



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Lean Manufacturing para incrementar la productividad de una empresa
fabricante de productos con vidrio plano

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Industrial

AUTORES

Cuaresma Osorio, Miguel Humberto

ORCID: 0009-0006-4442-9775

Portocarrero Chávez, Liz Karen

ORCID: 0009-0002-8366-2634

ASESOR

Gomez Meza, Juan Jacinto

ORCID: 0000-0002-1543-6814

Lima – Perú

2023

Metadatos Complementarios

Datos de los autores

Cuaresma Osorio, Miguel Humberto

DNI: 72200480

Portocarrero Chávez, Liz Karen

DNI: 73698664

Datos del asesor

Gomez Meza, Juan Jacinto

DNI: 09304991

Datos del jurado

JURADO 1

Oqueliz Martinez, Carlos Alberto

DNI: 08385398

ORCID: 0000-0003-4872-7471

JURADO 2

Rodriguez Vasquez, Miguel Alberto

DNI: 08544988

ORCID: 0000-0001-9829-2571

JURADO 3

Cervera Cervera, Ever

DNI: 09542911

ORCID: 0000-0001-7192-644X

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Miguel Humberto Cuaresma Osorio con código de estudiante N° 201421127, con DNI N° 72200480, con domicilio en Mz C Lt 13 Urb La Basilia, distrito San Juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima, y Liz Karen Portocarrero Chávez, con código de estudiante N° 201420246, con DNI N° 733698664, con domicilio en Av. Aviación 2020, distrito La Victoria, 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 INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE PRODUCTOS CON VIDRIO PLANO” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Dr. Juan Jacinto Gomez Meza, 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 23% 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 asumo 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/ trabajo de suficiencia profesional/ proyecto de investigación) 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, 10 de octubre de 2023



Miguel Humberto Cuaresma Osorio
DNI N° 72200480



Liz Karen Portocarrero Chávez
DNI N° 73698664

INFORME DE ORIGINALIDAD - TURNITIN

Lean Manufacturing para incrementar la productividad de una empresa fabricante de productos con vidrio plano

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	23%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	16%
2	www.transparencia.org.pe Fuente de Internet	1%
3	www.cien.adexperu.org.pe Fuente de Internet	1%
4	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	repository.unilibre.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1%

Mg. Ing. Victor Manuel Thompson Schreiber
Coordinador Programa Titulación per Tesis - T115
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis amados padres, quienes han sido una constante fuente de inspiración y un apoyo fundamental que me han mantenido firme en la búsqueda de mis metas académicas a lo largo de los cinco años de mi carrera universitaria.

Liz Karen Portocarrero Chávez

Dedico esta tesis principalmente a Dios por brindarme la fuerza necesaria para cumplir mis metas, a mis queridos padres quienes me fomentan a ser mejor cada día y me acompañan en cada paso que doy, finalmente se lo dedico a mis familiares que desde el cielo son la luz que me guían para seguir adelante.

Miguel Humberto Cuaresma Osorio

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarnos la sabiduría para tomar decisiones que nos han beneficiado y por permitirnos tener la oportunidad de culminar exitosamente nuestra carrera universitaria.

A nuestras queridas familias por siempre respaldarnos, brindarnos su apoyo emocional en los momentos de desafío y por compartir la emoción por celebrar cada uno de nuestros triunfos.

Liz Karen Portocarrero Chávez
Miguel Humberto Cuaresma Osorio

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	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Formulación del problema	16
1.2.1 Problema general	16
1.2.2 Problemas específicos.....	16
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática.....	17
1.5 Importancia y justificación	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	21
2.1 Marco histórico	21
2.2 Antecedentes del estudio de investigación	22
2.2.1. Antecedentes nacionales	22
2.2.2 Antecedentes internacionales.....	28
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	33
2.3.1. Lean Manufacturing.....	33
2.3.2 Value Stream Mapping	34
2.3.3 Método 5S.....	38
2.3.4 Poka Yoke.....	45
2.4 Definición de términos básicos.....	50

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis (figuras, mapas conceptuales) ...	51
2.6 Hipótesis	52
2.6.1 Hipótesis general.....	52
2.6.2 Hipótesis específicas.....	52
2.7 Variables	53
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	54
3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación	54
3.2 Población y muestra.....	55
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
3.3.1 Técnicas e instrumentos.....	57
3.3.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	58
3.4 Procedimientos para la recolección de datos	59
3.5 Descripción de procedimientos de análisis de datos.....	60
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	61
4.1 Resultados.....	61
4.1.1 Generalidades.....	61
4.1.2 Objetivo N° 1: Implementar el Value Stream Mapping para incrementar el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.	63
4.1.2.1 Situación Antes (Pre Test)	63
4.1.2.2 Aplicación de método VSM	66
4.1.2.3 Situación después (Post Test)	70
4.1.3 Objetivo N° 2: Implementar el Método 5S para incrementar la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.....	73
4.1.3.1 Situación Antes (Pre Test)	73
4.1.3.2 Aplicación de método 5S.....	75
4.1.3.3 Situación después (Post Test)	107
4.1.4 Objetivo N° 3: Implementar el Poka Yoke para reducir los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.	109
4.1.4.1 Situación Antes (Pre Test)	109
4.1.4.2 Aplicación del Poka Yoke	111
4.1.4.3 Situación Después (Post Test)	115
4.1.5 Resumen de resultados.....	117

4.2 Análisis de resultados	118
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES.....	140
REFERENCIAS.....	141
ANEXOS	145
Anexo A: Matriz de consistencia.....	145
Anexo B: Matriz de operacionalización	147
Anexo C: Permiso de la empresa.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Evolución de las importaciones peruanas enero - abril de 2016-2020.....	3
Tabla 2: Comportamiento del mercado de vidrio plano - Nivel mundial.....	5
Tabla 3: Cuadro de frecuencia de errores	13
Tabla 4: Unidad de análisis, población y muestras PRE y POST por cada variable dependiente	57
Tabla 5: Consolidado de técnicas e instrumentos utilizados	58
Tabla 6: Consolidado de validez y confiabilidad.....	59
Tabla 7: Consolidado de técnicas e instrumentos utilizados	60
Tabla 8: Lista detallada por operación.....	63
Tabla 9: Cuadro de pedidos pre tomados al azar	65
Tabla 10: Cuadro de datos Pre Test	66
Tabla 11: Cuadro de pedidos post tomados al azar	71
Tabla 12: Cuadro de datos Post Test	72
Tabla 13: Cuadro de tiempos reales tomados como muestra inicial.....	73
Tabla 14: Cuadro de datos Pre Test	74
Tabla 15: Presupuesto 5S.....	75
Tabla 16: Auditoría de diagnóstico inicial.....	76
Tabla 17: Frecuencia de uso de los ítems necesarios del almacén de materia prima	88
Tabla 18: Auditoría de seguimiento 1.....	92
Tabla 19: Auditoría de seguimiento 2.....	97
Tabla 20: Auditoría de seguimiento 3.....	100
Tabla 21: Auditoría final.....	104
Tabla 22: Cuadro de tiempos reales tomados como muestra final	107
Tabla 23: Cuadro de datos Post Test	108
Tabla 24: Cuadro de número de operaciones reales tomadas como muestra inicial ...	110
Tabla 25: Cuadro de datos Pre Test	111
Tabla 26: Presupuesto para la capacitación en Poka Yoke.....	114
Tabla 27: Presupuesto para la implementación del Poka Yoke.....	115
Tabla 28: Cuadro de número de operaciones reales tomadas como muestra final	115
Tabla 29: Cuadro de datos Post Test	116
Tabla 30: Resumen de resultados	117
Tabla 31: Muestra Pre test y Post test del porcentaje de rendimiento	120

Tabla 32: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre test y Post test.....	120
Tabla 33: Prueba de normalidad Pre Test.....	122
Tabla 34: Prueba de normalidad Post Test	122
Tabla 35: Resultados de la contrastación.....	125
Tabla 36: Muestra Pre test y Post test del tiempo de respuesta del almacén de materia prima	126
Tabla 37: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre test y Post test.....	127
Tabla 38: Prueba de normalidad Pre Test.....	128
Tabla 39: Prueba de normalidad Post Test	128
Tabla 40: Resultados de la contrastación.....	131
Tabla 41: Muestra Pre test y Post test del N° de operaciones semanales	132
Tabla 42: Estadísticos descriptivos de las muestras Pre test y Post test.....	133
Tabla 43: Prueba de normalidad Pre Test.....	134
Tabla 44: Prueba de normalidad Post Test	134
Tabla 45: Resultados de la contrastación.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pronóstico de la demanda de vidrio plano (2019/2024).....	6
Figura 2: Distribución de la demanda de vidrio plano (2020 – 2021).....	6
Figura 3: Diagrama de causa – efecto.....	9
Figura 4: Frontis de Área de Operaciones de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. 10	
Figura 5: Frontis de Área de Almacén de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	11
Figura 6: Frontis de SSHH de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.....	11
Figura 7: Frontis de Área Administrativa de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. 12	
Figura 8: Producto no conforme de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	12
Figura 9: Diagrama de Pareto	14
Figura 10: Ubicación geográfica de la organización en estudio.....	17
Figura 11: Herramientas Lean	33
Figura 12: Diagrama VSM	37
Figura 13: Comité 5S.....	43
Figura 14: Tarjeta roja	44
Figura 15: Formato de Poka Yoke.....	49
Figura 16: Mapa conceptual	51
Figura 17: Mapa semántico.....	52
Figura 18: Ventas del año 2023 de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	61
Figura 19: Organigrama de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.....	62
Figura 20: Pasos para la implementación del Método VSM	66
Figura 21: VSM Inicial: Proyecto ACEROS Y CONCRETOS SAC	68
Figura 22: VSM Propuesto	70
Figura 23: Gráfica Pre Test – Post Test.....	72
Figura 24: Pasos para la implementación del Método 5S.....	75
Figura 25: Resultados de la auditoría de diagnóstico inicial	79
Figura 26: Plan de implementación	80
Figura 27: Acta de compromiso.....	81
Figura 28: Comité 5S.....	82
Figura 29: Capacitación 5S.....	83
Figura 30: Objetos necesarios e innecesarios sin clasificar	83
Figura 31: Modelo de tarjeta roja	84
Figura 32: Aplicación de la tarjeta roja	85

Figura 33: Desecho de elementos innecesarios	86
Figura 34: Área de trabajo sin delimitación.....	87
Figura 35: Tablero de herramientas mal usado y en mal estado.....	89
Figura 36: Primer tablero de herramientas ordenado y clasificado	89
Figura 37: Segundo tablero de herramientas ordenado y clasificado	90
Figura 38: Limpieza general en proceso	90
Figura 39: Lista de verificación de limpieza	91
Figura 40: Resultados de la auditoría de seguimiento 1	94
Figura 41: Publicaciones sobre la metodología 5S	96
Figura 42: Resultados de la auditoría de seguimiento 2	99
Figura 43: Resultados de la auditoría de seguimiento 3	103
Figura 44: Resultados de la auditoría final	106
Figura 45: Gráfica Pre Test – Post Test.....	109
Figura 46: Pasos para la implementación del Poka Yoke.....	111
Figura 47: Hilo posicionado en la ventana	112
Figura 48: Formato con datos llenos.....	113
Figura 49: Capacitación	114
Figura 50: Gráfica Pre Test – Post Test.....	117

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se buscó incrementar la productividad mediante la implementación del Lean Manufacturing en una empresa especializada en fabricación de productos con vidrio plano. Para ello se buscó resolver los problemas de rendimiento, eficacia y reprocesos con la aplicación del Value Stream Mapping, Método 5S y Poka Yoke. El estudio se llevó a cabo utilizando un enfoque cuantitativo aplicado, con un nivel explicativo y un diseño de tipo cuasi experimental. Para la variable "Eficiencia", la población y muestra de estudio abarcó los rendimientos obtenidos. Para la variable "Eficacia", se consideró la eficacia del almacén de materia prima como población, utilizando el tiempo real promedio semanal como muestra. Por último, en lo que respecta a la variable "Reprocesos", tanto la población como la muestra se basaron en el número de operaciones. La implementación del Value Stream Mapping permitió identificar las actividades que no aportan valor al proceso, además de posibilitar la selección de las herramientas y métodos más apropiados para mejorar el rendimiento en esta empresa, gracias a la implementación de dichas herramientas conseguimos aumentar el rendimiento promedio en un 10.31%. Adicionalmente, la implementación del método 5S facilitó el acceso a los materiales requeridos en el taller, mejorando el tiempo de respuesta del almacén de materia prima, logrando incrementar la eficacia en un 27.40%. Por último, implementar el Poka Yoke en el taller de maquinado resultó en una considerable reducción de los reprocesos, bajando el indicador de reprocesos en un 54.84%.

Palabras Clave: Lean Manufacturing, Método 5S, Poka Yoke, productividad, Value Stream Mapping.

ABSTRACT

The present thesis, the aim was to enhance productivity through the implementation of Lean Manufacturing in a company specialized in the production of products with flat glass. To achieve this, performance, efficiency, and reprocessing issues were addressed through the application of Value Stream Mapping, the 5S Method, and Poka Yoke. The study was conducted using an applied quantitative approach, with an explanatory level and a quasi-experimental design. For the "Efficiency" variable, the population and study sample encompassed the yields obtained. Concerning the "Effectiveness" variable, the effectiveness of the raw material warehouse was considered as the population, using the average real weekly time as the sample. Finally, regarding the "Reworks" variable, both the population and the sample were based on the number of operations. The application of Value Stream Mapping allows for the identification of activities that do not add value to the process, enabling the selection of the most appropriate tools and methods to improve performance in this company. Thanks to the implementation of these tools, we managed to increase the average yield by 10.31%. Additionally, the implementation of the 5S method facilitated access to the materials required in the workshop, improving the response time of the raw material warehouse, increasing efficiency by 27.40%. Finally, implementing Poka Yoke in the machine shop resulted in a considerable reduction in rework, lowering the rework indicator by 54.84%.

Keywords: Lean Manufacturing, Poka Yoke, productivity, 5S Methodology, Value Stream Mapping.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo como propósito implementar la manufactura esbelta en la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. debido al bajo rendimiento provocado por los reprocesos y a la baja eficacia del almacén de materia prima, lo que afectaba en la productividad de la organización. Nuestro trabajo de investigación se compone de los siguientes capítulos:

En el capítulo I: Planteamiento del problema, se esquematiza la descripción del problema, el problema general y los específicos, el objetivo general y los específicos, la delimitación de la investigación, la importancia y la justificación.

En el capítulo II: Marco teórico, se presenta marco histórico, antecedentes nacionales e internacionales, estructura teórica y científica, términos básicos, fundamentos teóricos, hipótesis general y específicas, variables dependientes e independientes.

En el capítulo III: Marco metodológico, se expone el enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, los criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos y la descripción del método de análisis de la información.

En el capítulo IV: Presentación y análisis de resultados de la investigación, se muestran las generalidades de la empresa, la presentación de la situación antes de la implementación de cada herramienta, el paso a paso de la aplicación de las herramientas, la situación posterior a la implementación de las herramientas de mejora, finalmente se muestra la interpretación de los resultados, las pruebas de normalidad, pruebas de hipótesis, la prueba T student y estadísticos descriptivos obtenidos del programa IBM SPSS Statistics.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones, así como las referencias y anexos.

En términos de responsabilidad ética profesional, este estudio ha sido aprobado por la autoridad competente de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. Esta investigación es auténtica y original, se tuvo cuidado de preservar el anonimato de los empleados. La información es auténtica y es obtenida de una base de datos gestionada por la empresa.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Una de las dificultades que más perjudica tanto en las sociedades de América Latina como las del Caribe es conseguir una vivienda de calidad, lo que trae como consecuencia un elevado porcentaje de viviendas informales. De acuerdo a un estudio de Inter-American Development Bank (IDB) en América Latina, existen al menos 5 millones de familias que son dependientes de otras familias para conseguir un lugar en donde vivir, más tres millones habitan en casas que no se encuentran en las condiciones adecuadas para habitar y más de 34 millones de familias carecen de servicios básicos en sus viviendas.

Por otro lado, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la emergencia sanitaria desencadenada por la pandemia de COVID-19 impactó negativamente en la empleabilidad. El impacto negativo varió en diferentes industrias, siendo la industria de la construcción, entre muchas otras, la que se vio afectada por la pandemia. Siendo la construcción un sector que se encuentra bastante ligado a los cambios que puedan presentar los ciclos económicos, tanto los negocios como los colaboradores pertenecientes a este sector están en una situación de vulnerabilidad ante la gran disminución de las obras de construcción por las restricciones que han dictado los gobiernos en esta actividad económica a causa de la pandemia. Como consecuencia, el ritmo de construcción del sector de los edificios multifamiliares se pausó, lo que provocó el alargamiento de los plazos tanto en el cierre de los proyectos inmobiliarios como en el inicio de nuevas obras, provocando un profundo efecto en la industria de la construcción.

Una de las consecuencias que dejó que todas las obras de construcción se paralizarán a causa de la pandemia se evidencia en los altos porcentajes de desempleo. Los gobiernos de América Latina, en promedio, asignan el 28% del presupuesto total destinado a infraestructura para el transporte público, abarcando el transporte terrestre, ferroviario, aéreo, entre otros; y el 19.7% para la construcción de viviendas y servicios comunitarios, como sistemas públicos de abastecimiento de agua y servicio alumbrado eléctrico. Por lo tanto, el sector construcción es un gran generador de trabajo, de acuerdo a la OIT, en América Latina y el Caribe, al 2018 en la industria de la construcción se contrató directamente al 7.5% de la Población Económicamente Activa (PEA).

De acuerdo a la Asociación de Exportadores (ADEX), de enero a abril de 2020, las importaciones de Perú han disminuido en -13.65% en comparación al año anterior. En cuanto a las importaciones peruanas, la participación porcentual en el sector tradicional fue 13.59% y en el no tradicional fue 86.41%. Siendo su variación porcentual 2020 y 2019 al mes de abril de -23.82 y -11.79% respectivamente. Por otro lado, de acuerdo a la Tabla 1, en el caso de la importación de minerales no metálicos la variación porcentual 2020/ 2019 al mes de abril fue de -9.59%.

Tabla 1

Evolución de las importaciones peruanas enero - abril de 2016-2020

(Valor CIF en US\$ Millones)

Sector	2016	2017	2018	2019	2020	Var.% 2020/2019	Part.% 2020	Crec.% 2020/2016
Total	11,407	12,315	13,873	3,898	12,001	-13.65%	100.0%	1.28%
Total tradicional	1,134	1,935	2,364	2,140	1,631	-23.82%	13.59%	9.51%
Agro tradicional	84	135	101	79	83	6.0%	0.69%	-0.19%
Pesca tradicional	7	4	10	2	2	-15.28%	0.01%	-31.95%
Petróleo y gas natural	1,033	1,755	2,168	2,005	1,507	-24.84%	12.55%	9.9%
Minería tradicional	10	42	84	55	39	-29.23%	0.33%	40.47%
Total no tradicional	10,273	10,379	11,509	11,757	10,371	-11.79%	86.41%	0.24%
Agropecuaria y agroindustrias	1,260	1,463	1,498	1,560	1,567	0.43	13.06%	5.59%
Textil	307	318	354	381	301	-21.08%	2.51%	-0.55%
Prendas de vestir	208	216	254	274	236	-13.67%	1.97%	3.25%
Pesca	75	82	102	89	109	22.52%	0.91%	10.03%
Metalmecánico	4,488	4,295	4,833	4,682	3,913	-16.43%	32.6%	-3.37%
Químico	2,094	2,243	2,422	2,614	2,337	-10.6%	19.47%	2.78%
Siderúrgico y metalúrgico	724	670	796	823	811	-1.44%	6.76%	2.89%
Minería no metálica	211	208	242	246	223	-9.59%	1.86%	1.29%

Maderas	102	95	102	124	105	-15.74%	0.87%	0.66%
Varios	804	789	906	963	769	-20.16%	6.41%	-1.1%

Fuente: SUNAT - Adex Data Trade

Elaboración: CIEN - Inteligencia Comercial

Dentro de la caída de las importaciones de minería no metálica, se encuentra afectada también la importación de vidrio plano proveniente de diversos países. Esta disminución se atribuyó a las restricciones impuestas al comercio mundial, la recesión económica que afectó a muchas empresas afectando también la oferta de vidrio plano, la cual también disminuyó obligando a los compradores a ajustar sus estrategias de compra y distribución a sus clientes nacionales para adaptarse a estos cambios. En general, la pandemia ha causado un efecto dominó en varias industrias, incluida la del vidrio, que tardará en recuperarse totalmente.

Es importante tener en cuenta que el vidrio ha desempeñado un papel en la economía mundial, ya que es un material versátil que sirve de insumo para diversos productos tales como las ventanas y espejos, los cristales de los edificios y automóviles, el vidrio que sirve como embalaje y los diferentes adornos de mesa, como fibra de vidrio para aislar y reforzar y todos los derivados del vidrio óptico, así como, sus diferentes usos en la electrónica.

Al profundizar en cifras del mercado mundial observamos que la industria del vidrio plano es multimillonaria, con una demanda en aumento, los fabricantes buscan innovar produciendo vidrios planos más resistentes y duraderos que puedan soportar los requisitos cambiantes del mundo actual; sin embargo, el vidrio plano se enfrenta a desafíos, ya que puede ser caro de producir y transportar, además de que existe la preocupación por el impacto medioambiental de su fabricación.

Como podemos visualizar en la Tabla 2, el comercio del vidrio plano ha aumentado gradualmente a nivel mundial a lo largo de los años antes de la pandemia, donde podemos destacar el crecimiento del mercado belga que aumentó en un 89.97% entre los años 2001 y 2019.

Tabla 2*Comportamiento del mercado de vidrio plano - Nivel mundial*

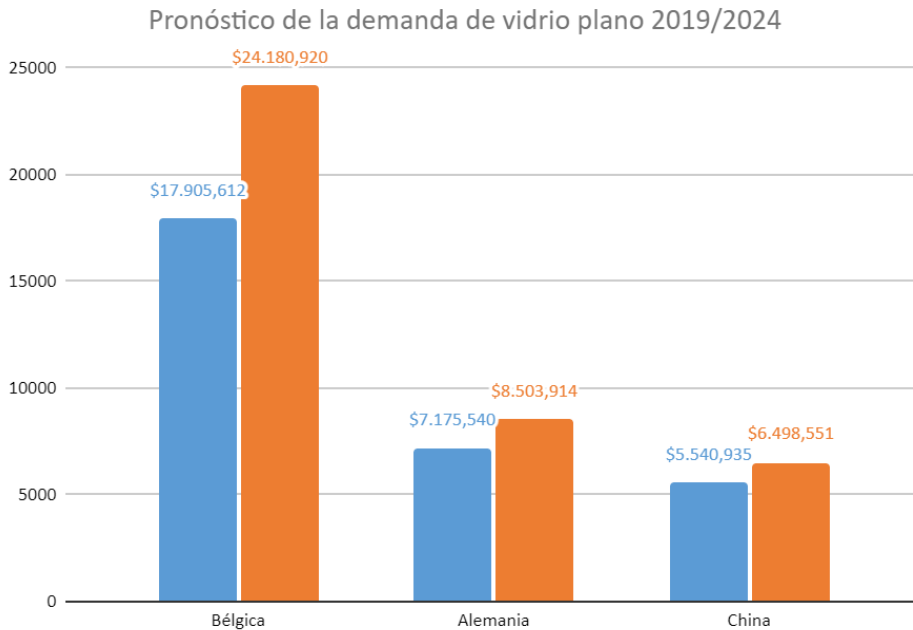
País	Ingresos (mil dólares)				Crecimiento 2001/2019	Ingresos 2024 (mil dólares)	Crecimiento 2019/2024
	2001	2007	2013	2019			
Bélgica	1,796	9,048	16,196	17,905	Bélgica	1,796	9,048
Alemania	3,717	6,830	6,716	7,175	Alemania	3,717	6,830
China	3,460	5,085	5,600	5,541	China	3,460	5,085
USA	2,771	4,281	3,448	3,367	USA	2,771	4,281
Francia	2,411	4,677	4,826	3194	Francia	2,411	4,677
Japón	1,960	3,458	2,677	2,783	Japón	1,960	3,458
Hong Kong	1,856	3,246	2,898	2,760	Hong Kong	1,856	3,246
Austria	508	1,543	1,723	2,269	Austria	508	1,543
R. Checa	1,062	2,184	1,865	1,884	R. Checa	1,062	2,184
Polonia	1,005	1,395	1,646	1,780	Polonia	1,005	1,395
España	684	1,160	2,257	1,776	España	684	1,160
Corea del Sur	803	1545	1788	1626	Corea del Sur	803	1545
Malasia	580	1,216	1,311	1,446	Malasia	580	1,216
Italia	1,033	1,509	1,221	1,293	Italia	1,033	1,509

Fuente: Info Data (2001-2019)

En la Figura 1 podemos visualizar que el pronóstico para el año 2024 es favorable, esperando un crecimiento del 25.95% en Bélgica, del 15.62% en Alemania y del 14.74% en China; lo que nos garantiza la estabilidad del mercado de vidrio plano a nivel mundial.

Figura 1

Pronóstico de la demanda de vidrio plano (2019/2024)

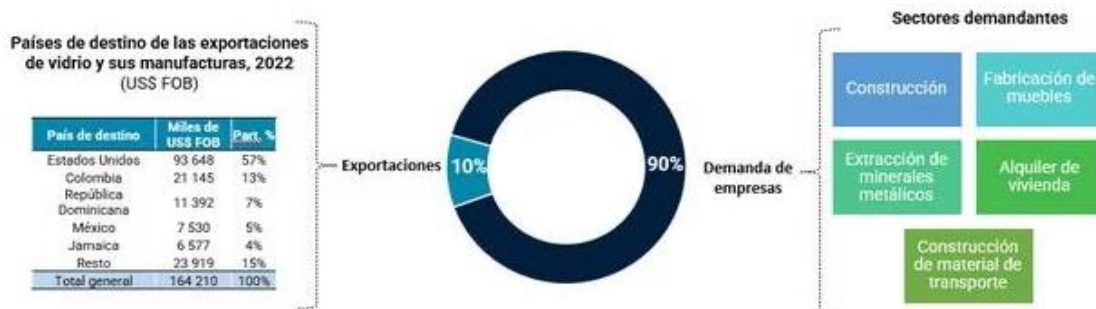


Fuente: Info Data (2001-2019)

En la Figura 2 se puede contemplar el registro de los servicios ofrecidos de vidrio plano en el Perú durante los años 2020 y 2021, como se puede apreciar es el ámbito nacional con un 90% el más demandante en los sectores de construcción, fabricación de muebles, extracción de minerales, alquiler de viviendas y construcción de material de transporte.

Figura 2

Distribución de la demanda de vidrio plano (2020 - 2021)



Fuente: Aduanas, INEI (2020-2021)

Para satisfacer la creciente demanda de vidrio plano, varios fabricantes ampliaron sus instalaciones de producción en Perú. La producción de vidrio plano o también llamado

vidrio flotado implica varios procesos, incluyendo la fusión a altas temperaturas de arena de sílice, ceniza de sosa y piedra caliza, flotación del líquido resultante sobre estaño fundido, seguido de su enfriamiento hasta alcanzar un estado sólido; este proceso permite crear una hoja de vidrio de grosor uniforme y sin distorsiones ni imperfecciones. Estos fabricantes utilizaron las últimas tecnologías y métodos para producir vidrio plano con elevados índices de calidad para satisfacer las necesidades que la industria de la construcción tiene.

Sin embargo, la producción de vidrio plano también implica varios retos medioambientales, su fabricación genera niveles significativos en el medio ambiente por la emisión de dióxido de carbono y dióxido de azufre. Por lo tanto, los fabricantes han adoptado métodos sostenibles para minimizar el impacto medioambiental de sus operaciones.

En general, el uso de vidrio plano en Perú ha tenido un impacto positivo en la economía y las infraestructuras del país. A medida que la demanda de este material de construcción esencial sigue creciendo, la industria del vidrio de Perú se encuentra en una posición que le permite satisfacer las necesidades que sus clientes tienen, garantizando al mismo tiempo prácticas de producción tanto sostenibles como responsables.

Perú se está convirtiendo poco a poco en un centro de producción de vidrio plano. Gracias a sus abundantes recursos naturales y a su economía en crecimiento, Perú alberga actualmente varias empresas demandantes de vidrio plano de alta calidad, por lo que los proveedores se centran en todo el proceso, que inicia con la compra de las materias primas y culmina con la aplicación de los toques finales, garantizando que cada pieza de vidrio plano cumpla con rigurosos estándares de calidad. Como resultado, Perú es ahora un productor de vidrio plano que está preparado para continuar su crecimiento en esta área durante muchos años.

Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. es una empresa que viene trabajando en el sector de multiservicios con vidrio plano, ha desarrollado proyectos de arquitectura e ingeniería como son viviendas, oficinas, hoteles, comercio, residencias, entre otros; es una organización en pleno crecimiento dedicada en su mayoría a la instalación de vidriería en proyectos inmobiliarios, que viene trabajando más de 12 años dentro del mercado.

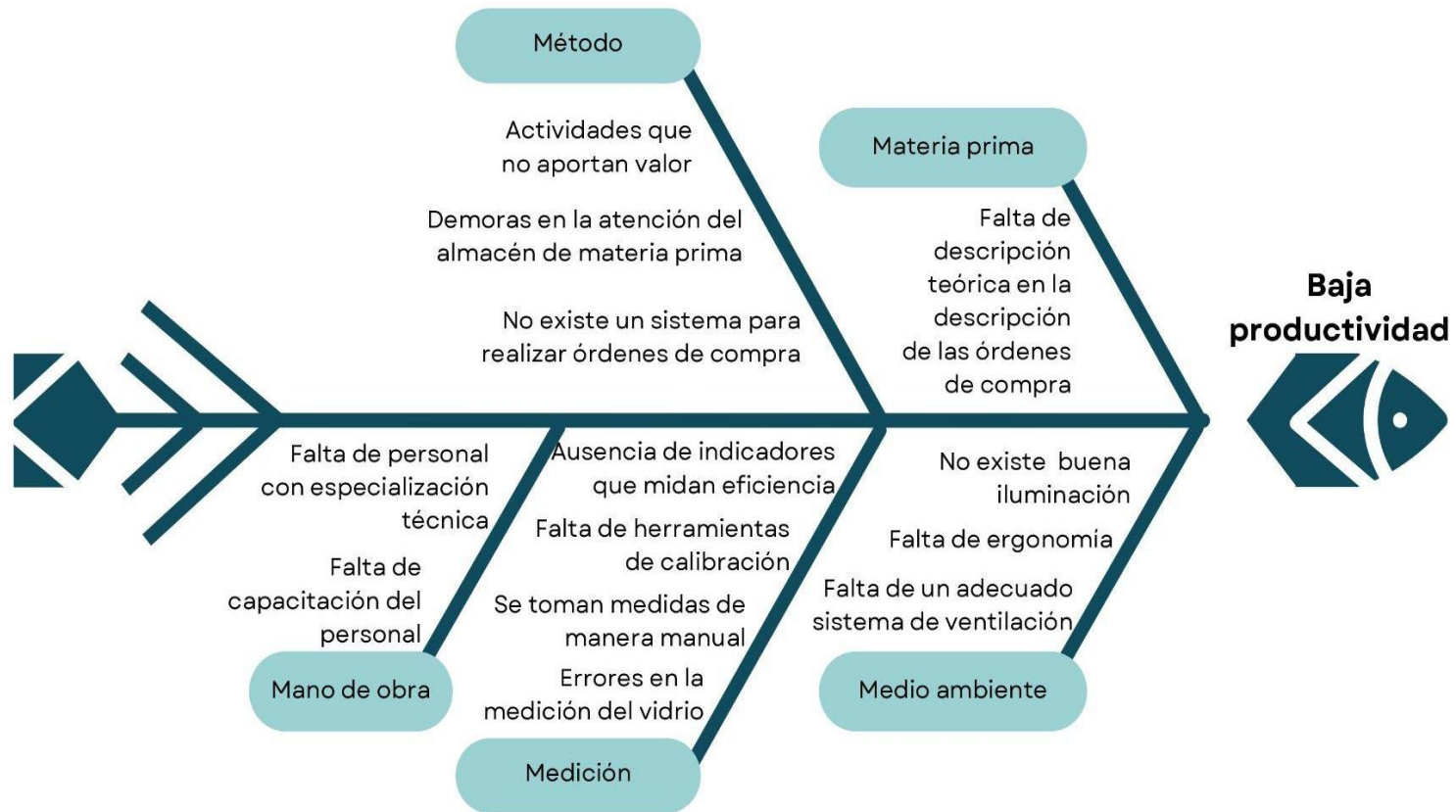
Adicionalmente es propietaria de un local, en el que se encuentra su taller, en el distrito de Pachacamac en Mza. H Lt. 3 Asc. Coronel Gregorio Albarracín.

En la empresa tienen 12 colaboradores, siendo 10 de ellos los colaboradores operativos en el taller, muchos de ellos cuentan con amplia experiencia desempeñando sus funciones. El negocio atravesaba ciertas dificultades que afectaban considerablemente su productividad, debido principalmente al bajo rendimiento del proceso productivo, a la baja eficacia del almacén de materia prima y al elevado número de operaciones por reprocesos. Asimismo, se identificaron problemas en la falta de información técnica para la compra de materia prima, falta de un mecanismo que prevenga errores en el método, ausencia de capacitaciones para el personal, así también se identificó que no se cuenta con herramientas de calibración para evitar errores en la medición, así como la falta de un ambiente ordenado y ergonómico para la buena ejecución de actividades y tareas.

Por lo que, mediante el Diagrama de Ishikawa de la Figura 3 podemos visualizar de manera detallada las posibles causantes de los problemas que presenta la empresa, con la siguiente relación causa-efecto buscamos observar y analizar el principal problema de la presente investigación.

Figura 3

Diagrama de causa - efecto



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta las causas del problema de baja productividad que tiene la empresa:

- Errores en la medición del vidrio.
- Se toman las medidas de manera manual.
- No existe un sistema para realizar las órdenes de compra.
- Demoras en la atención del almacén de materia prima.
- Actividades que no aportan valor.
- Falta de información teórica en la descripción de las órdenes de compra.
- Falta de personal con especialización técnica.
- Falta de capacitación del personal.
- Ausencia de indicadores que midan la eficiencia.
- Falta de herramientas de calibración.
- No existe buena iluminación.
- Falta de ergonomía.
- Falta de un adecuado sistema de ventilación.

Figura 4

Frontis de Área de Operaciones de Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, se aprecia la mala organización del espacio, lo que evidencia la aglomeración de elementos que no eran necesarios en el ambiente de trabajo, así como obstáculos en el suelo.

Figura 5

Frontis de Área de Almacén de Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 podemos evidenciar desorganización del almacén, las canaletas no se encuentran clasificadas por medida o tipo de perfil ocasionando retrasos en la respuesta y mala toma de inventarios.

Figura 6

Frontis de SSHH de Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se evidencia el acceso dificultoso a los SSHH del taller debido a la mala organización, ubicación y delimitación del almacén, esta situación podría provocar un posible riesgo a los trabajadores.

Figura 7

Frontis de Área Administrativa de Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se observa que el área administrativa se encuentra desorganizada, sin clasificación ni limpieza, tales características ocasionaban retrasos en las actividades operativas realizadas por el área.

Figura 8

Producto no conforme de Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 podemos evidenciar ventanales observados por el cliente final, debido a que presentaban no conformidad; este problema ocasionó reprocesos debido a la falta de una herramienta que controle las etapas del proceso evitando errores.

A continuación, se presenta el Cuadro de Frecuencia de Errores de la Tabla 3 tomando en cuenta las causas detalladas en el Diagrama de Ishikawa, con el fin de determinar aquellas causas que son más relevantes con el problema de baja productividad de la empresa en la que se está realizando el análisis.

Tabla 3

Cuadro de frecuencia de errores

Causas de la baja productividad	Frecuencia	% Frecuencia	Frecuencia acumulada	% Frecuencia acumulada
Actividades que no aportan valor	531	17,28%	531	17,28%
Demoras en la atención del materia prima	487	15,85%	1018	33,13%
Errores en la medición del vidrio	429	13,96%	1447	47,09%
No existe un sistema para realizar las Órdenes de Compras	347	11,29%	1794	58,38%
Falta de información técnica en la descripción de las Órdenes de Compras	284	9,24%	2078	67,62%
Se toman las medidas de manera manual	235	7,65%	2313	75,27%
Ausencia de indicadores que midan la eficiencia	160	5,21%	2473	80,48%
Falta de herramientas de calibración	147	4,78%	2620	85,26%
Falta de personal con especialización técnica	120	3,90%	2740	89,16%
Falta de capacitación del personal	108	3,51%	2848	92,68%
Falta de ergonomía	94	3,06%	2942	95,74%
No existe buena iluminación	79	2,57%	3021	98,31%
Falta de un adecuado sistema de ventilación	52	1,69%	3073	100,00%
Total	3073	100,00%		

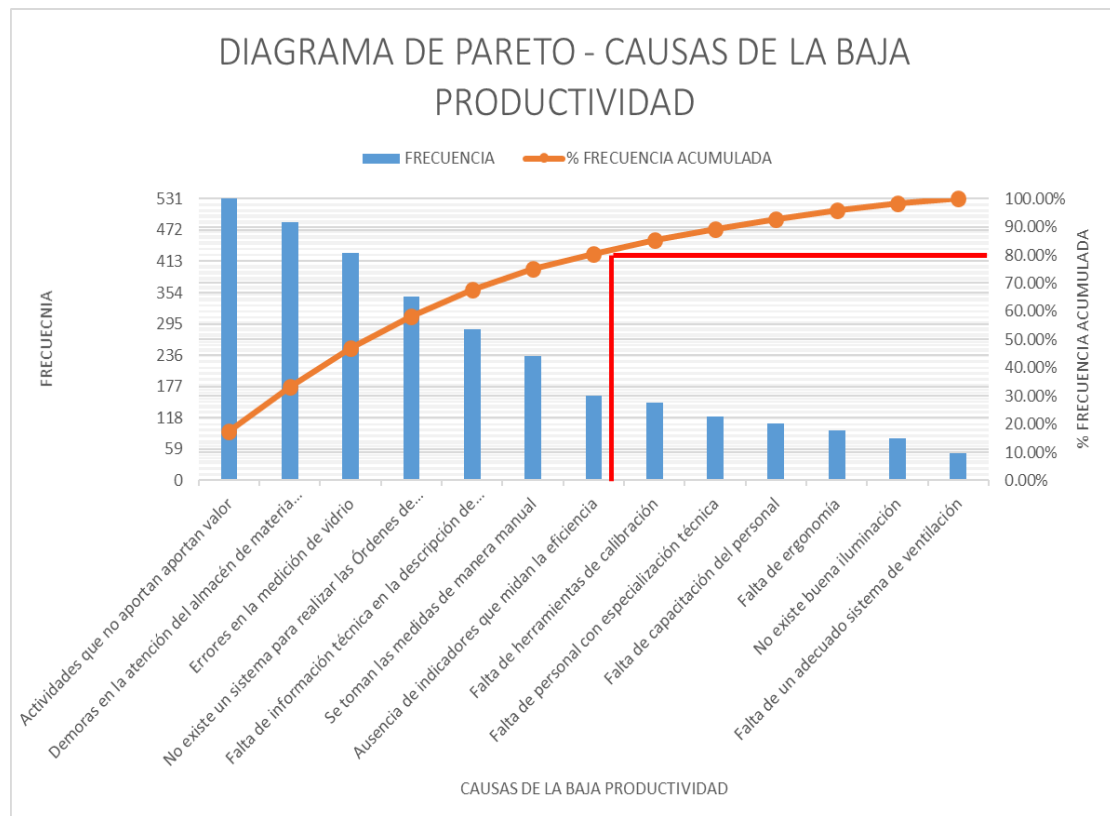
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3 se muestran las frecuencias de las causas del bajo nivel de productividad ordenadas de manera decreciente en Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.: 17.28% corresponde a la existencia de actividades que no aportan valor al proceso, 15.85% corresponde a las demoras en la atención del almacén de materia prima, 13.96% errores en la medición del vidrio, 11.29% corresponde a la falta de un sistema para realizar órdenes de compra, 9.24% corresponde a la falta de información técnica en las órdenes de pedido, 7.65% corresponde a la toma de medidas de manera manual, 5.21% corresponde a la ausencia de indicadores que midan la eficiencia, 4.78% corresponde a la falta de herramientas de calibración, 3.90% corresponde a la falta de personal especializado, 3.51% corresponde a la falta de capacitación de personal, 3.06% corresponde a la falta de ergonomía, 2.57% corresponde a una mala iluminación en el taller y 1.69% corresponde a la falta de un adecuado sistema de ventilación.

Las causas presentadas anteriormente en el Cuadro de Frecuencia de Errores nos ayudaron a construir el Diagrama de Pareto que se presenta en la Figura 9.

Figura 9

Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

El primer problema que detectamos es el bajo nivel de rendimiento, debido a que existen actividades que generan mayor valor agregado que la empresa de estudio viene realizando y que se deben estudiar con una mayor profundidad. Para lograr un mejor entendimiento de estas actividades que incrementan el Lead Time que como consecuencia afectan el tiempo de ciclo y poder realizar un diagnóstico del proceso, empleamos la herramienta Value Stream Mapping.

El segundo problema era el alto tiempo de respuesta del almacén de materia prima, esto se debía al caos del almacén de materia prima ocasionado por dos factores. El primero se debía a cantidades de compras de materia prima por encima de lo necesario para proyectos de baja demanda, quedando la compra restante en el almacén por un largo tiempo. El segundo se debía a la falta de verificación del stock en el almacén donde se encuentra la materia prima antes de realizar la compra del insumo, disminuyendo el índice de rotación de stock de dicho insumo. Debido a la naturaleza que presentaba la empresa trabajando con un sistema pull, la materia prima seguía almacenada hasta que era requerida de acuerdo a las especificaciones de un nuevo proyecto. Debido a la incidencia de este problema, hacía falta un mayor orden, clasificación y limpieza de los espacios de almacenamiento, esto redujo los gastos y evitó perder capital por contar con materiales almacenados por grandes periodos de tiempo, lo que podía conllevar a la quiebra de la empresa debido a que las MYPES son muy sensibles a la falta de liquidez. Se planteó la implementación de la metodología 5S, lo que incrementó el porcentaje de eficacia por tiempo de atención.

Finalmente, el tercer problema de mayor significancia eran los reprocesos que se daban durante la fabricación debido a dos factores. El primero, era que la toma de medidas inicial se realizaba a mano, lo cual ocasionaba fallos por no entender bien lo digitado. Por otro lado, estaban los fallos de corte, debido a errores por parte de los operarios. Ambos factores conllevaron a la fabricación de productos con defectos debido a que no cumplían con las especificaciones, pérdida de material y retrabajo. Los defectos ocasionaban desperdicios de material y pérdida de tiempo que podían llevar a la empresa a no cumplir con los plazos de entrega de productos terminados establecidos en los contratos con el cliente, perdiendo la confianza de los consumidores, perdiendo competitividad en el mercado por lo cual la empresa podía quebrar. La implementación del método Poka Yoke,

un método a prueba de errores, redujo los reprocesos y por consecuencia, las pérdidas que generaban los reprocesos.

A causa de los problemas detallados previamente, el Lean Manufacturing era lo que la empresa necesitaba para aumentar su productividad en la fabricación de productos de vidrio plano, comenzando desde el incremento de la eficacia del almacén de materia prima mediante la implementación del Método 5S, hasta la reducción de los reprocesos con la ayuda del Poka Yoke.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la implementación de Lean Manufacturing incrementará la productividad en una empresa fabricante de productos con vidrios planos?

1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cómo incrementar el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos?
- b) ¿Cómo incrementar la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos?
- c) ¿Cómo reducir los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Incrementar la productividad en una empresa fabricante de productos con vidrios planos mediante la implementación del Lean Manufacturing.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Incrementar el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos mediante la implementación del Value Stream Mapping.
- b) Incrementar la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos mediante la implementación del Método 5S.
- c) Reducir los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos mediante la implementación del Poka Yoke.

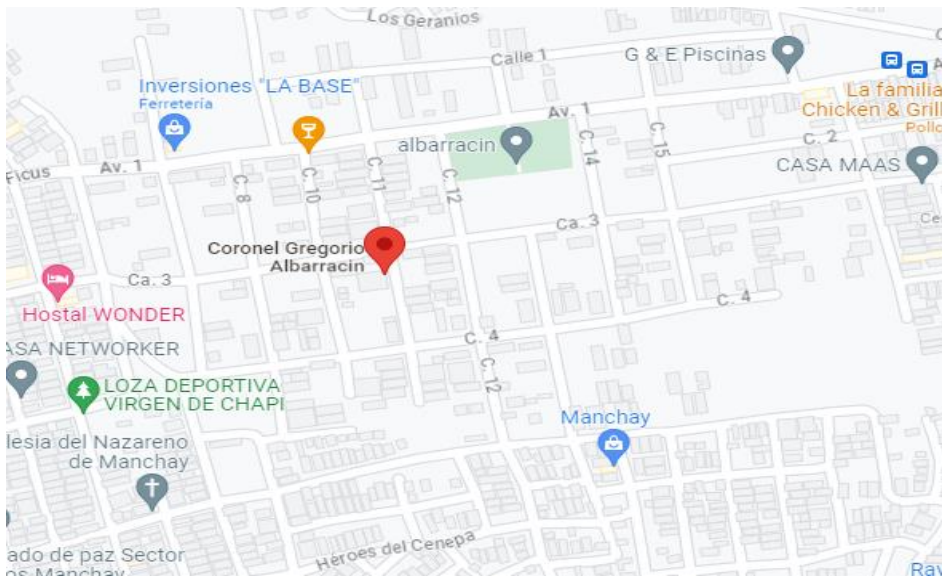
1.4 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

✓ Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C., una empresa fabricante de productos con vidrio plano, ubicada en Pachacamac (Ver Figura 10).

Figura 10

Ubicación geográfica de la organización en estudio



Fuente: Google Maps

✓ Delimitación temporal

Inicio del proyecto de la tesis	Implementación de la tesis	Tesis culminada
Abril 2023	Junio - Agosto 2023	Noviembre 2023

✓ Delimitación teórica

La presente investigación buscó implementar el Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa.

1.5 Importancia y justificación

✓ Importancia

La importancia del presente trabajo de investigación se vio reflejada en el incremento de la productividad de una empresa perteneciente al rubro de vidrios, esto se logró a través de la optimización del área de diseño, compras, fabricación y almacén de materia prima, lo cual dotó a la empresa de estudio de elementos diferenciadores en el mercado en el que compete. Como parte de esta diferenciación, se aseguró que la empresa cumpliera tanto con los requisitos del cliente como de los plazos de entrega que se establecieron en el contrato. Adicionalmente, este estudio permitió mejorar el entorno laboral mejorando las condiciones actuales de trabajo, elevando la satisfacción de los trabajadores, lo cual contribuyó a afianzar el compromiso de los mismos hacia la empresa. Finalmente, este estudio contribuyó con la formación de conocimientos a través de las experiencias y resultados que se obtuvieron con la puesta en práctica de dicho modelo en una empresa fabricante de productos con vidrios planos que busca mejorar su productividad.

✓ **Justificaciones del estudio**

- **Justificación práctica**

“La investigación se considera práctica si desarrolla un problema que se puede resolver, o al menos sugiere una estrategia que, si se aplica, puede ayudar a resolver el problema” (Bernal, 2010, p. 106).

La investigación tiene una justificación práctica, ya que propuso soluciones a problemas existentes mediante la aplicación de Lean Manufacturing, con lo que se logró incrementar la productividad, debido a que se incrementó el rendimiento del proceso, se redujeron los tiempos de atención del almacén de materia prima y se redujo el costo por reprocesos; es decir, se optimizaron dichas áreas.

Además, se disminuyeron los tiempos de las actividades con valor agregado para las diversas áreas de la empresa que producen productos de vidrio plano, lo que dará como resultado un modelo de gestión con mayor rendimiento. Dicho modelo puede ser utilizado también en otras empresas.

- **Justificación teórica**

“Determinar la importancia de investigar un problema en el desarrollo de la teoría científica significa que la investigación contribuirá a la innovación científica” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 220).

La presente investigación se desarrolló buscando obtener mejoras en el servicio de fabricación de productos con vidrio plano de la empresa empleando las teorías existentes, a partir de la revisión de investigaciones, libros, etc.; así se mejoró la productividad con el uso de herramientas de mejora logrando obtener una mejor organización, orden y limpieza en dicha área de trabajo. Este estudio también pudo probar si la teoría utilizada y los resultados obtenidos confirman que son consistentes con las expectativas basadas en la teoría que se analizaron con anterioridad. Asimismo, sirve de base para otras investigaciones sobre todo para empresas fabricantes de productos con vidrio templado que muchas veces son ajenas a estas técnicas de mejora teniendo como objetivo incrementar la productividad lo que condujo a un mejor posicionamiento ante la competencia.

- **Justificación metodológica**

“Cuando se demuestra que el uso de ciertos métodos y herramientas de investigación pueden ser utilizados en otros estudios futuros. Puede ser una nueva técnica o herramienta, tales como cuestionarios, pruebas, pruebas de hipótesis, modelos, parcelas de muestreo, etc.” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 221).

La presente investigación aplicó la herramienta 5S, el Poka Yoke y VSM (Value Stream Mapping) para implementar el Lean Manufacturing, adicionalmente, se desarrolló los indicadores y registros correspondientes para cumplir con las metas planteadas utilizando técnicas de investigación como el procesamiento y recolección de datos, así como también la contrastación de la hipótesis bajo el método científico.

Los resultados alcanzados también fueron fidedignos, porque dicha implementación se realizó a través de una cadena de métodos; asimismo, la investigación se ejecutó de acuerdo con el procedimiento implantado por el método científico.

- **Justificación económica**

“La investigación debe probar si los fondos invertidos en la investigación pueden recuperarse” (Baena, 2017, p. 74).

La investigación se justifica económicamente ya que por medio de la implementación del Lean Manufacturing se logró incrementar la productividad de una empresa fabricante de productos con vidrios planos, mejoró el control y distribución de la materia prima en el almacén y se disminuyó los productos en proceso al reducir los reprocesos y por lo tanto disminuyó los costos logísticos; ese ahorro monetario se utilizó para emplear en otras mejoras que favorecieron a la organización.

- **Justificación social**

“Cuando los problemas sociales que afectan a los grupos sociales se discuten en la investigación” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 221).

Desde la perspectiva social, los clientes se favorecieron de obtener un servicio que cumpliera con sus necesidades y expectativas. De igual manera, los empleados experimentaron considerables ventajas, dado que tuvieron acceso a un depósito con materiales organizados de manera adecuada, listos para ser empleados, favoreciendo el uso óptimo de sus tiempos. Por lo tanto el entorno social fue beneficiado mejorando su calidad de vida.

- **Justificación ecológica**

“La reutilización de los materiales existentes disminuye la cantidad total de desechos que deben desecharse, lo que se interpreta en menos vertederos y menos polución del aire por la incineración de desechos, también ralentiza la degradación del medio ambiente” (Gómez, 2003, p. 39).

Desde el punto de vista ecológico, la reducción de reprocesos en la elaboración de productos elaborados a base de vidrio plano, conllevó a disminuir desperdicio de materia prima como vidrio plano y perfiles metálicos. Por otro lado, se redujo la contaminación por aerosoles, ya que un producto terminado implica también un proceso de pintado.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Las primeras técnicas en cuanto a la búsqueda de una mejor productividad iniciaron en las primeras décadas del siglo XX con el estudio de la organización del trabajo de Taylor y la introducción de la primera producción de automóviles usando el método de fabricación en masa.

Fue a finales del siglo XX que Sakichi Toyoda, fundador del grupo Toyota, tuvo el primer pensamiento Lean creando un dispositivo para detectar inconvenientes en los telares y alertar a los operarios con un aviso ante la rotura de un hilo. Esta máquina representó la automatización de un trabajo que se realizaba de manera manual. Este avance incorporó una capacidad de detección de errores en la máquina, siguiendo el principio de 'Jidoka', el cual confiere a la máquina una cualidad humanizada. La interrupción de la producción en caso de defectos en algún elemento evitaba la fabricación de productos con errores, facilitando así que un solo operador pueda supervisar diferentes máquinas simultáneamente, generando un aumento significativo en la productividad.

Kiichiro Toyoda creó esta filosofía, y optó por establecer una “situación ideal de creación, donde máquinas, instalaciones y personas trabajan juntos para añadir valor, sin generar desperdicios”. Desarrolló métodos y técnicas destinadas a desaparecer los residuos de las distintas actividades, en las estaciones de producción así como en los demás procesos. Como consecuencia de este esfuerzo, surgió el enfoque conocido como el método Justo a Tiempo (Just in Time, JIT).

Eiji Toyoda incrementó la eficiencia de los operadores al introducir el sistema Justo a Tiempo, dando lugar a la creación del Sistema de Producción Toyota (TPS). Este modelo se fundamentó en la producción de lo necesario, en el momento en que el cliente lo demanda. Esta filosofía se complementa con la reducción de los tiempos de cambio de herramientas mediante el sistema SMED, junto con diversas técnicas que enriquecieron el sistema Toyota. Taiichi Ohno, con el respaldo de Eiji Toyoda, desempeñó un papel crucial en la instauración del Sistema de Producción Toyota y en el establecimiento de los cimientos del espíritu de Toyota para "crear las cosas", también conocido como el "Modelo Toyota".

Luego de la crisis del petróleo de 1973, Toyota se sobresalió gracias a su sistema JIT o TPS, en contraste con otras empresas japonesas que sufrían pérdidas. En este contexto, el gobierno de Japón promovió la expansión del modelo de Toyota entre otras compañías, y la industria japonesa comenzó a forjar su posición de ventaja competitiva. No fue sino a principios de los años 90 que el enfoque japonés se introdujo en Occidente a través de la publicación de Womack, Jones y Roos titulada "La máquina que cambió el mundo". En esta obra se describen las propiedades de un innovador sistema de fabricación que amalgamaban eficacia, adaptabilidad y excelencia, presentando por vez primera la noción de Manufactura Esbelta.

Actualmente, el Sistema de Producción Lean de Toyota se ha implementado de forma completa o adaptado en diversas empresas. La Metodología Lean ha avanzado hacia novedosas utilidades especializadas, como Lean Health, Lean Construction y Lean Service. El denominador común en todas estas áreas es la colaboración entre la alta dirección, mandos medios y operadores, definiendo principios de calidad para mejorar el trabajo, optimizar los resultados y adaptar la Mejora Continua de manera constante en todas las zonas corporativas, empleando diversas técnicas y métodos como Value Stream Mapping, 5S y Poka Yoke.

2.2 Antecedentes del estudio de investigación

2.2.1. Antecedentes nacionales

Según Córdova, M. y Molleapaza, R. (2021) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial "Implementación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Estructuras Metálicas CORNEJO E.I.R.L." expuesta en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, tuvo en cuenta lo siguiente: Como objetivo general, determinó poner en marcha herramientas de Lean Manufacturing para acrecentar la productividad en la compañía Estructuras Metálicas CORNEJO E.I.R.L.; para su primera variable trabajó con una población que comprendió los 25 equipos de la empresa con una muestra de 15 equipos, para su segunda variable trabajó con una población que comprendió los 15 trabajadores de la empresa con una muestra de 10 trabajadores, finalmente para su tercera variable trabajó con una población que comprendió los 14 productos que ofrece la empresa con una muestra similar; así mismo utilizó como instrumento los registros de contenido documental y la observación directa, con una

estudio cuantitativo de tipo aplicado, nivel experimental y diseño cuasi experimental. Llegó a las siguientes deducciones:

1. Se logró un aumento del 88% de 6,7 fallas por semana a 0,8 fallas por semana mediante la implementación del pilar de mantenimiento programado, que se confirmó que reduce el número de errores de equipos en el área de producción.
2. Quedó evidenciado que la producción semanal aumentó en un 57% después de que se implementó el método 5S, pasando de 8.1 productos por semana a 12.7 productos por semana.
3. Los hallazgos demostraron que se puede pasar de 11.25 horas de producción por producto a 9.01 horas de producción por producto, mediante el método Kanban aumentó el suministro de materiales en un 24 %.
4. Finalmente, los resultados muestran que la aplicación de métodos de Lean Manufacturing puede incrementar la productividad de las empresas de la industria metalmeccánica.

El principal aporte del antecedente al presente estudio fue la propuesta de implementar el método Lean Manufacturing como nuevo sistema de gestión para incrementar la productividad de las empresas. En lugar de incurrir en incidencias repetitivas sugiere el uso de herramientas Lean que faciliten una gestión más eficiente reduciendo los costos y permitiendo una rápida implementación.

Según Bernal, A. y Tipian, C. (2022) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Implementación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad en el Operador Logístico Torres S.A.C.” expuesto en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, tuvo en cuenta lo siguiente: Como objetivo general, determinó poner en marcha herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el Operador Logístico Torres S.A.C.; para su primera variable trabajó con una población y muestra similares de tiempos de preparación de mercadería, para su segunda variable trabajó con una población y muestra similares de actividades improductivas en la carga de la mercadería, finalmente para su tercera variable trabajó con una población y muestra similares de recorridos en el área de operaciones; así mismo utilizó como instrumento el registro de observación directa, con un estudio cuantitativo

de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. Llegó a las siguientes deducciones:

1. La conclusión es que el enfoque de Lean Manufacturing es eficaz para aumentar la productividad en el campo de operaciones si se sigue la capacitación continua y la estandarización de procesos.
2. Se ha comprobado que implementando los “5 porqués” se pueden identificar actividades o tareas que no agregan valor al proceso; por lo tanto, se pueden identificar posibles soluciones que, al ser implementadas, pueden disminuir el número de actividades en el proceso de carga de mercancías hasta en 8 actividades.
3. Al utilizar el método 5S se puede disminuir el tiempo total del proceso de preparación en 110.63 minutos, con lo cual se puede concluir una reducción del 46.40%, debido a que se aprovecha mejor el área de operación se puede concluir que el área de trabajo tiene así un ambiente más seguro para prevenir casos de accidentes en el trabajo.
4. Con la incorporación del “Diagrama Espagueti” se redistribuyeron los puestos de trabajo, lo que resultó en una reducción del 48,49% en el recorrido total requerido para el correcto funcionamiento de las actividades.

La contribución del antecedente a la investigación fue la propuesta de aplicar la metodología 5S para disminuir el tiempo total de operación en una determinada área; debido a la clasificación, la organización y la limpieza se aprovechan mejor los espacios en el área, obteniendo un ambiente de trabajo más eficiente y más seguro para la prevención de accidentes laborales.

Según Alanoca, S. y Flores, V. (2022) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Propuesta de aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial” expuesta en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, tuvo en cuenta lo siguiente: Como objetivo general, determinó aplicar Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de paletas de crema en una empresa agroindustrial; la población de estudio incluyó la producción de paletas bañadas, las cuales son cubiertas de chocolate; las paletas de frío, las cuales son paletas de hielo y las paletas de crema de helado, las cuales no tienen cobertura de chocolate ni son de hielo, por lo mismo su nombre: paletas de crema, de las cuales estas últimas se realizó el estudio y se tomó como muestra; así mismo utilizó como

instrumento el registro de contenido documental y una entrevista, con una investigación cuantitativa de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. Arribó a las siguientes conclusiones:

1. Con la implementación del sistema de control de insumos en la empresa agroindustrial, se espera que el número de unidades que faltan en la producción de Creamsicle se reduzca, disminuyendo el porcentaje de unidades que faltan por año de 4.14% a 1.50%.
2. Con la aplicación del mantenimiento independiente, se espera que el índice OEE de la línea de producción de bandejas de crema aumente del 55,52% al 59,17% y mejore la OEE reduciendo el tiempo de inactividad no planificado de los equipos de embalaje mediante la aplicación de mantenimiento autónomo.
3. Se espera que la implementación de la herramienta Poka Yoke reduzca el reciclaje de paletas de crema del 3,30% al 1,94%. Para eliminar el error del operador al cargar la cadena de arrastre en la máquina empacadora, se reduce el retrabajo instalando equipos llamados paletizadores semiautomáticos.
4. Se espera que la productividad global aumente de S/2.14 a S/2.23 al implementar las recomendaciones de mejora de este estudio. Esto significa que ganan S/2.14 por cada energía solar invertida, y ahora bajo la propuesta de mejora estamos viendo S/2.23 por cada energía solar invertida.
5. Se estima que la implementación de estas recomendaciones, tomando en cuenta los costos totales de procesamiento y faltantes, reducirá los costos de S/ 71 166,73 a S/ 26 471,83, lo que se traducirá en un ahorro de S/ 44 694,89. Se requiere una inversión de S/10,649 para realizar este proyecto de tesis, pero la disminución de costos es superior a la inversión, lo cual ciertamente nos resulta práctico.

La aportación clave del antecedente a la investigación radicó en la sugerencia de aplicar el concepto de Poka Yoke con el objetivo de minimizar los reprocesos. Esta implementación se llevó a cabo a través de la introducción de un dispositivo innovador conocido como Paletera Semiautomática. Su función principal es prevenir errores cometidos por los operadores durante la cadena de arrastre de la máquina empaquetadora.

Según Cárdenas, S. y Pezo, G. (2021) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la

productividad en el área de laminado de la empresa Mubaplast” mostrada en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, tuvo en cuenta lo siguiente: Como objetivo general, determinó aplicar las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la zona de laminado de la industria Mubaplast; para su primera variable trabajó con una población de 409001 kg de producción y una muestra de total de mermas de 30870 kg, para su segunda variable trabajó con una población de 672 trabajos producidos y una muestra de 18 incidentes registrados, finalmente para su tercera variable trabajó con una población de 960 horas trabajadas y muestra de 843 horas de set-up; así mismo utilizó como instrumento el registro de observación directa, con un estudio cuantitativo de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. Alcanzó las siguientes conclusiones:

1. Los autores del estudio llegaron a la conclusión de que la aplicación del método PDCA disminuyó la cantidad de material perdido debido a daños y aumentó la productividad en un 70% durante el período previo y posterior a la prueba.
2. Se ha demostrado que la herramienta Poka Yoke reduce los errores de proceso y aumenta la productividad en un 83% durante los períodos de prueba previos y posteriores del estudio.
3. Se logró un aumento del 26% en la productividad entre la ejecución del estudio anterior y posterior a la prueba mediante el uso del método SMED para acortar los tiempos de configuración de la máquina y los cambios de bobina entre los trabajos de laminación.
4. En última instancia, el uso de Lean Manufacturing ha logrado aumentar la producción, mejorar el área circundante y aumentar la efectividad del proceso.

La contribución significativa de esta investigación a nuestra tesis reside en la detallada demostración de un notorio aumento en la productividad, logrado mediante la implementación exitosa del método Poka Yoke. Este aporte no solo valida la pertinencia del Poka Yoke como herramienta efectiva, sino que también destaca su potencial para generar mejoras tangibles y sostenibles en la productividad, lo que enriquece significativamente la calidad y relevancia de nuestra investigación.

Según Angulo, J. y Medrano, A. (2019) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Implementación de un plan de mejora para optimizar la

productividad en una empresa fabricante de piezas de fibra de vidrio” expuesta en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, tuvo en cuenta lo siguiente: Como objetivo general, determinó establecer en qué dimensión la implementación de un plan de mejora aumentará la productividad en la industria Fibras Alfa E.I.R.L.; trabajó con distintas poblaciones conformadas por distintas líneas de producción, como son la línea de producción de guardafangos, línea de producción de tapas laterales, línea de producción de bandejas y línea de producción de máscaras de motocarro; así mismo utilizó como instrumento el registro de observación directa y las encuestas, con un estudio cuantitativo de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. Arribó a los siguientes resultados:

1. La implementación del programa de mejora aseguró un aumento del 12,29% en la productividad del fabricante de componentes de fibra de vidrio. Por lo tanto, es fundamental utilizar herramientas económicas como el estudio de tiempos, diagramas de flujo, aplicación de métodos 5S e implementación de nuevos diseños de fábrica para lograr mejoras que afecten la productividad.
2. Como resultado de la implementación del programa de mejora, el tiempo de producción estándar para el fabricante de piezas de fibra de vidrio se redujo en un 14,42%. Por lo tanto, es importante utilizar estudios de tiempos y el método 5S para estandarizar primero y luego reducir el tiempo de producción.
3. La implementación del programa de mejora permitió al fabricante de piezas de fibra de vidrio reducir los costos de producción en un 12,87%. Por lo tanto, es importante aplicar el método 5S y crear un nuevo diseño de fábrica que permita disminuir aquellos costos de producción.
4. La implementación del programa de mejora para el fabricante de piezas de fibra de vidrio redujo el espacio ocupado por elementos innecesarios en un 39,64%. Por eso, es muy importante utilizar el método 5S, la clasificación de objetos según necesidades, para optimizar el área de trabajo.

El aporte fundamental de esta investigación a nuestra tesis consistió en la revelación del potencial inherente a la aplicación de las 5S. A través de una meticulosa clasificación de elementos, se logra optimizar el entorno laboral, reducir los tiempos de producción, reducir costos operativos y, como resultado directo, mejorar la productividad de la empresa de manera significativa. Estos hallazgos subrayan no solo la eficacia de las 5S

como metodología organizativa, sino también su capacidad para generar mejoras concretas y cuantificables en los procesos empresariales, consolidando así su relevancia como estrategia clave para el aumento de la productividad.

2.2.2 Antecedentes internacionales

Según Medina, G. y Rodríguez, H. (2021) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Propuesta para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Tejidos Lany sede Bogotá” presentada en la Universidad Agustiniana, Bogotá, Colombia, consideró lo siguiente: Como objetivo general, señaló aplicar una idea de mejoramiento para el proceso de producción basado en herramientas Lean Manufacturing en la compañía Tejidos Lany sede Bogotá, con la finalidad de incrementar la productividad; trabajó con una población y muestra similares de 20 empleados fijos; así mismo empleó como instrumento la observación directa, las entrevistas y los cuestionarios, con una investigación proyectiva. Arribó a las siguientes conclusiones:

1. El objetivo de implementar la manufactura esbelta es eliminar del proceso todo lo que no crea valor, haciendo más eficiente la cadena productiva.
2. La propuesta de la implementación del Lean Manufacturing pretende aumentar la capacidad la organización lo que la ayudaría a crecer en el sector textil.
3. Gracias al uso del VSM se encontraron oportunidades de mejora tales como; exceso de inventario en la bodega de almacenamiento, mala distribución de planta, esperas de materia prima debido a reprocesos por productos no conformes y ningún manejo de desperdicios.
4. Se implementó un sistema de indicadores para verificar mensualmente las metas establecidas y ampliar el alcance de las metas de la organización.
5. La implementación de la herramienta 5S ayudó con la organización del inventario en la bodega de almacenamiento, llevando a cabo formatos de Seiri, Seiton y Seiso, así como programas de limpieza, estandarización del trabajo y auditoría de procesos.

El aporte de esta investigación a nuestra tesis radica en la capacidad de reconocer cómo la aplicación del VSM revela oportunidades de mejora específicas, tales como el exceso de inventario en la bodega de almacenamiento, la mala distribución de la planta, las esperas de materia prima derivadas de reprocesos por productos no conformes y la

ausencia de un sistema de gestión de desperdicios. Con la ayuda de este diagnóstico previo podemos plantear soluciones más específicas a cada problemática.

Según Mancilla, R. y Sanchez, J. (2021) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing en las líneas de producción del proceso fabricación y ensamble de neveras industriales de la empresa IMBERA Colombia” expuesta en la Universidad Antonio Nariño, Santiago de Cali, Colombia, consideró lo siguiente: Como objetivo general, aplicar una propuesta de mejora basado de las herramientas Lean Manufacturing para disminuir las dificultades encontradas en el proceso de ensamble en las líneas de producción de neveras industriales para la empresa IMBERA Colombia; trabajó con una población y muestra similares de datos recogidos en el año 2019; así mismo utilizó como instrumento la observación directa, la base de datos y las encuestas, con una investigación descriptiva. Arribó a las siguientes conclusiones:

1. En el diagnóstico realizado a las 12 herramientas se identificaron los niveles más bajo que se tuvieron en cuenta para ser priorizadas, estas fueron: SMED con un 34%, flexibilidad operacional con un 29% encontrándose en un nivel medio, y con un nivel bajo, mejora continua con un 28%, balanceo de operaciones con un 10%, Kanban con un 6%, 5S con un 4% y Lead Time con un 0%.
2. Por Medio de la propuesta de mejora para la empresa Imbera Colombia se llega a la terminación que se debe establecer e impulsar una cultura de empoderamiento en los procesos por parte del personal involucrado, además se identifica que no hay un control que permita evidenciar las oportunidades y permanecer en el ciclo de mejora continua.
3. El estudio financiero realizado permitió evaluar la factibilidad de la propuesta de mejora de la empresa colombiana Imbera, y además permitió sustentar el cálculo del valor presente de cada periodo, logrando un 13% de utilidad por cada periodo, en 6 meses se acumulará una utilidad total de \$46,297.865. El análisis de la propuesta tendrá un impacto muy positivo en el crecimiento futuro de la productividad y la competitividad.

Esta tesis nos permitió ver la importancia que el Lean Manufacturing tiene para proponer soluciones a los problemas identificados en los procesos productivos de la empresa IMBERA Colombia a través de sus diferentes herramientas.

Según Albán, B. (2020) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Implementación de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de helados de crema en la empresa MICKOS ICE CREAM de la ciudad de Riobamba; periodo 2020” presentada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, consideró lo siguiente: Como objetivo general, aplicar la herramienta Lean Manufacturing para optimizar el proceso productivo de helados de crema en la empresa MICKOS ICE CREAM de la ciudad de Riobamba; periodo 2020; trabajó con una población y muestra similares de datos sobre recuento de microorganismos mesófilos en el helado de yogur; así mismo empleó como instrumento la observación directa, las entrevistas y las encuestas, con una investigación tipo proyecto técnico. Arribó a las siguientes conclusiones:

1. Al usar VSM se necesitan un total de 2169 minutos (NAV=1426 minutos y AV=743 minutos) para la producción por lotes. El método avanzado de producción en serie reduce el tiempo de ejecución de cada lote de producción en 71 minutos.
2. La aplicación de 5S en el trabajo de MICKOS puede reducir significativamente el tiempo de producción en cada etapa de la cadena de producción al eliminar elementos que causan interrupciones y, lo que es más importante, al crear un sentido de cultura empresarial los empleados mantienen su productividad y el área de trabajo eficiente en óptimas condiciones.
3. El uso de tarjetas Kanban en la estación de conflicto ha permitido a MICKOS mejorar el proceso de etiquetado y embalaje, reduciendo significativamente los palets dañados de 105 palets defectuosas por lote para el método de producción original a solo 5 palets defectuosas por lote para el método mejorado.
4. Luego de implementar herramientas de Lean Manufacturing, MICKOS ahorró \$5,500 por lote al evitar la rotura de tarimas al final de la cadena de producción debido a errores en las áreas de etiquetado y empaque, reduciendo el 99 % de palés dañados en comparación con los 105 palets dañados con el proceso de fabricación original de MICKOS.

Esta investigación nos ha proporcionado una comprensión más profunda sobre la relevancia de la herramienta VSM para distinguir las actividades que realmente aportan valor al proceso de aquellas que carecen de valor añadido, permitiéndonos también cuantificar sus respectivos tiempos de manera precisa.

Según Pastrano, L. y Torres, J. (2020) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Estudio de Lean Manufacturing e Industria 4.0 aplicado a las microempresas” presentada en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador, consideró lo siguiente: Como objetivo general, aplicar el estudio de Lean Manufacturing e Industria 4.0 para el análisis de las herramientas y tecnologías aplicables a las microempresas; trabajó con una población y muestra similares de datos sobre el estado de producción; así mismo utilizó como instrumento las encuestas, con una investigación tipo descriptivo. Arribó a las siguientes conclusiones:

1. Se evaluaron cuatro casos de éxito, tres de los cuales son Industria 4.0 y uno de Lean Manufacturing, revelan que las herramientas siguen un manual de instrucciones paso a paso, lo que demuestra que la microempresa se optimizará, controlará y mejorará al final de la implementación.
2. La conclusión es que en Latacunga las PYMES son muy ignorantes sobre Lean Manufacturing e Industria 4.0. El proyecto de investigación ha logrado así resultados positivos, ya que, a través de la matriz de herramientas propuesta, los microempresarios podrán obtener información sobre todos estos métodos y técnicas y aplicarlos de acuerdo a las necesidades de sus modelos de gestión.
3. Los microempresarios tendrán acceso a alternativas de mejora continua a través de la matriz de la metodología Lean Manufacturing e Industria 4.0 desarrollada en este trabajo.

Esta investigación ha permitido visualizar el impacto positivo que la implementación de Lean Manufacturing tiene en las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Se ha destacado cómo estas mejoras pueden generar un aumento significativo en la capacidad de mejora continua, siendo una alternativa viable para el crecimiento de las PYMES en el mercado.

Según Molina, W. y Mora, A. (2019) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial “Aplicación de herramientas Lean para la mejora del sistema de

gestión operativa del centro de distribución de almacenes CORONA S.A.S. ubicado en Cali” presentada en la Universidad Libre, Bogotá, Colombia, consideró lo siguiente: Como objetivo general, establecer la metodología Lean para mermar el costo logístico generado por los ajustes de inventario, optimizando el sistema de gestión operativa del centro de distribución de Almacenes Corona S.A.S. situado en Cali; trabajó con una población y muestra similares de datos sobre las fallas presentadas en todos los procesos de la organización; así mismo utilizó como instrumento el software People Soft, con una investigación tipo mixta. Arribó a las siguientes conclusiones:

1. Además de las herramientas típicas de ingeniería industrial, como estadísticas y métodos Lean, el análisis de la información resultante cuenta con el respaldo de un equipo de logística central que brinda información sobre los problemas y las brechas del sistema de gestión operativa y cómo estas interacciones brindan una visión más amplia de las diversas mejoras introducidas durante el desarrollo del proyecto.
2. Las herramientas implementadas logran no solo mejorar significativamente la disposición de los almacenes, sino también influir positivamente en la gestión de los activos de la empresa, haciendo un buen uso de los montacargas y protección de anaqueles, además de crear un ambiente de aprendizaje; las actividades y capacitaciones diversas se presentan como una forma de desarrollo personal y profesional.
3. Las mejoras implementadas han dado como resultado una mejora continua en las métricas de inventario en los centros de distribución, la cobertura de inventario cíclico se mantiene por encima del objetivo, y si bien la confiabilidad no cumple con los estándares mínimos de la empresa, se ha logrado un crecimiento representativo que no solo mejora externamente, sino internamente en los plazos de entrega más cortos para los clientes.
4. Al desarrollar el análisis económico propuesto en el proyecto, se comprueba su factibilidad reduciendo los ajustes de inventario en relación con las mejoras identificadas, es decir la recuperación supera la inversión en casi una proporción de 1 a 3.

Esta investigación ha enriquecido nuestra tesis al resaltar la relevancia de las capacitaciones en la implementación de Lean Manufacturing, así como la importancia crucial de la reducción de inventarios en la gestión efectiva de costos.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

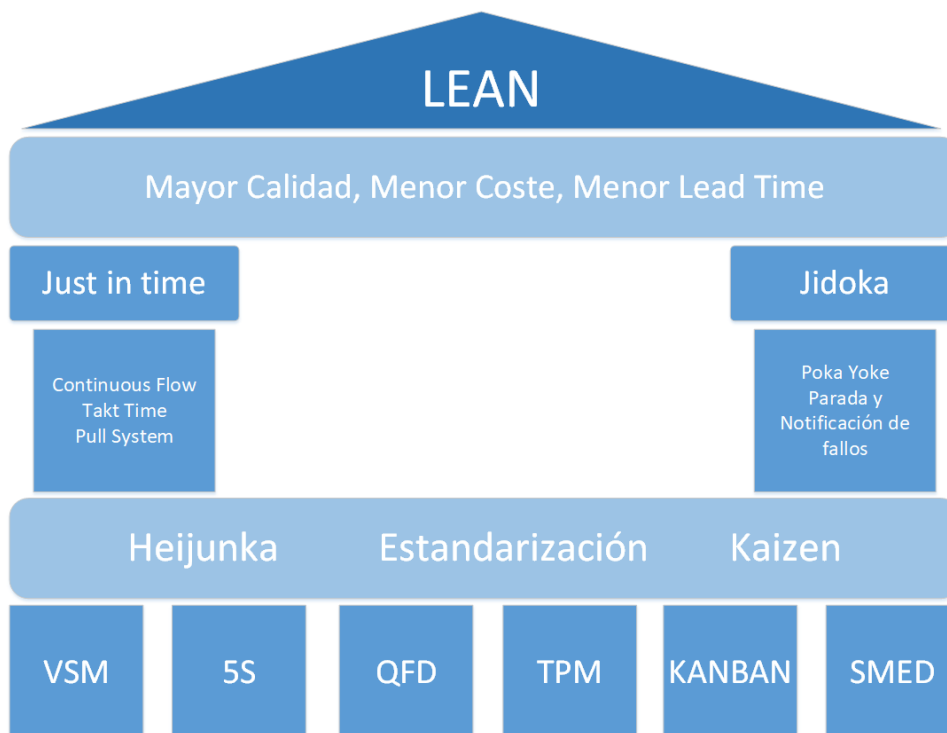
2.3.1. Lean Manufacturing

Para Socconini (2019) el Lean Manufacturing es un modelo que permite organizar y gestionar el sistema de fabricación que incluye a las personas, materiales, máquinas y métodos, para incrementar la calidad, el servicio y la eficiencia mediante la eliminación continua de los desperdicios. Para Kafuku (2019) para que pueda darse una adecuada aplicación de Lean Manufacturing se tienen considerar diversos factores, entre las cuales están el conocimiento en recopilación y análisis de la información así como contar con un equipo preparado.

El Lean Manufacturing se apoya en métodos y herramientas tales como el Value Stream Mapping, el Método 5S y el Poka Yoke (Ver Figura 11).

Figura 11

Herramientas Lean



Fuente: Elaboración propia

Dentro de las herramientas y métodos a continuación profundizaremos sobre el Value Stream Mapping, las 5S y el Poka Yoke.

2.3.2 Value Stream Mapping

Según Johann (2017), el uso de VSM siempre se da en el contexto del análisis de procesos de negocio, que puede ser necesario para que la gerencia, los gerentes de operaciones o los gerentes de calidad mejoren la eficiencia y descubran oportunidades que no se conocían en ese momento. Por otro lado según Quintero, J y Sanchez, J (2006) indican que existen 3 niveles principales de diagrama de cadena de valor:

- a) El primero es el llamado VSM de proceso, en este diagrama interesa cómo se mueve la información y los materiales dentro de una unidad o línea de producción en particular.
- b) Luego llega al nivel VSM puerta a puerta, donde es necesario identificar el flujo de materiales e información en la fábrica. A este nivel se le presta mayor atención porque ofrece una imagen más clara de todo el proceso desde que el cliente realiza una solicitud hasta el cumplimiento de la misma.
- c) Finalmente, está el VSM extendido o corporativo, que se trata del flujo de materiales y datos de las diferentes plantas de la empresa.

Para determinar el concepto del método VSM, se detallarán primero sus 3 elementos: el valor (value), el proceso (stream) y la cartografía (mapping).

- a) El término valor (value): Las actividades descritas en VSM se pueden clasificar como "con valor agregado" o "sin valor agregado", dependiendo de cuánto estén dispuestos a pagar los clientes para usar un producto o recibir un servicio.
- b) El término proceso (stream): Está constituido por una serie de procesos distribuidos en función de una cronología del plan de ejecución que está relacionado al Lead Time; el método VSM revisa los procesos piloto, operativos y de soporte.
- c) El término cartografía (mapping): El diagrama VSM consiste en un conducto sencillo y claro para visibilizar la operatividad de una organización en la elaboración de un bien o servicio, por lo que el análisis es a nivel de procesos.

La metodología VSM se plantea como un método DMAIC porque crear un mapa no es un fin en sí mismo: es sólo el primer paso en un estudio clásico de mejora de la cadena de valor. Consta de las siguientes etapas:

1. Definición de la familia de productos:

Se requiere de alguien que sea el principal responsable de comprender y mejorar la cadena de valor de diversos productos. A este colaborador se le puede llamar líder de la cadena de valor, y se recomienda que esta persona cree un equipo de trabajo conformado por colaboradores de diferentes partes de la organización para obtener información de diferentes áreas: taller, planificación, logística, etc. Una vez establecido el grupo de trabajo, se deben crear uno o más talleres y seleccionar el producto(s) a estudiar, ya que es fundamental comprender el estado actual de la empresa que desarrolla el producto. El análisis del flujo de materiales comienza en el almacén de productos terminados y continúa hasta el almacén de materias primas. Los pasos del procedimiento se representan en categorías empleando el modelo de análisis de flujo del proceso, por ejemplo: mecanizado, soldadura, ensamblaje. Este modelo registra cada paso, ya sea una operación, inspección, envío, período de espera o inventario. Con este modelo visual se podrán visibilizar los procedimientos que realmente mejoran el valor del producto final.

2. Creación del VSM actual:

Luego de seleccionar el producto, es imperativo comprender y observar exactamente como la organización está desarrollando actualmente este producto. Esto incluye contabilizar los flujos de material e información, entender el esfuerzo actual del taller, calcular el Lead Time e identificar los desechos y sus causas.

a) Fase cero: La preparación

Antes de dar inicio con la metodología, se observa y registra manualmente las actividades del taller, luego se recopila información precisa y actualizada de aquellos que desean ser parte de la metodología VSM.

b) Fase uno: El cliente

El primer paso básico para probar alguna mejora es la determinación detallada del valor del producto como lo percibe el cliente, por lo que, el límite de inicio serán los requerimientos y necesidades del cliente. Se coloca la palabra “Cliente” en la parte superior derecha.

c) Fase dos: Los procesos

En esta segunda etapa, los trabajos que están asociados a un único proceso se agrupan en un solo ícono y en el cuadro a continuación se menciona información importante sobre el proceso asimismo se añade el ícono de existencias (triángulo) según el desplazamiento de la materia prima del producto a través del proceso, para que de esta manera se descubran los puntos de acumulación de inventario.

d) Fase tres: El proveedor

En esta fase se señala la frecuencia y condición de entrega del proveedor, las flechas largas significan entregas primarias y un camión indica la modalidad de entrega. Se coloca la palabra “Proveedor” en la parte superior izquierda.

e) Fase cuatro: Las informaciones

En la presente fase se adiciona la secuencialidad de la información, esta secuencialidad se ilustra de derecha a izquierda en la mitad superior, trazando líneas rectas si se refiere a información física e indicando la frecuencia.

f) Fase cinco: La línea de tiempo

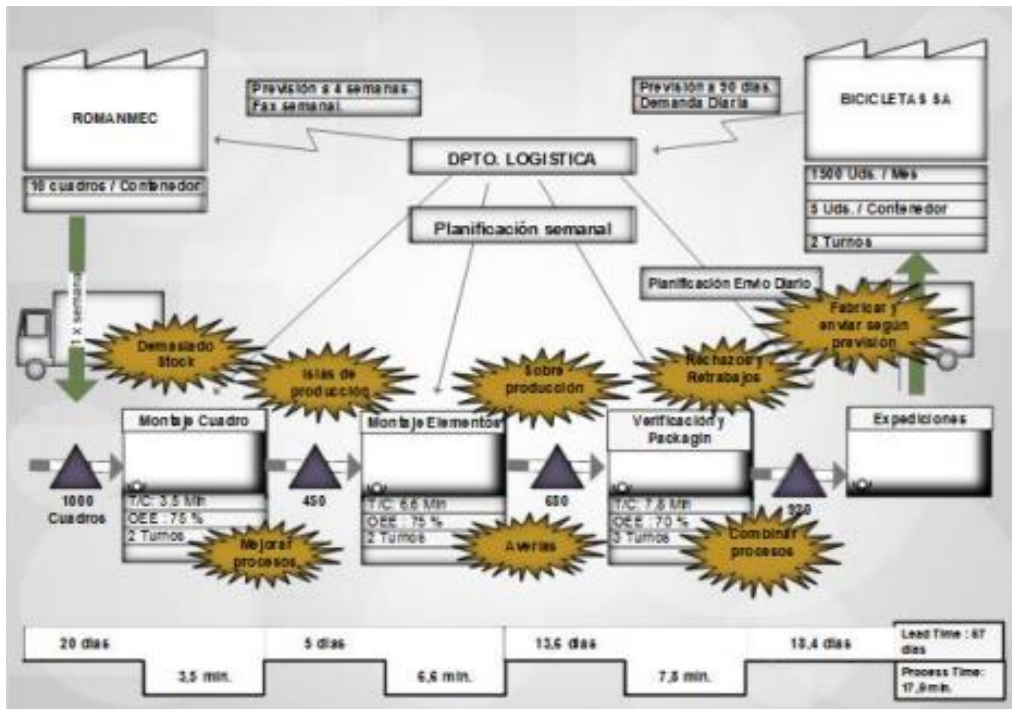
En esta penúltima fase se visualiza la cadena de valor del flujo de materia prima que se dibuja de izquierda a derecha en la parte inferior, agregando el flujo de información conformado por los registros tomados durante la observación del desempeño de la serie de actividades actuales. De esta manera se obtiene una línea de tiempo debajo del proceso de elaboración y pictogramas existentes, en donde calcularemos el tiempo de ciclo sumando los tiempos de ejecución y los tiempos que no adicionan valor al producto final.

g) Fase seis: La cartografía

Completado el mapa de estado actual, comenzamos con el análisis y visualización de las zonas con desechos para entrar en la tercera fase.

Figura 12

Diagrama VSM



Fuente: VSM, Herramienta clave de mejora continua, metodología y aplicación

3. Oportunidades de mejora:

En el presente tramo se estudia y analiza a detalle todo el flujo para identificar los procesos que se están llevando a cabo de manera eficiente, asimismo se identifican los procesos que no funcionan correctamente. Según Rajadell y Sanchez (2010) las preguntas ideales para determinar las oportunidades de mejora son: ¿Qué operaciones pueden ser agrupadas o eliminadas? ¿Cuál es el Lead Time actual y la reacción ante el cliente? ¿Están debidamente identificados los niveles de stock? ¿Es constante la producción? ¿Qué movimientos son innecesarios? ¿El desplazamiento para acceder a los equipos y herramientas de trabajo son necesarios? ¿Cuánto tiempo se requiere para realizar cambios en la producción? ¿Falta organización en la planta? ¿Existe flujo continuo de materia prima? ¿Existe buena relación con los proveedores? ¿Los procesos están estandarizados? ¿La planta dispone de señalizaciones visuales fáciles de identificar y entender?

4. Creación del VSM futuro:

Esta etapa tiene como objetivo final reducir el tiempo sin valor añadido, conseguido gracias a las oportunidades de mejora encontradas, de tal manera que el tiempo de elaboración coincida en su mayoría al tiempo con valor añadido, es decir el VSM futuro representa el panorama ideal que sería alcanzado.

5. Elaboración de un plan de acción:

En la presente etapa, el colaborador encargado realizará un plan de acción que cuantifique los beneficios y las soluciones que intentará persuadir a la gerencia proceder con la implementación.

6. Implementación:

Luego de ser verificado y validado el estudio de costos se pone en marcha el plan de acción que debe: establecer una organización, reducir stocks, minimizar lotes y establecer una constante fabricación.

2.3.3 Método 5S

Es una metodología utilizada en el marco del Lean Manufacturing, la cual fue adoptada por primera vez en la empresa Toyota en la década de 1960. Esta metodología se centra en el mantenimiento de un entorno organizado y limpio, contribuyendo a la mejora constante en los procesos de producción. Principalmente busca eliminar los períodos de inactividad y elevar los estándares de los productos o servicios ofrecidos (Manzano y Gisbert, 2016).

El enfoque del método 5S es la mejora del entorno laboral promoviendo y posibilitando mejoras en cuanto a la seguridad de los trabajadores y la calidad de los productos obtenidos, reduciendo defectos, reduciendo el tiempo de cambio (muda) y sus variaciones (mura), eliminando búsquedas y minimizando el movimiento en el manejo de herramientas y agregados, así como reducir el tiempo de ciclo del operador y sus cambios mediante la disposición adecuada de las herramientas e implementos necesarios para completar el ciclo de trabajo (Randhawa y Ahuja, 2017).

El término "Cinco S" de los cinco principios son los siguientes:

- Seiri (clasificar): Apartar los elementos que no son necesarios.
- Seiton (ordenar): Asignar un lugar a cada uno de los elementos necesarios.
- Seiso (limpiar): Identificar las fuentes de suciedad.
- Seiketsu (estandarizar): Establecer las políticas y procedimientos necesarios para ejecutar el método 5S.
- Shitsuke (disciplinar): Incorporar estas prácticas en la cultura organizacional.

La efectividad de la metodología de las 5S requiere el respaldo de una serie de acciones interconectadas para garantizar que la organización se ajuste durante su implementación. Esto implica destacar el liderazgo de la alta dirección, la claridad en la definición de objetivos y el establecimiento de criterios de evaluación (Arevalo, y otros, 2018).

Etapas de la metodología 5S

Clasificar: Seiri

Implica discernir entre lo fundamental y lo accesorio, además de analizar la corriente de elementos para suprimir impedimentos y componentes superfluos que generan residuos. Esta situación expone al trabajador a riesgos mecánicos y ergonómicos al desempeñarse en un entorno repleto de obstáculos e inconvenientes en toda la ubicación, resultando en un incremento de los tiempos y de las actividades no vinculadas con el procedimiento de la línea (Navarro, 2020).

La meta primordial consiste en concentrarse en la utilización correcta de dispositivos, mecanismos, soportes, utensilios, entre otros, ubicados en la zona de trabajo. Con el propósito de asegurar una disposición eficiente, es necesario organizarlos siguiendo las siguientes categorías:

1. Aquellos que no se utilizan.
2. Los que se utilizan de manera ocasional.
3. Los que requieren cambios o mejoras.
4. Aquellos que ya no son necesarios para desarrollar las actividades en el trabajo.

El propósito de esta implementación consiste en determinar y eliminar cualquier elemento que obstaculice el entorno de trabajo. Esto contribuye a reducir accidentes durante las

horas de trabajo y elimina desplazamientos innecesarios, optimizando así el tiempo (Navarro, 2020).

Orden: Seiton

Este punto se centra en la disposición organizada de elementos que aportan valor, evitando así pérdidas de tiempo al tener que buscarlos. Esto permite al operador optimizar su tiempo y dedicarlo a actividades dentro de la línea, en lugar de perderlo buscando implementos debido a la falta de organización (Lázaro & Elmer, 2018).

Es esencial exponer estos elementos en lugares de fácil acceso y visibilidad, evitando tomar decisiones apresuradas que puedan comprometer la efectividad. La importancia radica en pensar y estudiar cuidadosamente antes de decidir, relacionándose con la optimización del tiempo para encontrar elementos rápidamente y facilitar su retorno al lugar de origen después de su uso.

Con todas estas consideraciones, se busca destacar un espacio debidamente señalado, generando interés que será de conocimiento público para todos aquellos interesados en el desarrollo y el funcionamiento apropiado (Piñero E. A., 2018).

Limpieza e inspección: Seiso

Al introducir este principio, el propósito no es simplemente hacer que las máquinas brillen; más bien, consiste en identificar problemas reales o posibles deficiencias. Es decir, se busca comprender la causa de la suciedad, si esta es habitual o no, y, sobre todo, asegurarse de que la máquina funcione correctamente para evitar cualquier problema para el operador siguiente y evitar retrasos en el proceso (Murrieta, 2016).

En la ejecución de las labores, es crucial que todos los participantes comprendan la gran importancia de conservar los ambientes de trabajo siempre limpios y organizados. Cada miembro debe realizar la limpieza al inicio y al final de las labores, eliminando cualquier suciedad del área. Sin embargo, para garantizar la constante limpieza, todos deben comprometerse a hacerlo sin necesidad de recibir órdenes.

El objetivo es identificar y comprender la fuente de la falta de limpieza y, de esta manera, abordarla de la manera más adecuada. Se debe priorizar la mejora y el cuidado de los

diferentes equipos, reconociendo que los seres humanos son altamente visuales y que trabajar en un entorno desordenado puede afectar negativamente el desarrollo adecuado de las tareas asignadas (Mendez, 2019).

Estandarización: Seiketsu

El concepto de estandarización implica la aplicación de una estrategia para integrar un procedimiento hasta el punto en que el orden y la estructura se conviertan en elementos de vital importancia. Al hacer hincapié en la normalización, nos referimos a la creación de un diseño general y específico por estación dentro del entorno de trabajo, como el almacén de materia prima. Esto facilitará al operador la identificación de la ubicación de cada elemento en su espacio de trabajo y comprender cómo debe mantenerse dicha área.

Para lograr esto, es esencial la visualización, una gestión continua de la estandarización que busca evitar la disminución del interés, generando formas efectivas de proceder. En diversos lugares, resulta fundamental el uso de carteles con información sobre la necesidad de mantener un orden adecuado durante las actividades laborales. Esta práctica tiene como objetivo preservar el funcionamiento eficiente de la materia prima y las herramientas utilizadas en las labores. Se busca inculcar visualmente las normativas pertinentes a cada colaborador en beneficio de los trabajadores y, por consiguiente, esto se traduce en mejoras en la producción de la empresa. Los resultados se reflejan en el encargado de gestionar y aplicar esta metodología en esa estación de trabajo (Chistino, 2021).

Disciplina: Shitsuke

La meta de este principio es supervisar a los trabajadores de la empresa mediante la implementación de normativas, fomentando el autodomínio y la optimización del compromiso individual o colectivo de cada colaborador. Esto se logra destacando la importancia de la comunicación, liderazgo y trabajo en equipo, manteniendo un entorno laboral estable y libre de desperdicios (Herrera G., 2017).

La implementación de estos cinco principios se erige como un pilar fundamental para realizar un cambio significativo y lograr la mejora continua, con impacto a largo plazo. Para introducir esta herramienta de calidad, es imperativo contar con el compromiso de

todos los involucrados y asegurar su cumplimiento disciplinado. La colaboración de todos es esencial para alcanzar mejoras en la industria. Al lograr una disciplina efectiva, se obtiene una mejora constante que aporta a la entidad mediante la colaboración voluntaria de todos los involucrados (Contreras & Valderrama, 2019).

Se busca fomentar la formación sobre los diversos modelos que la organización posee, incentivando a cada trabajador a implementarlos de la mejor manera posible. Esto beneficia a todos los involucrados en la aplicación, buscando optimizar el nivel de calidad y competitividad de la organización.

La meticulosa aplicación de esta metodología busca primordialmente mejorar la calidad y eficiencia operativa de la organización, al promover un ambiente de trabajo saludable, limpio y confortable. Esto contribuye a preservar la armonía y seguridad del lugar de trabajo, fomentando la confianza entre los miembros del equipo, aspecto que se manifiesta en la estimulación de la creatividad. A través de estos progresos, se pretende simplificar de manera significativa las tareas y la gestión de la empresa, oficina o lugar de trabajo (Díaz, 2020).

Ventajas de la metodología 5S

Cuando una entidad opta por iniciar un proceso de mejora constante, se aconseja que, en la fase inicial, proporcione formación a su equipo para instruirlos sobre la implementación de esta metodología. Esto implica mostrarles cambios significativos respecto a lo que están acostumbrados a hacer, promoviendo la adaptación a una nueva forma de trabajo y la puesta en práctica de sus habilidades, lo que permite aprovecharlas. Esto motiva a los trabajadores más reacios y desconfiados a ajustarse a una modificación que puede favorecer tanto sus procedimientos como su seguridad. Asimismo, resulta fundamental que los instrumentos empleados en la producción se conserven en condiciones higiénicas para prevenir fallos operativos (Jaramillo & López, 2019).

Mediante esta perspectiva, la perfección de la calidad integra el concepto de "minimización de la variabilidad en los procesos y productos" (Laurente & Cano, 2021). Las mejoras continuas que experimentan las entidades abarcan múltiples áreas, como la producción, la comunicación y los productos, entre otros aspectos. Al aplicar esta

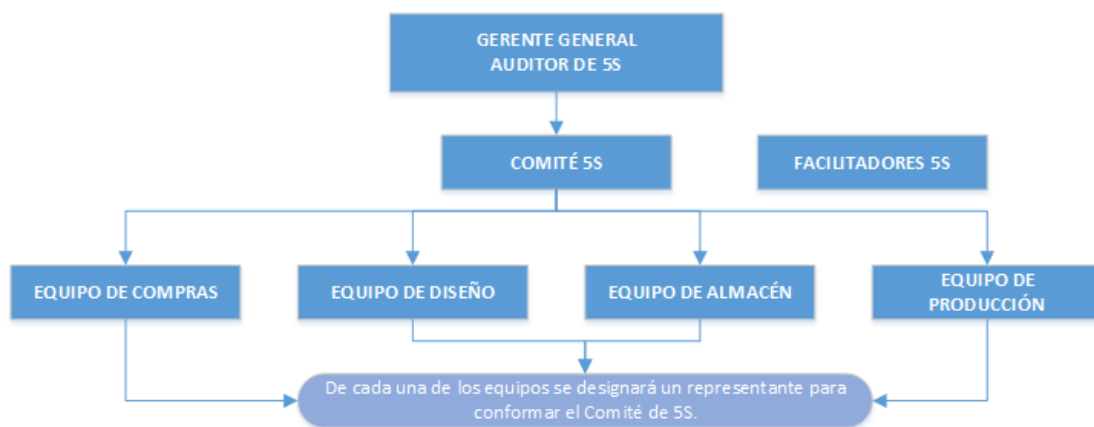
filosofía en conjunto con organizaciones dedicadas a la producción, los servicios o la educación, se pueden lograr beneficios notables al establecer un entorno laboral seguro, armonioso, organizado y limpio (Feijoo, 2019).

Para implementación de las 5S se dará siguiendo los pasos que se detallan a continuación:

1. Se comenzará con la sensibilización a la Alta Dirección para poder contar con su respaldo durante la implementación, plan de trabajo y el proyecto de implementación así como el respaldo financiero que implica la implementación. Dicha sensibilización se logrará a través de presentaciones que muestren tanto los conceptos clave como los beneficios que se obtendrán de la implementación.
2. Luego procederemos a formar el Comité 5S, cuya estructura será de acuerdo a la Figura 13.

Figura 13

Comité 5S



Fuente: Elaboración propia

3. Con el comité formado, se capacitará a cada uno de los miembros en la metodología para proceder a implementar.
4. Seguidamente, procederemos a promocionar la implementación del Método 5S con los demás miembros de la organización.
5. Para la fase de implementación, comenzaremos separando lo que es necesario de lo que no, es decir materia prima que ya no se puede utilizar por encontrarse en mal estado como vidrios planos rotos, perfiles con presencia de óxido, etc. o materia

prima en buen estado que hace tiempo no se usa debido a que corresponde a proyectos con poca demanda. Para esta fase haremos uso de las tarjetas rojas (Ver Figura 14).

Figura 14

Tarjeta roja

Tamaño aproximado: 3" x 6" (pulgs.)

Color: preferiblemente rojo brillante, de modo que se pueda ver fácilmente en oficinas, talleres, áreas de producción, etc.

MODELO No. 1

No. _____

TARJETA ROJA

Fecha _____ / _____ / _____

Area _____

Item _____

Cantidad _____

ACCION SUGERIDA

Agrupar en espacio separado

Eliminar

Reubicar

Reparar

Reciclar

Comentario _____

Fecha p/conduir acción _____ / _____ / _____

3"

6"

Fuente: Elaboración propia

6. Del material que no es necesario, se marcará la opción: Eliminar en caso el material sea no aprovechable y se marcará Reubicar, cuando el material pueda servir para alguna otra empresa o persona.
7. Para el caso de material que no se encuentra en buenas condiciones pero se puede aprovechar dentro de la empresa, se marcará Reparar o Reciclar según corresponda.

8. El material no necesario se ubicará en un espacio estacionario hasta que se gestione su traslado final.
9. El material que sí es necesario, deberá agruparse de acuerdo a su frecuencia de uso. Ubicando aquellos materiales de uso diario en un lugar más accesible para su manipulación y alejando los demás materiales en la medida que su uso sea de menor frecuencia.
10. Se procederá a realizar la limpieza del almacén, así como identificar y eliminar aquellas fuentes de contaminación.
11. Se determinarán las políticas de organización, orden y limpieza del equipo de trabajo, se realizará la sensibilización de la metodología de manera continua haciéndola parte de la cultura organizacional y se difundirá los logros del equipo en la implementación de la metodología.
12. Se realizarán auditorías de 5S para comprobar que se está manteniendo la organización, orden y limpieza en el almacén.

2.3.4 Poka Yoke

Según Ghinato (1996), Poka Yoke representa además de una serie de mecanismos que permiten detectar errores o defectos que puedan surgir en una empresa, un recurso utilizado con el objetivo principal de indicarle al operador (o a la máquina) la forma más adecuada de llevar a cabo tal tarea u operación. Es una forma de bloquear los posibles errores en la ejecución de la operación.

El primer término que apareció fue "baka-yoke", que se traduce como "a prueba de tontos", sin embargo, al ser esta una connotación vergonzosa y ofensiva de este término, se reemplazó por Poka Yoke, cuyo significado es "a prueba de errores" y de manera literal, evitar (yokeru) errores inadvertidos (poka).

Los Poka Yokes buscan obtener una inspección del 100% en la fuente, con una rápida retroalimentación y, en consecuencia, que no existan pérdidas resultantes de la fabricación de productos con defectos.

Estos dispositivos se utilizan, en su mayor parte, para garantizar un procesamiento cero defectos, pero también se pueden aplicar con gran éxito en relación con operaciones de

transporte, inspección e incluso almacenamiento. De esta forma, el Sistema Poka Yoke cubre fundamentos, conceptos y metodología de aplicación en los más diversos sistemas y procesos de la empresa.

El Sistema Poka Yoke, dependiendo de sus características, se puede clasificar de varias formas tales como:

- a) Método de Control: Luego de detectar una anomalía, el sistema detiene la línea o la máquina para que se implemente inmediatamente la acción correctiva, evitando la generación de defectos en serie. CQCD se basa en el uso generalizado de este método.
- b) Método de Alerta: El sistema detecta la anomalía, pero en lugar de detener el procesamiento, solo señala la ocurrencia de la desviación a través de señales sonoras o luminosas, de modo que se llame la atención de los responsables y se puedan implementar acciones correctivas a tiempo. Dado que existe la posibilidad de que se descuide la señal y el proceso continúe produciendo en condiciones precarias, este método solo debe utilizarse en situaciones en las que se demuestre que el impacto de las anomalías es reducido o cuando la implementación del control sea técnica o económicamente inviable.
- c) Método de contacto: este método detecta anomalías en forma de tamaño y presencia de tipos específicos de defectos a través de dispositivos que permanecen en contacto con el producto en el momento de la inspección.
- d) Método fijo: Este método se utiliza en operaciones en una secuencia de movimientos o pasos preestablecidos, asegurando que ninguno de estos pasos sea descuidado. Normalmente, el método se basa en contar y controlar automáticamente el número de movimientos realizados o en detectar la ejecución de cada paso por separado.
- e) Método de pasos: este método, en el que la operación se realiza a través de movimientos sincronizados, evita que el operador realice por error un paso que no forma parte de la operación.

Siguiendo al mismo autor, además del importante papel en la práctica de CQCD, el dispositivo Poka Yoke es un elemento esencial en la automatización (jidoka): uno de los dos herramientas más importantes del Sistema de Producción Toyota, que implica dotar

al operador o máquina con la autonomía de detener el procesamiento cada vez que se detecte alguna anomalía.

Basado en este principio, según Shingo (1996), la inspección sucesiva, la autoinspección y la inspección de la fuente pueden lograrse mediante el uso del dispositivo Poka Yoke. Este método permite una inspección del 100% mediante control físico o mecánico.

Por lo tanto, esta metodología consiste en formas de garantizar la no ocurrencia de posibles defectos. Los dispositivos o mecanismos Poka Yoke (en origen, en japonés, yokeru: evitar; poka: errores negligentes), también definidos como mecanismos de prevención de errores o de seguridad, han sido utilizados sistemáticamente por la industria japonesa. Este concepto fue perfeccionado por Shigeo Shingo como un medio para lograr cero defectos y, en consecuencia, extinguir las inspecciones para el control de calidad (Shimbun, 1988).

Para aplicar el sistema Poka Yoke en la presente investigación se siguieron los siguientes pasos:

Identificación de defectos potenciales o literales

En esta fase se descubrió y describió el error de medida de ventanas y corte de vidrio a detalle que ocasionaban los defectos. Se priorizaron las áreas donde hay gran número de tales falencias o en donde estas representan mayores costos. Para lo cual es necesario describir a detalle el proceso. En esta fase nos planteamos las siguientes preguntas: ¿Qué sucede? ¿Desde cuándo sucede? ¿Con qué frecuencia se manifiesta? ¿Qué consecuencia produce? ¿Cómo influye en los detalles del proceso/producto?.

Identificar la causa raíz del fallo que genera el error

Cuando llevamos a cabo la inspección de los procesos comprobamos los factores que pueden causar los errores. Con el soporte del Diagrama de Ishikawa llegamos a la causa raíz que origina tal problema, se identificaron también las actividades y puestos de trabajo en los que las equivocaciones de medida y fallos en los cortes de vidrio plano se presentaban con frecuencia, luego diseñamos la priorización de errores respondiendo a las siguientes preguntas: ¿Dónde se sitúa exactamente el error? ¿Cuales son las posibilidades de que ocurra tal causa? ¿Cuáles son los indicios del inconveniente? ¿Cuál

es el efecto producido? ¿Qué peligro tiene? ¿Anteriormente se ha hecho algo por resolverlo? ¿Puede controlarse?.

Decidir el tipo de Poka Yoke a usar

Teniendo en cuenta las características del error encontrado en las fases anteriores pueden desarrollarse diferentes métodos para aplicar la mejora. Luego de identificar el error que comenzaremos a solucionar priorizaremos el Poka Yoke a utilizar llevando a cabo una lluvia de ideas y para lo cual debemos de responder a las siguientes incógnitas: ¿Qué método Poka Yoke tenemos al alcance? ¿Cuál sería el costo para su implementación? ¿Cuál es el tiempo que se requiere para recuperar la inversión? ¿Cuán eficiente es el método? ¿Qué capacitación requiere el personal?.

Con lo cual se decidió incorporar un mecanismo que permitía desenrollar una soga mientras se utilizaba el instrumento de medida en un determinado espacio de medición, una vez realizada la medición, se ingresaba la medida en el formato y se cortaba la soga resultante de la medida y se procedía a etiquetar, se guardaba para posteriormente, ser entregada junto con el formato de las medidas al área de corte para asegurarnos de que no hayan errores al momento de cortar el vidrio para la fabricación de los productos solicitados.

Probar el Poka Yoke

Luego de seleccionar el Poka Yoke a utilizar, acondicionamos un espacio, el tiempo, las herramientas, etc., necesarios para poder llegar a cabo el ensayo. Esta fase requirió de un periodo de prueba para llegar a evaluar. Luego se determinó la aprobación de la implementación del método, con lo cual se dio paso a la capacitación para su utilización. Gracias a este paso evitamos cometer errores al suponer si funciona el método. En esta fase se llevó a cabo la toma de resultados necesarios para conocer sobre la utilización del método, para la recopilación de la información se usó el formato de la Figura 15.

Figura 15

Formato de Poka Yoke

Format of Poka Yoke				
Poka Yoke No	PY/12/22	Poka Yoke - Objective	Date of starting	
Name of Department			Date of Completion	
Area / Workstation			Team Leader	
Poka Yoke Category	S Q		Team Member - 1	
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Team Member - 2		
Before Image	Error Description - Before Case	Cost occurred to developed - Poka Yoke		
		Key Benefits & Cost Saving		
After Image	Solution Description - Poka Yoke			
		Poka Yoke Approved By	Department Head	

Fuente: Elaboración propia

Capacitar al personal

Con la información detallada en la fase anterior se detalló todo lo que era necesario para la implementación del Poka Yoke. Considerando el Poka Yoke seleccionado, se evaluó si estaba diseñado para ser utilizado por cualquier persona no capacitada así como para evitar posibles errores. Se realizó la capacitación buscando orientar al personal acerca de los beneficios al trabajar con el Poka Yoke así como también con el objetivo de concientizar sobre las consecuencias de sus acciones, de este modo, garantizamos que el personal involucrado posea el conocimiento adecuado.

Revisar el desempeño

Luego de que el proceso se encuentre laborando por un determinado tiempo realizamos el control de la operatividad, con el objetivo de asegurarnos de la efectividad del Poka Yoke usado. La evaluación final se realizó teniendo en cuenta los beneficios económicos. Finalmente, para continuar con el pensamiento Poka Yoke debemos regresar al paso 1 y

2 para determinar si el proceso requiere de la búsqueda de otra herramienta Poka Yoke que nos ayude a llegar al cero errores.

2.4 Definición de términos básicos

Disciplina: “Es capacitar a los empleados para que las actividades 5S se conviertan en un hábito para mantener adecuadamente los procesos que resultan del compromiso de todos los empleados” (Jara, 2017, p. 170).

Especificación técnica: “Un conjunto de reglas que especifican los requisitos para los materiales utilizados en una operación en particular, las pruebas de control de calidad en varias etapas de construcción y el método de medición y pago por el trabajo realizado” (Zúniga, 2008, p. 41).

Estandarizar: “Es implementar normas para mantener un alto nivel de limpieza y organización en el área de trabajo, asegurándose de que los procesos, prácticas y acciones que se llevan a cabo en las primeras tres etapas estén bien planificadas y se ejecuten con regularidad” (Jara, 2017, p. 170).

Implementación: “Es una herramienta que contiene especificaciones de entregables, tareas y responsabilidades, es decir, actividades a realizar en un determinado período de tiempo” (Pérez y Merino, 2018, p. 50).

Limpiar: “Es retirar los escombros, mantener las áreas de trabajo limpias y asegurar de que los pisos, la maquinaria y el equipo estén libres de polvo” (Jara, 2017, p. 170).

Materia prima: “Elementos utilizados en la producción o fabricación de bienes que se someten a diversos procesos de transformación que dan como resultado un producto o bien que es completamente diferente de las materias primas originales” (Ramírez, García y Pantoja, 2010, p. 35 y 36).

Metodología: “Es una ciencia que le da al investigador un conjunto de ideas, reglas y leyes que puede usar para dirigir con éxito el curso de la investigación científica y alcanzar la excelencia” (Cortés e Iglesias, 2004, p. 8).

Orden de compra: “Es la autorización al proveedor de enviar y cargar los bienes indicados para el comprador, es crucial que la orden de compra contenga información específica y precisa sobre la compra” (Mercado, 2012, p. 145).

Organizar: “Es categorizar los artículos que se necesitan asignando ubicaciones específicas para que se puedan encontrar y usar fácilmente” (Jara, 2017, p. 170).

Producción: “Implica una serie de operaciones que cambian los materiales de una forma dada a una deseada. La producción se define como el proceso de agregar valor a un bien o servicio como resultado de una transformación” (Caba, Chamorro y Fontalvo, 2011, p. 3).

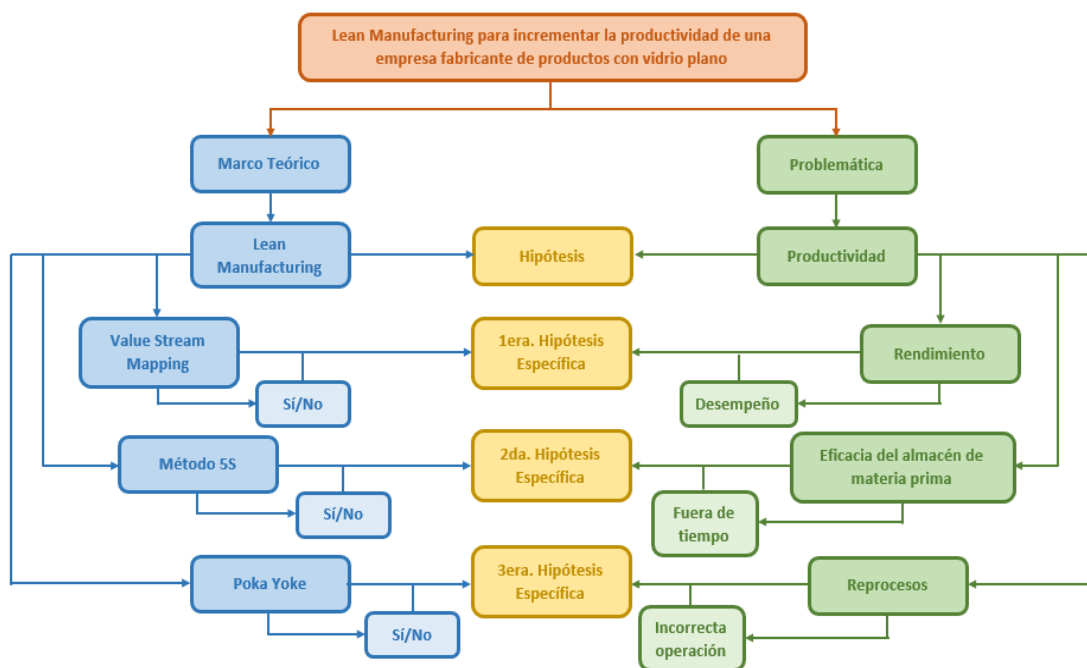
Requisición de compra: “Es la gestión de aprovisionamiento que envía sus solicitudes de los distintos materiales necesarios para abastecer las líneas de producción, mantenimiento y mobiliario en este caso de uso” (Mercado, 2012, p. 118).

Seleccionar: “Es despejar el espacio de trabajo de cualquier elemento no utilizado y desecharlo” (Jara, 2017, p. 170).

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis (figuras, mapas conceptuales)

Figura 16

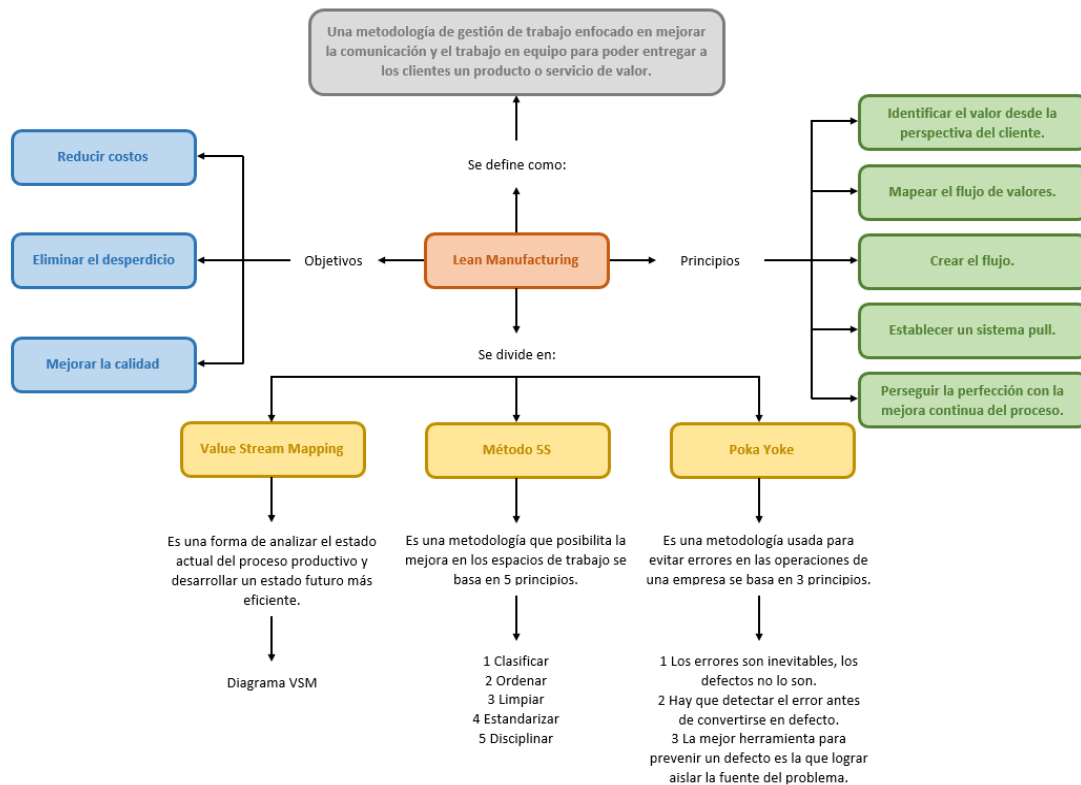
Mapa conceptual



Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Mapa semántico



Fuente: Elaboración propia

2.6 Hipótesis

2.6.1 Hipótesis general

Si se implementa el Lean Manufacturing entonces se incrementará la productividad en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

2.6.2 Hipótesis específicas

- Si se implementa el Value Stream Mapping entonces incrementará el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.
- Si se implementa el Método 5S entonces incrementará la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.
- Si se implementa el Poka Yoke entonces se reducirán los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

2.7 Variables

✓ **Variable independiente general**

- Lean Manufacturing

✓ **Variable dependiente general**

- Productividad

✓ **Variables independientes específicas**

- Value Stream Mapping
- Método 5S
- Poka Yoke

✓ **Variables dependientes específicas**

- Rendimiento
- Eficacia del almacén de materia prima
- Reprocesos

✓ **Indicadores**

- Ratio de rendimiento
- Ratio de eficacia
- Ratio de reprocesos

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación

Enfoque

“Se distingue por la aplicación de métodos y técnicas cuantitativas, y en consecuencia, se refiere a la medición, aplicación de magnitud, observación y medición de unidades de análisis, muestreo y procesamiento estadístico” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 140).

Este estudio se realizó desde un enfoque cuantitativo, ya que se recopilaron datos numéricos de cada una de las variables dependientes utilizando la información histórica proporcionada por la empresa. Con estos datos, se realizó la prueba de hipótesis y se emplearon estadísticas como la herramienta principal de análisis.

Tipo

“Se basa en hallazgos de investigación fundamental, pura o básica con el objetivo de resolver problemas sociales en la comunidad, área o nación” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 136).

El tipo de investigación del presente estudio fue del tipo aplicada, ya que se utilizaron teorías, conocimientos y conceptos para resolver problemas específicos, se llevaron a cabo nuevos procedimientos para cambiar la situación de la empresa. Es decir, se desarrolló una solución como variable independiente al problema de baja productividad en el que acaeció la empresa en base a las teorías estudiadas y fundamentadas por distintos autores.

Nivel

“Se basa en la prueba de hipótesis y tiene como objetivo sacar conclusiones para formular o comparar principios legales o científicos. La investigación explicativa analiza las causas y los efectos de las relaciones entre variables” (Bernal, 2010, p. 115).

El nivel de investigación del presente estudio fue explicativo puesto que se analizaron, interpretaron y sustentaron las causas de la aplicación de los métodos para cada una de

las variables independientes, asimismo se evaluó y explicó el impacto ocasionado en el nivel de variables dependientes de la empresa. A través de los estudios explicativos se probaron las hipótesis causales, confirmando de este modo, los cambios significativos por la aplicación de las teorías propuestas.

Diseño

“Estos diseños se utilizan a menudo en grupos que ya están establecidos; los sujetos de estudio pueden asignarse aleatoriamente a diferentes grupos, a veces con un grupo de control” (Bernal, 2010, p. 146).

El diseño de la investigación en su modalidad fue cuasi experimental dado que se analizaron las variables independientes para determinar, medir y dimensionar estadísticamente su impacto en relación con las variables dependientes.

Para el diseño de la investigación cuasi experimental, en su modalidad de 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

3.2 Población y muestra

La población puede ser determinada como “el número total de unidades de estudio que cumplen con los criterios requeridos. Estas pueden ser personas, objetos, grupos, hechos o fenómenos” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 334).

Se puede considerar que la muestra es “una parte de la población o una parte seleccionada del universo a estudiar que permite la generalización de los resultados” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 334).

Las unidades de análisis “empíricamente, es posible decir que son rasgos, cualidades o características de una persona, cosa, fenómeno o evento que sirve como instrumento para medir la variable en estudio” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2018, p. 326).

Población, muestra y unidad de la investigación

Seguidamente se presenta la población, muestra y unidad de análisis que se usaron en las variables dependientes propuestas en esta investigación.

Variable Dependiente 01: Rendimiento

- **Población:** Rendimientos obtenidos
- **Muestra Pre Test:** Rendimiento obtenido de pedidos realizados en ENERO 2023
- **Muestra Post Test:** Rendimiento obtenido de pedidos realizados en SEPTIEMBRE 2023
- **Unidad de análisis:** Rendimiento obtenido de un pedido realizado

Variable Dependiente 02: Eficacia del almacén de materia prima

- **Población:** Eficacia del almacén de materia prima
- **Muestra Pre Test:** Tiempo real promedio semanal desde 20 de FEBRERO hasta 31 de MARZO del 2023
- **Muestra Post Test:** Tiempo real promedio semanal desde 26 de JUNIO hasta 04 de AGOSTO del 2023
- **Unidad de análisis:** Tiempo de respuesta en la atención de una solicitud

Variable Dependiente 03: Reprocesos

- **Población:** Número de operaciones
- **Muestra Pre Test:** Número de operaciones de ENE - MARZO 2023
- **Muestra Post Test:** Número de operaciones DE JUNIO - AGOSTO 2023
- **Unidad de análisis:** Una operación

En la Tabla 4 se muestra un resumen de la población y unidad de análisis, asimismo se detallan las muestras PRE y POST test.

Tabla 4

Unidad de análisis, población y muestras PRE y POST por cada variable dependiente

Variable Dependiente	Población	Muestras PRE	Muestras POST	Unidad de Análisis
Rendimiento	Rendimiento de la cadena de proceso de cada pedido	Rendimiento obtenido de pedidos realizados en ENERO 2023	Rendimiento obtenido de pedidos realizados en SEPTIEMBRE 2023	Rendimiento de un pedido
Eficacia del almacén de materia prima	Tiempos empleados por almacén para la atención de pedidos	Tiempo real promedio semanal desde 20 de FEBRERO hasta 31 de MARZO del 2023	Tiempo real promedio semanal desde 26 de JUNIO hasta 04 de AGOSTO del 2023	Tiempo de atención de una solicitud del taller
Reprocesos	Número de operaciones por pedido ejecutado	Número de operaciones de ENE - MARZO 2023	Número de operaciones DE JUNIO - AGOSTO 2023	Una operación

Fuente: Elaboración propia

Tipo de muestreo

“Una vez establecido el tamaño de la muestra, las unidades de análisis se eligen de forma aleatoria y/o mecánica, siendo la probabilidad de selección la misma para todos los miembros de la población” (Camacho, 2008, p. 123).

El tipo de muestreo usado en la presente investigación fue del tipo probabilístico debido a que implica la selección aleatoria de muestras de una población lo que ayudó a asegurar que la muestra seleccionada sea efectivamente representativa de toda la población, asimismo el muestreo probabilístico permitió realizar inferencias estadísticas sobre el comportamiento de la población a partir de características de la muestra.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnicas e instrumentos

Técnicas para recolectar datos

“Son un conjunto de acciones y actividades que realiza el investigador para recopilar datos, lograr objetivos y establecer contrastes con las hipótesis de investigación” (Arispe, et al., 2020, p. 78).

Instrumentos para recolectar datos

“Estas herramientas permiten el uso de la tecnología y están diseñadas en torno a variables e indicadores. Los datos deben ser válidos y fiables” (Arispe, et al., 2020, p. 78).

La técnica para la recolección de datos usada para el presente estudio fue la observación directa del objeto en estudio y los instrumentos para la recolección fueron los registros brindados que ayudaron a determinar los datos Pretest y Posttest para el desarrollo de la presente investigación.

Las técnicas e instrumentos que se utilizarán por cada variable se presentan a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5

Consolidado de técnicas e instrumentos utilizados

Variable Dependiente	Técnica	Instrumento
Rendimiento	Observación Directa	Registro de tiempos de valor agregado por operación
Eficacia del almacén de materia prima	Observación Directa	Registro de tiempos de atención del almacén
Reprocesos	Observación Directa	Registro de número de operaciones por proceso

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Criterio de validez

“Mediante el uso de una correlación conocida como índice de validez, esta validez evalúa la consistencia de los puntajes obtenidos del instrumento con otras variables conocidas como variables estándar. Cuanto mayor sea el valor de correlación, mejor será el instrumento” (Arispe, et al., 2020, p. 79).

Criterio de confiabilidad

“Los instrumentos deben pasar por un proceso de validación antes de iniciar el proceso de recolección de datos. La confiabilidad se logra a través de pruebas piloto, donde se garantiza que serán las mismas que en condiciones reales” (Arispe, et al., 2020, p. 80).

El criterio de validez y confiabilidad de la técnica e instrumento del sistema de información que se utilizó en la presente investigación fueron proporcionados por la misma empresa.

Tabla 6

Consolidado de validez y confiabilidad

Variable Dependiente	Validez	Confiabilidad
Rendimiento	La misma empresa	La misma empresa
Eficacia del almacén de materia prima	La misma empresa	La misma empresa
Reprocesos	La misma empresa	La misma empresa

Fuente: Elaboración propia

3.4 Procedimientos para la recolección de datos

La metodología para la recolección de datos en este estudio fue mediante la observación directa de registros de tiempos de valor agregado por operación, tiempos de atención del almacén y número de operaciones por proceso, con el objetivo de recolectar la información histórica e indicadores desde enero del 2023.

Luego, en el presente estudio se procedió a evaluar la información obtenida del registro de documentos brindado por el negocio, con la finalidad de aplicar iniciativas de mejora para los inconvenientes localizados. Las herramientas de mejora propuestas para aplicar serán el desarrollo de la metodología VSM (Value Stream Mapping), el método 5S y la aplicación del Poka Yoke.

Para el presente estudio se realizaron distintos análisis y desarrollo de datos, utilizando instrumentos de cálculo como el software Microsoft Excel; los efectos alcanzados de la aplicación del Lean Manufacturing se encuentran conceptualizados en la Tabla 7.

3.5 Descripción de procedimientos de análisis de datos

Finalmente, se ilustra en la Tabla 7 una comparación de las nuevas medidas que se obtuvieron utilizando la técnica mejorada, lo que nos permitió validar las hipótesis planteadas.

Tabla 7

Consolidado de técnicas e instrumentos utilizados

Variable Dependiente	Indicador VD	Escala de Medición	Estadísticos Descriptivos	Análisis Inferencial
Rendimiento	Ratio de rendimiento	(Tiempo valor agregado por ventana / Tiempo de ciclo total por ventana) x 100	Media, mediana, varianza y desviación estándar	T Student para muestras no relacionadas
Eficacia del almacén de materia prima	Ratio de eficacia	(Tiempo estándar esperado / Tiempo real promedio semanal) x 100	Media, mediana, varianza y desviación estándar	T Student para muestras no relacionadas
Reprocesos	Ratio de reprocesos	[(Tiempo promedio semanal - Tiempo estándar) / Tiempo estándar] x 100	Media, mediana, varianza y desviación estándar	T Student para muestras no relacionadas

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Generalidades

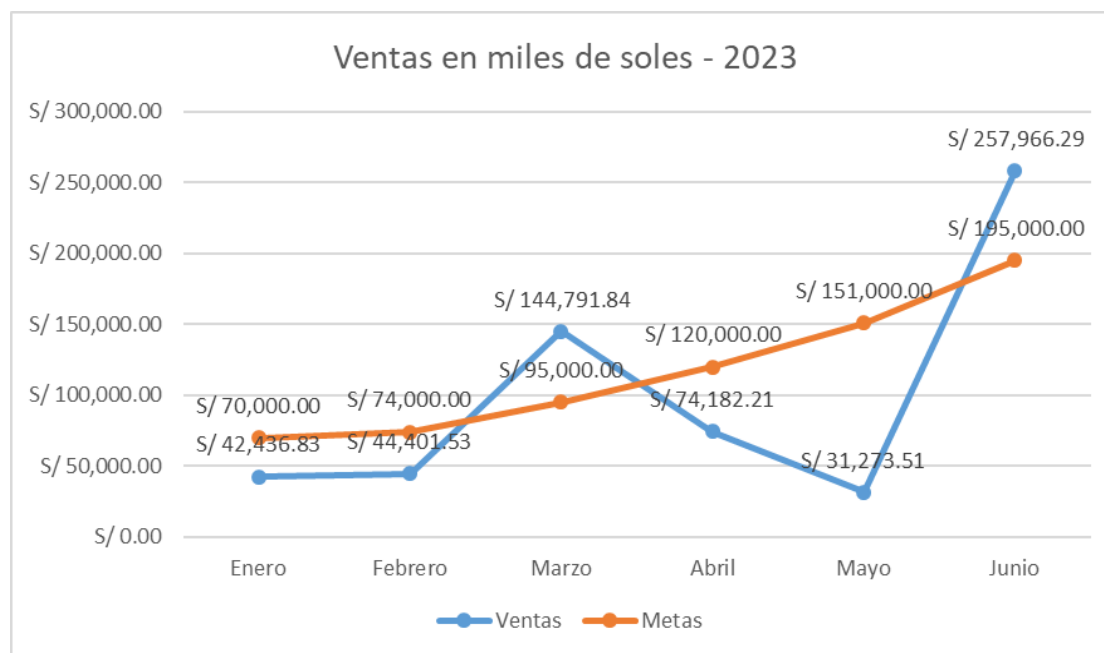
A) Descripción de la empresa

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en base a los datos proporcionados por la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C., una empresa peruana que elabora productos de calidad con vidrio plano destinados para proyectos de arquitectura e ingeniería como viviendas, oficinas, hoteles, comercio, residencias, entre otros. Actualmente cuenta con 12 colaboradores que desempeñan sus funciones en un amplio local donde se encuentra el Área Administrativa, el Almacén y el Taller ubicado en el distrito de Pachacamac.

En la siguiente Figura 18, podemos observar a detalle las ventas reales y proyectadas del año 2023 de la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.

Figura 18

Ventas del año 2023 de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

B) Misión

“Proveer a nuestros clientes con productos de alta calidad, rendimiento y durabilidad que cumplan o excedan sus expectativas al menor costo posible.”

C) Visión

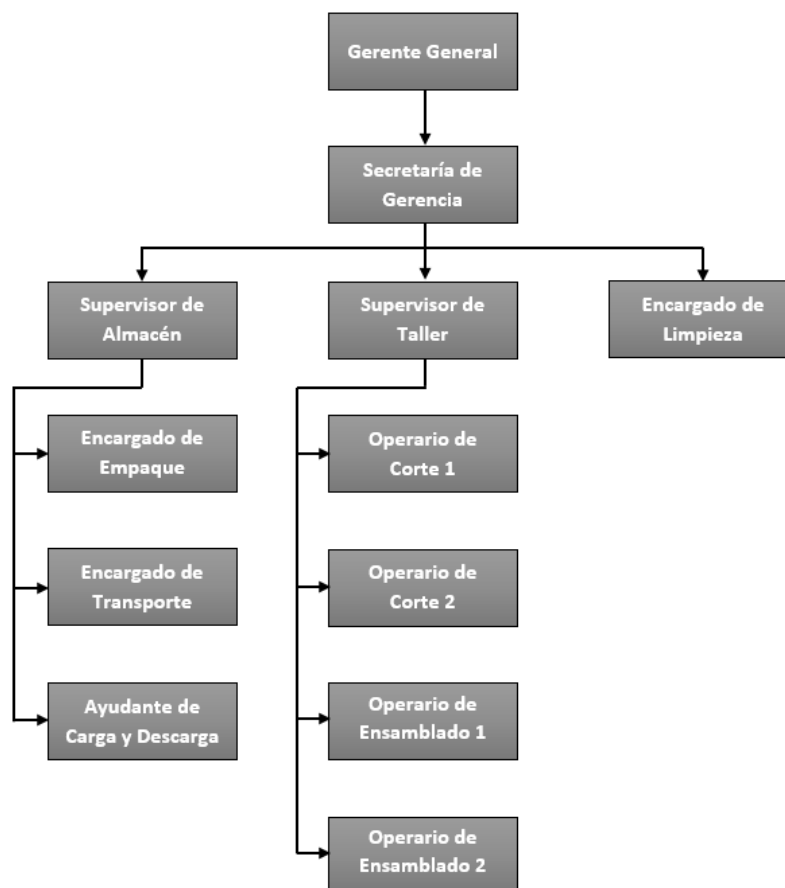
“Crecer en el mercado nacional y llegar a ser más competitivos, expandiendo nuestros servicios con sucursales en todo el Perú y ofrecer la mejor experiencia con nuestros productos.”

D) Organigrama

A continuación se muestra en la Figura 19 el organigrama general de la empresa:

Figura 19

Organigrama de Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.



Fuente: Elaboración propia

En el organigrama podemos observar la distribución de los 12 colaboradores que forman parte de Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.

4.1.2 Objetivo N° 1: Implementar el Value Stream Mapping para incrementar el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

4.1.2.1 Situación Antes (Pre Test)

Durante la ejecución de actividades dentro del proceso productivo en el taller se observó que el tiempo de entrega de productos terminados al cliente final era ineficiente debido a que en muchos casos se excedían los Lead Time ofrecidos, esto debido a factores que no eran detectados por falta de una herramienta de calidad que evalúe a detalle el proceso y diagnostique los puntos claves en donde se ocasionan los retrasos.

Para tener una visualización detallada de todo el proceso productivo se presenta a continuación la descripción y personal a cargo para la elaboración de cada operación (ver Tabla 8).

Tabla 8

Lista detallada por operación

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	ENCARGADO
Control de calidad de material	El personal a cargo verifica y valida toda materia prima solicitada a los proveedores bajo las especificaciones requeridas, con la finalidad de que en la producción se utilicen insumos de la más alta calidad.	Gerencia General
Almacenaje de materia prima	En esta etapa el personal a cargo del almacén traslada y ubica los insumos previamente validados en los anaqueles instalados sin tener en cuenta la organización y la clasificación.	Supervisor de almacén
Proceso de maquinado	El personal lleva a cabo las tareas de medición, corte y troquelado para su posterior ensamble sin considerar la medida exacta para evitar reprocesos y mermas.	Supervisor de taller

Proceso de ensamble	En este proceso el personal a cargo lleva a cabo la unión de toda la materia prima previamente maquinada con los insumos necesarios para su buen acabado.	Supervisor de taller
Proceso de empaque	El personal a cargo lleva a cabo el embalaje de los productos finales salvaguardando su integridad para satisfacción del cliente final.	Supervisor de almacén
Control de calidad de producto	El personal a cargo verifica y valida el producto terminado solicitado por el cliente teniendo en cuenta sus necesidades y requisitos establecidos, con la finalidad de satisfacer y superar sus expectativas con un producto de la más alta calidad.	Gerencia General

Fuente: Elaboración propia

El presente procedimiento se viene ejecutando desde los inicios de la empresa, al ser una entidad en desarrollo y crecimiento se encuentra disponible para optar por modificaciones que puedan significar una mejora en la reducción del tiempo empleado para satisfacción de sus clientes.

Gracias a la colaboración del gerente general se pudo tener acceso a los registros de venta, cotizaciones, DOP, etc. Con estos datos se desarrolló el VSM inicial con la finalidad de obtener el tiempo empleado por proceso y Lead Time para la entrega de productos terminados; asimismo, el VSM nos permitió identificar los sobretiempos empleados en el almacén y dentro del proceso productivo en el taller.

El resultado que se obtuvo nos mostró los puntos claves en los que se emplea demasiado tiempo, con este diagnóstico se planteó la implementación de las posibles herramientas de mejora que optimicen el tiempo reduciendo los retrasos en la atención al cliente final y evitando de esta manera incurrir en multas por incumplimiento con la fecha pactada.

Asimismo, en la Tabla 9 podemos observar detalladamente los datos de la ejecución de 6 pedidos tomados al azar completados en el mes de Enero.

Tabla 9*Cuadro de pedidos pre tomados al azar*

N°	Cliente	Fecha de entrega	Tiempo de ciclo total (días)	Cantidad de ventanas	Tiempo de valor agregado (días)
1	Hatun Royal Constructora S.A.C.	04/01/2023	4	5	2.50
2	Aceros y Concretos SAC	07/01/2023	10	20	6.00
3	Grupo D Y M Constructora S.A.C.	20/01/2023	3	3	2.00
4	Promotora y Constructora AGA S.A.C.	20/01/2023	1	2	0.75
5	Hatun Royal Constructora S.A.C.	28/01/2023	6	10	3.50
6	Hatun Royal Constructora S.A.C.	28/01/2023	3	4	2.25

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 10 se muestran los datos pre-test obtenidos de la información detallada con anterioridad de los 6 casos tomados al azar y tomando en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de valor agregado por ventana (días)}}{\text{Tiempo de ciclo total por ventana (días)}} \times 100\%$$

Tabla 10

Cuadro de datos Pre Test

Pretest	66,25%
Semana	Rendimiento
1	62,50%
2	60,00%
3	66,67%
4	75,00%
5	58,33%
6	75,00%

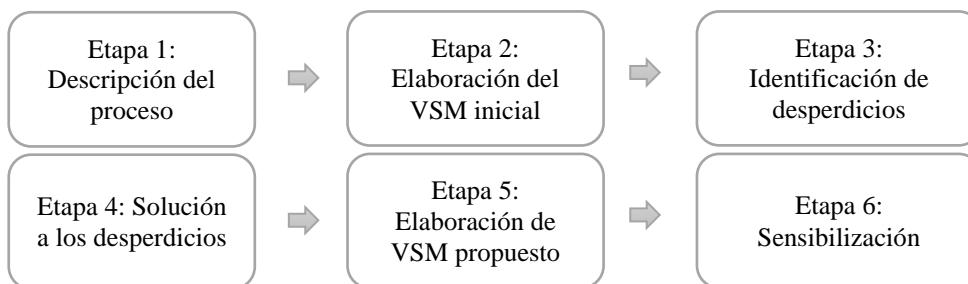
Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 Aplicación de método VSM

La teoría aplicada en el primer objetivo fue el Método VSM, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

Figura 20

Pasos para la implementación del Método VSM



Elaboración propia

A) Descripción del proceso

Para dar inicio con la implementación del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), se describió el proceso actual partiendo de la necesidad del usuario interno, es decir los distintos usuarios involucrados en el proyecto. Los usuarios presentaban su necesidad de compra para realizar adecuadamente su labor y cumplir con los cronogramas establecidos.

El cálculo de las cantidades solicitadas es realizado por la secretaría de gerencia de manera empírica.

Para evitar retrasos, el supervisor del almacén tiene que preparar y renovar su Kardex y así evitar compras innecesarias. La secretaria de gerencia es la encargada de clasificar y revisar las necesidades acordes al proyecto en cuestión, si hay algún problema, serán notificados telefónicamente o por correo para que puedan realizar los pedidos correctamente.

Una vez que los requisitos de compra estén debidamente preparados y aprobados, contactaron a los proveedores relevantes recibiendo ofertas. Luego de obtener las cotizaciones propuestas, se realiza un comparativo de compra, además se requiere la aprobación y consentimiento del gerente antes de realizar la orden de compra; el proveedor asignado debe cumplir con la fecha de entrega pactada.

Una vez que el pedido llega al lugar de entrega, el personal del almacén debe recibir el artículo teniendo en cuenta que el producto debe ser compatible con la solicitud de compra, cotizaciones y condiciones de envío. A continuación, ubicaban los productos en los lugares correspondientes sin tener en cuenta las pautas de almacenamiento de fácil acceso e identificación; los documentos pertinentes eran derivados al área administrativa para realizar el pago correspondiente.

Cuando era requerido dicho producto el personal del taller realizará la solicitud de consumo al personal del almacén el cual debía proceder con su traslado a la brevedad posible. El personal del taller procedía con la transformación de dicha materia prima e insumos mediante los procesos sistemáticos de maquinado, ensamble y empaque; dicho procedimiento se llevaba a cabo con los más altos estándares de calidad, aun así ocurrían reprocesos y mermas que representaban un problema significativo para la organización.

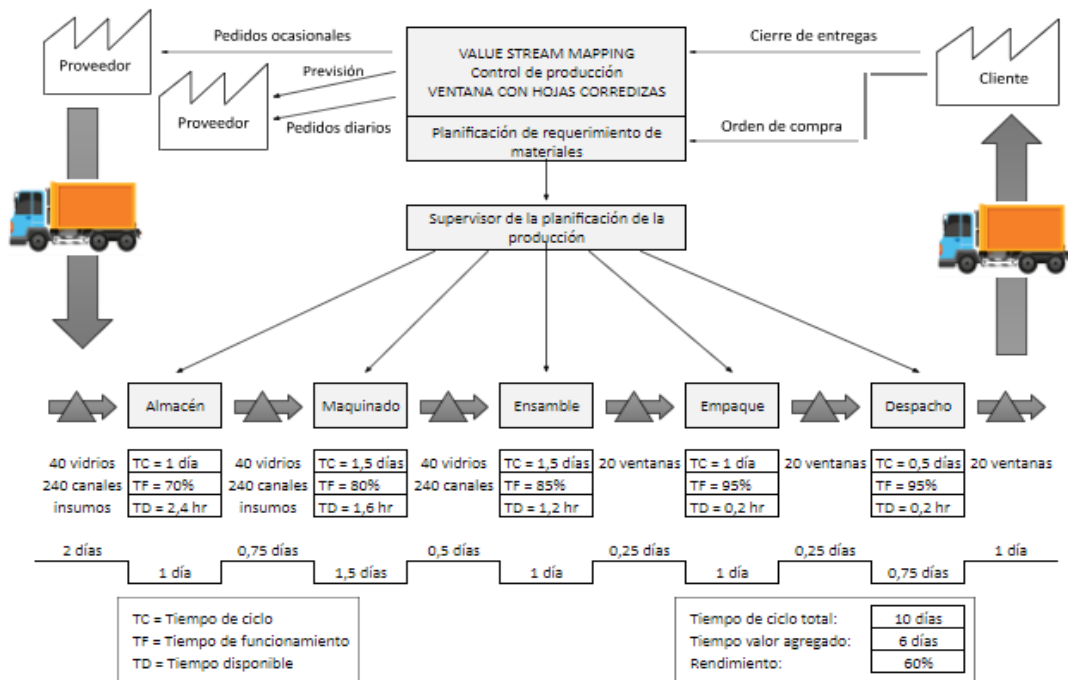
Por último, el producto final era validado por control de calidad y posteriormente era programado para despacho bajo aprobación de la gerencia general.

B) Elaboración del VSM inicial

Teniendo en cuenta lo descrito con anterioridad en el punto anterior procedimos con la elaboración de VSM inicial mostrado en la Figura 21.

Figura 21

VSM Inicial: Proyecto ACEROS Y CONCRETOS SAC



Fuente: Elaboración propia

Como podemos visualizar en el VSM presentado se producen cuellos de botella en la cadena de valor que afectan directamente y de manera grave a la rápida entrega de los productos solicitados por el cliente final.

C) Identificación de desperdicios

Para aplicar Value Stream Mapping, la cadena de valor debía fluir por lo que era necesario eliminar cualquier defecto implementando herramientas de mejora ajustada en el campo para adaptarse a las necesidades reales corrigiendo actividades que generen retrasos. Por lo que se dieron las siguientes sugerencias para mejorar la eficiencia de la organización:

I. Implementar una herramienta para incrementar la eficacia del almacén de materia prima

Causa: Se debe a una mala organización del almacén, mala clasificación y de difícil acceso.

II. Implementar una herramienta para reducir los reprocesos

Causa: Se debe a la mala ejecución de algunos procedimientos.

D) Solución a los desperdicios

Con el fin de mejorar el rendimiento de la organización reduciendo el tiempo de ciclo, se plantean las siguientes recomendaciones operativas:

Etapa 1: Se aplicó la implementación del método 5S con el objetivo de clasificar, ordenar, limpiar, mantener y disciplinar el almacén; gracias a la metodología 5S se logró la fácil visualización, acceso y ubicación de la materia prima e insumos necesarios para la elaboración del producto final en el taller; finalmente el almacén redujo su tiempo de atención reduciéndose por consiguiente el tiempo de ciclo y aumentando el rendimiento del proceso.

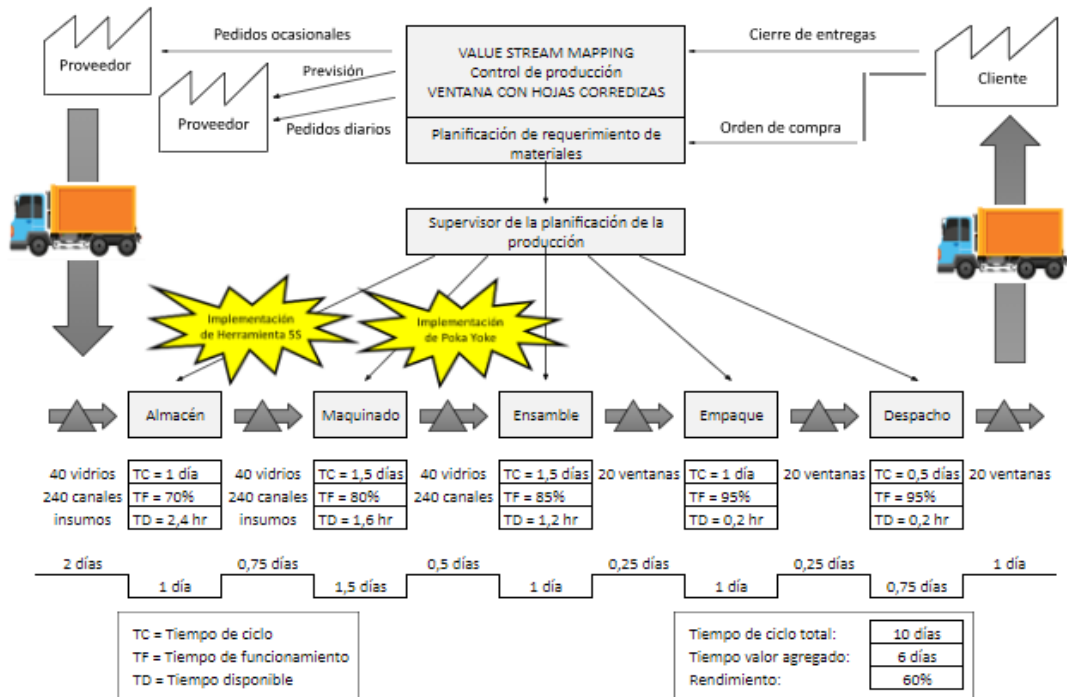
Etapa 2: Se aplicó la implementación del Poka Yoke con el objetivo de evitar defectos en las actividades desarrolladas en el taller, gracias a la aplicación de esta herramienta se redujeron los reprocesos detectados con la finalidad de optimizar el tiempo de fabricación y cumplir con las fechas pactadas con el cliente final.

E) Elaboración de VSM propuesto

Luego de plantear la implementación de las herramientas detalladas con anterioridad se llevó a cabo el desarrollo VSM (ver Figura 22) propuesto con el cual se mejoró el rendimiento de la organización reduciendo los tiempos con valor agregado de los procesos del almacén y maquinado, se cumplieron los tiempos pactados con el cliente final y aumentó su satisfacción.

Figura 22

VSM Propuesto



Fuente: Elaboración propia

F) Sensibilización

Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C., empresa que brinda sus servicios de elaboración e instalación de productos con vidrios planos tiene como objetivo optimizar sus procesos, por lo que se requiere garantizar la eficacia y eficiencia de sus procesos y mantener los más altos niveles de calidad y satisfacción de nuestros clientes.

Por consiguiente, fue de suma importancia la aprobación de la gerencia en el análisis del diagnóstico de la empresa mediante la metodología VSM, ya que nos muestra un panorama total del funcionamiento de todos los procesos, asimismo nos permitió proponer herramientas de mejora con la finalidad de generar un entorno de trabajo en base a las buenas prácticas que permitieron lograr las metas trazadas.

4.1.2.3 Situación después (Post Test)

Finalmente, luego de implementar el análisis con la herramienta VSM y las respectivas mejoras planteadas para la mejora de la organización, se procedió con la recopilación de

datos (ver Tabla 11) con lo cual se puede comprobar la mejora del tiempo de ciclo de la cadena de procesos.

Tabla 11

Cuadro de pedidos post tomados al azar

N°	Cliente	Fecha de entrega	Tiempo de ciclo total (días)	Cantidad de ventanas	Tiempo de valor agregado (días)
1	J.T.P. Ingenieros Sociedad Anónima Cerrada	06/07/2023	1	3	0.75
2	Perlle Studio SAC	11/07/2023	3	8	2.50
3	Ineisa S.A.C.	31/07/2023	2	5	1.50
4	Grupo Binomio S.A.C.	07/08/2023	8	23	6.25
5	E Y C Metalikas Sociedad Anónima Cerrada	12/08/2023	6	18	4.00
6	Derredores Inversiones S.A.C.	12/08/2023	8	29	6.50

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 12 se muestran los datos post-test obtenidos de la información detallada con anterioridad de los 6 casos tomados al azar y usando la siguiente fórmula presentada con anterioridad.

$$Rendimiento = \frac{\text{Tiempo de valor agregado por ventana (días)}}{\text{Tiempo de ciclo total por ventana (días)}} \times 100\%$$

Tabla 12

Cuadro de datos Post Test

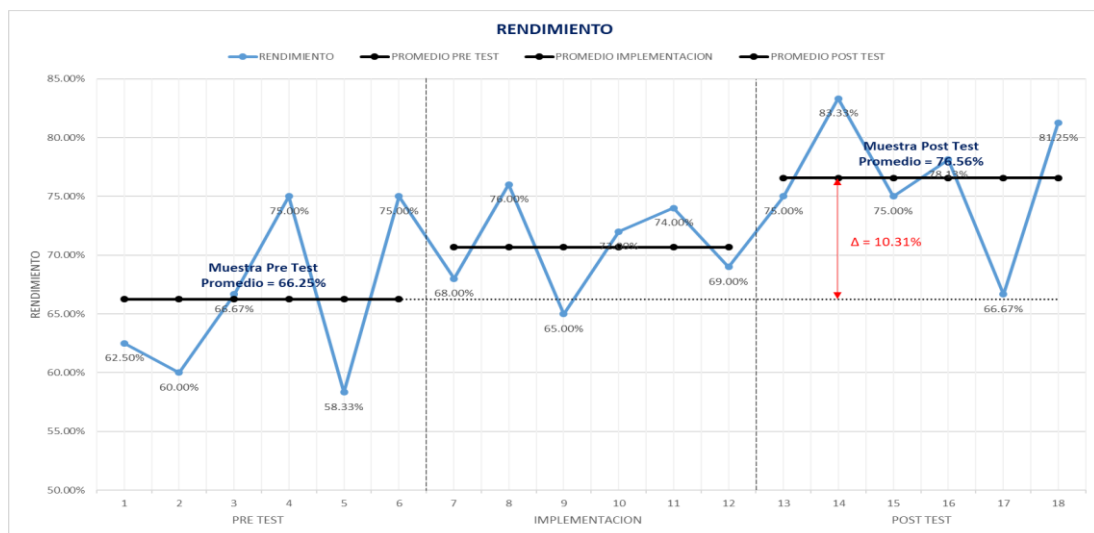
Postest	76,56%
Semana	Rendimiento
1	75,00%
2	83,33%
3	75,00%
4	78,13%
5	66,67%
6	81,25%

Fuente: Elaboración propia

Luego de implementar el Value Stream Mapping en Vidriería Multiservicios Córdoba S.AC., compilamos nuevamente los datos Pretest y Postest del indicador de Rendimiento y los plasmamos en la Figura 23, confirmamos la mejora del Rendimiento de un 10.31%. Actualmente el indicador es de 76.56% en promedio.

Figura 23

Gráfica Pre Test - Post Test



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Objetivo N° 2: Implementar el Método 5S para incrementar la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

4.1.3.1 Situación Antes (Pre Test)

Durante la ejecución de actividades en el taller de producción de productos con vidrio plano se identificó que el tiempo de respuesta del almacén de materia prima no era el óptimo ocasionando paradas en el taller que a su vez generaba retrasos en el cumplimiento de los pedidos y a su vez malestar con el cliente final, al realizar la revisión inicial se identificó que no se realizaban las funciones rápidamente debido a que el personal se demoraba tratando de ubicar el material específico para el desarrollo de sus actividades debido a que el almacén se encontraba en desorden y la zona de trabajo siempre se encontraba ocupada por otros materiales y herramientas, esta situación generó una eficacia promedio semanal del 72.01% en cuanto al tiempo de respuesta del almacén. Los tiempos de respuesta tomados como muestra del almacén de materia prima se ven reflejados en la siguiente Tabla 13.

Tabla 13

Cuadro de tiempos reales tomados como muestra inicial

Semana	Día	Promedio de 3 Muestras al Azar (min)	Promedio Semanal (min)
Semana 1	lunes 20 de febrero	32,5	30,28
	martes 21 de febrero	28,3	
	miércoles 22 de febrero	29,7	
	jueves 23 de febrero	31,4	
	viernes 24 de febrero	29,5	
Semana 2	lunes 27 de febrero	29,9	29,02
	martes 28 de febrero	30,5	
	miércoles 1 de marzo	25,8	
	jueves 2 de marzo	26,4	
	viernes 3 de marzo	32,5	
Semana 3	lunes 6 de marzo	35,4	32,10
	martes 7 de marzo	27,6	
	miércoles 8 de marzo	29,8	
	jueves 9 de marzo	32,9	
	viernes 10 de marzo	34,8	
Semana 4	lunes 13 de marzo	27,8	30,26
	martes 14 de marzo	30,8	

	miércoles 15 de marzo	32,1	
	jueves 16 de marzo	33,4	
	viernes 17 de marzo	27,2	
	lunes 20 de marzo	35,7	
	martes 21 de marzo	26,1	
Semana 5	miércoles 22 de marzo	31,4	30,48
	jueves 23 de marzo	27,3	
	viernes 24 de marzo	31,9	
	lunes 27 de marzo	29,7	
	martes 28 de marzo	31,4	
Semana 6	miércoles 29 de marzo	33,8	31,36
	jueves 30 de marzo	35,4	
	viernes 31 de marzo	26,5	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los tiempos de respuesta anteriormente presentados y en base al tiempo estándar de 22 minutos brindado por la empresa se calculó teniendo en cuenta la siguiente fórmula las eficacias en porcentajes, las cuales como se muestra en la Tabla 14 serán nuestros datos Pre Test.

$$Eficacia = \frac{\text{Tiempo estándar esperado (min)}}{\text{Tiempo real promedio semanal (min)}} \times 100\%$$

Tabla 14

Cuadro de datos Pre Test

Pretest	72,01%
Semana	Eficacia
1	72,66%
2	75,81%
3	68,54%
4	72,70%
5	72,18%
6	70,15%

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 15 se puede observar el presupuesto planificado para la implementación de la metodología 5S.

Tabla 15

Presupuesto 5S

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Formato de auditoría 5S	Unid.	5	0.1	0.5
Capacitación 5S (10 colaboradores)	Hrs.	20	4.3	86
Formato de tarjeta roja	Unid.	12	0.1	1.2
Papelera para desechos	Unid.	1	45	45
Publicaciones 5S (3 áreas)	Unid.	6	0.1	0.6
Total				133.3

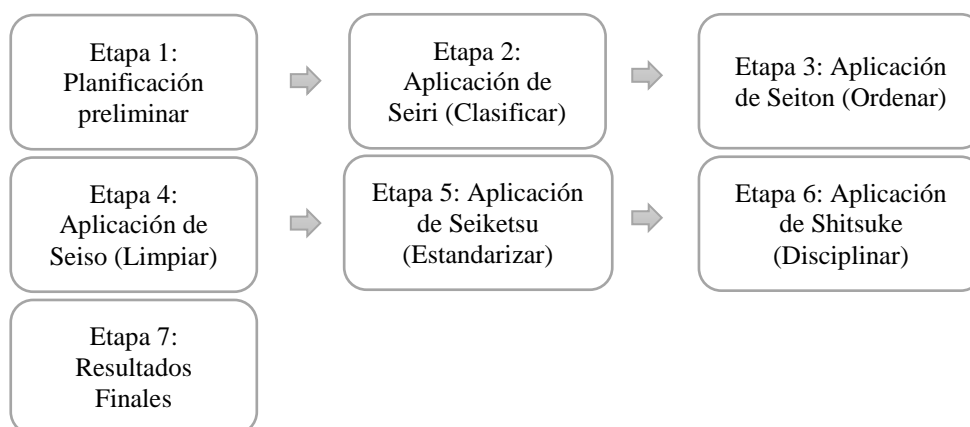
Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2 Aplicación de método 5S

La teoría aplicada en el segundo objetivo fue el Método 5S, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

Figura 24

Pasos para la implementación del Método 5S



Elaboración propia

A) Planificación preliminar

A consecuencia de la falta de clasificación, orden y limpieza en el almacén de materia prima se decidió implementar la metodología 5S con la finalidad de poder eliminar los principales problemas que ocasionan los retrasos en el tiempo de respuesta de abastecimiento de materia prima al taller.

I. Diagnóstico inicial

Para poder llevar a cabo la implementación de las 5S, primero realizamos una auditoría inicial (ver Tabla 16) para conocer la situación actual del almacén de materia prima y poder determinar el resultado final (ver Figura 25).

Tabla 16

Auditoría de diagnóstico inicial

Auditoría 5S			
Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Área	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	3/4/2023	Cargo	Gerente

0	1	2	3	4
Muy malo	Malo	Regular	Bien	Muy bien

Criterios de Evaluación		Puntaje
1. Clasificar		
CLASIFICAR	(1) Hay materiales, obras inacabadas o productos terminados innecesarios.	1
	(2) Hay maquinaria o equipo innecesarios.	1
	(3) Existen instrumentos, herramientas, formatos o muebles innecesarios.	1
	(4) Los objetos innecesarios están debidamente localizados (tarjetas rojas).	0
	(5) Se utilizan criterios claros para identificar elementos innecesarios.	2
	SUBTOTAL	5

2. Ordenar		
ORDENAR	(1) Las zonas en donde se ubican los elementos están lo suficientemente diseñadas para obedecer con el requisito de ser un lugar en específico.	2
	(2) Las áreas en donde se ubican los elementos están debidamente identificados.	0
	(3) Los lugares en donde se instalan los objetos están debidamente delimitados de los pasillos, área de trabajo, ubicación de mesas, equipos, estantes, etc. mediante el uso de líneas trazadas en el piso.	0
	(4) Los pasillos contienen elementos como materiales, herramientas, trabajos en progreso, productos terminados o máquinas.	2
	(5) Se realiza la identificación de las áreas o secciones de trabajo mediante letreros.	0
	(6) Se visualiza fácilmente la ubicación de los elementos.	2
	(7) La ubicación del extintor de incendios está claramente marcada y las zonas y pasajes de seguridad en el suelo están razonablemente diseñados.	1
	(8) La ubicación de los botiquines está correctamente identificada, se cuenta con lo necesario y su acceso está bien diseñado.	1
	(9) Existe sensibilización acerca de la responsabilidad por el cuidado de las herramientas, maquinarias, materiales de limpieza, etc.; tanto de uso personal como para uso común.	2
	(10) Existen zonas adecuadas para que los colaboradores preserven sus propiedades personales.	2
SUBTOTAL		12
3. Limpiar		
LIMPIAR	(1) Hay materiales derramados o líquidos en el suelo.	2
	(2) Existen partículas de polvo en el piso, en los productos en proceso, en las maquinarias, estantes, etc.	1
	(3) Existe suciedad en la ropa de trabajo de los colaboradores, maquinarias, estantes, etc.	2
	(4) Los colores de la ropa de trabajo de los colaboradores facilita la identificación visual de las fuentes de suciedad.	1
	(5) Las estaciones de trabajo y sus ubicaciones están cuidadosamente diseñadas para facilitar la limpieza.	1
	(6) Las paredes, las ventanas y el techo están correctamente pintados y limpios.	1
	(7) Cada colaborador es responsable de la limpieza de su zona de trabajo, sus materiales, su equipo, etc.	2

	(8) Se sabe identificar al responsable de la limpieza de todos los lugares de trabajo y elementos de uso común (maquinaria, equipos, etc.) mediante carteles, tarjetas de limpieza, rollos de limpieza, etc.	0
	(9) Existen implementos para realizar la limpieza y aseo personal suficientes y en buen estado.	2
	(10) Los baños se conservan limpios.	2
	SUBTOTAL	14
4. Estandarizar		
ESTANDARIZAR	(1) Se programan auditorías con frecuencia con la finalidad de identificar acciones correctivas.	1
	(2) Están establecidos los procedimientos para llevar a cabo las auditorías con los formatos correspondientes.	1
	SUBTOTAL	2
5. Disciplinar		
DISCIPLINAR	(1) Hay normativas y el hábito para clasificar los elementos innecesarios y desecharlos.	2
	(2) Existe la normativa y el hábito para ordenar las cosas al lugar donde deben ubicarse.	2
	(3) Existe la normativa y el hábito para la disposición de desperdicios, sin que caigan al piso.	1
	(4) Existen procedimientos para limpiar artículos de difícil acceso y estos se aplican de forma permanente.	1
	(5) Se realizan reuniones diarias con los colaboradores para concientizarlos sobre las normas y procedimientos de trabajo.	0
	SUBTOTAL	6
Problemas Identificados		
<p>El almacén de materia prima de la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. presenta graves problemas de orden debido a que las herramientas, maquinaria, equipos de trabajo y materia prima no tienen lugar específico para su almacenamiento y los colaboradores no mantienen la zona de trabajo limpia, además tienen conocimiento leve sobre la metodología 5S.</p>		

Fuente: AIINTEC Perú

Figura 25*Resultados de la auditoría de diagnóstico inicial*

Empresa	Vidrieria Multiservicios Córdova S.A.C.	Área	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	03/04/2023	Cargo	Gerente

Puntaje máximo	128
----------------	-----

N°	Criterios de Evaluación	N° Preguntas	Subtotal
1	Clasificar (Seiri)	5	5
2	Ordenar (Seiton)	10	12
3	Limpiar (Seiso)	10	14
4	Mantener (Seiketsu)	2	2
5	Disciplinar (Shitsuke)	5	6
Total		32	39

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

Nota
30.47%

Evaluación
E

Evaluación	A: Implementación de las 5S óptimo, se requiere mantener el nivel.
	B: Implementación de las 5S moderado, se requiere alcanzar el óptimo.
	C: Implementación de las 5S regular, se requiere de mejora continua.
	D: Implementación de las 5S leve, se requiere de mejoras intensas.
	E: Se necesita implementar la metodología 5S inmediatamente.

Fuente: AIINTEC Perú

II. Plan de implementación

Considerando los principales problemas identificados, procedemos a realizar un plan de implementación de la metodología 5S (Ver Figura 26), donde se detalla las actividades a realizar para resolver el problema de demora en el tiempo de respuesta.

III. Sensibilización

Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. empresa que brinda sus servicios de elaboración e instalación de productos con vidrios planos tiene como objetivo optimizar su materia prima, garantizar el bienestar de sus colaboradores y mantener los más altos estándares de satisfacción de nuestros clientes.

Por lo tanto, fue de vital importancia el acuerdo de la gerencia con la aplicación de las 5S, para que en consecuencia todo el personal tuviera el compromiso, voluntad y afán de generar un entorno de trabajo en base a las buenas costumbres que brinda la metodología 5S y así se puedan lograr las metas trazadas.

Figura 27

Acta de compromiso

Acta de Compromiso para la Implementación del Método 5S en la Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.

En el marco del compromiso continuo con la mejora de nuestros procesos y la creación de un entorno laboral más eficiente y ordenado, la alta gerencia de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. formaliza su compromiso con la implementación del Método 5S.

Compromiso con la Organización:

Reconozco la importancia de mantener un entorno organizado y limpio para promover la eficiencia operativa y la productividad. Como Gerente General, me comprometo a liderar este esfuerzo y a ser ejemplo de los estándares que esperamos alcanzar en toda la organización.

Liderazgo Activo:

Dado que el éxito de la implementación del Método 5S requiere liderazgo activo. Me comprometo a proporcionar el apoyo necesario, tanto en recursos como en tiempo, para garantizar el éxito de esta iniciativa.

Capacitación y Sensibilización:

Me comprometo a facilitar sesiones de formación para todos los niveles jerárquicos de la empresa y a fomentar un ambiente de aprendizaje continuo.

Integración en la Cultura Organizacional:

Me comprometo a fomentar la adopción de estos principios en todas las actividades diarias y a respaldar la sostenibilidad de los cambios realizados.

Con la formalización de esta acta, la alta gerencia de Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. asume el compromiso pleno de liderar y respaldar la implementación exitosa del Método 5S en todas las áreas de la organización.

Atentamente:



Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.
Freddy Cordova Altez
Gerente General
DNI 40613256

Lima, 07 de abril del 2023

Fuente: Elaboración propia

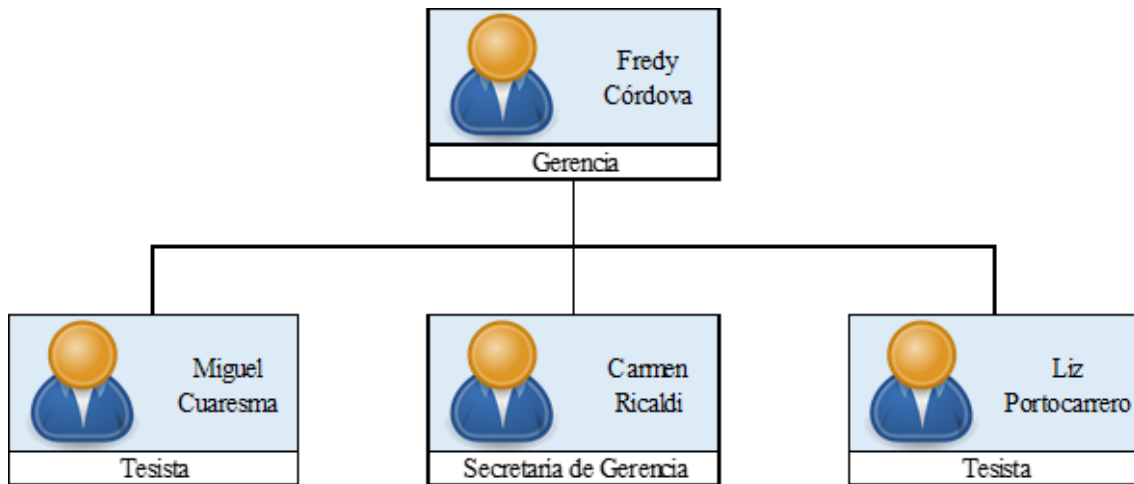
IV. Reunión para la formación del comité de las 5S

Para implementar la metodología 5S se requirió organizar un comité de adaptación, los cuales serían los responsables de entrenar a los colaboradores durante la metodología, ejercer las distintas auditorías y citar a las juntas para la verificación del cumplimiento del método 5S.

Este comité estuvo estructurado por el representante de gerencia, la encargada de secretaría y tesistas. En la Figura 28 se visualiza al comité 5S, los cuales serán entrenados preliminarmente para ayudar con el cambio programado.

Figura 28

Comité 5S



Fuente: Elaboración propia

V. Capacitación al personal

En esta sub etapa se llevó a cabo el entrenamiento del personal involucrado del área del almacén de materia prima con el fin de que conozca el método 5S y puedan visualizar el panorama de ventajas o beneficios que esta herramienta brindaría a su área para la ejecución de sus tareas.

En la Figura 29 observamos la presentación que se brindó a los colaboradores de la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.

Figura 29

Capacitación 5S



Fuente: Elaboración propia

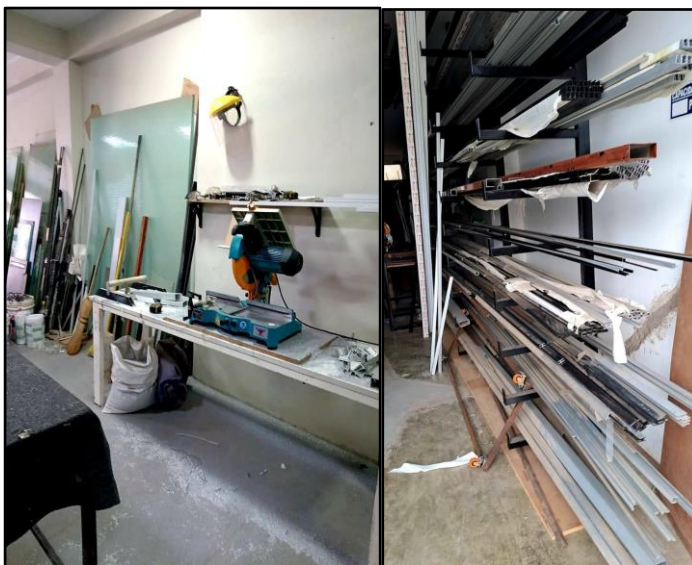
B) Aplicación de Seiri (Clasificar)

I. Clasificar ítems

Con la ayuda del supervisor del almacén de materia prima se procedió con la clasificación de las herramientas, maquinaria, equipos y materia prima de las que se procedió a descartar las que se encontraban en mal estado o desuso (Ver Figura 30).

Figura 30

Objetos necesarios e innecesarios sin clasificar



Fuente: Elaboración propia

II. Elaborar tarjetas rojas

Son formatos que se usaron para dar razón del motivo del descarte de lo clasificado como innecesario, se elaboraron las tarjetas rojas (Ver Figura 31) necesarias para sugerir la acción con la que se procedió al descarte de los objetos innecesarios. El color rojo de las tarjetas fue para la identificación rápida de lo innecesario.

Figura 31

Modelo de tarjeta roja

Tarjeta roja		N°	
Fecha			
Responsable del área			
Material o artículo			
Cantidad			
Categoría			
Equipo	<input type="checkbox"/>	Limpieza	<input type="checkbox"/>
Herramienta	<input type="checkbox"/>	Desperdicio	<input type="checkbox"/>
Maquinaria	<input type="checkbox"/>	Oficina	<input type="checkbox"/>
Objeto personal	<input type="checkbox"/>	Residuos	<input type="checkbox"/>
Pieza eléctrica	<input type="checkbox"/>	Otros	
Pieza mecánica	<input type="checkbox"/>		
Insumo	<input type="checkbox"/>		
Razón de tarjeta			
Innecesario	<input type="checkbox"/>	Contaminante	<input type="checkbox"/>
Defectuoso	<input type="checkbox"/>	Otros	
No se requiere	<input type="checkbox"/>		
Uso desconocido	<input type="checkbox"/>		
Plan de acción			
Eliminar	<input type="checkbox"/>	Otros	
Vender	<input type="checkbox"/>		
Reubicar	<input type="checkbox"/>		
Observaciones			

Fuente: Elaboración propia

III. Aplicar tarjetas rojas

Se empleó el modelo de tarjeta roja para clasificar los artículos, herramientas, equipos e insumos del almacén de materia prima del taller, primero identificando las categorías, luego la razón de ser de las tarjetas y finalmente el plan de acción necesario para eliminarlos, venderlos o reubicarlos a otros lugares (Ver Figura 32).

Figura 32

Aplicación de la tarjeta roja



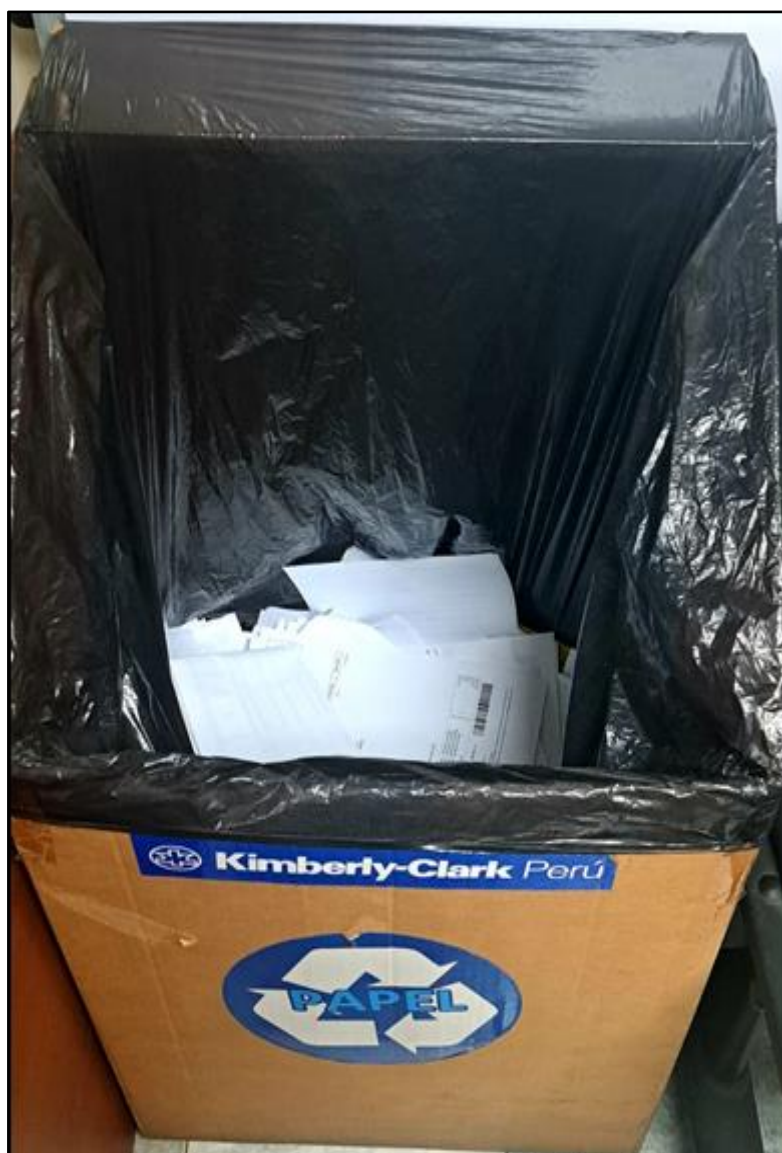
Fuente: Elaboración propia

IV. Eliminar los ítems innecesarios

Según a los criterios ya establecidos se procedió también con la eliminación de documentación innecesaria (Ver Figura 33).

Figura 33

Desecho de elementos innecesarios



Fuente: Elaboración propia

C) Aplicación de Seiton (Ordenar)

I. Delimitar los lugares de trabajo

Fue de suma importancia mantener el orden en el almacén de materia prima con la finalidad de facilitar la ubicación de los objetos necesarios mediante la señalización de los anaqueles, estantes y mesa de trabajo (Ver Figura 34).

Figura 34

Área de trabajo sin delimitación



Fuente: Elaboración propia

II. Asignar un lugar a cada ítem

Luego de haber clasificado los equipos, herramientas, insumos y materiales necesarios del almacén de materia prima se procedió con la organización de los mismos según su frecuencia e impacto de uso, tal y como se aprecia en la siguiente Tabla 17.

Tabla 17

Frecuencia de uso de los ítems necesarios del almacén de materia prima

Frecuencia de uso	Conclusión
Siempre se usa, muchas veces al día.	Colocar el ítem lo más cerca posible.
Frecuentemente, algunas veces al día.	Colocar en zonas de rápido acceso.
Regularmente, algunas veces a la semana.	Colocar en área común.
Ocasionalmente, algunas veces al mes.	Colocar en zonas de fácil acceso.
Raramente, algunas veces al año.	Colocar en zonas superiores.
Nunca se usa, pero podría usarse.	Colocar etiquetado y en la zona más alejada.

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se tomó en cuenta el impacto de los mismos considerando el criterio de la “Metodología 3F”.

- Fácil de visualizar.
- Fácil acceso.
- Fácil de retomar su ubicación.

Se ubicaron las herramientas en un compartimiento señalando cada una para su fácil ubicación y fácil retorno (Ver Figura 35, 36 y 37).

Figura 35

Tablero de herramientas mal usado y en mal estado



Fuente: Elaboración propia

Figura 36

Primer tablero de herramientas ordenado y clasificado



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se acondicionó un espacio para el guardado del equipo de limpieza como son escoba, recogedor y tachos de desechos con fácil ubicación y acceso para llevar a cabo la limpieza del área de trabajo.

II. Verificar la limpieza

Finalmente se estableció el tiempo de ejecución de estas labores de limpieza de 8 a 12 minutos después de culminar cada jornada laboral todos los días.

El gerente encargado usó la siguiente lista de verificación de limpieza (Ver Figura 39) diariamente para garantizar que se completen las funciones de limpieza y que se completen todas las actividades descritas en el cronograma.

Figura 39

Lista de verificación de limpieza

Nº	Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
1	Equipos y maquinarias apagadas.					
2	Escritorios, sillas y materiales de oficina ordenados.					
3	Estanterías clasificadas, ordenadas y limpias.					
4	Estanterías correctamente rotuladas.					
5	Mesa de trabajo limpia.					
6	Piso limpio.					
7	Herramientas clasificadas y ordenadas.					
8	Residuos sólidos desechados.					
9	Objetos innecesarios retirados.					
10	Luces apagadas.					

Día	Responsable
Lunes	
Martes	
Miércoles	
Jueves	
Viernes	

Fecha de actualización: / /

Fuente: Elaboración propia

E) Aplicación de Seiketsu (Estandarizar)

I. Auditoría de seguimiento 1

Después de haber implementado las primeras 3S fue necesario llevar a cabo una auditoría de seguimiento (ver Tabla 18) con la finalidad de corroborar su correcta aplicación, se llevó a cabo la revisión de resultados (ver Figura 40) para poder determinar los puntos de mejora.

Tabla 18*Auditoría de seguimiento 1*

Auditoría 5S			
Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Área	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	9/5/2023	Cargo	Gerente

0	1	2	3	4
Muy malo	Malo	Regular	Bien	Muy bien

Criterios de Evaluación		Puntaje
1. Clasificar		
CLASIFICAR	(1) Hay materiales, obras inacabadas o productos terminados innecesarios.	2
	(2) Hay maquinaria o equipo innecesarios.	1
	(3) Existen instrumentos, herramientas, formatos o muebles innecesarios.	2
	(4) Los objetos innecesarios están debidamente localizados (tarjetas rojas).	1
	(5) Se utilizan criterios claros para identificar elementos innecesarios.	2
	SUBTOTAL	8
2. Ordenar		
ORDENAR	(1) Las zonas en donde se ubican los elementos están lo suficientemente diseñadas para obedecer con el requisito de ser un lugar en específico.	2
	(2) Las áreas en donde se ubican los elementos están debidamente identificados.	1
	(3) Los lugares en donde se instalan los objetos están debidamente delimitados de los pasillos, área de trabajo, ubicación de mesas, equipos, estantes, etc. mediante el uso de líneas trazadas en el piso.	1
	(4) Los pasillos contienen elementos como materiales, herramientas, trabajos en progreso, productos terminados o máquinas.	3
	(5) Se realiza la identificación de las áreas o secciones de trabajo mediante letreros.	1
	(6) Se visualiza fácilmente la ubicación de los elementos.	2
	(7) La ubicación del extintor de incendios está claramente marcada y las zonas y pasajes de seguridad en el suelo están razonablemente diseñados.	2

	(8) La ubicación de los botiquines está correctamente identificada, se cuenta con lo necesario y su acceso está bien diseñado.	2
	(9) Existe sensibilización acerca de la responsabilidad por el cuidado de las herramientas, maquinarias, materiales de limpieza, etc.; tanto de uso personal como para uso común.	2
	(10) Existen zonas adecuadas para que los colaboradores preserven sus propiedades personales.	3
	SUBTOTAL	19
3. Limpiar		
LIMPIAR	(1) Hay materiales derramados o líquidos en el suelo.	2
	(2) Existen partículas de polvo en el piso, en los productos en proceso, en las maquinarias, estantes, etc.	1
	(3) Existe suciedad en la ropa de trabajo de los colaboradores, maquinarias, estantes, etc.	2
	(4) Los colores de la ropa de trabajo de los colaboradores facilita la identificación visual de las fuentes de suciedad.	1
	(5) Las estaciones de trabajo y sus ubicaciones están cuidadosamente diseñadas para facilitar la limpieza.	2
	(6) Las paredes, las ventanas y el techo están correctamente pintados y limpios.	2
	(7) Cada colaborador es responsable de la limpieza de su zona de trabajo, sus materiales, su equipo, etc.	2
	(8) Se sabe identificar al responsable de la limpieza de todos los lugares de trabajo y elementos de uso común (maquinaria, equipos, etc.) mediante carteles, tarjetas de limpieza, rollos de limpieza, etc.	1
	(9) Existen implementos para realizar la limpieza y aseo personal suficientes y en buen estado.	3
	(10) Los baños se conservan limpios.	3
	SUBTOTAL	19
4. Estandarizar		
ESTANDARIZAR	(1) Se programan auditorías con frecuencia con la finalidad de identificar acciones correctivas.	2
	(2) Están establecidos los procedimientos para llevar a cabo las auditorías con los formatos correspondientes.	2
	SUBTOTAL	4
5. Disciplinar		
DISCIPLINAR	(1) Hay normativas y el hábito para clasificar los elementos innecesarios y desecharlos.	2
	(2) Existe la normativa y el hábito para ordenar las cosas al lugar donde deben ubicarse.	2

	(3) Existe la normativa y el hábito para la disposición de desperdicios, sin que caigan al piso.	2
	(4) Existen procedimientos para limpiar artículos de difícil acceso y estos se aplican de forma permanente.	2
	(5) Se realizan reuniones diarias con los colaboradores para concientizarlos sobre las normas y procedimientos de trabajo.	1
	SUBTOTAL	9
Problemas Identificados		
<p>El almacén de materia prima de la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. presenta graves problemas de orden debido a que las herramientas, maquinaria, equipos de trabajo y materia prima no tienen lugar específico para su almacenamiento y los colaboradores no mantienen la zona de trabajo limpia, además tienen conocimiento leve sobre la metodología 5S.</p>		

Fuente: AIINTEC Perú

Figura 40

Resultados de la auditoría de seguimiento 1

Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Area	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	09/05/2023	Cargo	Gerente

Puntaje máximo	128
-----------------------	-----

Nº	Criterios de Evaluación	Nº Preguntas	Subtotal
1	Clasificar (Seiri)	5	8
2	Ordenar (Seiton)	10	19
3	Limpiar (Seiso)	10	19
4	Mantener (Seiketsu)	2	4
5	Disciplinar (Shitsuke)	5	9
Total		32	59

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

Nota
46.09%

Evaluación
D

Evaluación	A: Implementación de las 5S óptimo, se requiere mantener el nivel.
	B: Implementación de las 5S moderado, se requiere alcanzar el óptimo.
	C: Implementación de las 5S regular, se requiere de mejora continua.
	D: Implementación de las 5S leve, se requiere de mejoras intensas.
	E: Se necesita implementar la metodología 5S inmediatamente.

Fuente: AIINTEC Perú

En la Figura 40 podemos visualizar que el personal está comprometido con el uso de la metodología 5S, la nota de evaluación de criterios de la auditoría ha mejorado de 30.47% a 46.09%.

Según criterio de evaluación la aplicación de las 5S requirió de mejoras intensas por lo que se reforzaron nuevamente los conocimientos detallados en las primeras 3S.

II. Estandarizar las primeras 3S

Como proceso de mejora continua se consideró la toma de acciones para la estandarización de las primeras 3S, con el fin de mejorar los resultados obtenidos, estas acciones fueron las siguientes:

- No está permitido mantener herramientas, equipos o insumos fuera de su lugar de trabajo si no se están utilizando, en el área de trabajo solo deben visualizarse los ítems necesarios para la elaboración de los pedidos programados.
- Está establecido que cuando se termine el servicio, todas las herramientas, equipos y otros, sean devueltos a su lugar con la finalidad de guardar los buenos hábitos de clasificación y orden.

III. Programa de auditoría

Para poder llevar a cabo el seguimiento de las acciones correctivas detalladas anteriormente se programaron auditorías de seguimiento semanal con la finalidad de fortalecer la metodología 5S e impulsar su aplicación en el almacén y taller. Se acordó lo siguiente con la gerencia:

- Reuniones periódicas semanales para discutir sobre los resultados de los programas de auditoría de seguimiento y tomar acciones para su mejora continua.

F) Aplicación de Shitsuke (Disciplinar)

I. Agenda de talleres 5S

Con la presente fase se buscó priorizar la concientización de todos los colaboradores para que se interiorice el cambio y sea un hábito la metodología 5S, en consecuencia se programaron talleres para reforzar los fundamentos y beneficios de la metodología 5S.

II. Publicaciones

Asimismo con la finalidad de que la metodología 5S se interiorice y este presente se establecieron publicaciones como: letreros, boletines, exhibiciones del antes y después, manuales para infundir la constancia de la aplicación de la metodología 5S (ver Figura 41); con la implementación de estas medidas se buscó las buenas prácticas con la finalidad de que se conviertan en hábitos y costumbres para los colaboradores.

Figura 41

Publicaciones sobre la metodología 5S



Fuente: Elaboración propia

III. Auditoría de seguimiento 2

Luego de implementar la metodología 5S fue necesario llevar a cabo una auditoría de seguimiento (ver Tabla 19) para verificar y validar la correcta aplicación, asimismo se llevó a cabo la revisión de resultados (ver Figura 42) para poder determinar los puntos de mejora.

Tabla 19*Auditoría de seguimiento 2*

Auditoría 5S			
Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Área	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	25/5/2023	Cargo	Gerente

0	1	2	3	4
Muy malo	Malo	Regular	Bien	Muy bien

Criterios de Evaluación		Puntaje
1. Clasificar		
CLASIFICAR	(1) Hay materiales, obras inacabadas o productos terminados innecesarios.	3
	(2) Hay maquinaria o equipo innecesarios.	2
	(3) Existen instrumentos, herramientas, formatos o muebles innecesarios.	2
	(4) Los objetos innecesarios están debidamente localizados (tarjetas rojas).	2
	(5) Se utilizan criterios claros para identificar elementos innecesarios.	3
	SUBTOTAL	12
2. Ordenar		
ORDENAR	(1) Las zonas en donde se ubican los elementos están lo suficientemente diseñadas para obedecer con el requisito de ser un lugar en específico.	2
	(2) Las áreas en donde se ubican los elementos están debidamente identificados.	2
	(3) Los lugares en donde se instalan los objetos están debidamente delimitados de los pasillos, área de trabajo, ubicación de mesas, equipos, estantes, etc. mediante el uso de líneas trazadas en el piso.	2
	(4) Los pasillos contienen elementos como materiales, herramientas, trabajos en progreso, productos terminados o máquinas.	3
	(5) Se realiza la identificación de las áreas o secciones de trabajo mediante letreros.	2
	(6) Se visualiza fácilmente la ubicación de los elementos.	2
	(7) La ubicación del extintor de incendios está claramente marcada y las zonas y pasajes de seguridad en el suelo están razonablemente diseñados.	3

	(8) La ubicación de los botiquines está correctamente identificada, se cuenta con lo necesario y su acceso está bien diseñado.	3
	(9) Existe sensibilización acerca de la responsabilidad por el cuidado de las herramientas, maquinarias, materiales de limpieza, etc.; tanto de uso personal como para uso común.	2
	(10) Existen zonas adecuadas para que los colaboradores preserven sus propiedades personales.	3
	SUBTOTAL	24
3. Limpiar		
LIMPIAR	(1) Hay materiales derramados o líquidos en el suelo.	3
	(2) Existen partículas de polvo en el piso, en los productos en proceso, en las maquinarias, estantes, etc.	3
	(3) Existe suciedad en la ropa de trabajo de los colaboradores, maquinarias, estantes, etc.	3
	(4) Los colores de la ropa de trabajo de los colaboradores facilita la identificación visual de las fuentes de suciedad.	3
	(5) Las estaciones de trabajo y sus ubicaciones están cuidadosamente diseñadas para facilitar la limpieza.	2
	(6) Las paredes, las ventanas y el techo están correctamente pintados y limpios.	2
	(7) Cada colaborador es responsable de la limpieza de su zona de trabajo, sus materiales, su equipo, etc.	2
	(8) Se sabe identificar al responsable de la limpieza de todos los lugares de trabajo y elementos de uso común (maquinaria, equipos, etc.) mediante carteles, tarjetas de limpieza, rollos de limpieza, etc.	2
	(9) Existen implementos para realizar la limpieza y aseo personal suficientes y en buen estado.	3
	(10) Los baños se conservan limpios.	3
	SUBTOTAL	26
4. Estandarizar		
ESTANDARIZAR	(1) Se programan auditorías con frecuencia con la finalidad de identificar acciones correctivas.	3
	(2) Están establecidos los procedimientos para llevar a cabo las auditorías con los formatos correspondientes.	3
	SUBTOTAL	6
5. Disciplinar		
DISCIPLINAR	(1) Hay normativas y el hábito para clasificar los elementos innecesarios y desecharlos.	3
	(2) Existe la normativa y el hábito para ordenar las cosas al lugar donde deben ubicarse.	3

	(3) Existe la normativa y el hábito para la disposición de desperdicios, sin que caigan al piso.	2
	(4) Existen procedimientos para limpiar artículos de difícil acceso y estos se aplican de forma permanente.	2
	(5) Se realizan reuniones diarias con los colaboradores para concientizarlos sobre las normas y procedimientos de trabajo.	2
	SUBTOTAL	12
Problemas Identificados		
El almacén de materia prima de la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. presenta graves problemas de orden debido a que las herramientas, maquinaria, equipos de trabajo y materia prima no tienen lugar específico para su almacenamiento y los colaboradores no mantienen la zona de trabajo limpia, además tienen conocimiento leve sobre la metodología 5S.		

Fuente: AIINTEC Perú

Figura 42

Resultados de la auditoría de seguimiento 2

Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Area	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	25/05/2023	Cargo	Gerente

Puntaje máximo	128
-----------------------	-----

N°	Criterios de Evaluación	N° Preguntas	Subtotal
1	Clasificar (Seiri)	5	12
2	Ordenar (Seiton)	10	24
3	Limpiar (Seiso)	10	26
4	Mantener (Seiketsu)	2	6
5	Disciplinar (Shitsuke)	5	12
Total		32	80

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

Nota
62.50%

Evaluación
C

Evaluación	A: Implementación de las 5S óptimo, se requiere mantener el nivel.
	B: Implementación de las 5S moderado, se requiere alcanzar el óptimo.
	C: Implementación de las 5S regular, se requiere de mejora continua.
	D: Implementación de las 5S leve, se requiere de mejoras intensas.
	E: Se necesita implementar la metodología 5S inmediatamente.

Fuente: AIINTEC Perú

En la Figura 42 podemos visualizar que el personal está comprometido con el uso de la metodología 5S, la nota de evaluación de criterios de la auditoría ha mejorado de 46.09% a 62.50%.

Según criterio de evaluación la aplicación de las 5S es regular y requiere de mejoras continuas por lo que se reforzará con una última auditoría de seguimiento.

IV. Auditoría de seguimiento 3

Efectuamos la última auditoría de seguimiento (ver Tabla 20) para verificar y validar la correcta implementación de la metodología 5S, asimismo re examinamos los resultados (ver Figura 43) para poder determinar los puntos de mejora.

Tabla 20

Auditoría de seguimiento 3

Auditoría 5S			
Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Área	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	8/6/2023	Cargo	Gerente

0	1	2	3	4
Muy malo	Malo	Regular	Bien	Muy bien

Criterios de Evaluación		Puntaje
1. Clasificar		
CLASIFICAR	(1) Hay materiales, obras inacabadas o productos terminados innecesarios.	4
	(2) Hay maquinaria o equipo innecesarios.	2
	(3) Existen instrumentos, herramientas, formatos o muebles innecesarios.	3
	(4) Los objetos innecesarios están debidamente localizados (tarjetas rojas).	3
	(5) Se utilizan criterios claros para identificar elementos innecesarios.	4
	SUBTOTAL	16
2. Ordenar		
ORDENAR	(1) Las zonas en donde se ubican los elementos están lo suficientemente diseñadas para obedecer con el requisito de ser un lugar en específico.	2

	(2) Las áreas en donde se ubican los elementos están debidamente identificados.	3
	(3) Los lugares en donde se instalan los objetos están debidamente delimitados de los pasillos, área de trabajo, ubicación de mesas, equipos, estantes, etc. mediante el uso de líneas trazadas en el piso.	3
	(4) Los pasillos contienen elementos como materiales, herramientas, trabajos en progreso, productos terminados o máquinas.	4
	(5) Se realiza la identificación de las áreas o secciones de trabajo mediante letreros.	3
	(6) Se visualiza fácilmente la ubicación de los elementos.	3
	(7) La ubicación del extintor de incendios está claramente marcada y las zonas y pasajes de seguridad en el suelo están razonablemente diseñados.	3
	(8) La ubicación de los botiquines está correctamente identificada, se cuenta con lo necesario y su acceso está bien diseñado.	3
	(9) Existe sensibilización acerca de la responsabilidad por el cuidado de las herramientas, maquinarias, materiales de limpieza, etc.; tanto de uso personal como para uso común.	2
	(10) Existen zonas adecuadas para que los colaboradores preserven sus propiedades personales.	3
	SUBTOTAL	29
3. Limpiar		
LIMPIAR	(1) Hay materiales derramados o líquidos en el suelo.	4
	(2) Existen partículas de polvo en el piso, en los productos en proceso, en las maquinarias, estantes, etc.	3
	(3) Existe suciedad en la ropa de trabajo de los colaboradores, maquinarias, estantes, etc.	3
	(4) Los colores de la ropa de trabajo de los colaboradores facilita la identificación visual de las fuentes de suciedad.	4
	(5) Las estaciones de trabajo y sus ubicaciones están cuidadosamente diseñadas para facilitar la limpieza.	3
	(6) Las paredes, las ventanas y el techo están correctamente pintados y limpios.	3

	(7) Cada colaborador es responsable de la limpieza de su zona de trabajo, sus materiales, su equipo, etc.	2
	(8) Se sabe identificar al responsable de la limpieza de todos los lugares de trabajo y elementos de uso común (maquinaria, equipos, etc.) mediante carteles, tarjetas de limpieza, rollos de limpieza, etc.	2
	(9) Existen implementos para realizar la limpieza y aseo personal suficientes y en buen estado.	4
	(10) Los baños se conservan limpios.	4
	SUBTOTAL	32
4. Estandarizar		
ESTANDARIZAR	(1) Se programan auditorías con frecuencia con la finalidad de identificar acciones correctivas.	4
	(2) Están establecidos los procedimientos para llevar a cabo las auditorías con los formatos correspondientes.	3
	SUBTOTAL	7
5. Disciplinar		
DISCIPLINAR	(1) Hay normativas y el hábito para clasificar los elementos innecesarios y desecharlos.	4
	(2) Existe la normativa y el hábito para ordenar las cosas al lugar donde deben ubicarse.	4
	(3) Existe la normativa y el hábito para la disposición de desperdicios, sin que caigan al piso.	3
	(4) Existen procedimientos para limpiar artículos de difícil acceso y estos se aplican de forma permanente.	2
	(5) Se realizan reuniones diarias con los colaboradores para concientizarlos sobre las normas y procedimientos de trabajo.	3
	SUBTOTAL	16
Problemas Identificados		
<p>El almacén de materia prima de la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. presenta graves problemas de orden debido a que las herramientas, maquinaria, equipos de trabajo y materia prima no tienen lugar específico para su almacenamiento y los colaboradores no mantienen la zona de trabajo limpia, además tienen conocimiento leve sobre la metodología 5S.</p>		

Fuente: AIINTEC Perú

Figura 43*Resultados de la auditoría de seguimiento 3*

Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Área	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	08/06/2023	Cargo	Gerente

Puntaje máximo	128
----------------	-----

N°	Criterios de Evaluación	N° Preguntas	Subtotal
1	Clasificar (Seiri)	5	16
2	Ordenar (Seiton)	10	29
3	Limpiar (Seiso)	10	32
4	Mantener (Seiketsu)	2	7
5	Disciplinar (Shitsuke)	5	16
Total		32	100

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

Nota
78.13%

Evaluación
B

Evaluación
A: Implementación de las 5S óptimo, se requiere mantener el nivel.
B: Implementación de las 5S moderado, se requiere alcanzar el óptimo.
C: Implementación de las 5S regular, se requiere de mejora continua.
D: Implementación de las 5S leve, se requiere de mejoras intensas.
E: Se necesita implementar la metodología 5S inmediatamente.

Fuente: AIINTEC Perú

En la Figura 43 podemos visualizar que el personal está comprometido con el uso de la metodología 5S, la nota de evaluación de criterios de la auditoría ha mejorado de 62.50% a 78.13%. Según criterio de evaluación la aplicación de las 5S es moderada y requerirá de mejoras en puntos específicos para alcanzar la implementación óptima.

G) Resultados finales

I. Auditoría final

Finalmente se llevará a cabo la auditoría final (ver Tabla 21) para verificar y validar la correcta aplicación de la metodología 5S, asimismo revisamos los resultados (ver Figura 44) finales de seguimiento.

Tabla 21*Auditoría final*

Auditoría 5S			
Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Área	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	14/7/2023	Cargo	Gerente

0	1	2	3	4
Muy malo	Malo	Regular	Bien	Muy bien

Criterios de Evaluación		Puntaje
1. Clasificar		
CLASIFICAR	(1) Hay materiales, obras inacabadas o productos terminados innecesarios.	4
	(2) Hay maquinaria o equipo innecesarios.	3
	(3) Existen instrumentos, herramientas, formatos o muebles innecesarios.	4
	(4) Los objetos innecesarios están debidamente localizados (tarjetas rojas).	4
	(5) Se utilizan criterios claros para identificar elementos innecesarios.	4
	SUBTOTAL	19
2. Ordenar		
ORDENAR	(1) Las zonas en donde se ubican los elementos están lo suficientemente diseñadas para obedecer con el requisito de ser un lugar en específico.	3
	(2) Las áreas en donde se ubican los elementos están debidamente identificados.	4
	(3) Los lugares en donde se instalan los objetos están debidamente delimitados de los pasillos, área de trabajo, ubicación de mesas, equipos, estantes, etc. mediante el uso de líneas trazadas en el piso.	4
	(4) Los pasillos contienen elementos como materiales, herramientas, trabajos en progreso, productos terminados o máquinas.	4
	(5) Se realiza la identificación de las áreas o secciones de trabajo mediante letreros.	4
	(6) Se visualiza fácilmente la ubicación de los elementos.	4
	(7) La ubicación del extintor de incendios está claramente marcada y las zonas y pasajes de seguridad en el suelo están razonablemente diseñados.	4

	(8) La ubicación de los botiquines está correctamente identificada, se cuenta con lo necesario y su acceso está bien diseñado.	4
	(9) Existe sensibilización acerca de la responsabilidad por el cuidado de las herramientas, maquinarias, materiales de limpieza, etc.; tanto de uso personal como para uso común.	3
	(10) Existen zonas adecuadas para que los colaboradores preserven sus propiedades personales.	4
	SUBTOTAL	38
3. Limpiar		
LIMPIAR	(1) Hay materiales derramados o líquidos en el suelo.	4
	(2) Existen partículas de polvo en el piso, en los productos en proceso, en las maquinarias, estantes, etc.	4
	(3) Existe suciedad en la ropa de trabajo de los colaboradores, maquinarias, estantes, etc.	4
	(4) Los colores de la ropa de trabajo de los colaboradores facilita la identificación visual de las fuentes de suciedad.	4
	(5) Las estaciones de trabajo y sus ubicaciones están cuidadosamente diseñadas para facilitar la limpieza.	3
	(6) Las paredes, las ventanas y el techo están correctamente pintados y limpios.	4
	(7) Cada colaborador es responsable de la limpieza de su zona de trabajo, sus materiales, su equipo, etc.	3
	(8) Se sabe identificar al responsable de la limpieza de todos los lugares de trabajo y elementos de uso común (maquinaria, equipos, etc.) mediante carteles, tarjetas de limpieza, rollos de limpieza, etc.	3
	(9) Existen implementos para realizar la limpieza y aseo personal suficientes y en buen estado.	4
	(10) Los baños se conservan limpios.	4
	SUBTOTAL	37
4. Estandarizar		
ESTANDARIZAR	(1) Se programan auditorías con frecuencia con la finalidad de identificar acciones correctivas.	4
	(2) Están establecidos los procedimientos para llevar a cabo las auditorías con los formatos correspondientes.	4
	SUBTOTAL	8
5. Disciplinar		
DISCIPLINAR	(1) Hay normativas y el hábito para clasificar los elementos innecesarios y desecharlos.	4
	(2) Existe la normativa y el hábito para ordenar las cosas al lugar donde deben ubicarse.	4

	(3) Existe la normativa y el hábito para la disposición de desperdicios, sin que caigan al piso.	3
	(4) Existen procedimientos para limpiar artículos de difícil acceso y estos se aplican de forma permanente.	3
	(5) Se realizan reuniones diarias con los colaboradores para concientizarlos sobre las normas y procedimientos de trabajo.	4
	SUBTOTAL	18
Problemas Identificados		
<p>El almacén de materia prima de la empresa Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C. presenta graves problemas de orden debido a que las herramientas, maquinaria, equipos de trabajo y materia prima no tienen lugar específico para su almacenamiento y los colaboradores no mantienen la zona de trabajo limpia, además tienen conocimiento leve sobre la metodología 5S.</p>		

Fuente: AIINTEC Perú

Figura 44

Resultados de la auditoría final

Empresa	Vidriería Multiservicios Córdova S.A.C.	Area	Almacén
Auditor	Miguel Cuaresma / Liz Portocarrero	Responsable	Fredy Córdova
Fecha	14/07/2023	Cargo	Gerente

Puntaje máximo	128
-----------------------	-----

Nº	Criterios de Evaluación	Nº Preguntas	Subtotal
1	Clasificar (Seiri)	5	19
2	Ordenar (Seiton)	10	38
3	Limpiar (Seiso)	10	37
4	Mantener (Seiketsu)	2	8
5	Disciplinar (Shitsuke)	5	18
Total		32	120

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

Nota
93.75%

Evaluación
A

Evaluación	A: Implementación de las 5S óptimo, se requiere mantener el nivel.
	B: Implementación de las 5S moderado, se requiere alcanzar el óptimo.
	C: Implementación de las 5S regular, se requiere de mejora continua.
	D: Implementación de las 5S leve, se requiere de mejoras intensas.
	E: Se necesita implementar la metodología 5S inmediatamente.

Fuente: AIINTEC Perú

En la Figura 44 podemos visualizar que el personal está comprometido con el uso de la metodología 5S, la nota de evaluación de criterios de la auditoría ha mejorado de 78.13% a 93.75%.

Según criterio de evaluación la aplicación de las 5S es óptima, se requiere mantener el nivel, bajo los criterios de la auditoría la mejora se ve representada en el aumento de nota de un 63.28% en las evaluaciones.

4.1.3.3 Situación después (Post Test)

Finalmente, luego de implementar la metodología 5S y las respectivas mejoras continuas para su fortalecimiento, se procedió con la recopilación de datos (ver Tabla 22) para cálculo del indicador de eficacia promedio semanal, con lo cual se comprueba la mejora en el tiempo de respuesta del almacén.

Los tiempos de respuesta tomados como muestra del almacén de materia prima se ven reflejados en la siguiente Tabla 22.

Tabla 22

Cuadro de tiempos reales tomados como muestra final

Semana	Día	Promedio de 3 Muestras al Azar (min)	Promedio Semanal (min)
Semana 1	lunes 26 de junio	21,9	22,02
	martes 27 de junio	22,5	
	miércoles 28 de junio	22,4	
	jueves 29 de junio	20,6	
	viernes 30 de junio	22,7	
Semana 2	lunes 3 de julio	21,4	22,12
	martes 4 de julio	22,8	
	miércoles 5 de julio	23,4	
	jueves 6 de julio	20,4	
	viernes 7 de julio	22,6	
Semana 3	lunes 10 de julio	22,9	22,26
	martes 11 de julio	23,3	
	miércoles 12 de julio	21,8	
	jueves 13 de julio	22,7	
	viernes 14 de julio	20,6	
Semana 4	lunes 17 de julio	21,9	22,10
	martes 18 de julio	22,7	

	miércoles 19 de julio	21,8	
	jueves 20 de julio	22,2	
	viernes 21 de julio	21,9	
	lunes 24 de julio	22,5	
	martes 25 de julio	21,8	
Semana 5	miércoles 26 de julio	23,1	22,08
	jueves 27 de julio	21,6	
	viernes 28 de julio	21,4	
	lunes 31 de julio	20,8	
	martes 1 de agosto	22,2	
Semana 6	miércoles 2 de agosto	23,5	22,20
	jueves 3 de agosto	22,8	
	viernes 4 de agosto	21,7	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los tiempos de respuesta anteriormente presentados y en base al tiempo estándar de 22 minutos brindado por la empresa se calculó las eficacias en porcentajes las cuales serán nuestros datos Post Test mostrados a continuación en la Tabla 23.

$$Eficacia = \frac{\text{Tiempo estándar esperado (min)}}{\text{Tiempo real promedio semanal (min)}} \times 100\%$$

Tabla 23

Cuadro de datos Post Test

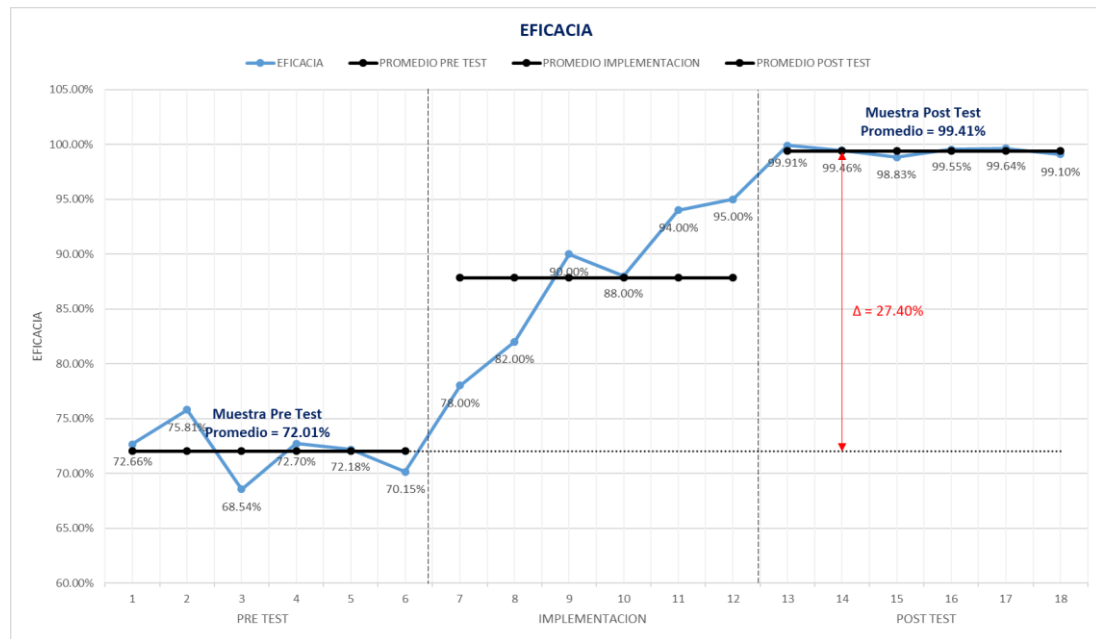
Postest	99,41%
Semana	Eficacia
1	99,91%
2	99,46%
3	98,83%
4	99,55%
5	99,64%
6	99,10%

Fuente: Elaboración propia

Luego de implementar la metodología 5S en Vidriería Multiservicios Córdoba S.AC., compilamos nuevamente los datos Pretest y Postest del indicador de Eficacia y los plasmamos en la Figura 45, confirmando la mejora de la Eficacia de un 27.40%. Actualmente el indicador es de 99.41% en promedio.

Figura 45

Gráfica Pre Test - Post Test



Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Objetivo N° 3: Implementar el Poka Yoke para reducir los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

4.1.4.1 Situación Antes (Pre Test)

Se identificó que el tiempo de producción excede el estándar debido a la necesidad de realizar reprocesos como consecuencia de los errores del equipo de trabajo. Esto ocasionó la pérdida de materia prima, un aumento en la fatiga laboral, retrasos en la entrega de pedidos al cliente y una tasa semanal de reprocesos promedio del 63%.

El número de operaciones tomadas para la presente investigación están detalladas en la Tabla 24.

Tabla 24*Cuadro de número de operaciones reales tomadas como muestra inicial*

Semana	Día	Promedio de 3 muestras tomadas	Promedio semanal
1	lunes 20 de febrero	68	66
	martes 21 de febrero	65	
	miércoles 22 de febrero	67	
	jueves 23 de febrero	67	
	viernes 24 de febrero	65	
2	lunes 27 de febrero	72	78
	martes 28 de febrero	79	
	miércoles 1 de marzo	75	
	jueves 2 de marzo	83	
	viernes 3 de marzo	80	
3	lunes 6 de marzo	78	70
	martes 7 de marzo	65	
	miércoles 8 de marzo	68	
	jueves 9 de marzo	63	
	viernes 10 de marzo	75	
4	lunes 13 de marzo	80	85
	martes 14 de marzo	85	
	miércoles 15 de marzo	89	
	jueves 16 de marzo	84	
	viernes 17 de marzo	85	
5	lunes 20 de marzo	80	72
	martes 21 de marzo	70	
	miércoles 22 de marzo	72	
	jueves 23 de marzo	71	
	viernes 24 de marzo	68	
6	lunes 27 de marzo	70	68
	martes 28 de marzo	72	
	miércoles 29 de marzo	65	
	jueves 30 de marzo	64	
	viernes 31 de marzo	68	

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el recuento total de operaciones para la fabricación de un producto, como se detallan en la Tabla 24, y tomando como referencia el estándar de 45 operaciones que deberían ser necesarios para una fabricación sin la necesidad de realizar reprocesos, se calculó teniendo en cuenta la siguiente fórmula los porcentajes de reprocesos, los cuales se detallan en la Tabla 25 como nuestros resultados previos.

$$\text{Reproceso} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de operaciones promedio semanal} - \text{N}^\circ \text{ de operaciones estándar}}{\text{N}^\circ \text{ de operaciones estándar}} \times 100\%$$

Tabla 25

Cuadro de datos Pre Test

Pretest	62,67%
Semana	Reprocesos
1	47%
2	73%
3	56%
4	89%
5	60%
6	51%

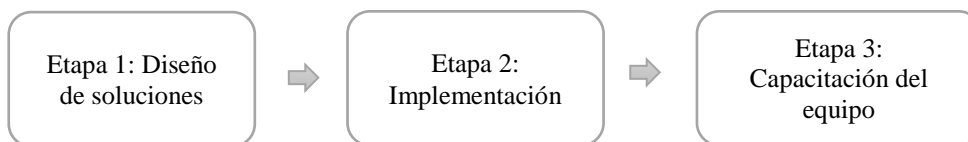
Fuente: elaboración propia

4.1.4.2 Aplicación del Poka Yoke

La teoría aplicada en el tercer objetivo fue el Poka Yoke, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

Figura 46

Pasos para la implementación del Poka Yoke



Elaboración propia

Etapa 1: Diseño de soluciones

Para reducir los reprocesos en la fabricación de ventanas, se utilizó la herramienta Poka Yoke, esto con el objetivo de atacar directamente a la causa principal de generar los reprocesos, la cual es la falla en las medidas. Para prevenir este error en la medición instalamos una herramienta denominada por nosotros como “Formato de medidas a prueba de errores”. Al utilizar la wincha con el elemento de aseguramiento de la medida al inicio de la cadena de fabricación, la medición se realizó de la manera correcta. La medida se tomó sin dar oportunidad a cometer errores.

Etapa 2: Implementación

Este formato incluye un compartimento destinado a alojar un hilo, el cual será utilizado para registrar las medidas tomadas de la ventana. Como se muestra en la Figura 47, el hilo se posicionó en el área de medición y se cortó con precisión de acuerdo a las dimensiones exactas del espacio de medición.

Figura 47

Hilo posicionado en la ventana



Elaboración propia

Luego, como se ilustra en la Figura 48, el hilo, junto con la medida, se colocó en la sección correspondiente del formato.

Figura 48

Formato con datos llenos

FORMATO DE MEDIDAS A PRUEBA DE ERRORES		
Cliente	Grupo Inmuebles VV SAC	
Tipo de producto	Ventanas	
Ubicación	Alto	Ancho
Cocina	40 cm	60 cm
Salón	1,60 m	1,80 m
Baño	40 cm	60 cm
Cuarto 1 (Pintado)	1 m	1,20 m
Cuarto 2	1 m	1 m

Elaboración propia

Este formato permitió contener las medidas de cada una de las ventanas y también la medida exacta en el hilo, de manera tal que una vez realizado el marcado del vidrio, se sacará el hilo antes para verificar que efectivamente ese es el tamaño y no hacer un corte erróneo.

Este formato posibilitó tener las dimensiones de cada ventana de una manera más ordenada, junto con la medida precisa guardada en el hilo. Esta funcionalidad permitió la verificación del tamaño exacto antes de efectuar el corte del vidrio, evitando así posibles errores.

Etapa 3 Capacitación del equipo

Era fundamental que el equipo de trabajo comprenda la relevancia de utilizar los formatos de manera adecuada. Por este motivo, se diseñó una presentación que se centra en destacar las ventajas que el uso de estos formatos aportará a su labor, como la reducción de reprocesos y la disminución de la fatiga asociada a la repetición de operaciones. Además, proporcionamos detalladas instrucciones sobre el uso correcto de los formatos, con el fin de garantizar su óptimo aprovechamiento.

Figura 49

Capacitación



POKA YOKE

● ● ● ●
Cero errores

VIDRIERÍA MULTISERVICIOS CÓRDOVA S.A.C.

Fuente: elaboración propia

Con esta implementación, nuestro objetivo fue minimizar los reprocesos en la fabricación de ventanas obteniendo mejoras significativas a medida que el personal se familiarice con esta herramienta, con la aspiración de eliminar por completo los reprocesos relacionados con errores en las mediciones.

Después de la capacitación, se realizó una evaluación regular de su nivel de conocimiento sobre el tema cubierto.

Tabla 26

Presupuesto para la capacitación en Poka Yoke

Descripción	Costo unitario	Cantidad	N° Trabajadores	Costo total
Hora hombre	4.30	2	4	34.40
Total				34.40

Elaboración propia

En la Tabla 26 se puede apreciar que el costo que se requirió para la capacitación del Poka Yoke es de S/34,40.

Tabla 27*Presupuesto para la implementación del Poka Yoke*

Descripción	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Formato de medida a prueba de errores	0.10	1	0.10
Cinta scotch	1.50	1/10	0.15
Hilo de coser de 500m	2	1/2	1
Total			1.25

Elaboración propia

En la Tabla 27 podemos apreciar que el costo adicional que tiene una ventana luego de que se implementó el Poka Yoke es S/1,25.

4.1.4.3 Situación Después (Post Test)

En la Tabla 28 podemos apreciar la disminución de reprocesos, ya que el número de operaciones por producto es menor luego de la implementación del Poka Yoke.

Tabla 28*Cuadro de número de operaciones reales tomadas como muestra final*

Semana	Día	N° de operaciones	Promedio semanal
1	lunes 26 de junio	52	48
	martes 27 de junio	48	
	miércoles 28 de junio	50	
	jueves 29 de junio	45	
	viernes 30 de junio	47	
2	lunes 3 de julio	55	52
	martes 4 de julio	52	
	miércoles 5 de julio	52	
	jueves 6 de julio	50	
	viernes 7 de julio	50	
3	lunes 10 de julio	48	47
	martes 11 de julio	50	
	miércoles 12 de julio	46	
	jueves 13 de julio	47	
	viernes 14 de julio	46	
4	lunes 17 de julio	52	50
	martes 18 de julio	48	
	miércoles 19 de julio	51	
	jueves 20 de julio	49	
	viernes 21 de julio	48	

	lunes 24 de julio	48	
	martes 25 de julio	50	
5	miércoles 26 de julio	51	49
	jueves 27 de julio	49	
	viernes 28 de julio	45	
	lunes 31 de julio	45	
6	martes 1 de agosto	45	45
	miércoles 2 de agosto	46	
	jueves 3 de agosto	45	
	viernes 4 de agosto	46	

Elaboración propia

En la Tabla 29 podemos apreciar que el promedio de reprocesos tomados en 6 semanas es del 7,83% y que en la semana 6 se logró el 0% de reprocesos, logrando obtener cero errores en la fabricación de las ventanas.

$$\text{Reproceso} = \frac{N^{\circ} \text{ de operaciones promedio semanal} - N^{\circ} \text{ de operaciones estándar}}{N^{\circ} \text{ de operaciones estándar}} \times 100\%$$

Tabla 29

Cuadro de datos Post Test

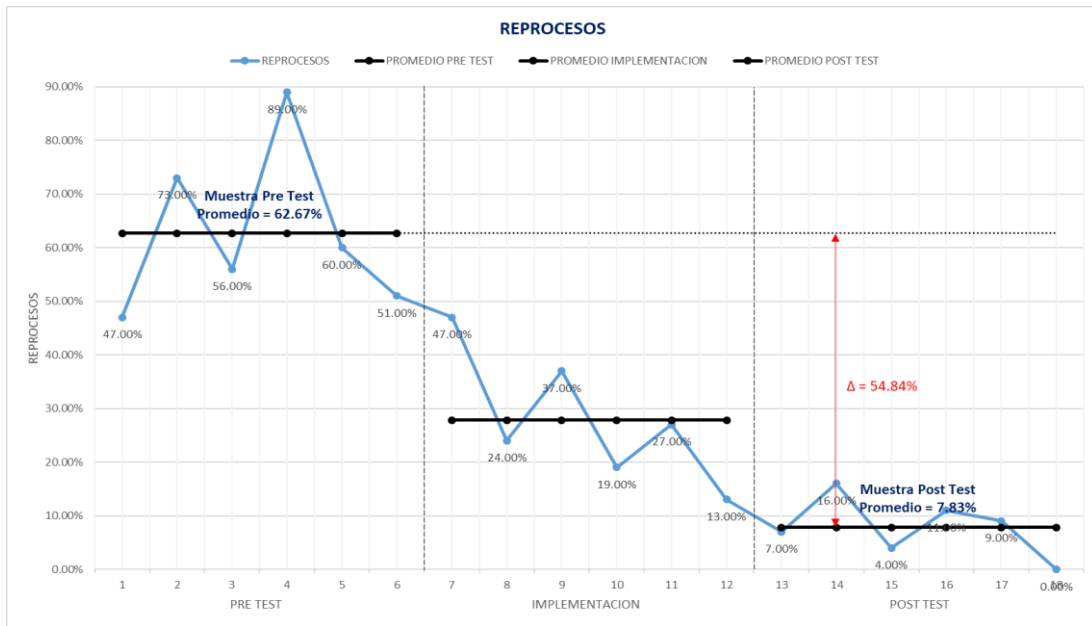
Postest	7,83%
<hr/>	
Semana	Reprocesos
1	7%
2	16%
3	4%
4	11%
5	9%
6	0%

Fuente: Elaboración propia

Luego de implementar el Poka Yoke en Vidriería Multiservicios Córdoba S.AC., compilamos nuevamente los datos Pretest y Postest del indicador de Reprocesos y los plasamos en la Figura 50, confirmando la reducción del nivel de Reprocesos de un 54.84%. Actualmente el indicador es de 7.83% en promedio.

Figura 50

Gráfica Pre Test - Post Test



Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Resumen de resultados

Los resultados obtenidos se reflejan en la siguiente Tabla 30 evidenciando el incremento de la productividad en la empresa Vidriería Multiservicios Córdoba S.A.C.

Tabla 30

Resumen de resultados

Hipótesis Específica	Variable Independiente	Variable Dependiente	Indicador VD	Pretest	Postest	Mejora
Si se implementa el Value Stream Mapping entonces incrementará el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.	Value Stream Mapping	Rendimiento	(Tiempo valor agregado por ventana / Tiempo de ciclo total por ventana) x 100%	66,25%	76,56%	10,31%
Si se implementa el Método 5S entonces	Método 5S	Eficacia	(Tiempo estándar esperado /	72,01%	99,41%	27,40%

incrementará la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.			Tiempo real promedio semanal) x 100%			
Si se implementa el Poka Yoke entonces se reducirán los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.	Poka Yoke	Reprocesos	[(N° de operaciones promedio semanal - N° de operaciones estándar) / N° de operaciones estándar] x 100%	62,67%	7,83%	54,84%

Fuente: Elaboración propia

4.2 Análisis de resultados

Generalidades

En este punto se muestran los resultados obtenidos de las pruebas tanto de normalidad como de hipótesis, en la que se detallan los datos recolectados de las situaciones Pre test y Post test, de manera que se pueda comprobar y contrastar las muestras por medio del análisis de las estadísticas descriptivas e inferencial planteada en la investigación, para cada una de las hipótesis específicas.

Para todos los resultados de las pruebas se ha utilizado el software estadístico SPSS, versión 29.

Pruebas de normalidad

Para las pruebas de normalidad se plantearon las siguientes hipótesis:

H0: Hipótesis nula - Los datos de la muestra SÍ 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 o igual al 5,00% (Sig. $\geq 0,05$), 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 al 5,00% (Sig. $<0,05$), entonces, se acepta la hipótesis alternativa (H1).

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

Prueba de 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 alternativa - SÍ existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre test y la muestra Post test.

Nivel de significancia: Sig. = 0.05.

Primera hipótesis específica: Si se implementa el Value Stream Mapping entonces incrementará el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Pruebas de normalidad

Muestra Pre test y Post test:

Conforme a la explicación proporcionada en la sección 3.2, las muestras para la variable dependiente 01 son los tiempos de entrega.

En la Tabla 31, se puede apreciar los tiempos de entrega en días calendario de las ventanas terminadas que se entregaron a los clientes por cada semana antes y después de emplear la herramienta Value Stream Mapping.

Tabla 31

Muestra Pre test y Post test del porcentaje de rendimiento

SEMANA	MUESTRA PRE TEST	SEMANA	MUESTRA POST TEST
Semana 1	62%	Semana 13	75%
Semana 2	60%	Semana 14	83%
Semana 3	67%	Semana 15	75%
Semana 4	75%	Semana 16	78%
Semana 5	58%	Semana 17	67%
Semana 6	75%	Semana 18	81%

Fuente: Elaboración propia

Estadísticos descriptivos

En la Tabla 32, se presentan las estadísticas descriptivas de las muestras antes y después de la realización de la prueba, abordando los tiempos de entrega de la empresa fabricante de productos a base de vidrio plano. Se incluyeron medidas como la media, mediana, varianza y desviación estándar obtenidos a través de software SPSS versión 29.

Tabla 32

Estadísticos descriptivos de las muestras Pre test y Post test

DESCRIPTIVOS			
DATOS	PRE TEST Y POST TEST	ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR
TIEMPOS DE ENTREGA	1	Media	66.1667%
		Mediana	64.5000%
		Varianza	55.767
		Desv. Estándar	7.46771%

	Media	76.5000%	2.30579%
	Mediana	76.5000%	
2	Varianza	31.900	
	Desv. Estándar	5.64801%	

Fuente: IBM SPSS Versión 29

En la Tabla 32, se observan las métricas de centralidad y dispersión calculadas para las muestras Pre test y Post test..

Muestra Pre Test:

- Media: 66.1667%
- Mediana: 64.5000%
- Varianza: 55.767
- Desviación estándar: 7.46771%

Muestra Post Test:

- Media: 76.5000%
- Mediana: 76.5000%
- Varianza: 31.900
- Desviación estándar: 5.64801%

Prueba de normalidad

Considerando la magnitud de la muestra, compuesta por menos de 50 observaciones, se implementó la evaluación de la significancia mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Este análisis se llevó a cabo utilizando el software IBM SPSS Versión 29 con el propósito de determinar la naturaleza de la distribución, ya sea normal o paramétrica. Los resultados de la prueba de normalidad para la muestra pretest se presentan en la Tabla 33, mientras que los correspondientes a la muestra post test de la variable dependiente 01 se detallan en la Tabla 34.

Tabla 33*Prueba de normalidad Pre Test*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento	.215	6	.200	.871	6	.229

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34*Prueba de normalidad Post Test*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento	.229	6	.200	.939	6	.649

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados derivados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, podemos concluir lo siguiente:

- Para las muestras Pre test y Post test del tiempo de entrega para entregar una ventana terminada en el presente estudio, los valores de la Sig. son: 0.229 y 0.649 respectivamente. Por lo tanto, al ser ambos valores ≥ 0.05 , en ambos casos se cumple con el supuesto de que la distribución SÍ es normal.

Prueba de Hipótesis

Para llevar a cabo la contrastación de hipótesis, se formula la siguiente validez de hipótesis:

H0: Si se implementa el Value Stream Mapping entonces NO se incrementará el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

H1: Si se implementa el Value Stream Mapping entonces SÍ se incrementará el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Prueba de significancia

Considerando que los datos son de naturaleza numérica y se trata de muestras independientes, ya que la muestra pre test no pertenece al mismo grupo de análisis que la muestra post test. Además, ambas muestras se originan de una distribución normal. Por consiguiente, se optó por utilizar la prueba paramétrica de la T de Student para muestras no relacionadas. Esta prueba de hipótesis posibilita la evaluación de si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los resultados.

Prueba de Levene

Previo a la prueba de la hipótesis T de Student aplicada a muestras independientes, procederemos a examinar la prueba de Levene como una herramienta de inferencia estadística. Esta prueba se utilizará para evaluar la homogeneidad de las varianzas de nuestra variable calculada, tanto en la muestra pre test como en la muestra post test.

Para la prueba de Levene se planteó la siguiente validez de la hipótesis:

H0: Hipótesis Nula - SÍ se asumen varianzas iguales

H1: Hipótesis alternativa - NO se asumen varianzas iguales

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig. \geq 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0).

Por lo tanto: SÍ se asumen varianzas iguales.

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig. < 0.05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1).

Por lo tanto, NO se asumen varianzas iguales.

En la Tabla 35, se constata en la prueba de Levene que la Sig. es 0.312, siendo superior a 0.05, en consecuencia, SÍ se presuponen varianzas iguales.

T de Student de muestras independientes

En la Tabla 35 se evidencia que en la prueba T de Student de muestras independientes aplicada el indicador Rendimiento, que el valor de significancia que consideraremos es de 0.022. Dado que este valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H0) en favor de la hipótesis propuesta por el investigador (H1).

Tabla 35

Resultados de la contrastación

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Significación		Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Rendimiento	Se asumen varianzas iguales	1.132	.312	-2.703	10	.011	.022	-10.33333%	3.82245%	-18.82245%	-1.81639%
	No se asumen varianzas iguales			-2.703	9.310	.012	.024	-10.33333%	3.82245%	-18.93662%	-1.73004%

Fuente: IBM SPSS Versión 29

Considerando la información proporcionada en la Tabla 35, el rendimiento previo a la aplicación del Value Stream Mapping, evidencia un cambio relevante al rendimiento después del uso del Value Stream Mapping.

Con esto se demuestra que se acepta la hipótesis alterna:

H1: Si se implementa el Value Stream Mapping entonces SÍ se incrementará el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Considerando toda la información presentada, se demuestra que la aplicación del Value Stream Mapping ha tenido un impacto favorable y significativo en la disminución del tiempo de entrega de las ventanas terminadas.

Segunda hipótesis específica: Si se implementa el Método 5S entonces incrementará la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Pruebas de normalidad

Muestra Pre test y Post test:

Conforme a la explicación proporcionada en la sección 3.2, las muestras para la variable dependiente 02 son los tiempos de entrega.

En la Tabla 36, se puede apreciar los tiempos de entrega de la materia prima en minutos por cada semana antes y después de emplear el Método 5S.

Tabla 36

Muestra Pre test y Post test del tiempo de respuesta del almacén de materia prima

SEMANA	MUESTRA PRE TEST (min)	SEMANA	MUESTRA POST TEST (min)
Semana 1	30.28	Semana 13	22.02
Semana 2	29.02	Semana 14	22.12
Semana 3	32.10	Semana 15	22.26
Semana 4	30.26	Semana 16	22.10
Semana 5	30.48	Semana 17	22.08
Semana 6	31.36	Semana 18	22.20

Fuente: Elaboración propia

Estadísticos descriptivos

En la Tabla 37, se presentan las estadísticas descriptivas de las muestras antes y después de la realización de la prueba, abordando en los tiempos de entrega de la empresa fabricante de productos a base de vidrio plano. Se incluyeron medidas como la media, mediana, varianza y desviación estándar obtenidos a través de software SPSS versión 29.

Tabla 37

Estadísticos descriptivos de las muestras Pre test y Post test

DESCRIPTIVOS				
DATOS	PRE TEST Y POST TEST	ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR	
TIEMPOS DE ENTREGA	1	Media	30.5833	.43030
		Mediana	30.3800	
		Varianza	1.111	
		Desv. Estándar	1.05401	
	2	Media	22.1300	.03531
		Mediana	22.1100	
		Varianza	0.007	
		Desv. Estándar	0.08649	

Fuente: IBM SPSS Versión 29

En la Tabla 37, se observan las métricas de centralidad y dispersión calculadas para las muestras Pre test y Post test.

Muestra Pre Test:

- Media: 30.5833
- Mediana: 30.3800
- Varianza: 1.111
- Desviación estándar: 1.05401

Muestra Post Test:

- Media: 22.1300
- Mediana: 22.1100

- Varianza: 0.007
- Desviación estándar: 0.08649

Pruebas de normalidad

Considerando la magnitud de la muestra, compuesta por menos de 50 datos, se implementó la evaluación de la significancia mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Este análisis se llevó a cabo utilizando el software IBM SPSS Versión 29 con el propósito de determinar la naturaleza de la distribución, ya sea normal o paramétrica. Los resultados de la prueba de normalidad para la muestra pretest se presentan en la Tabla 38, mientras que los correspondientes a la muestra post test de la variable dependiente 02 se detallan en la Tabla 39.

Tabla 38

Prueba de normalidad Pre Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
%Tiempos	.213	6	.200*	.958	6	.804

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Prueba de normalidad Post Test

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
%Tiempos	.213	6	.200*	.963	6	.841

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados derivados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, podemos concluir lo siguiente:

- Para las muestras Pre test y Post test del tiempo de entrega para entregar una ventana terminada en el presente estudio, los valores de la Sig. son: 0.804 y 0.841 respectivamente. Por lo tanto, al ser ambos valores ≥ 0.05 , en ambos casos se cumple con el supuesto de que la distribución SÍ es normal.

Prueba de Hipótesis

Para llevar a cabo la contrastación de hipótesis, se formula la siguiente validez de hipótesis:

H0: Si se implementa el Método 5S entonces NO se incrementará la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

H1: Si se implementa el Método 5S entonces SÍ se incrementará la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Prueba de significancia

Considerando que los datos son de naturaleza numérica y se trata de muestras independientes, ya que la muestra pre test no pertenece al mismo grupo de análisis que la muestra post test. Además, ambas muestras se originan de una distribución normal. Por consiguiente, se optó por utilizar la prueba paramétrica de la T de Student para muestras no relacionadas. Esta prueba de hipótesis posibilita la evaluación de si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los resultados.

Prueba de Levene

Previo a la prueba de la hipótesis T de Student aplicada a muestras independientes, procederemos a examinar la prueba de Levene como una herramienta de inferencia estadística. Esta prueba se utilizará para evaluar la homogeneidad de las varianzas de nuestra variable calculada, tanto en la muestra pre test como en la muestra post test.

Para la prueba de Levene se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

H0: Hipótesis Nula - SÍ se asumen varianzas iguales

H1: Hipótesis alternativa - NO se asumen varianzas iguales

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig. \geq 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0).

Por lo tanto: SÍ se asumen varianzas iguales.

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig. $<$ 0.05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1).

Por lo tanto, NO se asumen varianzas iguales.

En la Tabla 40, se constata en la prueba de Levene que la Sig. es 0.024, siendo inferior a 0.05, en consecuencia, NO se presuponen varianzas iguales.

T de Student de muestras independientes

En la Tabla 40 se evidencia que en la prueba T de Student de muestras independientes aplicada el indicador Eficacia, que el valor de significancia que consideraremos es de 0.03. Dado que este valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H0) en favor de la hipótesis propuesta por el investigador (H1).

Tabla 40

Resultados de la contrastación

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Significación		Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
Tiempo de atención del almacén de materia prima	Se asumen varianzas iguales	10.792	.024	19.579	10	<.001	<.001	8.45333	.43175	7.49134	9.41532
	No se asumen varianzas iguales			19.579	5.067	<.001	<.001	8.45333	.43175	7.34792	9.55875

Fuente: IBM SPSS Versión 29

Considerando la información proporcionada en la Tabla 38, el tiempo de atención del almacén de materia prima previo a la aplicación del Método 5S, evidencia un cambio relevante al tiempo de atención del almacén de materia prima después de la implementación del Método 5S.

Con esto se demuestra que se acepta la hipótesis alterna:

H1: Si se implementa el Método 5S entonces SÍ se incrementará la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Considerando toda la información presentada, se demuestra que la aplicación del Método 5S ha tenido un impacto favorable y significativo en la disminución del tiempo de entrega en la atención de materia prima al taller.

Tercera hipótesis específica: Si se implementa el Poka Yoke entonces se reducirán los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Pruebas de normalidad

Muestra Pre test y Post test:

Conforme a la explicación proporcionada en la sección 3.2, las muestras para la variable dependiente 03 es el número de operaciones.

En la Tabla 41, se puede apreciar el número de operaciones para elaborar una ventana tomados de manera semanal antes y después de emplear el Poka Yoke.

Tabla 41

Muestra Pre test y Post test del N° de operaciones semanales

SEMANA	MUESTRA PRE TEST	SEMANA	MUESTRA POST TEST
Semana 1	66	Semana 13	48
Semana 2	78	Semana 14	52
Semana 3	70	Semana 15	47
Semana 4	85	Semana 16	50
Semana 5	72	Semana 17	49
Semana 6	68	Semana 18	45

Fuente: Elaboración propia

Estadísticos descriptivos

En la Tabla 42, se presentan las estadísticas descriptivas de las muestras antes y después de la realización de la prueba, abordando el número de operaciones requeridas para elaborar una ventana de la empresa fabricante de productos a base de vidrio plano. Se incluyeron medidas como la media, mediana, varianza y desviación estándar obtenidos a través de software SPSS versión 29.

Tabla 42

Estadísticos descriptivos de las muestras Pre test y Post test

DESCRIPTIVOS				
DATOS	PRE TEST Y POST TEST	ESTADÍSTICO	ERROR ESTÁNDAR	
NÚMERO DE OPERACIONES	1	Media	73.17	2.903
		Mediana	71.00	
		Varianza	50.567	
		Desv. Estándar	7.111	
		Media	48.50	.992
	2	Mediana	48.50	
		Varianza	5.900	
		Desv. Estándar	2.429	

Fuente: IBM SPSS Versión 29

En la Tabla 42, se observan las métricas de centralidad y dispersión calculadas para las muestras Pre test y Post test.

Muestra Pre Test:

- Media: 73.17
- Mediana: 71.00
- Varianza: 50.567
- Desviación estándar: 7.111

Muestra Post Test:

- Media: 48.50
- Mediana: 48.50
- Varianza: 5.900
- Desviación estándar: 2.429

Pruebas de normalidad

Considerando la magnitud de la muestra, compuesta por menos de 50 datos, se implementó la evaluación de la significancia mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Este análisis se llevó a cabo utilizando el software IBM SPSS Versión 29 con el propósito de determinar la naturaleza de la distribución, ya sea normal o paramétrica. Los resultados de la prueba de normalidad para la muestra pretest se presentan en la Tabla 43, mientras que los correspondientes a la muestra post test de la variable dependiente 03 se detallan en la Tabla 44.

Tabla 43

Prueba de normalidad Pre Test

Pruebas de normalidad							
	Muestra	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° Operaciones	Pre Test	.232	6	.200*	.914	6	.462

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Prueba de normalidad Post Test

Pruebas de normalidad							
	Muestra	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
N° Operaciones	Post Test	.102	6	.200*	1.000	6	1.000

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados derivados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, podemos concluir lo siguiente:

- Para las muestras Pre test y Post test, para el número de operaciones necesarias para elaborar una ventana, los valores de la Sig. son: 0.462 y 1.000 respectivamente. Por lo tanto, al ser ambos valores ≥ 0.05 , en ambos casos se cumple con el supuesto de que la distribución SÍ es normal.

Prueba de Hipótesis

Para llevar a cabo la contrastación de hipótesis, se formula la siguiente validez de hipótesis:

H0: Si se implementa el Poka Yoke NO se reducirán los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

H1: Si se implementa el Poka Yoke SÍ se reducirán los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Prueba de significancia

Considerando que los datos son de naturaleza numérica y se trata de muestras independientes, ya que la muestra pre test no pertenece al mismo grupo de análisis que la muestra post test. Además, ambas muestras se originan de una distribución normal. Por consiguiente, se optó por utilizar la prueba paramétrica de la T de Student para muestras no relacionadas. Esta prueba de hipótesis posibilita la evaluación de si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los resultados.

Prueba de Levene

Previo a la prueba de la hipótesis T de Student aplicada a muestras independientes, procederemos a examinar la prueba de Levene como una herramienta de inferencia estadística. Esta prueba se utilizará para evaluar la homogeneidad de las varianzas de nuestra variable calculada, tanto en la muestra pre test como en la muestra post test.

Para la prueba de Levene se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

H0: Hipótesis Nula - SÍ se asumen varianzas iguales

H1: Hipótesis alternativa - NO se asumen varianzas iguales

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor o igual al 5,00% (Sig. \geq 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0).

Por lo tanto: **SÍ** se asumen varianzas iguales.

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor al 5,00% (Sig. $<$ 0.05), entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1).

Por lo tanto, **NO** se asumen varianzas iguales.

En la Tabla 45, se constata en la prueba de Levene que la Sig. es 0.043, siendo inferior a 0.05, en consecuencia, **NO** se presuponen varianzas iguales.

T de Student de muestras independientes

En la Tabla 45, se evidencia que en la prueba T de Student de muestras independientes aplicada el indicador Reprocesos, que el valor de significancia que consideraremos es $<$.001. Dado que este valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H0) en favor de la hipótesis propuesta por el investigador (H1).

Tabla 45

Resultados de la contrastación

Prueba de muestras independientes											
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias							
		F	Sig.	t	gl	Significación		Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
						P de un factor	P de dos factores			Inferior	Superior
N° Operaciones	Se asumen varianzas iguales	5.399	.043	8.041	10	<.001	<.001	24.667	3.068	17.831	31.502
	No se asumen varianzas iguales			8.041	6.151	<.001	<.001	24.667	3.068	17.205	32.129

Fuente: IBM SPSS Versión 29

Considerando la información proporcionada en la Tabla 43, el número de operaciones necesarias para elaborar una ventana previo a la aplicación del Poka Yoke, evidencia un cambio relevante al número de operaciones necesarias para elaborar una ventana después de la implementación del Poka Yoke.

Con esto se demuestra que se acepta la hipótesis alterna:

H1: Si se implementa el Poka Yoke SÍ se reducirán los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.

Considerando toda la información presentada, se demuestra que la aplicación del Poka Yoke ha tenido un impacto favorable y significativo en la disminución del número de operaciones necesarias para elaborar una ventana.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de la herramienta Value Stream Mapping nos permitió diagnosticar las actividades con mayor valor agregado en la cadena de procesos y tomar la decisión de emplear las mejores herramientas Lean para conseguir el mejor rendimiento, mediante la implementación de dichas herramientas conseguimos mejorar el tiempo de ciclo por ventana en 2.30 horas en promedio lo cual representa una mejora del 10.31%, se redujeron los tiempos propuestos por pedido y aumentó la satisfacción del cliente final.
2. La implementación del Método 5S nos permitió mejorar la clasificación, orden y limpieza del área de trabajo del almacén de materia prima manteniendo la estandarización y disciplina de las buenas prácticas implementadas, se logró optimizar el tiempo de respuesta del almacén de materia prima de 30.58 a 22.13 minutos puesto que resultaba más fácil identificar el requerimiento, mejorando la eficacia en un 27.40%.
3. Mediante la implementación del Poka Yoke se redujo el índice de reprocesos en la manufactura de ventanas en un 54.84%, teniendo un impacto sustancial en la reducción de operaciones, pasando de 73 a 48 operaciones realizadas para la elaboración de una ventana. Este hallazgo no solo subraya la eficacia del enfoque, sino que también respalda la premisa de que la implementación de un formato específico para la toma de medidas puede mitigar de manera considerable los desafíos asociados con los reprocesos en la fabricación de ventanas.
4. La evidencia presentada respalda la idea central de que aplicar las herramientas Lean Manufacturing en una industria fabricante de productos con vidrio plano optimiza los tiempos de operación planificados para cumplir con la fecha pactada con la entrega del producto final al cliente, tal beneficio fideliza a los clientes con la empresa y capta nuevos clientes interesados en la productividad de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear la herramienta de Value Stream Mapping de manera anual para llevar a cabo un exhaustivo diagnóstico de la empresa. Esto permitirá la identificación y la posterior reducción de actividades que no contribuyen significativamente al proceso. Al hacerlo, la organización estará mejor posicionada para planear las estrategias que optimicen los procesos internos, brindando un servicio más competitivo y beneficioso para el cliente.
2. Se recomienda realizar auditorías semanales que verifiquen la aplicación continua del Método 5S como parte integral de la cultura organizacional, proporcionando capacitación a cada nuevo miembro del equipo. Esta iniciativa garantizará la continuidad de la clasificación, orden y limpieza alcanzados, promoviendo así una mejora sostenible en el entorno laboral a lo largo del tiempo. Asimismo, se recomienda que se evalúe la posibilidad de implementar el Método 5S en las áreas administrativas, así como en el taller.
3. Se recomienda utilizar el formato de medición a prueba de errores de manera continua, respaldado por evidencia que demuestra su capacidad para proporcionar al equipo la información esencial necesaria para ejecutar la fabricación de ventanas de manera más clara y eficiente. Esta práctica ha mostrado consistentemente resultados significativos al reducir los reprocesos, consolidando así su relevancia en la mejora continua del proceso de producción
4. Se recomienda explorar anualmente las mejores herramientas y métodos que nos ofrece el Lean Manufacturing, evaluar su aplicabilidad dentro de la empresa y elaborar un plan estratégico de implementación durante el año que permita tener oportunidades significativas en cuanto a la optimización de la productividad y mantener un entorno competitivo y adaptable en un mercado en constante evolución.

REFERENCIAS

- Alanoca, S. y Flores, V. (2022) *Propuesta de aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de paletas en una empresa agroindustrial*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Alamo, D. y Campos, C. (2022) *Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de hornos – sector industrial*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Aleman, M. y Segales, X. (2021) *Gestión de inventario para reducir los costos de inventario en una empresa del sector construcción*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Albán, B. (2020) *Implementación de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de helados de crema en la empresa Mickos Ice Cream de la ciudad de Riobamba; periodo 2020*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador
- Angeles, W. y Panta, M. (2019) *Mejora de procesos de la gestión de inventarios para la optimización de los costos en una empresa importadora ferretera*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Angulo, J. y Medrano, A. (2019) *Implementación de un plan de mejora para optimizar la productividad en una empresa fabricante de piezas de fibra de vidrio*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Apumayta, G. y Calderón, L. (2021) *Mejora de la gestión de inventarios para incrementar la efectividad en la cadena de suministros de una empresa generadora de energía eléctrica*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.

- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Lozada, O., Acuña, L. y Arellano, C. (2020) *La investigación científica*. Guayaquil – Ecuador
- Bernal, A. y Tipian, C. (2022) *Implementación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad en el Operador Logístico Torres S.A.C.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Bernal, C. (2010) *Metodología de la investigación*. Bogotá – Colombia
- Caba, N., Chamorro, O. y Fontalvo, T. (2010) *Gestión de la producción y operaciones*. San Salvador – El Salvador
- Camacho, B. (2008) *Metodología de la investigación científica*. Boyacá – Colombia
- Cárdenas, S. y Pezo, G. (2021) *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de laminado de la empresa Mubaplast*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Changanaqui, J., Meza, C., Paucarcaja, E. y Paredes, F. (2018) *Propuesta de mejora en la gestión de compras de un grupo de empresas del rubro de distribución de energía eléctrica*. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Dirección de Operaciones y Logística, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú
- Collantes, L. y Quintanilla, C. (2021) *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de corrugado de una empresa de soluciones de empaques*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Córdova, M. y Molleapaza, R. (2021) *Implementación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Estructuras Metálicas Cornejo E.I.R.L.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Flores, M. y Saravia, M. (2021) *Plan de mejora para reabastecer la gestión de inventarios en la empresa textil Carmelita S.A.C.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú

- Guzmán, K. y Suárez, A. (2019) *Implementación de Lean Manufacturing para reducir los productos no conforme en las áreas de montaje y acabado en el rubro de calzado*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Jara, M. (2017) *El método de las 5S: su aplicación*. Guayaquil – Ecuador
- Julca, J. y Nicacio, M. (2021) *Implementación de Lean Service para mejorar la atención al cliente en una empresa de servicios técnicos*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú.
- López, X. (2020) *V.S.M: herramienta clave de la mejora continua metodología y aplicación*. Córdoba – Colombia
- Mancilla, R. y Sánchez, J. (2021) *Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing en las líneas de producción del proceso fabricación y ensamble de neveras industriales de la empresa Imbera Colombia*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Antonio Nariño, Cali – Colombia
- Medina, G. y Rodríguez, H. (2021) *Propuesta para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Tejidos Lany sede Bogotá*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Agustiniiana, Bogotá – Colombia
- Méndez, C. (2000) *Guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas*. Bogotá – Colombia
- Molina, W. y Mora, A. (2019) *Aplicación de herramientas Lean para la mejora del sistema de gestión operativa del centro de distribución de almacenes Corona S.A.S ubicado en Cali*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Libre, Cali – Colombia
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J. y Romero, H. (2018) *Metodología de la investigación*. Bogotá – Colombia

- Pastrano, L. y Torres, J. (2020) *Estudio del Lean Manufacturing e Industria 4.0 aplicado a las microempresas*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga – Ecuador
- Romero, E. y Romero, D. (2022) *Implementación de la metodología manufactura esbelta para mejorar el proceso de abastecimiento de materiales en una empresa constructora*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú
- Tinoco, B. (2020) *Implementación de un modelo de gestión de compras para optimizar la ejecución de los proyectos de una empresa constructora*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Ricardo Palma, Lima – Perú

ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VI	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD
¿En qué medida la implementación de Lean Manufacturing incrementará la productividad en una empresa fabricante de productos con vidrios planos?	Incrementar la productividad en una empresa fabricante de productos con vidrios planos mediante la implementación del Lean Manufacturing.	Si se implementa el Lean Manufacturing entonces se incrementará la productividad en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.	Lean Manufacturing	-----	Productividad	Ratio de productividad
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VI	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VD
¿Cómo incrementar el rendimiento de una empresa fabricante de	Incrementar el rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios	Si se implementa el Value Stream Mapping entonces incrementará el	Value Stream Mapping	SI/NO	Rendimiento	Rendimiento

productos con vidrios planos?	planos mediante la implementación del Value Stream Mapping.	rendimiento de una empresa fabricante de productos con vidrios planos.					
¿Cómo incrementar la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos?	Incrementar la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos mediante la implementación del Método 5S.	Si se implementa el Método 5S entonces incrementará la eficacia del almacén de materia prima en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.	Método 5S	SI/NO	Eficacia del almacén de materia prima	Eficacia	
¿Cómo reducir los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos?	Reducir los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos mediante la implementación del Poka Yoke.	Si se implementa el Poka Yoke entonces se reducirán los reprocesos en una empresa fabricante de productos con vidrios planos.	Poka Yoke	SI/NO	Reprocesos	Reprocesos	

Fuente: Elaboración propia

Anexo B: Matriz de operacionalización

VARIABLE INDEPEND.	INDICADOR VI	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Value Stream Mapping	SI/NO	Es un modelo gráfico que representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. (Hernández & Vizán, 2013)	Herramienta que consiste en diseñar el flujo del proceso con el objetivo de diagnosticar las falencias y proponer mejoras.
Método 5S	SI/NO	Es una metodología que persigue cambiar los hábitos en el puesto de trabajo para una mejor seguridad, eficiencia y motivación a partir del orden y la limpieza. Deriva de las cinco palabras japonesas Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Mantener) y Shitsuke (Disciplinar). (Hernández & Vizán, 2013)	Método que mejora las condiciones laborales del trabajador, impactando directamente con el incremento de la productividad.
Poka Yoke	SI/NO	Es un método que evita los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, y	Método que tiene como objetivo crear un proceso donde cometer errores sea prácticamente imposible.

permiten que los operadores se concentren en sus actividades. (Socconini, 2008)

VARIABLE DEPEND.	INDICADOR VD	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Rendimiento	(Tiempo valor agregado por ventana / Tiempo de ciclo total por ventana) x 100%	Es el vínculo que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materiales, energía, etc.). (RAE)	Cantidad expresada en porcentaje que mide la proporción de tiempo empleado en generar valor agregado al producto final
Eficacia	(Tiempo estándar esperado / Tiempo real promedio semanal) x 100%	Es la capacidad de una organización para lograr los objetivos, incluyendo la eficiencia y factores del entorno. (Fernández, Ríos y Sánchez, 1997)	Cantidad expresada en porcentaje que mide el grado en que se cumplieron los objetivos propuestos.
Reprocesos	[(N° operaciones promedio semanal - N° operaciones estándar) / N° operaciones estándar] x 100%	Es la pérdida física en el volumen, peso o cantidad de las existencias, ocasionada por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo. (Ferrer, 2010)	Cantidad expresada en porcentaje de productos que volverán a procesarse para lograr la calidad deseada.

Fuente: Elaboración propia

Anexo C: Permiso de la empresa

VIDRIERÍA MULTISERVICIOS CORDOVA S.A.C.

Lima, 09 de junio de 2023

Con la presente,

Nosotros, Vidriería Multiservicios Cordova S.A.C., con RUC 20538176371 autorizamos el uso de la información para fines meramente académicos y para la elaboración de la tesis "Lean Manufacturing para incrementar la productividad de una empresa fabricante de productos con vidrio plano" de Miguel Humberto Cuaresma Osorio y Liz Karen Portocarrero Chávez.

Atentamente,



VIDRIERÍA MULTISERVICIOS CORDOVA S.A.C.
Fridy Cordova Altes
RUC 20538176371