máquina, debido a que se encontraban desgastados y expuestos. La detección oportuna del problema pudo evitar una falla o parada de la máquina en plena producción. Esta mejora se ha ido aplicando a todas las máquinas de la planta, con el fin de salvaguardar al personal y evitar fallas a corto y largo plazo.

Figura 70:

Área de producción



Nota. Industria Laster SAC

La implementación del Mantenimiento Autónomo logró disminuir el tiempo de parada de máquina. Dando como resultado en la toma de tiempos pre test el 22.76% en promedio, después de ejecutar el plan de mantenimiento, dio como resultado la reducción del porcentaje de tiempo a un 9.45%, siendo la disminución de 13.31%, permitiendo que la producción aumente.

✓ Muestra después

La suma total de los tiempos improductivos tomados después del Mantenimiento Autónomo de cada máquina de la producción fue la siguiente. (Ver Tabla 32)

Tabla 32:

Tiempo de parada Post-Test

Ítem	Máquina	Código	Periodos							
			Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18
1	Máquina de corte	A1	00:56:19	00:41:10	00:52:54	00:57:53	00:49:02	00:55:46	00:48:53	00:56:26
2	Máquina de dividido	A2	00:11:24	00:10:22	00:16:47	00:13:00	00:16:28	00:15:36	00:19:20	00:12:10
3	Troqueladora GRT-S22	A3	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
4	Máquina de desbaste	A4	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
5	Máquina de grabado	A5	00:00:00	00:17:08	00:00:00	00:00:00	00:08:50	00:20:05	00:00:00	00:19:15

6	Máquina de vapor	A6	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
7	Máquina de cambre	A7	00:00:00	00:30:21	00:00:00	00:23:07	00:29:12	00:00:00	00:28:50	00:00:00
8	Máquina de sellado	A8	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
9	Máquina de timbrado	A9	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
10	Máquina de coser 1	A10	00:11:59	00:00:00	00:08:10	00:00:00	00:00:00	00:14:30	00:10:28	00:00:00
11	Máquina de coser 2	A11	00:11:16	00:00:00	00:15:11	00:14:23	00:00:00	00:16:04	00:00:00	00:16:30
12	Máquina de coser 3	A12	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
13	Máquina de conformado	B1	00:00:00	00:10:59	00:00:00	00:38:10	00:00:00	00:00:00	00:18:18	00:00:00
14	Máquina de pegado de puntera	B2	00:07:54	00:13:06	00:00:00	00:00:00	00:08:37	00:00:00	00:00:00	00:00:00
15	Máquina de cerrado de puntera	B3, B4	00:32:50	00:26:08	00:00:00	00:00:00	00:20:14	00:21:48	00:00:00	00:33:57
16	Máquina de cerrado de talón y camboria	B5, B6	00:00:00	00:38:32	00:21:47	00:00:00	00:00:00	00:35:11	00:28:37	00:00:00
17	Horno 1	B7	00:27:06	00:00:00	00:31:53	00:37:53	00:17:15	00:11:40	00:00:00	00:19:13
18	Máquina de vaporizado	B8	00:17:38	00:16:29	00:14:22	00:10:25	00:28:47	00:27:08	00:15:04	00:29:25
19	Máquina de quemado	B9	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
20	Máquina de cardado	B10	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
21	Máquina para cementar	B11	00:11:30	00:08:40	00:00:00	00:09:17	00:00:00	00:12:58	00:09:45	00:11:28
22	Horno 2	B12	00:17:01	00:07:00	00:09:01	00:09:16	00:00:00	00:10:26	00:12:00	00:00:00
23	Horno frío	B13	00:00:00	00:15:06	00:09:54	00:18:21	00:20:02	00:00:00	00:14:50	00:21:35
24	Máquina de conformado de caña	B14	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00

Nota. Elaboración propia

Una vez obtenido los tiempos de parada de máquina Post-Test, se realizó un cuadro de resumen, para obtener los tiempos en min, ver Tabla 33.

Tabla 33:

Tiempo por parada de máquina total Post-Test

Semanas	Tiempo total del proceso (Tt)				
	Tt	hr	min	seg	Tt(min)
1	3:24:57	3	24	57	205.0
2	3:55:01	3	55	1	235.0
3	2:59:59	2	59	59	180.0
4	3:51:45	3	51	45	231.8
5	3:18:27	3	18	27	198.5
6	4:01:12	4	1	12	241.2

7	3:26:05	3	26	5	206.1
8	3:39:59	3	39	59	220.0

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 34, son los datos totales obtenidos por parada de máquina, el cual TE es el tiempo estándar de trabajo con el cual la empresa labora.

Tabla 34:

Datos tiempo por parada de máquina Post-Test

Semanas	Tmov	TE
1	204.95	2189.18
2	235.02	2323.35
3	179.98	2190.55
4	231.75	2223.27
5	198.45	2327.22
6	241.20	2327.40
7	206.08	2227.17
8	219.98	2345.82

Nota. Elaboración propia

Con los datos obtenidos, hallamos el % del tiempo parada de máquina, mediante la división del Tmov entre TE, apreciando la reducción porcentual por semana como indica la Tabla 35.

Tabla 35:

Porcentaje de tiempo por parada de máquina Post test

Semanas	Indicador %
1	9.36%
2	10.12%
3	8.22%
4	10.42%

5	8.53%
6	10.36%
7	9.25%
8	9.38%

Nota. Elaboración propia

• Resumen de resultados

Se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación. Ver Tabla 36.

Tabla 36:

Resumen de resultados

Hipótesis Específica	Variables Independientes	Variable Dependiente	Indicador VD	Pre-Test	Post-Test	Diferencia	%
Si se implementa una Célula de manufactura, entonces se reducirá el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.	Célula de manufactura	Tiempo de traslado entre áreas	% (tiempo de traslado entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)	1.71%	1.48%	0.23%	Disminuyó en 13.45%
Si se implementa la Metodología 5s, entonces se reducirán los tiempos por movimiento innecesarios en una empresa fabricante de trabajo.	Metodología 5s	Tiempo por movimientos innecesarios	% (tiempo por movimientos innecesarios / Tiempo total del proceso productivo)	26.75%	8.38%	18.37%	Disminuyó en 68.67%
Si se implementa un Mantenimiento autónomo, entonces disminuirá el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.	Mantenimiento autónomo	Tiempo por parada de máquina	% (tiempo por parada de máquina / Tiempo total del proceso productivo)	22.76%	9.45%	13.31%	Disminuyó en 58.47%

Nota. Elaboración propia

4.2 Análisis de resultados

Generalidades

En esta parte de la presente investigación, será evidenciado los datos y resultados de las pruebas realizadas, del cual se presentará la normalidad y la hipótesis. La herramienta utilizada para ejecutar la prueba fue el software IBM SPSS Statistics versión 29, el cual brindó la información necesaria para desarrollar el proyecto.

La finalidad de realizar las pruebas, fue obtener la información necesaria para realizar una evaluación y exponerla. Se recogió la información del antes y después de la ejecución de la implementación, con la finalidad de visualizar los cambios significativos de dicha implementación.

✓ Pruebas de normalidad (para las tres hipótesis)

Para las pruebas de normalidad se planteó las siguientes hipótesis:

H₀: Hipótesis Nula – Los datos de la muestra, Si siguen una distribución normal.

H₁: 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 a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H₀). Por lo tanto, los datos de la muestra, **SI** siguen una distribución normal.
- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. =< 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H₁). Por lo tanto, los datos de la muestra, **NO** siguen una distribución normal.

✓ Contrastación de hipótesis (para las tres hipótesis)

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

H₀: Hipótesis nula - NO existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post-Test.

H₁: 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 a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H₀), esto quiere decir, 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 o igual al 5,00% (Sig. =< 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H₁), esto quiere decir, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

Otros criterios a tomar en consideración:

Tipo de variable:

Para el presente trabajo de investigación la variable es de tipo cuantitativo, debido que, las mediciones que se realizaron son en porcentaje.

Tipo de muestra:

Las muestras tanto pre test como post test de las hipótesis planteadas son relacionadas, porque son tiempos tomados a un grupo de máquinas y un grupo de operarios en diferentes tiempos.

Además, para la contradicción de hipótesis, para muestras relacionadas:

- Se utiliza la prueba T-Student cuando la distribución es normal o paramétrica. Esta prueba compara medias.
- Se utiliza la prueba Wilcoxon cuando la muestra pre, la muestra post o ambas tengan una distribución no normal o no paramétrica. Esta prueba compara medianas.

- **Primera hipótesis específica**

H₁: Si se implementa una Célula de manufactura, entonces se reducirá el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.

Prueba de normalidad

- Pre Test y Post Test: Muestra variable dependiente 01

Para realizar la primera prueba de normalidad, previo se debió obtener los datos pre test y post test, los cuales serán usados en el programa estadístico SPSS. Estos datos nos dieron como consecuencia la primera hipótesis específica (H₁). Dándonos los resultados de la prueba de normalidad y verificar si la distribución es normal o no normal.

Con datos obtenidos en el periodo entre julio y agosto del 2023, en un total de 8 semanas, mediante el programa estadístico SPSS, se realizará la prueba de normalidad.

Ver Tabla 37.

Tabla 37:*Datos % de tiempo de traslado entre áreas Pre test y Post test*

Tiempo de traslado entre áreas Pre-Test (%)	Tiempo de traslado entre áreas Post-Test (%)
1.77%	1.53%
1.66%	1.44%
1.77%	1.53%
1.74%	1.51%
1.66%	1.44%
1.66%	1.44%
1.73%	1.50%
1.65%	1.43%

Nota. Elaboración Propio

Se ingresó los datos al software SPSS, para obtener la prueba de normalidad. Procediendo a realizar la prueba tanto para el Pre-Test y Post-Test de la primera hipótesis específica.

En donde se tiene en cuenta que:

- Test de Shapiro - Wilk: Muestra $n \leq 50$
- Test de Kolmogorov - Smirnov: Muestra $n > 50$

En la presente investigación la muestra $n = 8$ datos, por lo tanto, la muestra es menor a 50, se elige la prueba de Test de Shapiro-Wilk, ver Tabla 38.

Esta prueba se realizó para poder observar en cuánto difieren los datos observados con lo esperado en la investigación. De esta manera, determinar si es una distribución normal o no normal.

Tabla 38:*Prueba de normalidad de la variable dependiente 01*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRE TEST 1	.327	8	.012	.810	8	.037
POST TEST 1	.325	8	.013	.665	8	<.001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Elaboración propia

El resultado de la prueba de normalidad arrojó un grado de significancia para el Pre-Test de 0.037 y para el Post-Test de <0.001, teniendo en cuenta que, ambos valores fueron menores a 0.05.

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 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 o igual 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.

Por lo tanto, los datos pre test y post test siguen una distribución no normal, debido que el Sig. es menor a 0.05. Según la regla de decisión, se acepta la hipótesis alterna H_1 .

Contradicción de hipótesis

- Resultados de la contrastación

Para la contrastación de hipótesis se escogió la prueba numérica para muestras relacionadas, debido a que los datos corresponden al tiempo de traslado entre área, tanto para muestra pre test y post test.

Para realizar a contrastación de la hipótesis se hallaron los resultados de las siguientes pruebas, tanto la nula como la alterna:

H_0 : Si se implementa una Célula de Manufactura, entonces NO se reducirá el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.

H_1 : Si se implementa una Célula de Manufactura, entonces SÍ se reducirá el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.

Para llevar a cabo la contradicción de hipótesis se utilizó el programa SPSS, se aplicó la prueba Wilcoxon para muestras relacionadas, ya que, con los datos de pre test y post test dio como resultado prueba de normalidad no normal o no paramétrica para variables cuantitativas. Ver Tabla 39.

Tabla 39:

Prueba Wilcoxon de la variable dependiente 01

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La mediana de diferencias entre PRE TEST 1 y POST TEST 1 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.009	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 39, se obtuvo como resultado una significancia de 0.009.

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H_0), esto quiere decir, 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 o igual al 5,00% (Sig. \leq 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H_1), esto quiere decir, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador. Por ende, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1). Esto quiere decir que, si se implementa una Célula de Manufactura, entonces sí se reducirá el tiempo de traslados entre áreas.

- **Estadísticos descriptivos**

Por último, se presenta la tabla de estadísticos descriptivos, obtenidos por medio de la simulación en el SPSS, en relación a los datos de las muestras de la variable dependiente “tiempo de traslado entre áreas”. Dio como resultado la mediana, media,

varianza y desviación, la cual se comparará el contraste de la pre test y post test, véase la Tabla 40.

Tabla 40:

Análisis descriptivo SPSS variable dependiente 01

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
PRE TEST 1	Media	.0171	.00023
	Mediana	.0170	
	Varianza	.000	
	Desv. estándar	.00064	
POST TEST 1	Media	.0145	.00019
	Mediana	.0145	
	Varianza	.000	
	Desv. estándar	.00053	

Nota. Elaboración propia

La media es un promedio de datos y la mediana es el valor medio de todos los datos. Dicho esto, como se observa en la Tabla 40, los datos obtenidos en la Pre Test fue de una media de 0.171 y una mediana de 0.170 y con los datos Post Test fue de una media de 0.145 y una mediana de 0.145.

- **Segunda hipótesis específica**

H₂: Si se implementa la Metodología 5s, entonces se reducirán los tiempos por movimiento innecesarios en una empresa fabricante de calzado.

Prueba de normalidad

- Pre Test y Post Test: Muestra variable dependiente 02

Para realizar la segunda prueba de normalidad, previo se debió obtener los datos pre test y post test, los cuales serán usados en el programa estadístico SPSS. Estos datos nos dieron como consecuencia la segunda hipótesis específica (H₂). Dándonos los resultados de la prueba de normalidad y verificar si la distribución es normal o no normal.

Con datos obtenidos en el periodo entre julio y agosto del 2023, en un total de 8 semanas, mediante el programa estadístico SPSS, se realizará la prueba de normalidad. Ver Tabla 41.

Tabla 41:

Datos % de tiempo por movimientos innecesarios Pre test y Post test

Tiempo por movimientos innecesarios Pre-Test (%)	Tiempo por movimientos innecesarios Post- Test (%)
27.77%	8.56%
25.92%	8.49%
27.67%	8.56%
27.47%	8.65%
26.01%	8.05%
26.18%	8.09%
27.20%	8.48%
25.82%	8.12%

Nota. Elaboración propia

Se ingresó los datos al software SPSS, para obtener la prueba de normalidad. Procediendo a realizar la prueba tanto para el Pre-Test y Post-Test de la segunda hipótesis específica.

En donde se tiene en cuenta que:

- Test de Shapiro - Wilk: Muestra $n \leq 50$
- Test de Kolmogorov - Smirnov: Muestra $n > 50$

En la presente investigación la muestra $n = 8$ datos, por lo tanto, la muestra es menor a 50, se elige el nivel de significancia del Test de Shapiro-Wilk, ver Tabla 42.

Esta prueba se realizó para poder observar en cuánto difieren los datos observados con lo esperado en la investigación. De esta manera, determinar si es una distribución normal o no normal.

Tabla 42:*Tabla de normalidad de la variable dependiente 02*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRE TEST 2	.301	8	.031	.782	8	.018
POST TEST 2	.391	8	<.001	.641	8	<.001
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 42, el resultado de la prueba de normalidad arrojó un grado de significancia para el pre test de 0.018 y para el post test de <0.001, teniendo en cuenta que, ambos valores fueron menores a 0.05.

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 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 o igual 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.

Esto indica que los datos presentan una distribución no normal. Esto quiere decir, se acepta la hipótesis alterna (H_1).

Contradicción de hipótesis

- Resultados de la contrastación

Para la contrastación de hipótesis de la prueba numérica para muestras relacionadas, debido que se hace la prueba a la misma cantidad de operarios involucrados en la fabricación de calzado, tanto en la muestra pre test y post test.

Para realizar la contrastación de la hipótesis se hallaron los resultados de las siguientes pruebas, tanto la nula como la alterna:

H₀: Si se implementa la Metodología 5s, entonces **NO** se reducirá los tiempos por movimiento innecesarios en una empresa fabricante de calzado.

H₁: Si se implementa la Metodología 5s, entonces **SÍ** se reducirán los tiempos por movimiento innecesarios en una empresa fabricante de calzado.

Para llevar a cabo la contradicción de hipótesis se utilizó el programa SPSS, se aplicó la prueba Wilcoxon para muestras relacionadas, ya que, con los datos de pre test y post test dio como resultado prueba de normalidad no normal o no paramétrica para variables cuantitativas. Ver Tabla 43.

Tabla 43:

Prueba Wilcoxon de la variable dependiente 02

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La mediana de diferencias entre PRE TEST 2 y POST TEST 2 es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	.009	Rechace la hipótesis nula.
a. El nivel de significación es de .050.				
b. Se muestra la significancia asintótica.				

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 43, nos muestra la tabla realizada en el programa SPSS donde se obtuvo como resultado una significancia de 0.09.

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H_0), esto quiere decir, 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 o igual al 5,00% (Sig. \leq 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H_1), esto quiere decir, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador. Por ende, se rechazó la hipótesis nula (H_0) y se aceptó la hipótesis alterna (H_1). Esto quiere decir que, si se implementa la Metodología 5s, entonces sí se reducirán los tiempos por movimiento innecesarios en una empresa fabricante de calzado.

- **Estadísticos descriptivos**

Por último, se presenta la tabla de estadísticos descriptivos obtenidos por medio de la simulación en el SPSS, en relación a los datos de las muestras de la variable

dependiente “tiempo por movimiento innecesario”. Dio como resultado la mediana, media, varianza y desviación, la cual se comparará el contraste de la pre test y post test, véase la Tabla 44.

Tabla 44:

Análisis descriptivo SPSS variable dependiente 02

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
PRE TEST 2	Media	.2675	.00313
	Mediana	.2650	
	Varianza	.000	
	Desv. estándar	.00886	
POST TEST 2	Media	.0838	.00183
	Mediana	.0800	
	Varianza	.000	
	Desv. estándar	.00518	

Nota. Elaboración propia

La media es un promedio de datos y la mediana es el valor medio de todos los datos. Dicho esto, como se observa en la Tabla 44, los datos obtenidos en la Pre Test fue de una media de 0.2775 y una mediana de 0.2650 y con los datos Post Test fue de una media de 0.838 y una mediana de 0.800.

- **Tercera hipótesis específica**

H₃: Si se implementa un Mantenimiento autónomo, entonces disminuirá el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.

Prueba de normalidad

- Pre Test y Post Test: Muestra variable dependiente 03

Para realizar la tercera prueba de normalidad, previo se debió obtener los datos pre test y post test, los cuales serán usados en el programa estadístico SPSS. Estos datos nos dieron como consecuencia la segunda hipótesis específica (H₃). Dándonos los resultados de la prueba de normalidad y verificar si la distribución es normal o no normal.

Con datos obtenidos en el periodo entre julio y agosto del 2023, en un total de 8 semanas, mediante el programa estadístico SPSS, se realizará la prueba de normalidad. Ver Tabla 45.

Tabla 45:

Datos % de tiempo por parada de máquina Pre test y Post-test

Tiempo por parada de máquina Pre-Test (%)	Tiempo por parada de máquina Post- Test (%)
23.49%	9.36%
22.94%	10.12%
23.44%	8.22%
23.65%	10.42%
22.70%	8.53%
21.60%	10.36%
22.46%	9.25%
21.82%	9.38%

Nota. Elaboración propia

Se ingresó los datos al software SPSS, para obtener la prueba de normalidad. Procediendo a realizar la prueba tanto para el Pre-Test y Post-Test de la tercera hipótesis específica.

En donde se tiene en cuenta que:

- Test de Shapiro - Wilk: Muestra $n \leq 50$
- Test de Kolmogorov - Smirnov: Muestra $n > 50$

En la presente investigación la muestra $n = 8$ datos, por lo tanto, la muestra es menor a 50, se elige el nivel de significancia del Test de Shapiro-Wilk, ver Tabla 46.

Esta prueba se realizó para poder observar en cuánto difieren los datos observados con lo esperado en la investigación. De esta manera, determinar si es una distribución normal o no normal.

Tabla 46:*Tabla de normalidad de la variable dependiente 03*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRE TEST 3	.185	8	.200*	.921	8	.442
POST TEST 3	.168	8	.200*	.920	8	.427
*Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 46, el resultado de la prueba de normalidad arrojó un grado de significancia para el Pre-Test de 0.442 y para el Post-Test de 0.427, teniendo en cuenta que, ambos valores son mayores a 0.05.

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 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 o igual al 5,00% (Sig. \leq 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H_1). Por lo tanto, los datos de la muestra, **NO** siguen una distribución normal.

Esto indica que los datos presentan una distribución normal. Esto quiere decir, se acepta la hipótesis nula (H_0).

Contradicción de hipótesis

Para la contrastación de hipótesis de la prueba numérica para muestras relacionadas, debido que los datos corresponden a las máquinas de producción, tanto en la muestra pre test y post test.

Para realizar la contrastación de la hipótesis se hallaron los resultados de las siguientes pruebas, tanto la nula como la alterna:

H₀: Si se implementa un Mantenimiento autónomo, entonces NO disminuirá el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.

H₁: Si se implementa un Mantenimiento autónomo, entonces SÍ disminuirá el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.

Para llevar a cabo la contradicción de hipótesis se utilizó el programa SPSS, se aplicó la prueba T- Student para muestras relacionadas, ya que, con los datos de pre test y post test dio como resultado prueba de normalidad normal o paramétrica para variables cuantitativas. Ver Tabla 47.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$$

$$H_1: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

Tabla 47:

Comparación de medias de la variable dependiente 03

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Estándar	Media de error estándar
Par 1	PRE TEST 3	.227625	8	.00776928	.0027198
	POST TEST 3	.094550	8	.0081328	.0028754

Nota. Elaboración propia

De la Tabla 46, se obtuvo como resultado que la media de tiempo de para de la máquina pre es de 0.227625 y la media del tiempo de para Post es de .094550, esto quiere decir, que no cumple $H_0: \mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$, rechazándose la hipótesis nula, lo que significa que se acepta la H_1 .

Para confirmar este análisis, se realiza la prueba de T-Student. Ver Tabla 48.

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H_0), esto quiere decir, 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 o igual al 5,00% (Sig. =< 0,05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H_1), esto quiere decir, se acepta la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: SI se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

De la Tabla 48, se corrobora la prueba T-Student, $\text{Sig.} \leq 0,05$ siguiendo la regla de decisión se concluye que se rechaza la hipótesis nula (H_0), si se implementa un Mantenimiento autónomo, entonces **SÍ** disminuirá el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.

Tabla 48:

Prueba de T-Student de la variable dependiente 03

Pruebas de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
95% de intervalo de confianza de la diferencia								
	Media	Desv. Estándar	Media de error estándar	Inferior	Superior	t	gl	Sig.
Par 1	PRE TEST 3	.1330750	.0121646	.0043008	.1229052	30.942	7	<.0001
	POST TEST 3							

Nota. Elaboración propia

- **Estadísticos descriptivos**

Por último, se presenta la tabla de estadísticos descriptivos, obtenidos por medio de la simulación en el SPSS, en relación a los datos de las muestras de la variable dependiente “tiempo por parada de máquinas”. Dio como resultado la mediana, media, varianza y desviación, la cual se comparará el contraste de la pre test y post test, véase la Tabla 49.

Tabla 49:

Análisis descriptivo SPSS variable dependiente 03

Descriptivos			
		Estadístico	Error estándar
PRE TEST 3	Media	.227625	.0027198
	Mediana	.228200	
	Varianza	.000	
	Desv. estándar	.0076928	

POST TEST 3	Media	.094550	.0028754
	Mediana	.093700	
	Varianza	.000	
	Desv. estándar	.0081328	

Nota. Elaboración propia

La media es un promedio de datos y la mediana es el valor medio de todos los datos. Dicho esto, como se observa en la Tabla 49, los datos obtenidos en la Pre Test fue de una media de 0.227625 y una mediana de 0.228200 y con los datos Post Test fue de una media de 0.094550 y una mediana de 0.093700.

CONCLUSIONES

1. La implementación de la Célula de Manufactura, redujo de manera favorable el tiempo de traslado entre áreas por parte de los operarios. Se obtuvo como resultado el promedio ponderado Pre-Test de 1.71% a 1.48% Post-Test, logrando una diferencia del 0.23%. La disminución se logra porque los operarios ahora siguen un proceso de producción estándar y las estaciones de trabajo se encuentran distribuidas en base al flujo del proceso de fabricación de calzado.
2. Otros beneficios obtenidos a partir de la aplicación de la Célula de Manufactura, son la reducción de errores como el extravío de piezas y jabas, gracias a que el personal ha dejado de trasladar y depositar en diferentes lugares sus materiales y las jabas con corte de cuero. Ahora, trabajan siguiendo el estándar de operaciones establecido y respetando las fechas de entrega de pedido, indicadas en las hojas de ruta, que les son entregadas cuando hay una nueva orden de producción. Al inicio de la investigación el resultado Pre-Test fue de 1.71% y posterior a la implementación resultó en 1.48%, lográndose una mejora de 13.45%, optimización del tiempo logrado, gracias a la reducción de errores antes descritos.
3. La ejecución de la implementación de la metodología 5s reduce el tiempo por movimientos innecesarios. Se obtuvo como resultado el promedio ponderado Pre-Test de 26.75% a 8.38% Post-Test, siendo la diferencia de 18.37%. Logrando contar con áreas de trabajo limpias, ordenadas y organizadas que le permiten al operario localizar sus instrumentos de trabajo sin demora, optimizando los tiempos por operación, los cuales impactan directamente en el tiempo total del proceso de fabricación de calzado.
4. Otros beneficios de la metodología 5s, es el orden que se generó en el entorno de trabajo, teniendo pasillos libres para el tránsito de personal, también encontrar las herramientas más rápido, estando en un sitio más visible y al alcance, por otro lado, se mejoró en la limpieza el cual favorece para brindar un mejor servicio y disciplina por parte del personal. Esto influyó en la reducción de movimientos innecesarios, mejorando el flujo de trabajo, se vio resaltado en la toma de tiempos Pre -test de 26.75% y posterior a la implementación resultó en 8.38% en Post-Test, lográndose una mejora de 68.67% en cuanto al tiempo por movimientos innecesarios.
5. Con la implementación del Mantenimiento Autónomo se logró reducir el tiempo por parada de máquina. Se obtuvo como resultado el promedio ponderado Pre-Test de 22.76% y Post-Test de 9.45%, siendo la diferencia de 13.31%. Gracias al

mantenimiento diario realizado a las máquinas de producción y al conocimiento que han adquirido los operarios de ellas, el proceso de fabricación es más fluido, se han reducido las paradas y cuando se presentan fallas, son los mismos operarios quienes les dan solución.

6. La empresa fabricante de calzado cuenta con personal más capacitado en cuanto al desarrollo de sus labores, al funcionamiento y características de su equipo de trabajo. Igualmente, cuentan con las herramientas y conocimientos de que la aplicación de los pilares del Lean Manufacturing mejoran sus condiciones de trabajo. Podemos decir entonces, al inicio de la investigación el resultado Pre-Test fue de 22.76% y posterior a la implementación resultó en 1.48%, lográndose una mejora de 58.47% del tiempo por parada de máquina.
7. Por último, se concluye que, con la propuesta de la implementación de Lean Manufacturing se incrementó la productividad en el área de producción viéndose reflejada en la cantidad de docenas producidas diariamente, las cuales pasaron de 8 docenas diarias promedio a 10 docenas diarias en promedio; consiguiendo que se cumpla con las fechas de entrega de los pedidos.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda inspeccionar continuamente el flujo de trabajo, mantener procesos estándar y en base a ello, evaluar la eficiencia de la producción, garantizando el cumplimiento del plazo de entrega de los pedidos.
2. Dar seguimiento y control acerca de la metodología 5s, con el fin de mantener las áreas de trabajo limpio y ordenado, aumentando la productividad significativamente al disminuir los tiempos de búsqueda de materiales de trabajo.
3. Hacer seguimiento continuo y llevar un control de las inspecciones realizadas por los operarios a cada una de las máquinas de la planta, complementando el Mantenimiento Autónomo aplicado, reduciendo el deterioro y parada de los equipos.
4. Se recomienda realizar capacitaciones constantes al personal acerca de las herramientas (Célula de manufactura, Mantenimiento Autónomo) y metodologías (5s) a implementar para lograr un rápido entendimiento y ejecución de la misma mediante charlas grupales de 5 minutos antes de empezar las labores, lluvias de ideas o focus group, con el fin de reducir tiempos muertos y aumentar la productividad.

REFERENCIAS

- Alba Elubia (2014). “*Diagnóstico para reducir tiempo muerto en un restaurante. Propuesta de un programa de capacitación y desarrollo del personal en énfasis en la administración del tiempo para el alcance de metas*”.
- <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/05/43/Calel-Alba.pdf>
- Arisque, Yangali, Guerrero (2020). *La investigación científica*. 1era edición. Ecuador: Editorial Departamento de investigación y posgrados - Universidad del Ecuador.
- <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf>
- Arias (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica, 6ta edición*. Editorial Episteme.
- <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Baena (2017). *Metodología de la investigación. Serie integral por competencia 3era edición*. Editorial Patria.
- http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Bernal (2010). *Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México. Pearson Educación 3era. edición*. pág. 106
- <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Bilbao & Escobar (2020). *Investigación y Educación superior. 2da edición*. EE.UU: Editorial Lulu.com
- Castillo, Lady (2019). *Modelo Deming como estrategia competitiva para realizar el potencial administrativo*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.
- [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/34875/castillopineda%20ladyesmeralda2019.pdf.pdf?sequence=1#:~:text=El%20ciclo%20Deming%20\(PHVA\),y%20de%20ah%C3%AD%20en%20adelante.](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/34875/castillopineda%20ladyesmeralda2019.pdf.pdf?sequence=1#:~:text=El%20ciclo%20Deming%20(PHVA),y%20de%20ah%C3%AD%20en%20adelante.)
- Céspedes (2016). *Productividad en el Perú: medición, determinación e implicancias. 1era edición*. Universidad Del Pacifico.
- <https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1083/C%C3%A9spedesNikita2016.pdf>

- Chiavenato Idalberto (2007). *Administración de recursos humanos*. 8va. Edición. pág. 322.
https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/administracion_de_recursos_humanos_-_chiavenato.pdf
- Cholita Nuela (2014). “*Las líneas de producción y su incidencia en la calidad de los productos de la empresa ALHICE*”. pág. 32.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8231/1/190%20o.e..pdf>
- González Rosas, Angelina & Hernández Grimaldo, Humberto (2014). “*El mantenimiento autónomo es la base importante del mantenimiento productivo total en las Pymes*”. Pág. 86. Universidad Tecnológica de Tulancingo.
<https://promep.sep.gob.mx/archivospdf/MEMORIAS/Producto2381311.PDF>
- Hernández Gómez (2005). “*Optimización del proceso de diseño de zapatos en pro de la producción y ventas*”
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/22141/u260798.pdf?sequence=1>
- Hernández Matías, Vizán Idolpe (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI
- Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio (2014). “*Metodología de la investigación*”. 6ta edición. Interamericana Editores, S.A. De C.V.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- López Arias (2009). “*El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación*”. (pág. 14).
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf>
- López Curico & Chauca Sebastian & Medina Saldaña (2019). “*Análisis de las mermas en la determinación del impuesto a la renta de tercera categoría en las empresas madereras del distrito de Callería del departamento de Ucayali, 2016*”. pág. 5.
<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4029/000003654T-CONTABILIDAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muther (1970). *Distribución en planta*. 2da. Edición. Editorial Hispano Europea, Barcelona. España.
https://www.academia.edu/49232937/Distribucion_de_Planta_Richard_Muther
- Norma COVENIN 3049-93. *Norma Venezolana Mantenimiento, Definiciones*.
<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3049-93.pdf>
- Posada Hernández, Gabriel Jaime (2016). *Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos* Medellín. Editorial: Luis Amigo. Pág. 14.

- https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/120_Ebook-elementos_basicos.pdf
- Platas (2016). *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*. México, México: Grupo Editorial Patria.
- Rajadell, Sanchez (2010). *Lean Manufacturing – La evidencia de una necesidad*. Madrid: Diaz de Santos.
- Ramírez Cortés (2017). *Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de lean Manufacturing en la empresa Flowsolve Colombia S.A.S.* pág.18
<https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33108/Tesis%20Fabio%20Ramirez.pdf>
- Sailema Masaquiza, Mayra (2019). *Sistema de control de tiempos en producción basado en el modelo de gestión Lean Manufacturing*. Ecuador.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30375/1/578%20O.E..pdf>
- Sandhusen (2002). *La calidad de los servicios y la satisfacción del cliente, estrategias del marketing digital. Caso de estudio hacienda turística rancho los emilio's. Alausí*.
- Tejada, Ame Sophia (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Volumen XXXVI. Pág. 293.
- Tejada, Ame Sophia (2011). *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*. Volumen XXXVI. Pág. 294.
<https://www.redalyc.org/pdf/870/87019757005.pdf>
- Vargas Crisóstomo & Camero Jiménez (2021). *Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera* (pág. 249). *Revista Industrial Data* 24(2): 249-271 (2021)
<http://www.scielo.org.pe/pdf/idata/v24n2/1810-9993-idata-24-02-249.pdf>

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia

En la Tabla 50 se muestra la matriz de consistencia que será utilizada en la presente investigación.

Tabla 50:

Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Indicador VI	Variable Dependiente	Indicador VD
¿Cómo mejorar el tiempo del proceso productivo en una empresa fabricante de calzado?	Implementar un Lean Manufacturing para reducir el tiempo del proceso productivo en una empresa fabricante de calzado.	Si se implementa un Lean Manufacturing, entonces se reducirá el tiempo del proceso productivo en una empresa fabricante de calzado.	Lean Manufacturing	--	Tiempo del proceso productivo	--
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas				
¿Cómo reducir el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado?	Implementar una Célula de manufactura para reducir el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.	Si se implementa una Célula de manufactura, entonces se reducirá el tiempo de traslados entre áreas en una empresa fabricante de calzado.	Célula de manufactura	Si / No	Tiempo de traslados entre áreas	% (tiempo de traslados entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)
¿Cómo reducir el tiempo por movimientos innecesarios en una empresa fabricante de calzado?	Implementar la Metodología 5s para reducir los tiempos por movimientos innecesarios en una empresa fabricante de calzado.	Si se implementa la Metodología 5s, entonces se reducirán los tiempos por movimiento innecesarios en una empresa fabricante de calzado.	Metodología 5s	Si / No	Tiempo por movimientos innecesarios	% (Tiempo por movimientos innecesarios / Tiempo total del proceso productivo)
¿Cómo disminuir el tiempo de parada de máquina en una empresa fabricante de calzado?	Implementar un Mantenimiento autónomo para disminuir el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.	Si se implementa un Mantenimiento autónomo, entonces disminuirá el tiempo por parada de máquinas en una empresa fabricante de calzado.	Mantenimiento autónomo	Si / No	Tiempo por parada de máquina	% (Tiempo por parada de máquinas / Tiempo total del proceso productivo)

Nota. Elaboración propia

Anexo B: Matriz de Operacionalización

En la Tabla 51 se muestra la matriz de operacionalización que será utilizada en el presente estudio

Tabla 51:

Matriz de operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Célula de manufactura	Si/No	Es un grupo de maquinarias, equipo u operadores que se necesitan con el fin de lograr flexibilidad en la producción. (Tejeda, 2011, pág. 293)	Consiste en una nueva distribución de áreas para reducir el tiempo de traslado y el flujo sea continuo.
Metodología 5s	Si/No	Las 5s se pueden definir como una herramienta que ayuda a mejorar los hábitos en el trabajo para ser más eficiente y seguro a partir del orden y la limpieza. (Hernández y Vizán, 2013)	Implementación de la metodología 5s para mejorar el medio de trabajo, así poder incrementar la productividad y el rendimiento en la producción de calzado.
Mantenimiento autónomo	Si/No	Es involucrar al trabajador con el mantenimiento preventivo, así evitar paradas innecesarias y mejorar la efectividad de los equipos. (González & Hernández, 2014, pág. 86)	Consiste en capacitar al personal con respecto al mantenimiento de los equipos, así incrementar el rendimiento y productividad.

Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Tiempo de traslado entre áreas	% (tiempo de traslado entre áreas / Tiempo total del proceso productivo)	Movimiento interno en una empresa, donde se recorre una distancia para realizar otra operación en el proceso de producción (ACACIA, 2021)	Reporte de tiempo recorrido.
Tiempo por movimientos innecesarios	% (tiempo por movimientos innecesarios / Tiempo total del proceso productivo)	Son los movimientos realizados por el operario al realizar una operación que conlleva a la realización de su labor, con lo cual se requiere disminuir los movimientos que estén fuera de su área de trabajo, así mantener a su alcance todas las herramientas necesarias. (Sailema, 2019, pág. 17).	Reporte de tiempo para la ubicación de herramientas.
Tiempo por parada de máquina	% (tiempo por parada de máquina / Tiempo total del proceso productivo)	Tiempo de una máquina o equipo el cual genera retraso en la producción (García, 2006)	Reporte de tiempo recorrido.

Nota. Elaboración propia

Anexo C: Carta de autorización de la empresa



INDUSTRIAS LASTER S.A.C.

Independencia, 15 de febrero del 2023

Señores.

Universidad Ricardo Palma.

De nuestra consideración:

Por medio de la presente, autorizamos a la señorita bachiller Sandoval Rosales Aldana y a su compañero de tesis, el señor Villavicencio Pinto Cesar, a fin que puedan utilizar los datos específicos, figuras o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis, dicha información pase a ser de carácter público dentro de los fines académicos que son propios de la naturaleza de este tipo de trabajos, entre los cuales esta su publicación, una vez concluido el mismo, en el repositorio de la universidad Ricardo Palma .

Atentamente,

INDUSTRIAS LASTER S.A.C.
RUC: 20522769852