

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE INVENTARIO EN LA
EMPRESA CONSTRUVIDRIO S. A.**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: ING. ADRIÁN ZAMORA HERRERA

TUTOR: ING. JOEL PICADO SANABRIA

SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA

AGOSTO, 2024

CÉDULA DE IDENTIDAD

CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA.....	i
CÉDULA DE IDENTIDAD	ii
SOLICITUD DE DEFENSA.....	iii
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL LECTOR.....	v
CERTIFICADO DEL FILÓLOGO	vi
CARTA DE ENTENDIMIENTO	vii
CONTENIDO	viii
TABLAS	xii
FIGURAS	xiii
DEDICATORIA.....	xv
AGRADECIMIENTO.....	xvi
EPÍGRAFE	xvii
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo general.....	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ANTECEDENTES	4
1.4.1 Antecedentes nacionales.....	4
1.4.2 Antecedentes internacionales	8
1.5 PROYECCIONES	12
1.5.1 Alcances.....	12
1.5.2 Limitaciones.....	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	15
2.1.1 Lean manufacturing	15
2.1.2 Cursograma analítico.....	17

2.1.3 Diagrama de procesos	18
2.1.4 Diagrama de flujo	19
2.1.5 Diagrama de Pareto	20
2.1.6 Diagrama de Ishikawa	21
2.1.7 Técnica de las 6S	23
2.1.8 Clasificación ABC de inventarios	24
2.1.9 Gestión de inventarios	25
2.1.10 Sistema EOQ	26
2.1.11 Diagrama de recorrido	27
2.1.12 Filosofía Kaizen	28
2.1.13 Justo a tiempo	30
2.1.14 Poka-yoke	31
2.1.15 Método kanban	31
2.1.16 DMAIC	33
2.1.17 VSM	34
2.1.18 Entrevista	35
2.1.19 FODA	37
2.1.20 SIPOC	38
2.1.21 Gemba walk	39
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	41
2.2.1 Visión/misión	41
2.2.2 Antecedentes históricos	41
2.2.3 Ubicación geográfica	42
2.2.4 Estructura organizacional	42
2.2.5 Cantidad de empleados	42
2.2.6 Tipos de productos y servicios	43
2.2.7 Mercado de exportación	45
2.2.8 Descripción general del proceso productivo	45
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	46
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	47

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	48
3.3.1 Sujetos de información.....	48
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS.....	49
3.5 INSTRUMENTOS	50
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	55
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	57
4.1 ANÁLISIS DE CONTEXTO	58
4.1.1 FODA	58
4.1.2 Análisis de los factores internos	59
4.1.3 Árbol de CTQ.....	63
4.2 ANÁLISIS DE GENERALIDADES DEL PROCESO ACTUAL	65
4.2.1 Principios de la distribución de planta de Muther.....	66
4.2.2 Diagrama SIPOC	76
4.2.3 Diagrama de flujo.....	77
4.2.4 Diagrama multiproducto	80
4.2.5 Layout actual de la empresa	82
4.2.6 Clasificación ABC	88
4.2.7 Cursograma analítico.....	94
4.3 ANÁLISIS DE CAUSAS.....	99
4.3.1 Diagrama de Ishikawa	101
4.3.2 Diagrama de Pareto.....	107
CAPÍTULO V. PROPUESTA.....	111
5.1 PROPUESTA I. NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	112
5.1.1 Tabla relacional de las actividades.....	113
5.1.2 Layout	115
5.1.3 Principios de Mutter	123
5.2 PROPUESTA 2. SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	127
5.2.1 Adquisición del software específico para la gestión de inventarios	132
5.3 PROPUESTA 3. ADAPTACIÓN DE PROCESOS.....	134
5.3.1 Cursograma analítico propuesto	135
5.3.2 Diagrama multiproducto propuesto	138

5.4 PROPUESTAS DE CONTROL DEL PROYECTO	144
5.4.1 Kaizen	144
5.4.2 Gemba walk.....	154
5.4.3 Control de inventarios	155
5.4.4 Diagrama de Gantt	156
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	159
Conclusiones	160
Recomendaciones	162
REFERENCIAS.....	163

TABLAS

Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico	49
Tabla 3.2: Instrumentos para la recolección	50
Tabla 3.3: Encuesta.....	50
Tabla 3.4: Encuesta.....	51
Tabla 3.5: Entrevista.....	52
Tabla 3.6: Encuesta.....	53
Tabla 3.7: Cuestionario.....	54
Tabla 3.8: Cuestionario.....	55
Tabla 4.1: Clasificación ABC del inventario	89
Tabla 4.2: Clasificación ABC por porcentajes.....	92
Tabla 4.3: Mudanzas en el tiempo por atrasos	99
Tabla 4.4: Lluvia de ideas	100
Tabla 4.5: Multivoto de las causas analizadas	106
Tabla 4.6: Tabulación para el diagrama de Pareto	108
Tabla 5.1: Relación entre departamentos.....	114
Tabla 5.2: Costo de la nueva planta.....	126
Tabla 5.3: EOQ.....	128
Tabla 5.4: Cálculo de EOQ	131
Tabla 5.5: Compra de software para el inventario	134
Tabla 5.6: Ahorro de tiempo en minutos	141
Tabla 5.7: Ahorro en tiempo mensual	142
Tabla 5.8: Proyección de utilidades de la empresa anual.....	143
Tabla 5.9: Auditoría a la alta dirección	146

FIGURAS

Figura 2.1: Mapa satelital de Construidrio S.A.....	42
Figura 2.2: Organigrama.....	42
Figura 3.1: Enfoque mixto.....	47
Figura 3.2: Metodología lean manufacturing	48
Figura 3.3: Diagrama de flujo del proceso para la recolección y análisis de datos.....	56
Figura 4.1: FODA	59
Figura 4.2: Árbol CTQ para el sistema de inventarios	64
Figura 4.3: Área de corte del aluminio y vidrio.....	70
Figura 4.4: Láminas de vidrio.....	71
Figura 4.5: Acumulaciones de aluminio.....	72
Figura 4.6: Sobrantes de vidrio	73
Figura 4.7: Material acumulado.....	74
Figura 4.8: Burras para el producto.....	75
Figura 4.9: Diagrama SIPOC	76
Figura 4.10: Diagrama de flujo	78
Figura 4.11: Diagrama multiproducto actual.....	81
Figura 4.12: Diagrama de recorrido actual	83
Figura 4.13: Plano 3D de Construidrio S. A.....	84
Figura 4.14: Diagrama de Pareto en la clasificación ABC	93
Figura 4.15: Cursograma analítico actual.....	95
Figura 4.16: Cursograma analítico con esperas	97
Figura 4.17: Diagrama de Ishikawa de la deficiencia en la gestión de inventarios	102
Figura 4.18: Diagrama de Pareto	109
Figura 5.1: Tabla relacional de las actividades.....	113
Figura 5.2: Layout de la propuesta 1.....	116
Figura 5.3: Layout de la propuesta 2.....	118
Figura 5.4: Layout de la propuesta 3.....	120
Figura 5.5: Boceto 3D de Construidrio S. A.....	122
Figura 5.6: Cursograma analítico mejorado	136

Figura 5.7: Cuadro comparativo de los cursogramas 137

Figura 5.8: Diagrama multiproducto propuesto..... 139

Figura 5.9: Diagrama de Gantt..... 157

DEDICATORIA

A Dios, el principio y fin de todas las cosas.

A mi madre Jenny Herrera, por su apoyo incondicional.

A mis hijos, porque son mi motivación para mejorar cada día.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme alcanzar una nueva meta.

A mi madre, por todo el apoyo incondicional.

EPÍGRAFE

"Sueña cuando acaba el día,
sueña y tus sueños podrían hacerse realidad,
las cosas nunca son tan malas como parecen,
Así que sueña, sueña, sueña".

Philip Roth

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la empresa Construidrio S. A., ubicada en Alajuela, con la finalidad de realizar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios mediante la herramienta EOQ; de este modo, se obtuvo un valor de lote económico anual de 138.032.276 colones, además de la cantidad de órdenes que se deben tener por artículo, el tiempo entre órdenes y el inventario de seguridad.

Primero, de manera cualitativa mediante un diagrama de Ishikawa se analizó el proceso para identificar las principales causas que influían en la problemática detectada; posteriormente, se agruparon en la herramienta multivoto y se estableció un valor, para después demostrar de forma cuantitativa mediante un diagrama de Pareto el nivel de criticidad porcentual de dichas causas. Con el objetivo de llevar a cabo el primer punto de la problemática, se empleó un SLP, donde se aplicaron herramientas como un diagrama de SIPOC, diagrama de flujo y diagrama de recorrido; asimismo, se realizaron tres propuestas de *layout* para que la empresa tomara la decisión conveniente. Seguidamente, se evaluaron los costos relacionados a la nueva planta con un monto de construcción de 82 800 00 colones y una duración de 6 meses, la cual en este momento se encuentra en desarrollo.

En cuanto al segundo punto, se efectuó un conteo cíclico del material en existencia y se realizó un estudio de un historial de compras de un año de los materiales en inventario, esto permitió hacer un ABC, donde se obtuvo un total de 34 artículos A, correspondientes al 22,97 %, con un valor de 99 831 072 colones; 55 artículos B, equivalentes al 37,19 %, con un valor de 18 930 438 colones, y 59 artículos C, correspondientes al 39,86 %, con un valor de 6 438 720. Se implementó la mejora y está en desarrollo un *software* para el sistema de gestión de inventarios. También se llevó a cabo un estudio por medio de un cursograma y un diagrama multiproducto para evaluar los tiempos y establecer las mejoras con una reducción de tiempos de 145.07 horas mensuales. Se realizaron mejoras financieras donde se explica el ahorro en tiempo de 4 874 352 colones anuales y el incremento de la producción de 60 productos mensuales, con una utilidad anual de 7 204 320 colones. Por último, se plantearon herramientas de control para optimizar la eficiencia de las operaciones.

Palabras claves: EOQ, clasificación ABC, *gemba walk*, distribución de planta.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Construidrio S. A. carece de un modelo de inventarios para un mayor orden y la mejora de su ciclo logístico; por lo tanto, no posee un control ni la clasificación de su inventario definido.

Cuando se realizan pedidos a sus proveedores, no toma en cuenta la demanda de sus productos en el mercado y, como consecuencia, queda materia prima estancada en la empresa y aunque esto sea en pequeñas cantidades, el exceso de productos es dinero invertido sin emplearse dentro de la organización.

Al no poseer un control de inventarios definido ni una sistematización programada donde se lleve a cabo la logística desde la cadena de suministros con los proveedores hasta el producto terminado que se le entrega al cliente, el desperdicio existente en tiempos muertos, materia prima, recurso humano y materiales provoca una falta de eficiencia, eficacia y productividad en este ámbito, además de pérdidas económicas por los desperdicios antes mencionados.

De este modo, surge la pregunta: ¿Cómo se establece un sistema de gestión de inventarios que optimice el proceso logístico en la empresa y permita la reducción de mermas?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el sistema actual de gestión de inventarios de la empresa Construidrio S. A., mediante la metodología *lean manufacturing* y técnicas de distribución de planta, con el fin de formular propuestas para mejorar el ciclo logístico y reducir los desperdicios.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los factores que intervienen en el proceso logístico de la cadena de suministro de la empresa Construidrio S. A., mediante un análisis de contexto y caracterización del proceso, que permita evidenciar oportunidades de mejora.

- Identificar las principales causas de los factores evaluados en la gestión de inventarios, mediante técnicas de análisis de causas raíz que se encarguen de determinar las más críticas.
- Diseñar propuestas que mejoren la distribución de la planta y la gestión de inventarios, aplicando los principios básicos de estas teorías, para lograr el equilibrio en el ciclo logístico y la reducción de mermas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el entorno empresarial actual, caracterizado por la alta competencia y la necesidad de respuestas rápidas, la gestión de inventarios se ha convertido en un desafío significativo. Al respecto, en la actualidad se conoce la existencia de un problema en la empresa Construidrio S. A., pero no se han identificado cuáles son los factores que están generando el problema de atrasos y el impacto que esto representa para la organización. Sin embargo, el almacén donde está el inventario de la empresa es uno de sus principales activos, pues garantiza la producción de productos para la rentabilidad de la empresa, por lo que un inadecuado manejo del inventario se puede transformar en una catástrofe inminente en el desarrollo de esta.

Un ejemplo claro es la falta de una pieza específica de aluminio de uno de sus sistemas, lo cual lleva a que se presenten atrasos en la fabricación y, como consecuencia, no se les entregan los productos a los clientes a tiempo. Esto desencadena un malestar en el cliente, además de grandes pérdidas para la empresa. Por lo tanto, el proyecto de investigación busca fortalecer el sistema de gestión de inventarios para garantizar la entrega de cada producto en el tiempo estipulado y un *stock* adecuado de cada material, que asegure el flujo continuo de las operaciones y no existan atrasos en la fabricación de los productos.

De esta forma, se analiza cada una de las causas para detectar el problema y encontrar una solución óptima para el proceso logístico de la organización, con el propósito de incrementar la rentabilidad de la empresa.

1.4 ANTECEDENTES

1.4.1 Antecedentes nacionales

El primer antecedente corresponde al trabajo desarrollado por Jeremy López Blandón y Jessica Carolina Ramírez Rodríguez (2020), titulado: *Diseño de un sistema de control de inventarios basado en el método cíclico para evaluar el proceso de administración de los inventarios de la Ferretería Hermanos Miranda S. A.*

Esta investigación plantea una propuesta de un sistema administrativo para la Ferretería Hermanos Miranda S. A., por lo cual se realiza el control de inventarios basándose en el método de análisis ABC y del conteo cíclico de unidades existentes, con el objetivo de aportar una mejora a sus procesos y métodos que contribuya a una administración óptima y controles internos adecuados a los inventarios de la empresa.

Por otra parte, se apoya el fortalecimiento de las competencias empresariales de los miembros de la Ferretería Hermanos Miranda S. A., específicamente en el aprovechamiento de las herramientas administrativas y de control interno, para que mejoren los procesos de ventas, registros y control relacionados con el área de inventarios de la empresa, brindando información precisa para que la toma de decisiones de la administración se lleve a cabo de manera más consciente y con estrategias bien planificadas.

Para el desarrollo de los objetivos, la empresa facilita la información necesaria, tanto de nivel primario como secundario. Los datos primarios se obtienen de la observación de los procesos realizados en la ferretería, así como de entrevistas y cuestionarios hechos a funcionarios de esta. Por su parte, la información de fuentes secundarias se obtiene de libros y revistas encontrados con la ayuda de medios tecnológicos en internet, los cuales se analizan para extraer los datos relevantes aplicables a esta investigación.

El trabajo consta de seis capítulos, cada uno de estos aporta aspectos significativos para el estudio. Adicional, se limita a las áreas de administración de inventarios, compras, control interno y costos en las ferreterías Hermanos Miranda S. A., con sucursales en Atenas, Alajuela, y en Abangares, Guanacaste.

Seguidamente, se describe cada uno de estos capítulos: en el capítulo I, se describe el tema de investigación, se presenta la empresa en estudio y el problema, para luego

conceptualizar el desafío al cual se enfrenta este trabajo. El capítulo II conceptualiza aspectos puntuales sobre los temas propios de la investigación, en este apartado se proporciona un análisis de la información encontrada en fuentes confiables que aportan objetividad y veracidad. Por su parte, el capítulo III expone la metodología utilizada, el método de estudio, el tipo de investigación, los sujetos y las fuentes de información.

El capítulo IV se destina al análisis e interpretación de los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados a los funcionarios relacionados con el área de inventarios de la Ferretería Hermanos Miranda S. A. El capítulo V se enfoca en exponer las conclusiones obtenidas de toda la información aportada en la investigación, además se analizan las condiciones actuales de la empresa y las posibilidades de mejora encontradas, para poder formular recomendaciones que se adapten a la realidad de la sociedad y, así, efectuar un aporte significativo a su futuro desempeño administrativo.

En el último capítulo se diseña la propuesta de control cíclico para el área de administración de inventarios de la Ferretería Hermanos Miranda S. A., esta propuesta la componen tres fases: el desarrollo de un sistema administrativo de control de inventarios basado en el método cíclico, la creación de un manual de políticas y procedimientos para cada departamento de la ferretería y, por último, la tercera fase que consiste en un plan de capacitación a los empleados de la ferretería que laboran en el Departamento de Inventarios. Cada una de estas fases se diseña con objetivos bien definidos para que sus resultados sean de provecho para la entidad.

Un segundo trabajo de graduación pertenece a Álvaro Andrés Godínez Barrantes (2017), titulado: *Diseño de un sistema de gestión del inventario para implementar un programa de planificación de recurso inventarios en el bar y restaurante La Reina Del Valle que permite el incremento de las utilidades al optimizar los recursos actuales.*

El presente trabajo se ejecuta en la empresa bar y restaurante La Reina Del Valle, el cual se ubica en Pérez Zeledón, San José, Costa Rica. Se realiza un diseño del sistema de gestión de inventarios para implementar un programa de planificación de recursos de inventarios de la Reina Del Valle, con el fin de disminuir costos para la empresa.

Se determinan seis puntos claves para la investigación, a saber, situación actual de la bodega, inventario óptimo, costo de inventarios, pronósticos de compras y ventas, control de entradas y salidas y, por último, rentabilidad del proyecto. A partir de estos,

se puede identificar la situación actual de las bodegas para encontrar los problemas de las bodegas restaurante, bar y el tercer almacenaje.

De esta manera, se identifica el inventario óptimo de las tres bodegas y la cámara de despacho, para establecer cómo se deben clasificar los productos; asimismo, se verifican los costos de almacenar productos en las distintas bodegas. Adicional, se pronostican las compras y ventas de las bodegas, con el propósito de entender cuáles productos son los de mayor rotación y verificar cuánto producto queda en existencia. De igual forma, se realiza un control de entradas y salidas de las bodegas de lo cual la empresa no conoce ni tiene un sistema. Parte de las recomendaciones es usar la hoja de Excel para un mayor control de quién ingresa el producto y cuál persona lo retira de las bodegas. Por último, se evalúa la rentabilidad de la investigación.

Un tercer estudio corresponde al llevado a cabo por Ana Gabriela Jiménez Torres (2021), denominado: *Propuesta de mejora para la gestión de los Inventarios de productos ofrecidos por la empresa Auto Repuestos Cabral, durante el primer semestre del 2021.*

En cuanto a este proyecto, se enfoca en aplicar herramientas ingenieriles que puedan mejorar el proceso del control de los inventarios en el comercio Auto Repuestos Cabral. De este modo, se analizan los procesos actuales aplicados en el manejo de los mismos, para brindar una propuesta que se amolde y contribuya positivamente en estos procesos. En primer lugar, se analiza el proceso de compra de los repuestos para determinar qué se puede mejorar y aumentar la rotación de los productos; luego, se observa la ubicación y clasificación de los repuestos, verificando si esto de alguna manera afecta o no en esta área como en los demás procesos de la empresa. Por último, tomando todo esto en cuenta, se realiza una propuesta que contenga herramientas ingenieriles y recomendaciones para mejorar sus actividades.

Una cuarta tesis es la desarrollada por Diana Gaitán García (2016), titulada: *Estudio del sistema de control de gestión relacionado con el manejo de inventarios en la empresa TROPIFROST S. A., con el fin de determinar fortalezas y debilidades que garanticen el uso eficiente y eficaz de los recursos.*

El objetivo de la investigación es llevar a cabo un estudio que permita determinar la efectividad del sistema de control de gestión en el manejo de los inventarios para

comprobar si existe un buen uso de los insumos de la empresa TROPIFROST S. A., la cual se dedica a la exportación de fruta congelada en trozos.

En la actualidad, la empresa cuenta con el Departamento de Proveeduría, el cual se encarga de abastecer de insumos a las siguientes áreas: el Departamento de Calidad (cuenta con un laboratorio de microbiología y mantiene un inventario propio), el Departamento Administrativo (insumos y mantenimiento para el área administrativa), Bodega de Insumos (encargada del almacenamiento de insumos para la desinfección, limpieza y mantenimiento, además de parte del material de empaque e implementos para los colaboradores), Departamento de Salud Ocupacional (equipo de protección del personal de la planta procesadora), Bodega de Material de Empaque (almacena cajas de cartón y bolsas para el empaque del producto terminado), Mantenimiento de Planta (encargado de mantenimiento eléctrico e instalaciones de la planta procesadora).

El inventario que existe en TROPIFROST S. A. tiene un alto costo monetario, por esta razón los controles y el manejo deben ser eficientes para que la empresa pueda mantenerse en el mercado.

Un quinto trabajo es el elaborado por José David Mejías Valerio (2010), denominado: *Control de Inventarios para la Bodega de Materiales de Proagroin*.

Este documento presenta una serie de modelos para la adecuada gestión del inventario de materiales de empaque de la Planta Empacadora de Proagroin en Pital. Consta del modelo para la clasificación, señalización e identificación del inventario; el conjunto de medidas para el control del inventario y las políticas para la administración del inventario. El estudio pretende mejorar las condiciones del inventario en general, desde propiciar las condiciones apropiadas de almacenamiento en un ambiente limpio y ordenado hasta la adecuada documentación de los movimientos de materiales para luego verificar que se les esté dando la utilización correcta.

El modelo de clasificación ABC divide el inventario en tres grupos de acuerdo con su valor económico: A los más importantes, B los de valor intermedio y C los triviales. Por su parte, el modelo de señalización e identificación propone una distribución de la planta adecuada para las bodegas de materiales y los métodos que se utilizan para señalar e identificar. Las medidas correspondientes al control del inventario incluyen la metodología para la implementación de conteos cíclicos del inventario, basados en la

clasificación ABC; hojas de control de materiales en los puntos primordiales y la documentación de préstamos de materiales. Por su parte, las políticas para la administración del inventario plantean un reglamento que habilite el cumplimiento de lo propuesto en los demás modelos planteados en el documento. Así, se busca que la aplicación de los resultados de la investigación conduzca a la precisión de los registros del inventario de materiales de empaque en Proagroin.

1.4.2 Antecedentes internacionales

Una primera tesis es la realizada por Neyfee Johanna Ramírez Mena y Katerine Ramos Maury (2016), titulada: *Diseño de un sistema de gestión para el control de inventarios en la empresa Electrónica Frank “R”*.

Actualmente la empresa Electrónica Frank “R” está interesada en mejorar sus procesos logísticos, con la finalidad de responder de manera eficaz a los requerimientos de los clientes, para lo cual se ha visto en la necesidad de invertir en el mejoramiento de su infraestructura, con la adquisición de nuevos equipos acordes a su proceso de producción, teniendo como objetivo fundamental aumentar la calidad de sus productos y servicios.

Durante este proceso, la empresa ha tenido problemas en la administración de sus insumos. Causas como la falta de medidas de control, la manera inadecuada de registrar los materiales que se utilizan en producción, la carencia de un control de calidad a los insumos y los agotados de materias primas han generado un desfase en las estimaciones y proyecciones de recursos para la gestión de compras. Si no se tiene un sistema de inventarios que actúe con total fiabilidad, es posible que las ventas, las cuales son el objetivo principal de la empresa, no sean las estimadas, puesto que no se contará con la mercancía para satisfacer las necesidades del cliente que es en sí la única fuente de utilidad para la empresa.

Este proyecto brinda información detallada y datos relevantes sobre las causas que originan los problemas planteados, mediante un análisis en los procesos de abastecimiento de la empresa. A partir de esto, se facilitan lineamientos y guías que permiten mejorar la planificación y el uso de las materias primas requeridas para la prestación de sus servicios.

Conjuntamente, se implementa un sistema de gestión de inventarios que ayuda a tener datos certeros para la toma de decisiones en los procesos de compra, manteniendo un nivel óptimo de los insumos. Con el sistema de inventarios, se evita la demora en el despacho de la mercancía y se garantiza el buen estado de esta, porque hay una rotación adecuada. De este modo, se lleva a cabo una planeación de reabastecimiento y la maximización de las utilidades en la empresa.

Un segundo trabajo es el elaborado por Yuly Andrea Castañeda Ramírez y Diego Alexander Silva Vargas (2013), denominado: *Implementación de un sistema de gestión de inventarios en Melexa S. A.*

Este trabajo presenta los estudios realizados a Melexa S.A. y los valores *benchmarking* de la industria correspondiente a operaciones de bodegaje. El objetivo general es implementar un sistema de gestión de inventarios en Melexa S. A., mediante el análisis del comportamiento del inventario y los costos involucrados, que permita el control de los productos almacenados.

El proyecto ofrece una solución integral que posibilita la captura de información para los procesos de recibo, inventarios y despacho del material en las bodegas. El sistema de gestión de inventarios propuesto se basa en un componente de *hardware*, el cual consta de terminales móviles de características industriales y todos los accesorios que facilitan el ingreso de datos de manera ágil y las operaciones de las bodegas.

También posee un componente de *software* que recibe y concentra la información adquirida por los equipos móviles que mantiene actualizado el sistema de información BAAN (sistema que permite tramitar las órdenes de compra y despacho del material). Este sistema está soportado por el modelo EOQ de inventarios.

La solución presentada ofrece un incremento de exactitud en operaciones del inventario general, disminución del tiempo para la ejecución del inventario general, disminución de personal requerido para el inventario general, disminución de tiempo de inventarios cíclicos, disminución en tiempo y errores en digitación de entradas y despachos y en costos de papelería.

El tercer estudio es realizado por Reyna Karina Ojeda Pérez (2020), bajo el título: *Desarrollo de un modelo de gestión de inventarios enfocado a la cadena de suministro.*

El objetivo del proyecto se centra en reducir el inventario de tarimas de madera para empaque que una empresa manufacturera de la región utiliza dentro de sus procesos, mediante el desarrollo de un modelo de gestión de inventarios sustentado en la cadena de suministros, para mejorar los procesos de adquisición y manejo de tarimas, de tal manera que permita el continuo funcionamiento de la operación de la empresa.

Gracias a las distintas implementaciones hechas dentro de la empresa como resultado del análisis desde las diferentes perspectivas de gestión que plantea el modelo desarrollado, se obtienen resultados muy buenos en la reducción del inventario de tarimas y mejoras en los procesos de suministros y manejo de las mismas.

El impacto de todas estas acciones demuestra que la administración del inventario es un aspecto crucial de la cadena de suministros, los aspectos organizacionales que se derivan de este sí tienen un impacto en la información utilizada para la toma de decisiones. Además, todo ello contribuye a que los mismos integrantes de la empresa comprendan la importancia de trabajar de una forma coordinada e integrada para toda la cadena de suministros.

Un cuarto antecedente corresponde al trabajo hecho por Melani Sarkis (2022), denominado: *Diseño de un sistema de gestión de inventarios para el grupo Farmahumana*.

El estudio se desarrolla en la empresa Farmahumana, la cual cuenta con dos sedes, una en San Félix y otra en Puerto Ordaz, que se encargan de brindar medicamentos, víveres y productos de higiene personal a la población.

El objetivo principal de este trabajo es diseñar un sistema de gestión de inventarios para el grupo Farmahumana de San Félix y Puerto Ordaz, con el objetivo de dar soluciones a los problemas presentados en el actual sistema de gestión de inventarios de la sede de San Félix y, de ese modo, no arrastrar las fallas a la sede de Puerto Ordaz, lo cual permite normalizar sus procesos y conocer la cantidad óptima de pedido, así como el punto de reorden.

Esta es una investigación aplicada de tipo proyecto factible por ser una propuesta operativa que está ideada para la solución de un problema específico y se sustenta en una investigación para probar su pertinencia y viabilidad; además, es no experimental ya que se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto

natural para después analizarlos. Asimismo, el estudio se encuentra dentro de la modalidad de trabajo de campo porque se hace la recolección de datos necesarios para el desarrollo de los objetivos.

El desarrollo del sistema de gestión de inventarios es de suma importancia en el grupo Farmahumana, al posibilitar gestionar el sistema de inventarios de manera correcta y, así, lograr ser una empresa potencia y diferenciarse del resto del mercado común.

Un quinto trabajo es el llevado a cabo por Alex Andrés Nail Gallardo (2016), llamado: *Propuesta de mejora para la gestión de inventarios de Sociedad Repuestos España Limitada*.

Por lo general, las empresas manejan un sistema de inventarios que les permite funcionar de manera casi ininterrumpida. Al respecto, la gestión de inventarios es uno de los temas más complejos en la logística (Vidal, 2005, como se citó en Nail, 2016), ya que si se mantiene poco *stock* de un producto, se generan costosas interrupciones en los procesos o servicios que requieran de dicho producto. Por otro lado, si se mantiene demasiado *stock* del producto, se originan costos por tener un capital inmovilizado. Es un problema común el exceso de productos que no se venden y la falta de productos muy demandados (Vidal, 2005, como se citó en Nail, 2016).

De esta manera, la gestión de inventarios permite generar una política de inventarios que responde dos preguntas: ¿Cuánto pedir?, y ¿cuándo pedir? Existen diversas definiciones de inventario, pero el autor lo define como un conjunto de insumos en espera de su uso. Estos insumos poseen diversas características dependiendo de la empresa en la que se encuentren: pueden ser productos terminados o materias primas, estar esperando para ser vendidas o utilizadas en la creación de un nuevo producto, ser empleadas para entregar un servicio, etcétera.

Müller (2005) (como se citó en Nail, 2016) menciona que los inventarios de una compañía están constituidos por sus materias primas, sus productos en proceso, los suministros que utiliza en sus operaciones y los productos terminados. Un inventario puede ser algo tan elemental, como una botella de limpiador de vidrios empleada en un programa de mantenimiento de un edificio, o algo más complejo, como una combinación de materias primas y subensamblajes que forman parte de un proceso de manufactura. El inventario se hace más complicado de organizar cuando el mercado en

el que se especializa una empresa es muy dinámico, debido a la variabilidad existente en cuanto a costos y demanda de los diferentes productos.

Una de las causas fundamentales en los problemas de la gestión de inventarios son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición (Vidal, 2005, como se citó en Nail, 2016). El principal objetivo de la gestión de inventarios es reducir al mínimo posible los niveles de existencias, asegurando el cumplimiento de la demanda (Salazar, 2012, como se citó en Nail, 2016).

Evitar quiebres de *stock*, logrando una mayor satisfacción de los clientes; reducir costos por ineficiencias en la actual gestión de inventarios; conocer con exactitud el valor del inventario; identificar robos o mermas en la empresa y optimizar el espacio de la bodega son algunos de los beneficios que trae una gestión de inventarios eficiente.

Repuestos España es una empresa dedicada a la comercialización de repuestos y accesorios automotrices. En esta empresa se presenta este clásico problema de la ingeniería, donde el desorden en el inventario y procesos de compra han provocado quiebres y *sobrestock* de diversos productos. Bonilla (2010) (como se citó en Nail, 2016) señala: “Un inventario completo y actualizado es a su vez una muy buena manera de demostrar transparencia y control”.

1.5 PROYECCIONES

- Registro de unidades almacenadas por cada producto.
- Histórico de entradas y salidas.
- Cantidad óptima de piezas en el sistema.
- Optimización de tiempos de entrega de materia prima y materiales.
- Orden de la bodega.

1.5.1 Alcances

El alcance de este proyecto se enfoca en la empresa Construidrio S. A., en el área de bodega, donde se pretende beneficiar por medio de los siguientes puntos:

- Desarrollo de un sistema de gestión de inventarios.
- Mejora de los tiempos de entrega de materiales.
- Disminución de los desperdicios de tiempo en el proceso logístico.

- Propuesta de una nueva distribución de planta para la empresa.
- Elaboración de una filosofía para el control de las mejoras propuestas.

1.5.2 Limitaciones

- Se obtuvo poca información sobre los datos de compras de materiales de la empresa.
- No se logró contar con información respecto a las pérdidas económicas vinculadas con la gestión del inventario de la empresa.
- Se mantuvo la confidencialidad de datos en cuanto a las proformas de proveedores.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

En cuanto a este capítulo, Equipo Editorial Etecé (2022) señala:

El marco teórico es el apartado de una monografía o proyecto de investigación que se compone de un conjunto de referencias, conceptos teóricos y antecedentes en los que se basa la investigación.

El autor o los autores de la investigación redactan el marco teórico y en él deberán demostrar en qué autores y libros se basan para elegir el camino investigativo. Además, lo utilizan para explicitar el apoyo teórico y conceptual que consultaron para el planteo y desarrollo de la investigación.

Un marco teórico debe ser una exposición coherente y ordenada de la teoría que sustenta el trabajo. La minuciosidad, la transparencia y la claridad de este apartado le permitirán al lector adquirir un cuerpo unificado de criterios para comprender y analizar la problemática propuesta. Así podrá apreciar los aportes novedosos que la investigación le brindará.

Adicionalmente, Mindomo (s.f.) agrega:

La función general del marco teórico es acondicionar la información científica que existe sobre lo que se va a investigar, para tener conocimiento científico nuevo, ya que nos sirve para: no cometer errores en nuestro estudio a desarrollar o a prevenirlos de ser posible, nos da guías de cómo hacer nuestro estudio o a dónde dirigirlo, nos da una clave o claves de referencia (marco de referencia) para ir interpretando los resultados que se vayan obteniendo en la investigación, nos ayuda a centrarnos en el problema estudiado y no desviarnos de él, nos ayuda a elaborar más adelante la hipótesis, nos ayudará a descubrir nuevo conocimiento científico. En general es de dónde se alimentará de información el inicio de la investigación para ir dándole forma a lo que pretendemos hacer.

2.1.1 Lean manufacturing

Respecto a esta herramienta, Andreu (2023) menciona:

La filosofía *lean manufacturing*, también conocida como *lean production*, es un sistema de organización del trabajo que pone el foco en la mejora del sistema de producción. Para esto se basa en la eliminación de aquellas actividades que no

aportan valor al proceso ni al cliente. Estas se denominan despilfarros o desperdicios, y son aquellas tareas que implican la sobreproducción, altos tiempos de espera o desperfectos en los productos, por citar algunos ejemplos. La filosofía *lean manufacturing* trata de optimizar el sistema de producción y reducir o eliminar las tareas que no añadan valor.

El pensamiento *lean* implica ventajas como el incremento de la productividad, mejora de la calidad, aumento de las ventas o del valor de la empresa, por citar alguno de ellos. Es una cultura empresarial flexible, abierta a la mejora constante, que implica lograr en el tiempo justo lo que quieres con la cantidad y calidad perfectas y con el mínimo despilfarro.

Por su parte, Salazar (2019) establece:

Lean manufacturing es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero sí implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta el *lean manufacturing* radica en la premisa de que “todo puede hacerse mejor”; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora.

Como resultado, una organización que aplique *lean manufacturing* debería ajustar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada, y con un costo mínimo. Según entonces, *lean manufacturing* puede definirse como una filosofía de producción que agrupa un conjunto de técnicas que nos facilitan el diseño de un sistema para producir y suministrar en función de la demanda, con el mínimo costo, una calidad competitiva y alta flexibilidad.

Existen cuatro etapas de desarrollo para *lean manufacturing*. Básicamente la etapa tradicional en el camino *lean* consiste en el diagnóstico de la situación actual de la organización, para con ello diseñar un adecuado plan estratégico y conformar un óptimo equipo de trabajo. La etapa de aplicación enfrenta a la organización con los retos que implica una nueva filosofía de trabajo, de tal manera que se adquiere una primera experiencia en la cual se reconocen los errores y la capacidad de la organización para obtener resultados a partir de las técnicas utilizadas. La etapa de cadenas de valor se centra en la estructura de la

organización, de tal manera que se implementa un modelo de trabajo concurrente basado en procesos y no en departamentos, se extiende la aplicación de la fase 1 a las demás áreas, se inicia la logística y la contabilidad *lean*, de tal forma que se optimicen los procesos de entrega y se establezcan indicadores de desempeño para la toma de decisiones basada en resultados e información vital. La etapa final tiene el propósito de lograr una organización *lean*, haciendo que exista un pensamiento *lean*, basado en el compromiso, la disciplina y la gestión del conocimiento. Una organización *lean* debe reflejar en todas sus áreas y procesos el mayor valor posible, y en todos sus miembros, la idea de que dicha organización es el mejor lugar para trabajar.

2.1.2 Cursograma analítico

Con relación al cursograma analítico, Betancourt (2016a) indica:

Es un diagrama que permite evidenciar por medio de la simbología, el recorrido de una persona, un material o un equipo. En el caso de aplicarlo a una persona, se muestra todo el recorrido del trabajador en medio de su operación. Para el caso de un material, muestra todo lo que se le hace o agrega al material. Y para el caso de un equipo, muestra el trabajo que realiza dicha maquinaria.

El cursograma analítico muestra los movimientos realizados, de manera que es posible detectar tiempos muertos o movimientos innecesarios, que se traducen en pérdidas. Con este diagrama, es posible alcanzar un flujo óptimo de movimientos o trabajo.

La ingeniería busca la optimización de los procesos, que generalmente puede derivar en ahorro de energías, menos lesiones, mayor fluidez y ahorro de dinero. Un cursograma analítico es la herramienta que evidencia dónde están las debilidades y analizando las diferentes situaciones es posible encontrar una mejora. Su importancia radica en la visualización del proceso actual para encontrar las fallas y proponer las mejoras.

Además, Sanchis (s.f.) comenta:

Los diagramas son representaciones gráficas de los procesos y son una herramienta muy útil, para estudiar y analizar los procesos con detenimiento e

identificar qué aspectos se pueden mejorar. Los diagramas presentan la ventaja que son muy visuales de forma que, de una sola ojeada, se puede conocer cómo se desarrolla el proceso.

Sirve para representar todas las acciones (operación, transporte, inspección, espera y almacenaje) que tienen lugar en el desarrollo de un trabajo, mostrando, de este modo, la trayectoria de un producto e incluyendo los tiempos requeridos para cada acción y las distancias recorridas.

La diagramación de procesos permite tener una visión global de la organización, ya que expresa gráficamente las relaciones entre las actividades y permite obtener una primera idea sobre los procesos que se desarrollan en la misma.

2.1.3 Diagrama de procesos

Referente a este diagrama, Equipo Ekon (2020) expone:

Un diagrama de procesos es una representación gráfica de los principales procesos que se llevan a cabo en una compañía, su orden y sus interrelaciones. Muestra la secuencia e interacción de las actividades de un proceso a través de símbolos gráficos, que proporcionan una mejor visualización del funcionamiento del proceso, ayudando a su entendimiento y haciendo su descripción más visual e intuitiva. Así, el diagrama de procesos es una herramienta fundamental para analizarlos y ver en qué aspectos se pueden introducir mejoras, especialmente para aumentar la productividad de los empleados, delimitar la responsabilidad de cada tarea y, en general, aclarar el propio flujo de trabajo. En definitiva, es una herramienta que ayuda a llevar una mejor gestión empresarial integral, especialmente en aquellas organizaciones de cierta entidad, donde los procesos son complejos o están muy interrelacionados.

Asimismo, Mariño (2022) agrega:

Un diagrama de proceso es una representación gráfica que muestra las variaciones y relaciones de una serie de acciones con un objetivo en común. Visualmente se puede apreciar la relación secuencial con la ayuda de

descripciones, rectángulos, rombos, círculos, flechas, prismas circulares, entre otros símbolos.

El objetivo principal de un flujograma es representar un proceso de forma visual para que su comprensión sea más sencilla y rápida. Con un diagrama de proceso es más fácil estudiar y observar el proceso para optimizarlo: identificar puntos de mejora, detectar bucles repetitivos y eliminar todo tipo de ineficiencias que entorpezcan los resultados buscados. Una vez completado el diagrama de proceso es más factible asignar los roles de los colaboradores en cada una de las etapas. Por lo mismo, también se puede usar como una herramienta de capacitación para explicarles a nuevos trabajadores cómo es que funciona la empresa.

Una de las maneras más acertadas para que una empresa logre aumentar su rentabilidad es analizar cada uno de sus procesos. A partir de ello podrá detectar errores y aspectos que se pueden mejorar o solucionar de otra manera a la que se venía haciendo. Para esta tarea el diagrama de proceso es la forma perfecta para visualizar objetivamente la organización de un negocio.

2.1.4 Diagrama de flujo

En cuanto a este diagrama, Amaya (2016) dice:

Es un esquema para representar gráficamente un algoritmo. Se basan en la utilización de diversos símbolos para representar operaciones específicas, es decir, es la representación gráfica de las distintas operaciones que se tienen que realizar para resolver un problema, con indicación expresa del orden lógico en que deben realizarse.

Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de operación. Para hacer comprensibles los diagramas a todas las personas, los símbolos se someten a una normalización; es decir, se hicieron símbolos casi universales, ya que, en un principio cada usuario podría tener sus propios símbolos para representar sus procesos en forma de diagrama de flujo. Esto trajo como consecuencia que solo aquel que conocía sus símbolos, los podía interpretar. La

simbología utilizada para la elaboración de diagramas de flujo es variable y debe ajustarse a un patrón definido previamente. El diagrama de flujo representa la forma más tradicional y duradera para especificar los detalles algorítmicos de un proceso. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales.

Los diagramas de flujo son importantes porque nos facilita la manera de representar visualmente el flujo de datos por medio de un sistema de tratamiento de información, en este realizamos un análisis de los procesos o procedimientos que requerimos para realizar un programa o un objetivo.

También, UNIR (2022) menciona:

Un diagrama de flujo es la representación gráfica o simbólica de un proceso para abordarlo de forma más sencilla y versátil. Es así como se convierte en una herramienta aplicable a cualquier tipo de actividad y campo, aunque suele emplearse primordialmente en áreas como tecnología, finanzas, programación y gestión de proyectos. Los diagramas de flujo —o flujogramas— permiten representar y visualizar de forma gráfica la secuencia o pasos estructurados requeridos para desarrollar un proceso complejo. Esto se consigue a través del uso de una serie de símbolos o figuras con significados definidos, dentro de los que se describen los pasos a implementar y el flujo a realizar de inicio a fin del proceso. Contar con una visualización simplificada de procesos complejos, a través de un diagrama de flujo, favorecerá la obtención de resultados óptimos y de una forma más simple.

Esta herramienta permite a las empresas tener una mayor organización y evaluar, mejorar o replantear secuencias de actividades y protocolos de distinta índole, pudiendo hacer correcciones antes del desarrollo final del proceso.

2.1.5 Diagrama de Pareto

Según Obando (2024):

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica donde los datos se ordenan de mayor a menor, lo que deja más claro qué aspectos deben resolverse primero. Se apoya en el principio de Pareto, que dice que el 80 % de las consecuencias

son el resultado del 20 % de las causas. Sirve para visualizar los aspectos a mejorar más comunes en un negocio, los procesos, el desempeño de los equipos y prácticamente todo lo que puede ser optimizado.

Su importancia es que puede aplicarse a distintos aspectos, positivos y negativos, por ejemplo, que el 80 % de las ventas las realiza el 20 % de los clientes, o que el 80 % de las quejas provienen del 20 % de los errores más comunes. De esta manera, es más sencillo identificar los detalles que tendrán mejores resultados y evitar los aspectos menos relevantes.

Adicional, Betancourt (2016b) explica:

El diagrama de Pareto consiste en un gráfico de barras que clasifica de izquierda a derecha en orden descendente las causas o factores detectados en torno a un fenómeno. Muestra los problemas como causas y fenómenos como situación problemática.

El gráfico de Pareto o curva 80-20, nos permite separar los problemas más relevantes de aquellos que no tienen importancia, mediante la aplicación del principio 80-20 o principio de Pareto, que a nivel general dice así: El 20 % de las causas genera el 80 % de las consecuencias.

2.1.6 Diagrama de Ishikawa

Respecto a este diagrama, Rodrigues (2024) señala:

Es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso; se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa; de algo que está mal en un proceso. Entonces hay que identificar de dónde surgen las acciones que están conformando ese problema.

Es útil para conseguir diferentes objetivos como analizar, resolver o ser más rápidos y eficientes en general. Su propósito es identificar las causas de los cuellos de botella que afectan a los procesos organizacionales y operativos de las empresas. Al hacer un análisis de los procesos, se vislumbra el problema en distintos niveles: desde pequeñas fallas de bajo impacto hasta graves obstáculos

que pueden afectar severamente la operatividad, ya sea en un departamento, grupo o hasta en la empresa completa.

El diagrama de Ishikawa es importante, ya que expone claramente las causas de un problema específico, ayuda a determinar dónde existen errores o áreas de oportunidad. De esta manera es más fácil saber en dónde aplicar cambios en estrategias o tácticas.

Una empresa contiene muchas áreas, departamentos y colaboradores, y es normal que con el tiempo puedan presentarse conflictos que afecten sus procesos o resultados. Sin embargo, estas problemáticas no siempre son fáciles de visualizar. Con el apoyo de un diagrama de pescado se pueden determinar las causas y los problemas y jerarquizar los que requieren una atención inmediata.

Aplicar un diagrama de Ishikawa es muy fácil y barato, por eso es una de las técnicas de resolución de problemas preferidas de las empresas. Si bien existen algunas herramientas con las que puedes realizarlo, basta con el uso de una pluma y papel para representarlo.

Por su parte, Fernández (2023) agrega:

El diagrama Ishikawa es una de las herramientas básicas del control de calidad. Vital para enfocar los esfuerzos de las organizaciones en la resolución de problemas. Esta metodología se centra en el análisis de las causas que originan dificultades en los procesos. Este sistema surge a partir del problema. Una vez que se tiene bien definido el proceso y la dificultad, se utiliza el diagrama para buscar el origen del reto que enfrenta la organización. Básicamente se centra en el porqué de las cosas, es decir, en las causas del efecto.

De esta forma, el diagrama Ishikawa sirve para representar gráficamente las relaciones existentes entre las causas y los efectos que contribuyen a la aparición de un problema en un sistema o proceso. El diagrama de Ishikawa ayuda a identificar problemas de calidad y darles solución al representar visualmente los factores que pueden estar generando las dificultades en los procesos.

Su importancia es brindar un panorama muy claro del lugar y motivo por el que se originan las fallas. Por lo tanto, es clave para aplicar ajustes y mejoras en base a información certera. El diagrama Ishikawa propone revisar precisamente cómo se hacen las cosas en las compañías. Así, ayuda a evitar que se repliquen los mismos resultados indefinidamente.

2.1.7 Técnica de las 6S

De acuerdo con Coquinche (s.f.):

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 6'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestras vidas cotidianas y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 6'S, aunque no nos demos cuenta. Las 6S son: Seiri (Clasificar), Seiton (Organizar), Seisou (Limpiar), Seiketsu (Mantener), Shukan (Hábito) y Shitsuke (Disciplina).

La poca aplicación de estos conceptos, principalmente en empresas manufactureras y de producción en general, en las que pocas veces (más bien nunca) se recibe al cliente final en sus instalaciones, es generalizada, lo cual no deja de ser preocupante, no solo en términos del desempeño empresarial sino humanos, ya que resulta degradante, para cualquier trabajador, desempeñar su labor bajo condiciones insanas. Este hecho hace pensar que bajo estos entornos será difícil alcanzar niveles de productividad y eficiencia elevados, lo que pone de presente la necesidad de aplicar consistentemente las 6'S en nuestra rutina diaria, ya sea como trabajadores o como estudiantes, siempre será mejor desarrollar nuestras actividades en ambientes seguros y motivantes.

Asimismo, Jara (2017) comenta:

Las 6S, es una metodología de trabajo, se considera como una herramienta gerencial con orientación japonesa para el mejoramiento de la calidad y

productividad, impulsando una cultura de mejoramiento continuo mediante la participación y personal.

La metodología ayuda a realizar las mejoras de las actividades a bajo costo, logrando mantener el lugar de trabajo con orden y limpieza. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación del personal, eficiencia, y en consecuencia lograr calidad, mejorar la productividad y aumentar la competitividad de la empresa.

2.1.8 Clasificación ABC de inventarios

Según NetLogistik (s.f.):

El inventario ABC se basa en el principio de Pareto para identificar el 20 % de los productos que genera aproximadamente el 80 % de los resultados económicos y los categoriza como productos Clase A, al siguiente 30 % de productos los clasifica como productos Clase B y al 50 % restante como productos Clase C.

El inventario ABC proporciona información valiosa a la organización para tomar las mejores decisiones, con respecto a la reducción de sus costos de mantener inventario y sobre el uso que le da a su capital de trabajo, es decir, a los recursos financieros que la empresa necesita para llevar a cabo sus operaciones. Priorizar la adquisición de productos de la Clase A sobre las clases B o C, hace sentido, pues suelen tener una mayor rotación, lo que provoca que se recupere el dinero invertido con una mayor velocidad.

También, Barberá (2018) indica:

Gracias a este sencillo sistema, usted puede elegir el nivel de atención y el sistema adecuado de gestión que debe darle a cada uno de los artículos de su inventario. De este modo conseguirá un importante ahorro económico, además de una mejor gestión de un tiempo que ya no tendrá que invertir en productos que apenas aportan valor añadido.

Lo más importante de la clasificación ABC está en el hecho de que no todos los elementos de un sistema de inventarios requieren el mismo tipo de atención. El conocer esto nos permite realizar una gestión del tiempo mucho más eficiente, lo cual suele ir acompañado en una mejora de los beneficios de nuestro

negocio. Para los productos de tipo A se suelen utilizar modelos de revisión continua, mientras que para el resto es más habitual el uso de sistemas de revisión periódica.

2.1.9 Gestión de inventarios

En relación con esta herramienta, Zapata (2014) establece:

La gestión de inventarios surge de la responsabilidad de servir de colchón para responder a las variaciones de la oferta y la demanda lleva a las empresas a mantener inventarios, de forma que se satisfaga al cliente. Sin embargo, mantener estos inventarios en las organizaciones presenta unos costos nada despreciables, ya que para esta actividad se requieren hacer inversiones de capital en las mercancías, se requiere espacio para guardarlos, se necesita personal para su administración y cuidado y se requieren recursos tecnológicos y energéticos para su mantenimiento, entre otros. Esto lleva a un dilema entre mantener un alto número de inventarios con lo cual se satisface al cliente, pero que incurre en altos costos.

La gestión de *stocks* (productos almacenados en la organización) es crítico en el funcionamiento de las organizaciones, pues de estos dependen el correcto funcionamiento de la organización, tanto para actividades de producción como de abastecimiento de los clientes. En este sentido se requiere conocer con la mayor precisión posible cuánta cantidad de cada referencia debe mantenerse en la empresa, de tal manera que los costos de almacenamiento sean los menores posibles, pero también debe conocerse el momento en que las organizaciones deben adquirir (comprar los materiales).

Por otro lado, Wild (2002) expone: “Cabe destacar, que en todo caso el propósito del control de inventarios es sin duda alguna asegurar el funcionamiento de las actividades de la empresa mediante la optimización conjunta”.

De igual modo, Salas, Maiguel y Acevedo (2017) describen:

La metodología de gestión de inventarios comprende los pasos lógicos que permite medir los niveles de integración y colaboración en una cadena de

suministro, de tal forma que se generen políticas y estrategias conjuntas para mejorar el desempeño de los actores en la cadena.

La metodología de gestión para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro propuesta pretende amplificar los beneficios que se obtendrían de la integración y colaboración como la disminución del efecto látigo, supresión de cuellos de botella, la mejora de la imagen de las empresas de la cadena, aumento de la satisfacción del cliente, aumento de la tasa de cumplimiento de pedidos, aumento de la productividad, la disminución de costos por los excesos de inventarios, entre otros. Por medio de la metodología de gestión de inventarios se puede medir los niveles de integración y colaboración entre las empresas pertenecientes a los eslabones de fabricantes y comercializadores de un sector.

2.1.10 Sistema EOQ

EAE (2023) detalla sobre esta herramienta:

El sistema EOQ (*Economic Order Quantity*), también es conocido por sus siglas en español modelo CEP (cantidad económica de pedido) o por lote económico de pedido. Nace para conseguir que los costes de inventario sean los más bajos posibles, una de las prioridades de todas las empresas que trabajan con almacenes. Dentro de una empresa logística el control de inventarios es una de las partes más críticas. El modelo tiene en cuenta una demanda constante y conocida *a priori*, y en base a esto trata de saber que mediante el coste de mantenimiento de un inventario y el costo de ordenar el pedido se puedan obtener las cantidades óptimas a pedir, todo ello minimizando el coste de inventario al máximo.

Con estos supuestos se entiende que con el modelo EOQ no hay ruptura de *stock* (con las consecuencias que ello supone) y que, además, siempre se pedirán las mismas unidades para reponer el *stock*, es decir, se tendrá unos pedidos siempre constantes.

Ahora bien, AR Racking (2023) explica:

El método EOQ surge con el claro objetivo de sistematizar la mercancía que periódicamente se mantiene en el almacén y definir la cantidad y la fecha en la que se deben realizar los pedidos a los proveedores. Aunque este sistema se utiliza comúnmente para sistematizar la compra de materia prima, es aplicable a la optimización de compra de cualquier producto necesario por la empresa siempre que se puedan determinar los costes de compra en términos de pedido y de almacenamiento.

El método es simple y se basa en una fórmula que permite determinar en qué momento y de qué cantidad se tienen que realizar los pedidos de la empresa, teniendo en cuenta la demanda y el *stock* de seguridad mínimo de la empresa. Para desarrollar el modelo y el cálculo de forma correcta se debe tener total conocimiento de los procesos logísticos de la empresa y de las distintas etapas de la cadena de suministro y tomas de decisiones.

2.1.11 Diagrama de recorrido

Respecto a este diagrama, Ramírez (2013) menciona:

El diagrama de recorrido es una representación objetiva de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta y en donde se marcan las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material, equipo o trabajadores de una actividad a otra.

Este diagrama presenta, en forma de matriz, datos cuantitativos sobre los movimientos que tienen lugar entre dos estaciones de trabajo cualesquiera. Las unidades son por lo general el peso o la cantidad transportada y la frecuencia de los viajes. El diagrama de recorrido es una especie de forma tabular del diagrama de cordel. Se usa a menudo para el manejo de materiales y el trabajo de distribución. El equivalente de este es el diagrama de frecuencia de los recorridos. Con toda probabilidad pueden encontrarse posibilidades de mejorar una distribución de equipo en planta si se buscan sistemáticamente. Deberán disponerse las estaciones de trabajo y las máquinas de manera que permitan el procesado más eficiente de un producto con el mínimo de manipulación.

Asimismo, el Tecnológico de Estudios Superiores Chalco (s.f.) establece:

Un diagrama de recorrido es una idea gráfica de un proceso de negocio desde su comienzo hasta el final. Refleja cómo fluyen las tareas, acciones o recursos individuales entre las diferentes personas o grupos. También muestra lo que hay que hacer para que cada tarea se complete. Las tareas generalmente se representan como cajas y diamantes, aunque también se pueden usar imágenes o incluso fotos reales. Cada forma o imagen se conecta una a otra mediante una flecha, que muestra cómo se relacionan esas tareas entre sí y cómo se debe hacer cada tarea.

Sirve para mostrar la secuencia del flujo de los materiales por un sistema a través de varios equipos, detallando las conexiones de ese flujo y las condiciones de operación por todo el diseño de la planta. Es necesario que se sepan leer los diagramas de recorrido porque es el principal método para detallar un proceso de producción. Además, la forma más efectiva de transmitir información sobre el diseño de un proceso es con el uso de estos diagramas. Esta herramienta simple, junto con otros métodos de mejora ha ayudado a las empresas a mejorar los procesos para seguir siendo competitivas en un mercado en crecimiento.

El diagrama de recorrido es un complemento del diagrama de flujo del proceso, porque se puede ver el recorrido que debe realizar el material con más detalle a lo largo del proceso. Esto amplía la visión para poder mejorar el proceso, creando nuevas rutas para evitar los cuellos de botella y permitir que las actividades se desarrollen con menos costo y en menor tiempo, incrementando así automáticamente la productividad del proceso.

2.1.12 Filosofía kaizen

Con relación a esta filosofía, Laoyan (2024) indica:

La palabra *kaizen* proviene de dos términos japoneses: *kai*, que significa “mejora”, y *zen*, que significa “bueno” o “bienestar”. La combinación de estas palabras crea el concepto de mejora continua. *Kaizen* se refiere al proceso de mejora continua en todos los aspectos de un negocio, desde las prioridades estratégicas hasta las operaciones diarias. El principio de mejora continua se

basa en la idea de que, si realizamos pequeñas mejoras de forma continua a lo largo del tiempo, estas pueden conducir a cambios importantes a largo plazo.

En el método de mejora continua, los cambios son fáciles de realizar. La idea detrás de esto es implementar pequeños cambios y realizar pruebas para verificar que funcionan. Si no funcionan, entonces el flujo de trabajo no se verá afectado por estos cambios pequeños. También permite que cada miembro del equipo tome el control de sus procesos. Si algo no funciona para un miembro del equipo, puede realizar los cambios necesarios para optimizar su proceso individual. El método *kaizen* proporciona mejores resultados si se implementa en toda la empresa y si está arraigado en la cultura corporativa.

El objetivo de este proceso es optimizar las actividades que generan valor agregado para los clientes y eliminar las ineficiencias. Al igual que en los procesos *lean*, el principio de mejora continua tiene como objetivo eliminar tres tipos de desperdicio *muda*, *mura* y *muri*.

Por otro lado, Antonucci (s.f.) comenta:

El ciclo de mejora continua (método *kaizen*) es una metodología que tiene como objetivo clave eliminar las actividades que no agregan valor en la cadena productiva. Esta herramienta tiene un potencial enorme para ayudar así a mejorar la productividad de las empresas.

Es una antigua filosofía basada en una afirmación muy potente. Significa que, si queremos generar cambios sustentables en el tiempo, debemos enfocarnos en lograr cambios radicales en el corto plazo. Mejor aún, pensemos en hacer pequeñas mejoras todos los días, y estas nos conducirán al gran objetivo que buscamos.

La mejora continua no es un eslogan; es una filosofía, un estilo de vida. Implica no conformarse nunca, siempre buscar superarse. Para ello, existen herramientas de la ingeniería industrial que nos ayudan a estructurar nuestra forma de trabajo. De esta manera podremos orientar las actividades hacia estas prácticas de gestión.

2.1.13 Justo a tiempo

Referente a esta herramienta, Beránger (1988) expone:

El justo a tiempo (JIT, *Just In Time*) es una filosofía industrial que se concentra en eliminar los costos que se originan de todas las actividades internas y externas y que no añaden valor al producto o servicio en una organización.

Al simplificar el producto o servicio en una empresa, permite a su vez hacer más simples los procesos para su elaboración. Mayor simplicidad implica también reducir el número de partes, con lo cual se reduce el costo de inventarios, de adquisición y de gestión. La simplicidad de los procesos permite identificar aquellos elementos considerados esenciales para diferenciarlos con lo que no agregan ningún valor y que generan costos, los cuales se pueden eliminar con mayor facilidad.

La filosofía del justo a tiempo puede considerarse como un excelente hilo conductor para las decisiones de inversión, en la medida en que se identifican con los objetivos de la empresa: producir lo que el cliente desea, cuando lo desea, nivel de calidad que demanda y al menor costo.

Adicional, Hay (1987) agrega:

Es una filosofía industrial, de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución. Con la filosofía JAT bien ejecutada, la empresa puede hacer de su fabricación un arma estratégica. Con un sistema de fabricación más eficiente y menos derrochador, las empresas ya no dependen del mercadeo y de la publicidad como únicos medios para hacer distinguir sus productos.

La modalidad JAT ofrece a las empresas la oportunidad de mejorar notablemente la calidad de sus productos elaborados, les permite reducir su tiempo de respuesta al mercado hasta un 90 por ciento. El tiempo necesario para lanzar al mercado productos nuevos o modificados se reduce a la mitad. Al mismo tiempo se requerirán menos bienes de capital para llevar a cabo lo anterior y los inventarios se podrán recortar en forma drástica, o inclusive eliminar del todo.

2.1.14 Poka-yoke

En cuanto a esta herramienta, González (2012) dice:

Poka-yoke es una herramienta procedente de Japón que significa “a prueba de errores”. Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones, ya sean de origen humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores.

El sistema poka-yoke puede diseñarse para prevenir los errores o para advertir sobre ellos: 1- Función de control: en este caso se diseña un sistema para impedir que el error ocurra. Se busca la utilización de formas o colores que diferencien cómo deben realizarse los procesos o como deben encajar las piezas; 2- Función de advertencia: en este caso asumimos que el error puede llegar a producirse, pero diseñamos un dispositivo que reaccione cuando tenga lugar el fallo para advertir al operario de que debe corregirlo.

También, González (2023) menciona:

El método *poka-yoke* es una técnica japonesa que se usa para evitar errores en las operaciones de una empresa. Su traducción significa “a prueba de errores” o “evitar errores inadvertidos”. Se basa en tres principios: los errores son inevitables, los defectos no lo son; hay que detectar el error antes de convertirse en defecto; la mejor herramienta para prevenir un defecto es la que logra aislar la fuente del problema.

El método *poka-yoke* fue ideado para prevenir los errores humanos. Dentro de la visión *lean manufacturing* es considerada como una herramienta de calidad que, por ende, busca aumentar la calidad de los productos elaborados e incrementar su nivel de eficiencia.

2.1.15 Método kanban

Respecto a este método, Gilibets (2023) señala:

La palabra *kanban* significa “firmar” o “etiquetar”; es una metodología de gestión de proyectos que brinda a los gerentes de proyectos total transparencia en el proceso de gestión de tareas. Consta de principios, prácticas, tableros *kanban* y

tarjetas *kanban*. El método *kanban* se creó originalmente como una herramienta de *lean manufacturing* para maximizar la eficiencia de la producción.

El objetivo es optimizar su capacidad de producción para ser competitivo, reduciendo *stocks* y, por tanto, los costes asociados a los mismos. Su principal importancia, es que es muy fácil de utilizar, actualizar y asumir por parte del equipo. Además, destaca por ser una técnica de gestión de las tareas muy visual, que permite ver a golpe de vista el estado de los proyectos, así como también pautar el desarrollo del trabajo de manera efectiva.

Por su parte, Castellano (2019) agrega:

Kanban es un método visual para controlar la producción, formado por un sistema de señales a lo largo de toda la cadena de producción que controla el proceso de reabastecimiento y empieza con el conocimiento de lo que el cliente demanda, hasta que se obtiene el producto final. El sistema *kanban* se encarga de controlar que las piezas o componentes que se encargan en la cadena de producción se realicen en cantidades suficientes para reemplazar las que ya se han utilizado, consiguiendo así una producción sin existencias.

Con el objetivo de regular el flujo de producción entre los diferentes centros de trabajo, el sistema *kanban* a través de señales que indican cuando se necesita más material controla el reaprovisionamiento. Es decir, el centro de trabajo que esté aguas arriba mediante la señal *kanban* siempre pedirá el material que necesita al centro de trabajo anterior. Una vez que un centro de trabajo realice todas las tareas, deberá pedir al proceso anterior lo que necesita para continuar produciendo y tenerlo listo.

Un diseño adecuado del sistema *kanban* es esencial para la gestión y control de la producción. *Kanban* genera las cantidades de producción necesarias en el momento requerido, reduce inventario y elimina actividades que no generan valor en la cadena de producción, reduciendo así elevados costes de producción.

2.1.16 DMAIC

De acuerdo con Mantilla y Sánchez (2012): “Es la metodología de procesos utilizado por *six sigma*; sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis, la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o descartar la hipótesis previamente planteada”.

Ahora bien, Pierce (2021) comenta:

DMAIC es una metodología altamente eficaz conformada por 5 fases, las cuales están representadas en el acrónimo en inglés. Como te mencione antes, es parte de la caja de herramientas de *six sigma* y cuenta con un enfoque de resolución de problemas, proporcionando un marco de trabajo estructurado y claro. Sus fases son: *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*.

La metodología DMAIC es utilizada en muchos proyectos, la razón está en sus funciones y todo lo que aporta en la mejora de un proceso. Algunos puntos son: permite la mejora continua de un proceso existente, por medio de la resolución de problemas con causas desconocidas; lleva a eliminar costosas variaciones de tus procesos, sean de fabricación o servicios; permite profundizar en el proceso, desde una definición clara del problema hasta el análisis de las causas raíz para encontrar la solución, reflejando resultados cuantitativos y sostenibles en el tiempo; eventualmente, se puede tener un proceso sin defectos con rendimiento continuo, a largo plazo.

La metodología DMAIC permite la mejora continua de un proceso existente, por medio de la resolución de problemas con causas desconocidas. Elimina costosas variaciones de los procesos, sean de fabricación o de servicios. Permite profundizar en el proceso, desde una definición hasta las causas raíz para encontrar la solución, reflejando resultados cuantitativos y sostenibles en el tiempo. Por último, se puede llegar a obtener un proceso sin defectos con rendimiento continuo, a largo plazo.

Por último, Trout (s.f.) indica:

DMAIC es un acrónimo (en inglés) para definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Este proceso de mejora basado en datos está destinado a detectar y eliminar las ineficiencias que resultan en defectos. Aunque no es exclusivo de *six*

sigma, es una de las dos metodologías utilizadas para implementar *six sigma*, que está diseñada para mejorar los procesos y proyectos existentes.

Su aplicación sirve para cuando hay un problema evidente con un proceso o conjunto de procesos existente; usted ve que hay una buena oportunidad de reducir cosas como defectos y plazos de ejecución mientras ahorra costos y mejora la productividad; el proceso es cuantificable; los datos pueden medirse y la acumulación de datos puede analizarse.

2.1.17 VSM

Con relación al VSM, Marte (2020) establece:

El *Value Stream Mapping* es una herramienta visual que permite hacerse una idea de todo el proceso de fabricación de un producto, desde la recepción de la mercancía, pasando por los procesos de fabricación y almacenaje, hasta la entrega final del cliente. Analizando el VSM se pueden tomar decisiones para mejorar los distintos procesos y mejorar la productividad a la hora de fabricar cualquier producto.

El mapa de flujo de valor o *Value Stream Mapping* (VSM) es un diagrama o mapa que tiene como objetivo visualizar, analizar y mejorar el flujo dentro de un proceso de producción. Este flujo hace referencia a los procesos y la información que se realizan desde el inicio del proceso hasta su entrega al cliente.

El principal objetivo del VSM es identificar aquellas actividades o tareas que no generan valor en el proceso de fabricación de un producto. Para ello, representa el flujo de materias primas, el flujo de información y los indicadores clave a lo largo de todos los procesos de la cadena de producción.

Por otro lado, Maradiegue (2021) expone:

El *Value Stream Mapping* (VSM), o mapa de flujo de valor, es una representación gráfica que permite establecer mejoras en el flujo de producción. Es decir, determina si cada paso del proceso productivo añade valor o no desde el punto de vista del cliente.

Este diagrama se instaura desde el inicio del proceso hasta la entrega del producto, eliminando tareas innecesarias. La razón: el cliente no piensa en el esfuerzo o en los recursos invertidos para su creación, sino en el cumplimiento de todos los requisitos de calidad ofrecidos. Además, permite a las organizaciones reducir su inventario, minimizar el tiempo de entrega y optimizar el tiempo de producción.

El VSM permite reconocer los desperdicios que se pueden generar durante el proceso de producción. Esto es importante, pues ayudará a mejorar las actividades consideradas importantes y prescindir de aquellas que no agregan valor al proceso.

El *Value Stream Mapping* determina un tiempo de entrega y un ciclo para cada punto del proceso. Esta actividad permite mejorar la eficiencia general asociada con la entrega del producto final, con el fin de producir el máximo rendimiento, generar la mayor satisfacción en el cliente y alcanzar las metas establecidas por la organización. También integra a todas las partes que participan en las distintas etapas de producción. Trazar los estados actuales y los estados futuros de cada proceso alineará a las áreas involucradas con objetivos comunes, desde la alta gerencia, pasando por la gerencia media, hasta los equipos de operaciones, administración, ventas y logística. Una vez que se completa un VSM, se puede hablar de la visión futura de la empresa y establecer objetivos para su crecimiento. El aumento de la eficiencia y el ahorro de costos al eliminar los desperdicios, o simplemente tener una mayor comprensión del proceso, ayudarán a desarrollar planes que podrían llevar a la organización hacia el estado futuro ideal.

2.1.18 Entrevista

Según Díaz, Torruco, Martínez y Varela (2013):

La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico que adopta la forma de un diálogo coloquial. Se argumenta que la entrevista es

más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles.

El análisis de datos cualitativos de la entrevista idealmente ocurre por el mismo investigador que recolecta los datos, de modo que se pueda generar una comprensión que emerge de las preguntas y los testimonios de la investigación. El entrevistador deberá sumergirse mentalmente en el material primario recogido (transcribir entrevistas, grabaciones y descripciones), para realizar una visión de conjunto que asegure un buen proceso de categorización y así realizar clasificaciones significativas, para que, a medida en que se revise el material se obtengan datos específicos. Por lo tanto, este proceso iterativo de recopilación y análisis de datos conduce al surgimiento de nuevas categorías (emergentes) durante el proceso de interpretación y teorización que conduce a valiosos resultados.

De igual modo, Feria, Matilla y Mantecón (2020) describen: “El investigador puede explicar el propósito del estudio y especificar la información que necesita, y así asegurar mejores respuestas, al aclarar preguntas o dudas, si hubiera una interpretación errónea”.

También, Troncoso y Amaya (2016) detallan:

La entrevista, es una de las herramientas para la recolección de datos más utilizadas en la investigación cualitativa, permite la obtención de datos o información del sujeto de estudio mediante la interacción oral con el investigador. También está consciente del acceso a los aspectos cognitivos que presenta una persona o a su percepción de factores sociales o personales que condicionan una determinada realidad. Así, es más fácil que el entrevistador comprenda lo vivido por el sujeto de estudio.

Este tipo de instrumento de recolección permite que el entrevistador lo use con mayor naturalidad. Se debe considerar que la base primordial de las habilidades pertinentes para aplicar una entrevista es la conversación cotidiana de los sujetos. Para el fin investigativo, la comunicación verbal cotidiana.

La entrevista, al desentrañar las significaciones elaboradas desde los sujetos, permite conocer y comprender mediante la integración de varias dimensiones de los sujetos; de este modo, ayuda a comprender una conducta, teniendo en cuenta el marco sociocultural en el que las personas interpretan, piensan y elaboran sentido.

2.1.19 FODA

De acuerdo con Ponce (2006):

El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas. También es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva general de la situación estratégica de una organización determinada. Thompson y Strikland (1998) establecen que el análisis FODA estima el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación externa, esto es, las oportunidades y amenazas.

Para el análisis FODA, una vez identificados los aspectos fuertes y débiles de una organización se debe proceder a la evaluación de ambos. Es importante destacar que algunos factores tienen mayor preponderancia que otros: mientras que los aspectos considerados fuertes de una organización son los activos competitivos, los débiles son los pasivos también competitivos. Pero se comete un error si se trata de equilibrar la balanza. Lo importante radica en que los activos competitivos superen a los pasivos o situaciones débiles; es decir, lo trascendente es dar mayor preponderancia a los activos.

Adicional, Riquelme (2016) indica:

El análisis FODA son siglas que representan el estudio de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, de una empresa un mercado, o sencillamente a una persona, este acróstico es aplicado a cualquier situación, en el cual, se necesite un análisis o estudio. Cabe señalar que, el FODA es una herramienta fundamental en la administración y en el proceso de planificación, de

hecho, con este estudio se beneficiará de un plan de negocios, pudiendo dar fuerza a la sigla de oportunidad, logrando que la situación real en la que se encuentra la empresa o proyecto, y poder planificar alguna estrategia a futuro.

Se recurre a ella para desarrollar una estrategia de negocio que sea sólida a futuro, además, si existiera una situación compleja el análisis FODA puede hacer frente a ella de forma sencilla y eficaz. Enfocándose así a los factores que tienen mayor impacto en la organización o en nuestra vida cotidiana si es el caso, a partir de allí se tomarán eficientes decisiones y las acciones pertinentes. También ayuda a tener un enfoque mejorado, siendo competitivo ante los nichos de los mercados al cual se está dirigiendo la empresa, teniendo mayores oportunidades en el mercado que se maneje creando estrategias para una eficaz competencia.

2.1.20 SIPOC

En cuanto al SIPOC, Morillo (2022) explica:

La herramienta toma su nombre del acrónimo de la cadena de caracterización en inglés: *Suppliers – Inputs – Process – Output – Customers*. También conocida como COPIS, es una herramienta en formato tabular para caracterizar un proceso (o grupo de procesos), a partir de la identificación de elementos claves en los dominios de: proveedores, entradas, procesos (subprocesos), salidas y clientes.

Esta herramienta nos permite organizar la información relevante de los procesos a analizar y es el primer paso para construir un diagrama de flujo detallado. Hace énfasis en el enfoque centrado en el cliente. En este caso la información del proceso se define empezando desde el cliente, trabajando ascendentemente hasta llegar a los proveedores.

Cuando consigues las respuestas a estas preguntas, tienes más facilidad para comprender los requisitos o lo que espera el cliente con esa salida que se le está generando, así como las condiciones o requisitos que tú necesitas en la entrada para asegurar que lo que tú generes sea lo requerido.

Asimismo, González y Escobar (2021) señalan:

La metodología SIPOC se usa para mejora de procesos y se basa en la representación esquemática de elementos claves de un proceso. La herramienta sirve para analizar el proceso de una manera amplia, reconociendo los respectivos proveedores, todas las entradas y salidas del proceso y la vinculación de los clientes con cada paso del proceso, de este modo se pueden entender, clasificar y adaptar los requerimientos de los clientes, aspecto que facilita el entendimiento entre ambas partes.

Como impacto positivo, el diagrama SIPOC nos permite observar las operaciones y tareas teóricas y presentarlas desde una visión en la cual no actúan en forma aislada, sino que hacen parte de un flujo de información que va en dos direcciones, una desde los proveedores hasta los clientes, y la otra que va desde los clientes hasta los proveedores. Significativamente, la realidad que se presenta en el diagrama SIPOC no es solamente de tener en forma ordenada el proceso de la cadena de suministro interna y la visualización de sus actividades y elementos relevantes, sino que también posibilita entenderlos e iniciar su gestión de mejoramiento continuo, en todas sus relaciones interfuncionales.

2.1.21 Gemba walk

Respecto a esta herramienta, Safety Culture (2024) menciona:

Un *gemba walk* es un recorrido por el lugar de trabajo cuyo objetivo es observar a los empleados, preguntarles por sus tareas e identificar las mejoras de productividad. *Gemba walk* se deriva de la palabra japonesa "*gemba*" o "*gembutsu*", que significa "el lugar real", por lo que suele definirse literalmente como el acto de ver dónde ocurre el trabajo real. Un paseo *gemba* es un método *lean* sencillo pero potente que realizan los empresarios para promover la mejora continua.

Gemba walk es un proceso de recopilación de datos, es una iniciativa eficaz para fomentar el trabajo en equipo. La práctica de los paseos por el *gemba* ayuda a entender lo que realmente ocurre en el lugar de trabajo y los procesos que no funcionan bien. A la larga, puede dar lugar a una buena relación de

trabajo entre empresarios y empleados debido a que se aprenden cosas juntos que serían de gran valor para alcanzar los objetivos de la empresa.

Son importantes porque permiten a los directivos y líderes ver cómo son los procesos a nivel operativo. Ayudan a eliminar las suposiciones incorrectas sobre la mano de obra y a impulsar cambios con un impacto positivo duradero. Desarrollados en Toyota, los *gemba walk* pueden capacitar a las organizaciones para mantener los esfuerzos de mejora continua y ayudar a resolver las desconexiones entre la visión de los líderes y la implementación de los procesos en las operaciones.

También, Six Sigma Daily (2018) agrega:

En la práctica de *lean* y *six sigma*, *gemba walk* significa tomarse el tiempo para observar cómo se realiza un proceso y hablar con quienes hacen el trabajo. La traducción del término de la raíz de la palabra japonesa es "el lugar real". También se conoce como "el lugar donde se crea valor". Es un problema común cuando un proyecto complejo está en marcha: las personas involucradas pierden de vista el trabajo detallado que entra en el proceso que están tratando de mejorar. Un problema del mundo real que afecta las ganancias de la empresa y la experiencia de los clientes puede convertirse más en una abstracción teórica, reducida a informes de datos y charlas interminables sobre el tema alrededor de una mesa de conferencias. Reconociendo este problema, los líderes de mejora de procesos de Toyota desarrollaron lo que llaman un *gemba walk*.

Sirve para dar a los gerentes y ejecutivos la oportunidad de visitar el piso de producción y ver cómo se realiza una operación específica. Esta observación en persona permite a los líderes ver la diferencia entre lo que asumieron que está sucediendo y lo que realmente está sucediendo. También les da la oportunidad de interactuar con las personas que hacen el trabajo y ver exactamente dónde se hace, en lugar de imaginarlo desde una sala de conferencias lejana.

Al centrarse en la operación, escuchar a los empleados y tomarse el tiempo después de una caminata *gemba* para reflexionar sobre qué acción se necesita, los líderes fomentan una atmósfera de cooperación en sus negocios.

También evitan crear el temor de que las *gemba walks* se establezcan para acciones punitivas contra empleados individuales.

Si se hace correctamente, una caminata *gemba* puede tener un impacto dramático en una organización. Al observar de cerca "el lugar donde se crea valor" y escuchar a los empleados, los líderes de proyectos y los gerentes de negocios se dan una nueva perspectiva sobre el negocio y una nueva visión de cómo los cambios pueden mejorar los productos y servicios para los clientes.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

2.2.1 Visión/misión

Misión

Proveer al mercado arquitectónico e industrial en Costa Rica, productos de aluminio y vidrio para satisfacer las necesidades de los clientes, basados en nuestra filosofía de innovación, calidad y servicio; enfocándonos en el desarrollo del potencial humano, la mejora continua de los procesos en armonía con el ambiente (Construvidrio S. A., 2024).

Visión

“Ser reconocidos en el sector construcción del país como empresa líder en la manufactura y comercialización de productos de aluminio y vidrio, por medio de la utilización óptima de tecnologías, excelencia operativa y un espíritu innovador” (Construvidrio S. A., 2024).

2.2.2 Antecedentes históricos

La empresa se fundó el 07 de febrero del 2011 y las oficinas principales se ubican en Alajuela, 150 metros oeste de Construplaza. También se cuenta con una sala de exhibición en las instalaciones de diferentes ferreterías en Alajuela. Es una empresa familiar, con una gran variedad de productos, una excelente mano de obra y cortos tiempos de entrega de los mismos.

2.2.3 Ubicación geográfica

La empresa se localiza en Alajuela centro, sobre calle ancha.

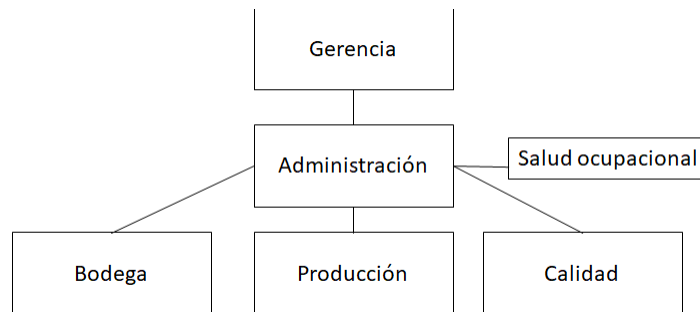
Figura 2.1: Mapa satelital de Construidrio S.A.



Fuente: Google Maps, 2024.

2.2.4 Estructura organizacional

Figura 2.2: Organigrama



Fuente: Construidrio S. A., 2024.

2.2.5 Cantidad de empleados

La empresa cuenta con 15 trabajadores.

2.2.6 Tipos de productos y servicios

Sistema de ventanería:

- Colores disponibles: natural, bronce claro, negro, blanco.
- Ventana 5020-2: corrediza tipo tradicional, con opción de ponerle cedazo fijo.
- Puertas 8025 y 8025 3 vías: corredizas tipo tradicional con opción de cedazo corredizo, cerradura tipo *dummy* o llavín pico de lora.
- Ventanas Apolo 3 vías: ventana corrediza tradicional con cedazo de correr incluido.
- Ventana tipo VT: tipo proyectante con opción de ponerle cedazo fijo por dentro y paneles fijos con tornillos invisibles y batiente a presión.
- Sistema AKARI: ventanas 6030 y puertas 8040, con opción de ponerles cedazo corredizo con un excelente acabado en cortes a 45 grados y más herméticas ya que llevan felpas en todos sus perfiles.

Sistema europeo:

- Colores de aluminio: bronce claro, bronce oscuro, negro, blanco, almendra, imitación madera.
- Tipos de vidrio: claro, bronce, humo, vidrio insulado y vidrio laminado.
- Puertas y ventanas corredizas.
- Ventanas abatibles.
- Ventanas oscilobatientes.
- Ventanas proyectantes hacia fuera o hacia adentro
- Puertas abatibles.
- Cedazo fijo y cedazo corredizo.

Puertas pesadas:

- Tipo lujo: puertas de una y dos hojas, marco con felpa en sus laterales, venilla a presión, llavín, pivotes, agarradera de concha, vidrio de 6 mm, contramarco de 13/4 x 4 umbral al piso de 4 pulgadas.
- Tipo comercial: puertas de una o dos hojas, marco cuadrado de 13/4 x 13/4, venilla tradicional de 1/2 x 1/2, llavín, pivotes, agarradera de concha, vidrio de 5 o 6 mm, contramarco de 13/4 x 4 umbral al piso de 4 pulgadas.
- Puertas en vidrio temperado de 10 mm.

- Puertas en sistema europeo.

Sistemas en vidrio temperado:

- Sistemas corredizos
 - Puertas corredizas con rodines y rieles en la parte superior, además vidrio temperado de 10 mm en tres sistemas por escoger: portón tipo prensa, sistema *variant* y sistema práctico.
 - Puertas abatibles en vidrio temperado de 10 mm con hidráulico al piso doble acción y sin hidráulico, accesorios en acero inoxidable y variedad en tipos de heladeras.
 - Puertas plegables en vidrio temperado de 10 mm con llavín al piso, riel arriba y guía incrustada en el piso.

Marcos con cedazo:

- Fijos: tipo de cajón de 2 pulgadas para celosías y en moldura de 1 y 1/2 pulgadas.
- Corredizos: sistemas con el cedazo corredizo incluido.

Puertas para baño:

- Corredizas:
 - Tipo tradicional: en marco de aluminio de color natural, bronce, negro, cromado y dorado; con lámina plástica en diseños por escoger y de color acrílico transparente, bronce y humo; también con vidrio temperado de 5 y 6 mm color claro, bronce y humo.
 - Tipo océano: en marco de aluminio color bronce, blanco y cromado, con solo opción de vidrio temperado de 5 y 6 mm claro, bronce y humo. Pañeras dobles en aluminio o botón y pañera cromada.
 - Tipo riel de fácil limpieza: en marco de aluminio cromado con opción en vidrio temperado de 5 y 6 mm, pañera y botón cromados.
- Abatibles:
 - Tipo lujo: vidrios temperados de 8 o 10 mm y de color claro, bronce y humo; instalados con accesorios cromados, dorados, satinados, bronce etc. Se pueden combinar con paneles fijos. Este sistema permite

confeccionar puertas con diferentes diseños con curvas en la parte superior de los vidrios. Se cuenta con una amplia variedad en colores de los accesorios.

Esmerilado de vidrio:

- Se ofrece el esmerilado y sandblastado de vidrios y espejos con una gran cantidad de diseños por escoger.

Espejos:

- En 2 mm, 3 mm, 5 mm y 6 mm se cortan a la medida, se les puede dar un mejor acabado con un pulido o biselado. Se instalan con silicón especial, prensas plásticas transparentes o tornillos con tapa cromada.

Servicios:

- Instalación en todo el país.
- Transporte: se cuenta con una amplia flotilla para su servicio.
- Mantenimiento y reparaciones.
- Presupuestos sin compromisos.

2.2.7 Mercado de exportación

La empresa no cuenta con mercado de exportación.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

Comienza desde la venta del proyecto que realiza el vendedor. Este mismo se encarga de llevar a cabo diferentes etapas dentro del proceso, como lo son la comparación de las cotizaciones de materia prima y la compra de esta; además de la inspección en el proceso cuando se corta el aluminio y se efectúan los saques para el troquelado. Si estos cumplen las medidas establecidas, se llevan las piezas a corte del vidrio y, si no, se devuelven al proceso de corte. Luego se desarrollan otros procesos como el ensamblaje, empaque, transporte y se termina con la instalación del producto terminado.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo explica el conjunto de procedimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada y sistemática para realizar el estudio.

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández y Mendoza, 2008, como se citó en Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

En concreto, estos métodos pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”). Alternativamente, estos métodos pueden adaptarse, alterarse o sintetizarse para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”) (Chen, 2006; Johnson et al., 2006, como se citaron en Hernández et al., 2014).

Figura 3.1: Enfoque mixto



Fuente: Hernández et al., 2014.

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

En primer lugar, la investigación se define como “un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (Hernández et al., 2014, p. 98).

Respecto a este trabajo, como instrumento de medición se utiliza la investigación descriptiva al ser necesario describir los factores que afectan la gestión de un buen manejo de inventario en Construidrio S. A.

El estudio descriptivo es normalmente el mejor método de recolección de información ya que demuestra las relaciones y describe el mundo tal cual es. Este tipo de estudio a menudo se realiza antes de llevar a cabo un experimento, para saber específicamente qué cosas manipular e incluir en el experimento o proyecto por desarrollar.

En cuanto a esto, Hernández et al. (2014) afirman: “Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p. 98).

Figura 3.2: Metodología lean manufacturing



Fuente: Autor, 2024.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se recolecta la información mediante diferentes herramientas como encuestas, cuestionarios y entrevistas, para analizar los datos con base en el manejo de inventarios, aspecto que carece la empresa, con el fin de desarrollar una propuesta para optimizar el proceso logístico en la empresa y reducir las mermas. Relacionado a esto, la principal fuente de información es el personal de la empresa.

3.3.1 Sujetos de información

Como sujetos de información se encuentran los empleados de la empresa Construidrio S. A., a saber, el administrador Manuel Méndez, además de Daniel Rojas y Ricardo Vargas, quienes laboran como bodegueros, debido a que se requiere información

específica con respecto a las funciones y desarrollo de las actividades en estas áreas de almacenaje. Cabe señalar que bodega maneja el inventario de la empresa.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

Esta técnica permite observar hábitos, opiniones y puntos de vista de manera más sencilla. Al respecto, se elige a los miembros solo por su proximidad, no se considera si en realidad estos son una muestra representativa de toda la población o no.

En este caso, se utiliza el muestreo cualitativo por conveniencia que se relaciona con las encuestas a colaboradores de Construidrio S. A., para analizar toda la información sobre el mal manejo del control del inventario de dicha empresa.

La selección de esta muestra no es representativa, es decir, no se cuenta con un margen de error ni niveles de confianza, pues el enfoque inicial es tener acceso fácil a la muestra de la población del inventario de Construidrio S. A. Sin embargo, en una fase inicial o piloto, se hace un acercamiento al manejo de inventarios de dicha empresa, ya una vez aplicada esta técnica y teniendo acceso a la información necesaria, se determina si se debe efectuar algún muestreo más como el probabilístico.

Tabla 1.1: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Definir el proceso logístico de la cadena de suministro de la empresa Construidrio mediante un cursograma analítico, que permita mostrar la trayectoria de los materiales.	Definición del proceso	Se establece cada una de las operaciones, inspecciones, demoras y transportes que involucran el proceso	Se definirá cada subproceso para determinar el orden lógico y tiempos establecidos	Diagrama de flujo Cursograma analítico Diagrama Multiproducto
Identificar las principales causas de la problemática en el control de inventario mediante el diagrama de Ishikawa para su determinada solución.	Análisis de Causas	Identificación de cada causa raíz de un problema, analizando todos los factores que involucran el proceso	Se realizará una revisión de todas las causas y sus efectos para determinar el grado de afectación en el proceso de inventarios	Diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto Herramienta Multivoto
Clasificar todos los materiales de la organización según su demanda mediante la clasificación ABC para segmentar los productos del almacén según su importancia.	Clasificación de los artículos del inventario	Análisis del sistema actual de inventario, para determinar cuales productos tienen mayor rotación e importancia, con el objetivo de establecer su criticidad	Plantear mejoras en el sistema de inventario, donde se reduzcan mermas, se optimice el espacio, se mejoren los tiempos de entrega	Clasificación ABC Diagrama de recorrido
Diseñar un modelo de gestión de inventario mediante la herramienta EOQ para determinar la cantidad óptima a ordenar de cada producto y lograr el equilibrio en el ciclo logístico y la reducción de mermas.	Mejora del proceso	Aplicar mejoras en el proceso actual, con el fin de reducir tiempos en el proceso logístico	Establecer propuestas de solución, de manera que se obtenga una mejora en la gestión del inventario y del proceso logístico	Sistema de gestión EOQ Layout

Fuente: Autor, 2024.

3.5 INSTRUMENTOS

Tabla 3.2: Instrumentos para la recolección

Tipo de investigación	De campo
Nivel de investigación	Descriptivo
Población	400 artículos
Muestra	La misma de la población por decisión de la empresa
Instrumentos de recolección	Encuesta, entrevista, cuestionario

Fuente: Autor, 2024.

A continuación, se muestra el diseño del instrumento denominado IN-001, correspondiente a la encuesta. Esta responde al objetivo específico que busca recopilar la información necesaria para establecer la causa raíz de la gestión del manejo de inventarios dentro de la empresa.

Tabla 3.3: Encuesta

Herramienta	Encuesta
Descripción del instrumento	IN-001
Aplicación del instrumento	Permite recopilar la información necesaria para el proceso de control de inventarios que se ha realizado hasta la actualidad. Es la técnica con la que se obtiene la información de la empresa en relación con el desarrollo de la investigación de inventarios.

Fuente: Autor, 2024.

Tabla 3.4: Encuesta

Fecha: _____ Realizado por: _____			
Esta entrevista está enfocada en la gestión de inventarios para Construidrios S.A.			
Control de Existencia de Inventario	Sí	No	Observaciones
1 ¿Existe algún manual que tenga los procedimientos, de recepción, custodia, control, almacenaje y responsables del inventario?			
2 ¿Existe control sobre mínimos y máximos para existencia de su inventario?			
3 ¿Todos tienen acceso a las existencias de la bodega?			
4 ¿De forma periódica se hacen comprobaciones físicas de existencias?			
5 ¿Existe algún formulario o plataforma de ingreso y salida de inventario?			
6 ¿Existe algún formulario o plataforma de ingreso y salida de inventario?			
7 ¿Tienen orden de los inventarios según el valor/importancia o recurrencia de solicitud de los mismos?			
8 ¿Están claramente definidas las responsabilidades para el manejo de los inventarios en lo que respecta a registro y custodia?			
9 ¿Los almacenistas son responsables de todas las existencias?			
10 ¿Los almacenistas y sus asistentes son los únicos que tienen acceso a las existencias?			
11 ¿Se toman inventarios físicos por lo menos 1 vez al año?			
12 ¿El inventario físico es supervisado por personas independientes de almacenistas?			
13 ¿Las tarjetas o planillas del inventario físico son revisadas y controladas en forma tal que no se omitan o altere ninguna en las planillas finales del inventario?			
14 ¿Se investigan inmediatamente las diferencias entre los registros permanentes y el resultado del inventario físico?			
15 Los ajustes a los registros de inventario permanente provenientes de inventarios físicos, son aprobados por escrito por un empleado que no tenga intervención alguna en: 1. ¿Almacenamiento? 2. ¿Manejo de registro de existencia? 3. ¿Compra de mercancías?			
16 Respecto a los materiales o mercancías en poder de otros depósitos, consignatarios, proveedores, clientes, etc. 1. ¿Se lleva un registro apropiado de tales artículos? 2. ¿Periódicamente obtiene la empresa confirmaciones de dichas existencias?			
17 ¿Verifica los encargados de almacén las cantidades recibidas contra los informes de recepción?			

Fuente: Autor, 2024.

Seguidamente, se aprecia el diseño del instrumento denominado IN-002, correspondiente a la entrevista, que responde al objetivo específico de recopilar información con función de entender la logística de movimientos en la entrada y salida del inventario y sus diferentes movimientos, esto para implementar un diagrama de recorrido que muestre la secuencia del flujo de los materiales por un sistema mediante varios equipos, detallando las conexiones de ese flujo de almacenaje.

Tabla 3.5: Entrevista

Herramienta	Entrevista
Descripción del instrumento	IN-002
Aplicación del instrumento	Se requiere analizar si el problema de la gestión de inventarios proviene de diversos ámbitos: lugar, proveedores, conocimiento, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal llegan las líneas oblicuas (como las espinas de un pez) que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema.

Fuente: Autor, 2024.

Tabla 3.6: Encuesta

Formato entrevista Construvidrio			
Fecha			
Entrevistador			
Nombre de entrevistado			
Area donde labora	Tiempo Laborado	Cargo	Experiencia
Informacion complementaria			
1. ¿Cómo llevan acabo los inventarios en su empresa y por que?			
2. ¿Que obstaculos aparecen con mayor frecuencia dentro de su control de inventario y por que?			
3. ¿Qué tipo de evaluacion de inventarios utiliza y por que?			
4. ¿Qué tipo de metodo manejan para los inventarios ? y por que?			
5. ¿Cree usted que un buen manejo de inventario le ahorra dinero? .¿Porque?			
6. ¿Quién controla el inventario en su empresa? y por que?			
7. ¿conoce usted el valor de su inventario? ¿Porqué?			
8. ¿Cómo genera el reporte de inventario ? Y ¿por que ?			
9. ¿Para una buena gestión de los stocks, se trabaja con una idea? ¿Cuál es?			
10. ¿Qué tipos de conflictos pueden surgir con otros departamentos a partir de la gestión de los stocks? y ¿Por qué?			
11. ¿Conoce la clasificacion ABC en inventarios?			
12. ¿Que considera que hace falta para mejorar la organizacion, despacho y recepcion de inventario?			

Fuente: Autor, 2024.

En la siguiente tabla, se indica el diseño del instrumento denominado IN-003, correspondiente a cuestionario, que responde al objetivo específico asociado con medir el nivel de conocimiento de los sujetos involucrados en un sistema de gestión de inventarios, con la finalidad de poder determinar los entrenamientos necesarios en la implementación ABC por aplicar.

Tabla 3.7: Cuestionario

Herramienta	IN-003
Descripción del instrumento	Cuestionario
Aplicación del instrumento	Permite recopilar la información necesaria para la implementación tipo ABC como sistema de gestión en la empresa. Es importante medir el conocimiento de los colaboradores en puntos claves del sistema por implementar.

Fuente: Autor, 2024.

Tabla 3.8: Cuestionario

Cuestionario Sistema de control de inventarios		Fecha			
Participante					
Favor seleccionar con una "X" el que mas se ajuste a su respuesta, tomando como referencia el 1 siendo la calificacion mas baja y 5					
Medicion	1	2	3	4	5
Conocimientos en sistemas de control de inventario					
Conocimiento en clasificacion de inventario					
Confiabilidad en los registros de inventarios de la empresa					
Conocimientos de existencias de productos					
Conocimiento de los productos mas pedidos de la empresa					
Conocimiento de los productos menos pedidos de la empresa					
Conocimiento de Stock de inventario diario/semanal/mensual					
Conocimiento de documentacion controlada					
Conocimiento de informes y analisis para solicitud de sotck.					
Conocimientos de numeros de serie/lotos o como rastrear esto					

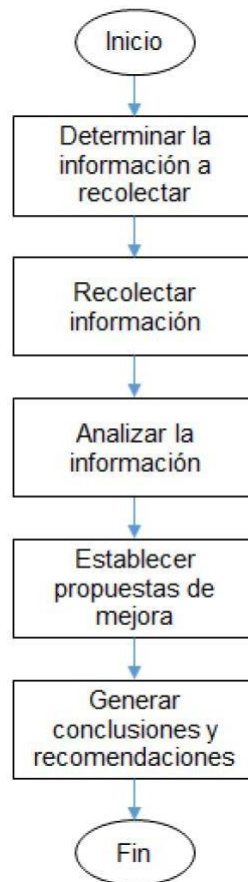
Fuente: Autor, 2024.

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se recolectan mediante una encuesta, entrevistas y cuestionarios aplicados en el área de bodegas, para el proceso logístico de inventarios, mediante Google

Forms. En cuanto a esto, se le envía un enlace a cada trabajador para que estos llenen la encuesta, así se tabula de manera sistemática y se obtienen los resultados de forma ágil y precisa. A continuación, se presenta el diagrama de flujo correspondiente al proceso de análisis de datos:

Figura 3.3: Diagrama de flujo del proceso para la recolección y análisis de datos



Fuente: Autor, 2024.

La primera etapa consta en determinar la información por recolectar para desarrollar esta investigación y, luego, hacer la recopilación respectiva. Seguidamente, se realiza un profundo análisis de la información para identificar cada una de las tareas críticas, establecer un criterio sobre cada una y observar con detenimiento las posibles causas que afectan el proceso logístico del inventario de la empresa. Por último, se plantean propuestas de mejora y, además, se brindan conclusiones y recomendaciones finales.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El proyecto se realiza en la empresa Construidrio S. A., dedicada a la venta, fabricación e instalación de perfilería de aluminio y vidrio. Sus clientes se destacan en el mercado de la construcción y remodelación. Asimismo, la empresa ofrece servicios en todo el territorio nacional, también en la cadena de hoteles Barceló en Nicaragua y Panamá.

Ahora bien, el proyecto surge por el crecimiento de las ventas de la organización, ya que su proceso logístico no dispone de una planta apta para su desarrollo, además de las grandes *mudas* en tiempo por atrasos de material debido a su inventario, pero se desconocen los detalles de las causas para poder atacar el problema.

Este capítulo enfatiza aspectos como:

1. Análisis de contexto.
2. Análisis de generalidades del proceso actual.
3. Análisis de causas.

Con esto se busca profundizar para obtener un panorama amplio sobre la problemática existente, al aplicar herramientas que se encarguen de demostrar cualitativa y cuantitativamente cada una de las causas por atacar.

Así, primero se emplea el análisis de contexto, las generalidades del proceso logístico y un árbol de CTQ; después, se utiliza el estudio de distribución de la planta actual, el análisis de causas y, por último, el análisis del sistema de gestión del inventario existente.

4.1 ANÁLISIS DE CONTEXTO

Este análisis implica examinar diversos factores internos y externos que afectan la operación y competitividad en el mercado, a partir de las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades de la empresa. También, los factores pueden abarcar aspectos económicos, tecnológicos, sociales y ambientales. Se construye un FODA para la realización de dicho análisis.

4.1.1 FODA

Se establece un análisis FODA con el objetivo de identificar los factores internos y externos que impactan el desempeño de la empresa. Este análisis ayuda a entender

mejor la capacidad, desafíos y oportunidades del entorno en que se opera. A continuación, se muestra el FODA de la empresa:

Figura 4.1: FODA

FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS +	DEBILIDADES -
Experiencia y conocimiento técnico	Carece de una óptima infraestructura
Prestigio de la calidad del producto	Carece de un plan estratégico de producción
Mantiene buena relación con los proveedores	Resistencia al cambio
Visita directa al cliente	Carece de un sistema óptimo de gestión de inventario
Equipo especializado para la elaboración de los productos	
FACTORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES +	AMENAZAS -
Crecimiento en el mercado de construcción	Aparición de nuevas empresas competidoras
Alianzas estratégicas con otras empresas	Aparición de productos sustitutos
Mejores proveedores que brinden un menor costo	Tecnología incorporada por la competencia
Mejoramiento de medio de información, acceso a redes sociales	

Fuente: Autor, 2024.

4.1.2 Análisis de los factores internos

- **Fortalezas**

Experiencia y conocimiento técnico

La experiencia y conocimiento técnico es un activo clave en la empresa, se aprovecha para mantener una ventaja competitiva ante las otras compañías. En muchas ocasiones se ganan contratos por las habilidades, conocimientos y experiencias de un colaborador en el área de perfiles de aluminio y vidrio, ya que la competencia carece de habilidades

para hacerle recomendaciones al cliente y dar seguimiento a las proformas de ventas. Esto permite ofrecer productos y servicios de alta calidad para satisfacer al cliente.

Prestigio de la calidad del producto

La reputación positiva que la empresa estableció en el mercado por la alta calidad y fiabilidad de sus productos y servicio brindado es de enorme ayuda en sus ventas. La lealtad del cliente por la confianza que tiene en el servicio y los productos, así como la diferenciación competitiva con un producto de calidad en un mercado saturado, es un aspecto clave para atraer clientes.

Mantiene buena relación con los proveedores

La empresa mantiene una óptima comunicación y relación con los proveedores de materia prima, componentes y servicios, esto genera relaciones positivas y colaborativas, lo que conlleva a no experimentar atrasos en la cadena de suministros para cumplir con los plazos de entrega de los proyectos, además de mantener la calidad consistente del producto terminado y costos competitivos.

Visita directa al cliente

La empresa tiene la política de enviar a un subordinado a realizar visitas a la construcción y seguidamente mantener un contacto directo con el cliente por medio de llamadas o mensajes, con esto se busca comprender las necesidades de cada cliente y asesorar sobre cada proyecto. El colaborador proporciona un *feedback* inmediato.

Equipo especializado para la elaboración de los productos

La empresa cuenta con el equipo especializado para elaborar cada producto: troqueles, maquinaria y herramientas específicos y esenciales para brindar una alta calidad al producto final, esto consigue una mayor precisión en cada estándar detallado en el producto y da una ventaja competitiva que la diferencia en el mercado, lo que conlleva a atraer clientes y lograr una mayor venta de productos.

- **Debilidades**

Carece de una óptima infraestructura

La empresa posee instalaciones pequeñas, lo cual no permite un óptimo desarrollo del proceso logístico, debido a esto experimenta problemas con la distribución de la planta y el sistema de gestión de inventarios. El espacio es reducido para la manipulación de la materia prima y el almacenaje del producto terminado.

Carece de un plan estratégico de producción

En muchas ocasiones la empresa no posee una planificación ni gestión coherentes en las operaciones de producción, esto afecta negativamente la eficiencia de la organización y se encuentra una descoordinación entre subordinados en el proceso logístico, lo que genera retrasos en la producción.

Resistencia al cambio

Los empleados se resisten a implementar nuevas ideas, piensan que por su experiencia en el ámbito del vidrio nada se puede mejorar, porque lo realizan de la mejor manera; sin embargo, muchas veces omiten procedimientos o no utilizan nuevos equipos de seguridad industrial, esto obstaculiza el crecimiento de la organización y su eficiencia.

Carece de un sistema óptimo de gestión de inventarios

La empresa carece de herramientas, procedimientos, sistemas y controles eficaces que posibiliten la optimización del sistema de inventarios. En la actualidad lleva este en un *software* desactualizado y no lo retroalimenta de forma asertiva, lo que tiene como consecuencia escasez de inventarios y, otras veces, exceso de este por el desorden. Adicional, la empresa compra material de más para ciertos productos, por lo tanto, existe capital inmovilizado que se puede aprovechar en otras áreas.

- **Oportunidades**

Crecimiento del mercado de la construcción

El constante crecimiento de viviendas, centros comerciales, tiendas, entro otros, aumenta la demanda de productos y servicios de la empresa, lo que le permite una

mayor participación en el mercado y se fortalece su posición competitiva. Esto le genera mayores ventas y su expansión a lo largo del territorio nacional.

Alianzas estratégicas con otras empresas

La empresa posee alianzas estratégicas con diferentes ferreterías en Guanacaste, Limón y la zona sur del país, de este modo se expande geográficamente por medio de estas alianzas. Al respecto, se le ofrecen al cliente recursos complementarios, diversidad de productos y un servicio personalizado.

Mejores proveedores que brinden un menor costo

La empresa busca una relación estable con sus proveedores, en muy pocas ocasiones cambia alguno ya que los existentes brindan un precio accesible. Si otro proveedor ofrece materia prima con la misma calidad, pero a menor precio, el proveedor existente evalúa la situación para determinar si puede realizar algún tipo de descuento opcional o dar el mismo precio, pero cumpliendo con un excelente servicio de entrega. Esto permite un ahorro en la materia prima, costos menores de adquisición y le genera rentabilidad a la empresa.

Mejora en el acceso de la información y redes sociales

La empresa tiene una enorme oportunidad de llegar directamente al cliente por medio de plataformas digitales y redes sociales, esto le facilitaría una mayor comercialización e incremento en la demanda de productos y servicios brindados, por ende, aumentaría sus ventas en todo el país.

- **Amenazas**

Aparición de nuevas empresas competidoras

En un mercado tan competitivo como el del vidrio, cada día aparecen empresas que buscan consolidarse en este, potencialmente reduciendo la cuota del mercado. En ciertas ocasiones la empresa pierde contratos por precio, pues una persona que no posee una empresa brinda sus servicios a un precio muy bajo al no tener que asumir los gastos correspondientes a una compañía.

Aparición de productos sustitutos

Algunas empresas venden un aluminio de menor calidad, aunque les indican a los clientes que es de la misma calidad que se encuentra en el país. Así pueden tener precios muy bajos al ofrecerle al cliente una alternativa visual idéntica, sin saber este último que la calidad es afectada por el grosor del aluminio y diferentes accesorios para el ensamble. De esta forma, es una competencia directa por precio y provoca que la empresa pierda contratos.

Tecnología incorporada por la competencia

En la actualidad la innovación tecnológica es parte esencial de los procesos productivos, lo cual es una amenaza directa para la empresa al no contar con el capital que le posibilite contrarrestar un ataque directo por parte de una compañía en el mercado de vidrios.

4.1.3 Árbol de CTQ

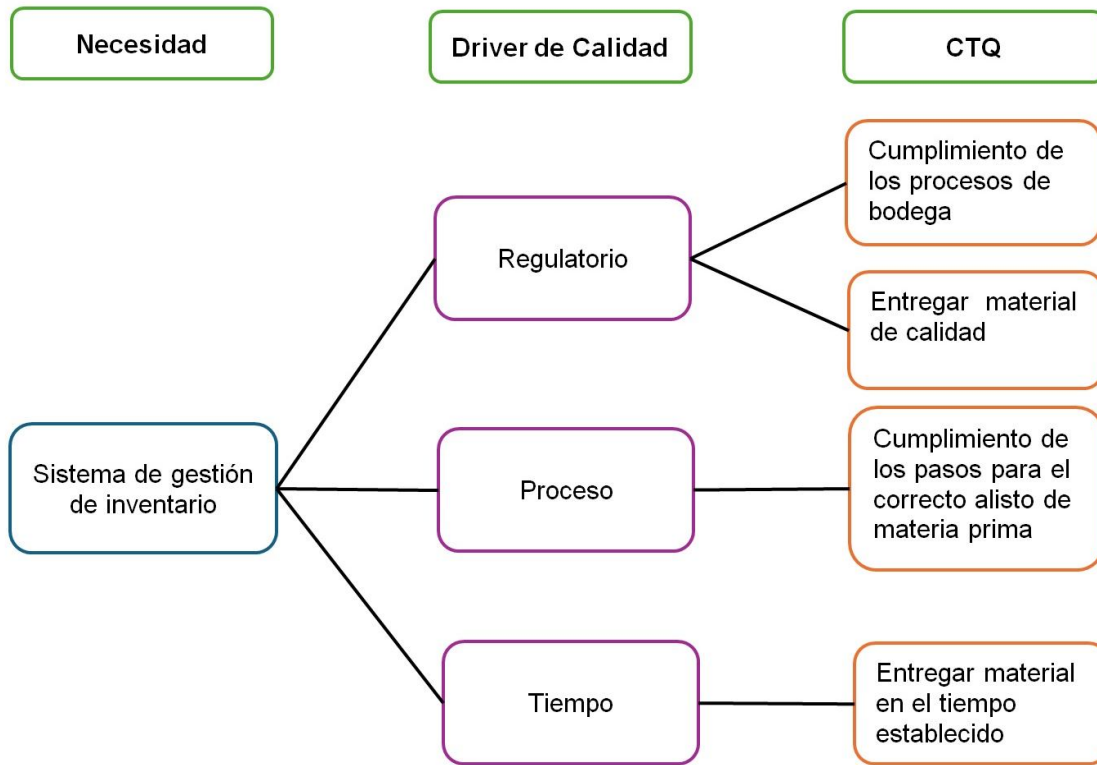
Se realiza la herramienta CTQ crítico para la calidad con el principal objetivo de observar el proceso a través del cliente y, con esto, comprender qué es de suma importancia en el proceso logístico y el porqué de los constantes atrasos en la entrega del material.

Al respecto, se determina que es indispensable la entrega del producto en el tiempo establecido, sin atrasos, además de que el producto esté en óptimas condiciones de calidad, para no generar la inconformidad del cliente.

La herramienta se lleva a cabo mediante una reunión con la parte administrativa y el encargado de bodega, donde se identifican las necesidades del cliente en esta materia.

El árbol CTQ se muestra a continuación:

Figura 4.2: Árbol CTQ para el sistema de inventarios



Fuente: Autor, 2024.

La figura 4.2 indica los principales puntos críticos por tomar en cuenta por el cliente referente al producto:

Regulatorio: esto se refiere al cumplimiento de las métricas establecidas por la organización en el proceso logístico, lo cual se relaciona a seguir el manual de procedimientos que indique cómo proceder. En este aspecto, todas las personas de esta área deben estar capacitadas de acuerdo con sus funciones y tener el conocimiento debido de los materiales, aspectos de alisto y entrega, y cumplimientos de métricas de calidad.

Proceso: es necesario acatar y cumplir cada procedimiento con el fin de realizar debidamente el alisto del material para el proceso logístico. Es muy importante cumplir con cada paso para garantizar la calidad en el uso del material. Cada persona tiene sus responsabilidades y pasos por seguir.

Tiempo: es una de las métricas fundamentales para garantizarle al cliente un servicio personalizado que se encargue de satisfacer sus necesidades. Los subordinados de esta área son responsables de cumplir con el tiempo requerido en el alistado del material para el proceso, así como de no generar cuellos de botella ni *mudas* respecto a este.

El árbol de CTQ identifica y organiza los requisitos críticos que afectan el proceso de calidad del producto, lo cual implica desglosar las expectativas generales del cliente en elementos más específicos y medibles para la organización.

El primer paso es conocer las necesidades del cliente: clientes internos (departamentos de Ventas y Producción) y clientes externos (usuarios finales del producto). Seguidamente, se identifican las características de calidad, entre estas, el cumplimiento de procedimientos como exactitud de los registros, nivel del servicio, rotación del inventario, tiempos de ciclo, entre otros. Luego, se establece la definición de especificaciones medibles para cada característica de calidad. Estas métricas permiten monitorear el desempeño del sistema.

En conclusión, esta herramienta se encarga de traducir las necesidades del cliente en requisitos específicos y medibles, con el propósito de identificar áreas claves de mejora, optimizar procesos y aumentar la eficiencia operativa de la empresa.

4.2 ANÁLISIS DE GENERALIDADES DEL PROCESO ACTUAL

La empresa es una pyme certificada ante la Cámara de Comercio y se encarga de suministrar perfiles de aluminio y vidrio a todo el país. Entre sus características, cuenta con gran innovación en su proceso logístico productivo por los diferentes troqueles y máquinas que ayudan a un proceso eficiente, tiene 7 años de estar en el mercado y posee una enorme cartera de clientes.

Sin embargo, no cuenta con una estructura diseñada para su distribución interna, por lo cual la materia prima se encuentra por toda la organización al no haber un orden adecuado; de este modo, al no buscarse apropiadamente el material, se generan órdenes de compra de materia prima para culminar los proyectos, el sistema de inventarios es obsoleto y la persona responsable no está capacitada para desarrollar el cargo.

En detalle, la empresa no posee el espacio necesario para guardar inventario, hay un mal control del almacén, se desconoce la ubicación de los productos, se desaprovecha el espacio, no se tiene una actualización de las entradas y salidas, falta trazabilidad, se presenta una mala manipulación del inventario, existe una falta de comunicación de los subordinados y, además, con poca frecuencia se revisa la información del inventario. Esta problemática se evidencia mediante los principios de Muther.

4.2.1 Principios de la distribución de planta de Muther

4.2.1.1 Principio de la integración por conjunto

Este principio es un enfoque fundamental en el diseño y optimización de la distribución de la planta, se basa en la idea de agrupar y organizar las áreas de trabajo en conjuntos funcionales, así como a las personas que operan, el equipo y la maquinaria, con el fin de mejorar la eficiencia y comunicación; es decir, integra todos los sistemas de la organización para que exista una mejor efectividad dentro de las instalaciones.

Al respecto, la empresa carece de un orden lógico en el sistema de producción, lo cual genera que el material se encuentre regado por todas las instalaciones, pues se identifican piezas de aluminio en el suelo o en estantes que no corresponden; asimismo, el poco espacio de la empresa no permite tener un lugar para la cantidad de material que se necesita ni hay un orden específico de materia prima. En el área de corte del vidrio, la pedacera de vidrio se ubica en cualquier lugar, pero debe establecerse un área determinada para la misma; incluso, se presenta un desorden en medio de las burras de vidrio y encima de los equipos para cortar. Por su parte, en el área de corte del aluminio, en muchas ocasiones se colocan también pedazos de vidrio al no saber dónde acomodarlos; el aluminio se almacena en burras (estructuras de hierro en las paredes), en el suelo y por debajo del techo; además, existe una pésima comunicación entre los subordinados de esta área, por lo que muchas veces se desconoce dónde están ubicados los materiales para la elaboración de alguna ventana. Un aspecto importante por considerar en este principio es el apego a los métodos tradicionales de los operarios. Los empleados se sienten cómodos con los métodos que siempre han utilizado durante años, cambiarlos causa inseguridad o ansiedad, lo que

lleva a una resistencia por parte de los empleados, pero esto tiene una consecuencia grave para la empresa al provocar un aumento de los costos, existen retrasos en el proceso logístico por la búsqueda de una pieza y, con frecuencia, se debe generar una orden de compra al proveedor porque en su momento no se encontró el material, se vuelve a comprar y días después se halla el material que estaba extraviado.

4.2.1.2 Principio de la mínima distancia recorrida

Este principio consiste en una optimización de la eficiencia de una empresa; en cuanto a esto, los elementos que requieren interacción frecuente deben colocarse lo más cercano posible entre sí para minimizar la distancia recorrida por materiales, productos y mano de obra.

Uno de los problemas de aplicar este principio en la organización es la existencia de limitaciones físicas y espaciales en las instalaciones que traen complicaciones a diferentes necesidades específicas de los procesos, por ejemplo, se debe realizar un desplazamiento mayor de un lugar a otro debido a la acumulación de materia prima y producto terminado.

En ciertas ocasiones se debe montar una estación de trabajo en un área de la empresa que no está acondicionada para esto, lo que conlleva a pérdidas por el traslado de un material como el vidrio de un lugar más largo al que debería estar ubicado, en este caso se entra en un conflicto con la compatibilidad del proceso.

Todo esto tiene consecuencias negativas para la planta como el aumento de los costos operativos por un mayor tiempo de transporte y uso inadecuado de la mano de obra; además, con esto se reduce la productividad por las demoras en el flujo de trabajo, lo que causa cuellos de botella en la producción.

4.2.1.3 Principio de circulación o flujo de materiales

Este principio se centra en la organización eficiente del movimiento de materiales dentro de una planta para minimizar los costos, reducir los tiempos de producción y mejorar la productividad.

Al respecto, algunos factores de la empresa impiden cumplir con este principio. En muchas ocasiones no se cuenta con una sincronización adecuada de los flujos de

materiales, lo que provoca excesos o déficits de inventarios; no existe una coherencia entre el sistema de inventarios y la parte física de este; por el desorden y el poco espacio se extravían piezas de distintas medidas necesarias para la elaboración de los productos, esto conlleva a cortar piezas enteras y tener un mayor desperdicio de material, lo cual aumenta los costos de fabricación, los inventarios por almacenaje y daños por la mala manipulación de este.

Asimismo, algunas veces cuando se encuentran piezas tiradas en lugares que no corresponden, estas se dañan. Adicional, el operario no realiza una inspección, arma el producto, y debe ser rechazado porque no cumple con las especificaciones de calidad; esto trae como consecuencia la disminución de la productividad de la empresa y pérdidas económicas considerables.

4.2.1.4 Principio del espacio cúbico

Este principio establece que para optimizar la eficiencia y el uso del espacio, es esencial utilizar no solo las áreas horizontales, sino también las dimensiones verticales. En este caso una de las principales limitantes es la parte estructural de la organización, porque no permite la utilización óptima del espacio por metro cuadrado cúbico. En relación con esto, en la mayoría de las áreas se trabaja sobre metro cuadrado, dejando espacios aéreos libres donde pueden existir burras para el acomodo de la perfilería de aluminio; lo anterior tiene como consecuencia una menor eficiencia operativa y un mayor costo por unidad de espacio utilizado.

Además, las limitaciones estructurales reducen notablemente la flexibilidad de la planta para adaptarse a cambios de producción, con esto el flujo de trabajo y la circulación de materiales son afectados. Todo lo expuesto incrementa los cuellos de botella y los tiempos muertos.

Por último, la empresa carece de líderes con iniciativas para contrarrestar el amontonamiento de materiales por toda la empresa y utilizar de manera adecuada el espacio, considerando el espacio cúbico para la optimización del almacenaje de la materia prima y los materiales en el sistema de gestión de inventarios.

4.2.1.5 Principio de la satisfacción y la seguridad

Este principio destaca la importancia de crear un entorno de trabajo que no solo sea seguro, sino satisfactorio para los subordinados; así, se debe establecer un equilibrio entre la seguridad de los empleados y la eficiencia operativa de la planta.

En cuanto a esto, la organización cuenta con el equipo requerido para el manejo del flujo del material, siendo el vidrio el material de mayor cuidado ya que puede provocar accidentes laborales complejos. También, la empresa tiene diversidad de mangas, guantes, anteojos y cascos para la protección de los subordinados.

No obstante, el problema se refleja en la mala distribución y la pésima gestión de inventarios en que se incurre al haber materiales por toda el área de producción. Referente a esto, los operarios deben ingeniárselas para caminar en medio de aluminio ubicado en el piso con vidrios en sus manos, lo cual puede ocasionar un incidente. En otros casos, los operarios no utilizan guantes para el traslado del vidrio, justificándose en que tienen muchos años de trabajar con el mismo; de este modo, incumplen el procedimiento establecido de seguridad y si se llegan a cortar, se debe detener el proceso en ejecución y se generan retrasos en la línea de producción; por consiguiente, se reduce la productividad de la organización.

4.2.1.6 Principio de la flexibilidad

Según este principio, las instalaciones y los sistemas de producción deben ser suficientemente adaptables para responder a cualquier cambio respecto a la demanda, tecnología y factores internos como externos. Por lo tanto, la flexibilidad es esencial para mantener la competitividad de la empresa frente a constantes cambios.

Pero la empresa carece de instalaciones óptimas para el desarrollo del proceso logístico, así como de un sistema de gestión de inventarios adecuado para el manejo de materias primas, materiales y producto terminado. Por otro lado, el personal manifiesta resistencia al cambio justificándose en tener muchos años trabajando en esta área.

Debido a como se maneja todo el proceso logístico, se perjudica en costos excesivos de mano de obra y compra de materiales.

A continuación, se adjuntan imágenes de cómo se encuentra la organización:

Figura 4.3: Área de corte del aluminio y vidrio



Fuente: Construidrio S. A., 2024.

Figura 4.4: Láminas de vidrio



Fuente: Construvitrio S. A., 2024.

Figura 4.5: Acumulaciones de aluminio



Fuente: Construidrio S. A., 2024.

Figura 4.6: Sobrantes de vidrio



Fuente: Construvitrío S. A., 2024.

Figura 4.7: Material acumulado



Fuente: Construidrio S. A., 2024.

Figura 4.8: Burras para el producto



Fuente: Construidrio S. A., 2024.

4.2.2 Diagrama SIPOC

Por medio de esta herramienta, se busca proporcionar una visión estructurada de los elementos clave del proceso y las áreas de la empresa, con el propósito de que la empresa Construidrio S. A. tenga una gestión de procesos más efectiva y una mejora sostenida.

Figura 4.9: Diagrama SIPOC

S	SUPPLIERS	I	INPUT	P	PROCESS	O	OUTPUT	C	CUSTOMER
	Espejos el mundo		Vidrio		Cortar Vidrio		Ventanas		Casas
	Extralum		Aluminio		Cortar Aluminio		Puertas		Condominios
	Macopa		Accesorios		Ensamble		Espejos		Empresas
	Disalum		Empaques		Inspecciones		Puertas abatibles		Centros comerciales
					Transporte		Temperado y esmerilado		
					Instalación		Ventilas		

Fuente: Autor, 2024.

En el diagrama SIPOC de la figura 4.9 se definen las entradas y salidas de la empresa Construidrio S. A., los principales proveedores y hacia quién se dirige la salida. También se aprecian las actividades involucradas y de qué forma están interconectadas.

Al respecto, las empresas Espejos el Mundo, Extralum, Macopa y Disalum son los proveedores de las siguientes entradas: vidrio, aluminio, troqueladora, chispa y demás. Todos estos productos se encuentran relacionados directamente con los procesos productivos de Construidrio S. A., de los cuales se obtienen los siguientes productos terminados: ventanas, puertas de baño, espejos, puertas abatibles, vidrio esmerilado,

marcos con cedazo, ventilas y vidrio temperado; estos tienen su disposición final en casas, empresas o condominios.

A continuación, se describen los procesos de la empresa:

Corte del aluminio: es el primer subproceso de la orden de producción. El operario se encarga de buscar todas las piezas de aluminio que lleva el producto y comienza con el corte de este según las medidas correspondientes.

Troquelado del aluminio: realizados los cortes del aluminio, se efectúan los huecos asignados de acuerdo con la especificación de la orden de producción.

Corte del vidrio: este subproceso trabaja simultáneamente con el corte del aluminio. Se realizan los cortes de vidrio según las medidas de la orden de producción.

Ensamble del aluminio y el vidrio: una vez ya listos los cortes del aluminio y vidrio, se procede a ensamblar ambos.

Inspección: se efectúa una inspección para determinar si en lo ensamblado anteriormente el vidrio no tiene raspones y las medidas corresponden a las de la orden de producción. Si no se cumple con las especificaciones de la orden de compra, se devuelve a la primera operación de la orden, que es corte del aluminio, donde los operarios deben comenzar de nuevo el trabajo.

Ensamble de los accesorios: se ensamblan los accesorios que hacen falta, por ejemplo, rodines, empaques y demás.

Emballar el producto terminado: una vez que el producto esté terminado, se procede a su debido empaque y se deja en una urna.

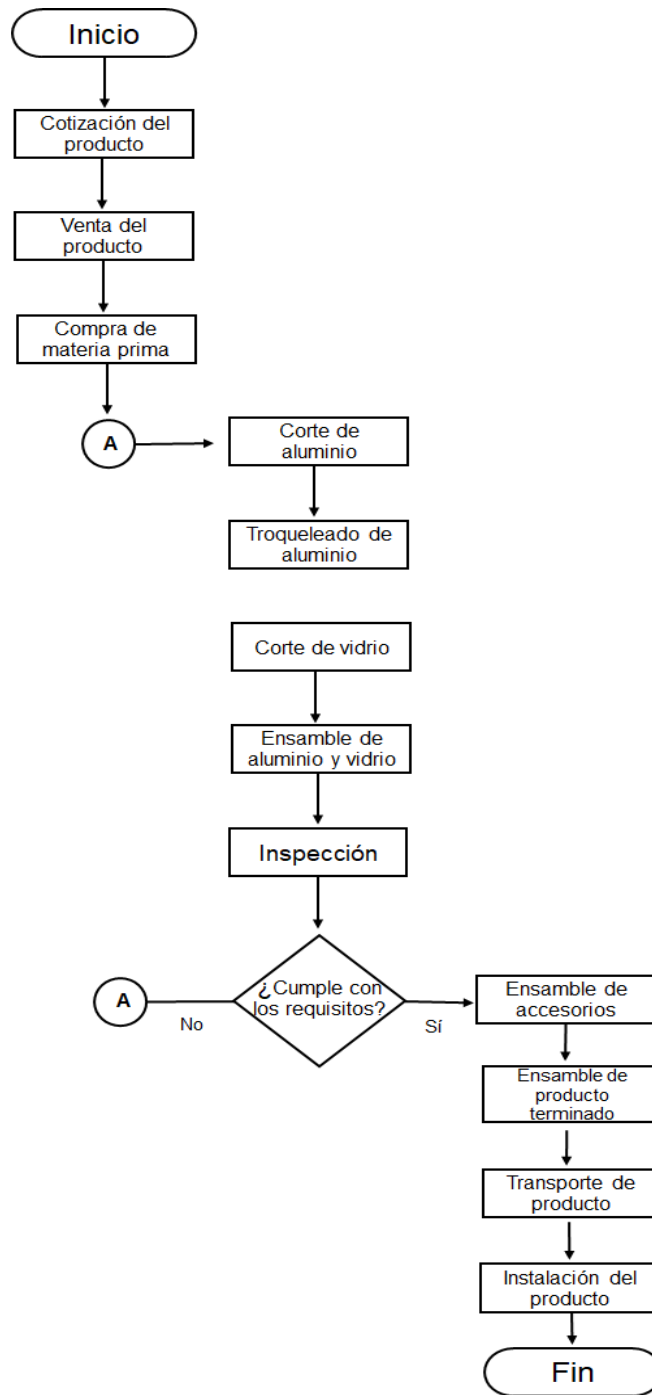
Transporte del producto terminado: el producto es transportado a su destino.

Instalación del producto terminado: cuando el producto esté en su lugar, se hace su apropiada instalación.

4.2.3 Diagrama de flujo

Seguidamente, mediante un diagrama de flujo, se detalla el proceso productivo para la elaboración de algún sistema de ventana o puertas de aluminio y vidrio:

Figura 4.10: Diagrama de flujo



Fuente: Autor, 2024.

En la figura 4.10, se aprecia que el proceso productivo consta de 12 etapas y abarca desde la cotización del producto hasta la instalación del producto terminado.

Como se menciona, el proceso empieza con la cotización del producto y seguido a esto la venta del producto, luego se ejecuta la orden de compra de los materiales por utilizar para la creación del producto.

Una vez recibidos los materiales, se corta el aluminio y se lleva al área de troquelado; simultáneamente, se hace el proceso de corte del vidrio. Luego, se efectúa una inspección minuciosa, si se cumple con los requisitos, se empieza el ensamble del aluminio y el vidrio. Ensamblados estos y los accesorios, el producto se empaca y transporta a su lugar de montaje para su debida instalación.

Cada una de estas etapas se describe de manera breve a continuación:

Cotización del producto: el vendedor se encarga de ir a tomar las respectivas medidas al lugar, o bien, esperar las medidas que envía el cliente, y se lleva a cabo la cotización; después, se monta la oferta por escrito y se envía al cliente.

Venta del producto: aprobada la cotización por parte del cliente, se firma el contrato.

Compra de la cotización: luego se verifica el inventario para corroborar que se tengan los materiales necesarios para empezar a ensamblar; de no ser así, se realiza la compra de la materia prima faltante.

Corte del aluminio: es el primer subproceso de la orden de producción, el operario se encarga de buscar todas las piezas de aluminio que lleva el producto y comienza con el corte de este según las medidas correspondientes.

Troquelado del aluminio: con los cortes del aluminio realizados, se efectúan los huecos asignados de acuerdo con la especificación de la orden de producción.

Corte del vidrio: cabe mencionar que este subproceso trabaja simultáneamente con el corte del aluminio. Se hacen los cortes de vidrio según las medidas de la orden de producción.

Ensamble del aluminio y el vidrio: listos los cortes del aluminio y vidrio, se procede a ensamblar ambos.

Inspección: se lleva a cabo una inspección para determinar si en lo ensamblado el vidrio no tiene raspones y las medidas corresponden a las señaladas en la orden de producción. Si no se cumple con las especificaciones de la orden de compra, se devuelve a la primera operación de la orden, que es corte del aluminio, donde los operarios deben comenzar de nuevo el trabajo.

Ensamble de los accesorios: se ensamblan los accesorios que hacen falta, por ejemplo, rodines, empaques y demás.

Embalar el producto terminado: una vez el producto esté terminado, se procede a su debido empaque y se deja en una urna.

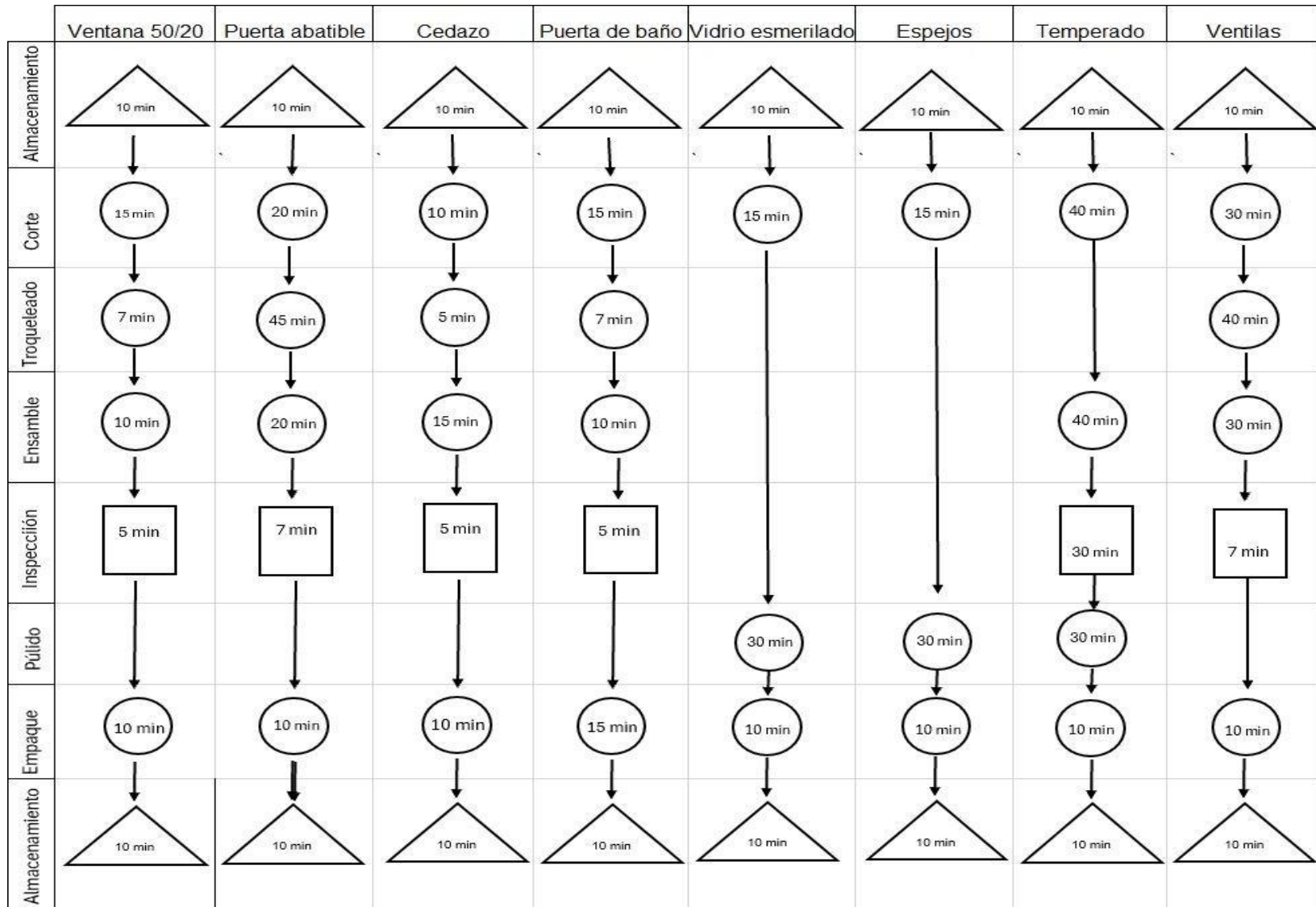
Transporte del producto terminado: el producto es transportado a su destino.

Instalación del producto terminado: cuando el producto esté en su lugar, se lleva a cabo su debida instalación.

4.2.4 Diagrama multiproducto

Se implementa el diagrama multiproducto en la empresa Construidrio S. A. con el fin de visualizar y entender cómo los diferentes productos, a saber, ventanas corredizas, puertas corredizas, ventilas, cedazos, entre otros, fluyen a través del sistema de producción. A continuación, se presenta el diagrama:

Figura 4.11: Diagrama multiproducto actual



Fuente: Autor, 2024.

La figura 4.11 muestra el diagrama multiproducto que consta de 8 productos y 8 procesos descritos de forma breve a continuación.

Este diagrama expone una visión conjunta de los procesos correspondientes a diversos productos, el mismo arroja que se trata de productos con procesos similares, donde se realiza un planeamiento en conjunto con la distribución, lo que cambia son los tiempos de cada proceso de acuerdo con el tipo de producto.

Además, en la columna del lado izquierdo, se observan los procesos de producción de Construidrio S. A., mientras que en la primera fila están los productos elaborados.

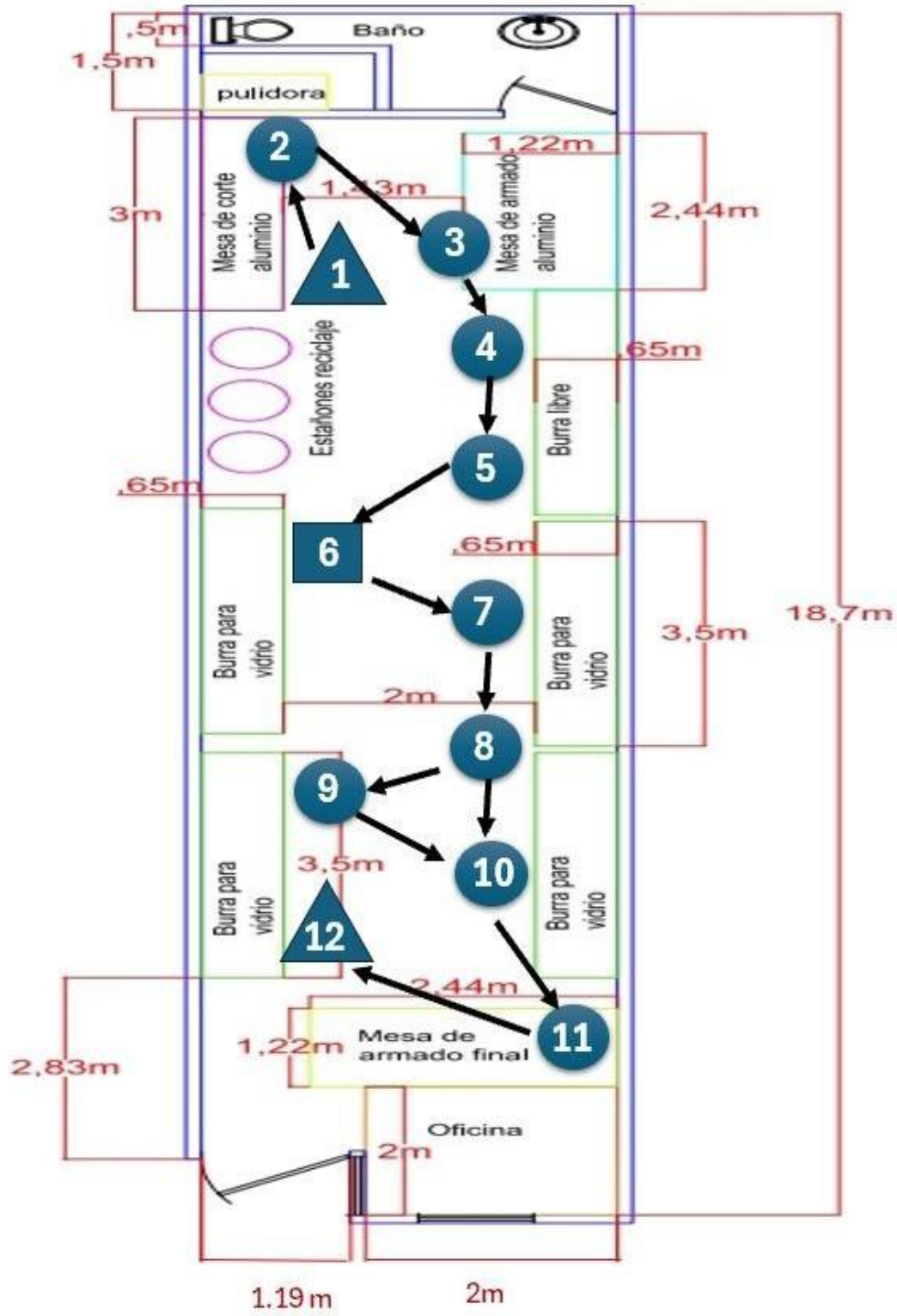
En este caso, los productos de Construidrio S. A. empiezan por su almacenamiento y seguido a esto pasan a corte. Luego, los productos de vidrio esmerilado, espejos y vidrios temperados no pasan por el troquelado, mientras los demás sí. El siguiente proceso es el ensamble e inspección, pero no se ejecuta este con el vidrio esmerilado y los espejos. Ahora bien, los únicos productos que pasan por el pulido son los vidrios esmerilados, espejos y vidrios temperados. Después, todos pasan por empaque, para por último terminar en almacenamiento y posteriormente ser llevados a su instalación.

4.2.5 Layout actual de la empresa

Se realiza un plano a escala que señala todas las medidas, además de un diseño en 3D para lograr una mejor visualización de la empresa. Este croquis contiene la disposición física de los recursos productivos de la empresa.

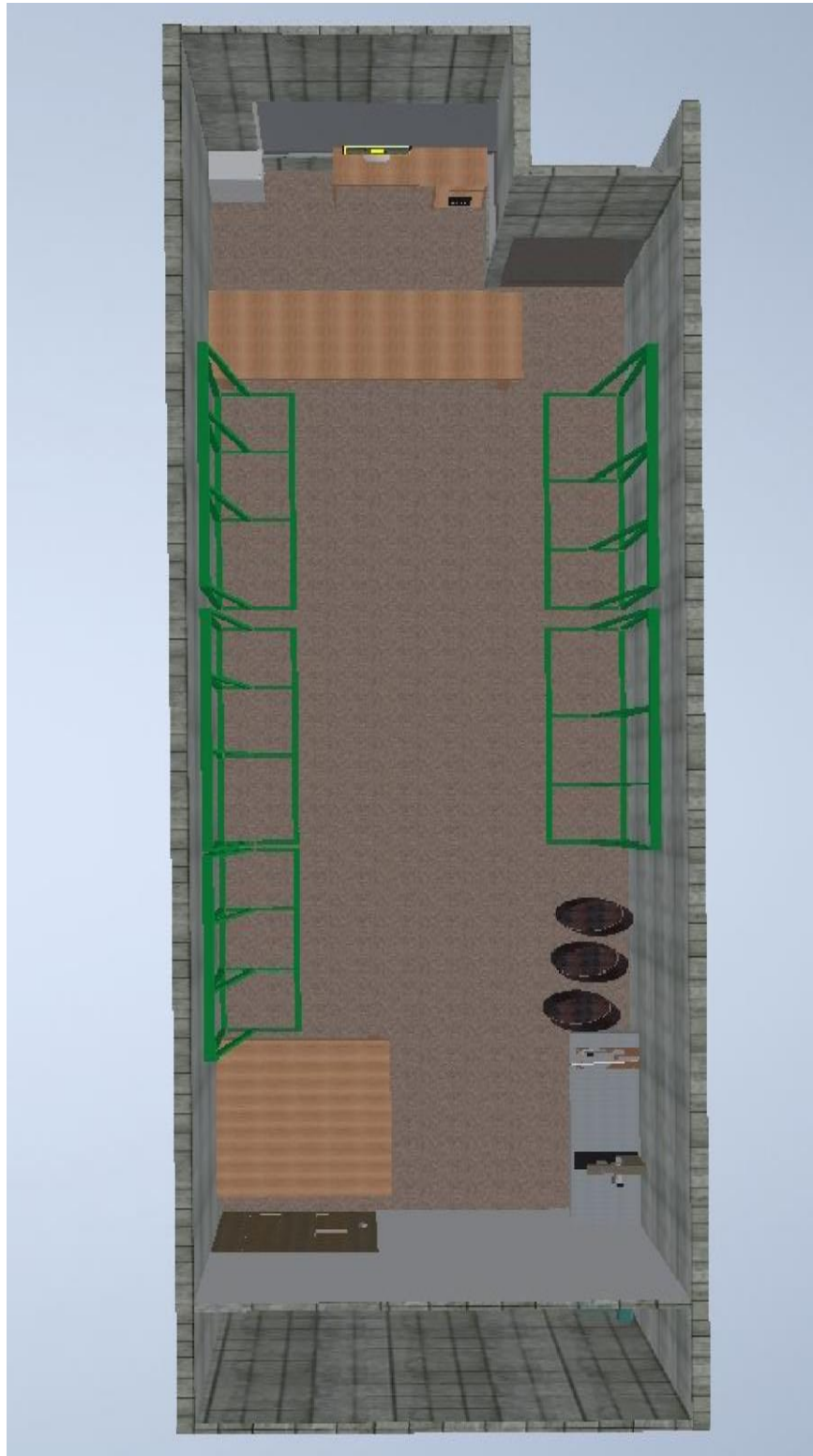
A continuación, se muestra el *layout* actual de la organización:

Figura 4.12: Diagrama de recorrido actual



Fuente: Autor, 2024.

Figura 4.13: Plano 3D de Construidrio S. A.



Fuente: Autor, 2024.

Como se aprecia en el plano de la distribución actual, el primer dato de relevancia son los metros cuadrados, a saber, 18,7 metros de largo x 3,19 metros de ancho, para un total de 59.65 metros cuadrados.

Al entrar al local, se ve la oficina y la mesa de armado final; por esta área se ingresa todo el material. En cuanto a esto, el proceso productivo de Construidrio S. A. empieza desde arriba, donde se localiza el baño; por lo tanto, el material que ingresa se debe llevar hasta el final del local, al lado del servicio sanitario. Cabe destacar que había una ducha, pero se eliminó y se colocó la máquina pulidora.

A continuación se encuentran las mesas de corte del aluminio y armado del aluminio, encima de estas se ubican las burras donde se guarda todo el aluminio para aprovechar el espacio aéreo. Luego, sigue una burra para colocar el vidrio y una burra libre porque todo lo que se arma en las mesas anteriores se acuesta en esta. Cuando se reciben láminas nuevas de vidrio, se colocan en las burras para vidrio, después se llevan a la mesa de armado final en la que se arma todo el vidrio con el aluminio junto a todos sus accesorios.

Cerca de las oficinas y del servicio sanitario, se encuentran unos armarios destinados a guardar toda la materia prima necesaria para ensamblar los productos, pero por la gran cantidad de material que ingresa a Construidrio S. A. no caben en los mismos, entonces se ubican por todos lados, inclusive en el servicio sanitario. Adicional, al no tener el espacio suficiente, se instalaron unas burras en la pared para colocar material y, así, utilizar el espacio de metro cúbico.

Sin embargo, al no haber más burras para vidrio, no hay un espacio para colocar el vidrio que se denomina pedacera, correspondiente al vidrio sobrante de los cortes anteriores, por lo cual se destruye y se pierde el dinero invertido en este material, aunque se podría emplear para otro producto más pequeño. Asimismo, al haber un espacio tan reducido, los operarios chocan unos con otros mientras están haciendo sus funciones. En este momento el espacio con el que cuenta Construidrio S. A. es muy pequeño, por eso la importancia de hacer un rediseño de distribución de planta para identificar la necesidad de Construidrio S. A.

Como se expuso en la figura 4.11, el diagrama multiproducto muestra el flujo del proceso de cada producto; de esta forma, brinda la información necesaria para saber

que los flujos de los productos de la empresa surgen de manera lineal, lo cual es indispensable para hacer la propuesta final. Por consiguiente, se recomienda seguir el control del diagrama multiproducto y mantenerlo actualizado ya que al ser la representación gráfica de los productos con sus respectivos procesos, es de mucha relevancia tanto como el diagrama de recorrido, pues ambos permiten la visualización de las actividades innecesarias y verifican que la distribución del trabajo esté equilibrada; de igual modo, ayudan a la definición, formulación, análisis y solución de problemas.

Según Freivalds y Niebel (2014), todas las máquinas y procesos con funciones similares deben agruparse en una sola sección, departamento o edificio. Esta distribución es más organizada y limpia, generando un buen entorno laboral. Otra ventaja es la rápida adaptación de los operarios nuevos porque la capacitación con los otros operarios de más experiencia les ayudaría en su trabajo con máquinas de funciones iguales.

A partir del *layout* de la empresa Construidrio S. A., se puede afirmar que los métodos actuales de trabajo son improductivos; el desorden en las áreas genera problemas como recorridos innecesarios, tiempos muertos e incomodidad para los operarios; así como la falta de espacio físico origina pérdida de material para trabajar otros productos. También se observa que la empresa no tiene un orden secuencial en sus tareas, esto provoca ineficiencia en los procesos y, por ende, un aumento en los costos de producción.

Ahora bien, el diagrama de recorrido comienza en un almacenamiento de materia prima aéreo. Se debe ingresar el material a lo largo del local ya que no hay otra entrada, clasificarlo y almacenarlo. Luego, cuando se genera una venta, se baja el material necesario y se pasa a la operación 2, que es el corte del aluminio; mientras el sobrante de material se coloca en burras pequeñas. Después del corte, se pasa a la operación 3, correspondiente al troquelado, donde se le hacen los huecos y saques que necesita. Posteriormente, se pasa a la operación 4 que se conoce como ruteado, en esta se realizan los llavines o cerraduras que va a llevar el producto. Luego, pasa al primer armado que está en la operación 5, aquí se arma la estructura de aluminio. Una vez

listo, pasa a una inspección, donde se revisa si todo el armado, medidas, huecos y saques están bien.

La operación 7 es el corte del vidrio, acá un operario se encarga de cortar a medida el vidrio; al respecto, las láminas de vidrio son de 3.3 m x 2.44 m. Cada vez que se corta vidrio, queda pedacera, la cual se ubica por todo el lugar debido al espacio reducido. La operación 8 consta del armado del vidrio y el aluminio, en esta se ensambla el aluminio con el vidrio, es una operación delicada porque una mala manipulación puede quebrar el vidrio. En la operación 9 se realiza el armado del marco del producto. Por su parte, en la operación 10 se colocan los accesorios respectivos: guías, cierres, rodines. La operación 11 se da en una mesa de armado; en esta, el producto se debe poner sobre la mesa para colocar el empaque que sostiene el marco de aluminio con el vidrio, luego se termina el proceso en la burra de almacenamiento del producto final.

En este *layout* se aprecia el espacio tan reducido existente para mover piezas de 6.4 m de aluminio y de 3.3 x 2.44 con las láminas de vidrio. Además, la maquinaria, las mesas de trabajo, los troqueles, el equipo de trabajo y las burras hacen complejo el movimiento dentro del lugar. No existen zonas donde se puedan colocar los recortes de aluminio y vidrio, por lo cual los operarios los ponen en el primer lugar que encuentran, esto genera un enorme descontrol en el proceso logístico al perderse las piezas. Con esto el proceso se atrasa y se forman cuellos de botella, siendo la pérdida de tiempo una de las *mudas* que perjudican a la organización al minimizar su eficiencia, su eficacia y su productividad.

Otro problema grave en la empresa es el sistema de inventarios. Como no existe un espacio definido en el almacén, las piezas se distribuyen en el primer espacio que quede libre y se comienzan a acumular. Por esto, cuando se genera una orden de producción, se consulta el programa de inventarios y en ocasiones se indica que el material está dentro de la empresa, pero se envía a una persona a buscarlo y encuentra solamente algunas piezas; por esto la empresa envía a comprar material con el proveedor, experimentando retrasos por no estar la materia prima como señala el sistema, asimismo se incrementan los costos de operación y se debe enviar un camión y un operario a recoger la materia prima. Todo esto conlleva a un atraso aproximado de medio día, más el traslado del material, el tiempo del operario, entre otros costos.

Las causas de la problemática son evidentes y muchas veces el material que se envió a comprar aparece en el local días después. Otra causa observada es que el encargado de entradas y salidas del inventario se equivoca, no ingresa bien al sistema la materia prima, esto hace un caos dentro del inventario; adicional, se realiza un conteo cíclico cada 4 meses, esto no permite definir con exactitud el modelo de inventarios.

4.2.6 Clasificación ABC

Después de analizar la parte física del espacio de la empresa, se procede al análisis del inventario, que es uno de los problemas de mayor afectación en el proceso productivo. En este caso la empresa presenta un déficit enorme en esta área, ya que el sistema está desactualizado por completo, por lo que se recolecta información con las facturas de compras y se realiza un conteo físico para determinar el estado actual del inventario. A continuación, se muestra un análisis ABC del comportamiento del último inventario de la organización Construidrio S. A.:

Tabla 4.1: Clasificación ABC del inventario

CODIGO	DESCRIPCION ARTICULO	COSTO	DEMANDA ANUAL	COSTO ANUAL	PORCENTAJE	ACUMULADO	CLASIFICACION	Porcentaje inversión
V5MMB	VIDRIO 5MM BRONCE	₡10,200.00	902.88	₡9,209,376.00	7.36%	7.36%	A	79.74%
V4MMB	VIDRIO 4MM BRONCE	₡8,900.00	974.16	₡8,670,024.00	6.92%	14.28%	A	
V5MMC	VIDRIO 5MM CLARO	₡9,800.00	681.12	₡6,674,976.00	5.33%	19.61%	A	
50/20- 3B	JAMBA 50/20	₡8,400.00	660	₡5,544,000.00	4.43%	24.04%	A	
V6MMC	VIDRIO 6MM CLARO	₡12,000.00	459.36	₡5,512,320.00	4.40%	28.44%	A	
50/20- 2B	UMBRAL 50/20	₡8,120.00	660	₡5,359,200.00	4.28%	32.72%	A	
50/20- 4B	INFERIO 50/20	₡8,040.00	660	₡5,306,400.00	4.24%	36.96%	A	
V6MMB	VIDRIO 6MM BRONCE	₡13,000.00	396	₡5,148,000.00	4.11%	41.07%	A	
50/20- 1B	CARGADOR 50/20	₡7,800.00	660	₡5,148,000.00	4.11%	45.19%	A	
50/20- 7B	CERRADURA 50/20	₡7,800.00	660	₡5,148,000.00	4.11%	49.30%	A	
50/20- 5B	SUPERIOR 50/20	₡7,400.00	660	₡4,884,000.00	3.90%	53.20%	A	
50/20- 6B	ENGANCHE 50/20	₡7,000.00	660	₡4,620,000.00	3.69%	56.89%	A	
V4MMC	VIDRIO 4MM CLARO	₡7,900.00	570.24	₡4,504,896.00	3.60%	60.49%	A	
EM9	EMPAQUE PRESION 9MM NEGRO	₡350.00	9240	₡3,234,000.00	2.58%	63.07%	A	
E3MM	ESPEJO 3MM	₡9,000.00	315.36	₡2,838,240.00	2.27%	65.34%	A	
X 11B	CANAL X11 BRONCE	₡7,000.00	330	₡2,310,000.00	1.85%	67.18%	A	
E5MM	ESPEJO 5MM	₡14,000.00	110.88	₡1,552,320.00	1.24%	68.42%	A	
ANT-PL	BARRA ANTIPANICO 1 HOJA NEGRA	₡85,000.00	14	₡1,190,000.00	0.95%	69.37%	A	
EM8	EMPAQUEPRESION 8MM	₡300.00	3300	₡990,000.00	0.79%	70.16%	A	
T-04LB	TUBO 1 1/2 X 4	₡24,000.00	40	₡960,000.00	0.77%	70.93%	A	
T-01AAB	TUBO 1 1/2 X 4 2 ALETAS	₡21,600.00	40	₡864,000.00	0.69%	71.62%	A	
80/25-3B	JAMBA 80/25	₡13,000.00	66	₡858,000.00	0.69%	72.30%	A	
T-04AB	TUBO 1 1/2 X 4 1ALETA	₡21,000.00	40	₡840,000.00	0.67%	72.98%	A	
T-01AAB	TUBO 1X2 2 ALETAS	₡20,800.00	40	₡832,000.00	0.66%	73.64%	A	
V3MMC	VIDRIO 3MM CLARO	₡6,000.00	133.92	₡803,520.00	0.64%	74.28%	A	
80/25-7B	CERRADURA 80/25	₡12,000.00	66	₡792,000.00	0.63%	74.91%	A	
ESQ-CED	ESQUINAS PARA CEDAZO	₡200.00	3960	₡792,000.00	0.63%	75.55%	A	
FEL-50/20	FELPA 5 X 7 PTAS Y VENTANAS NEGRA	₡150.00	5280	₡792,000.00	0.63%	76.18%	A	
T-03LB	TUBO 1 1/2 X 3	₡19,500.00	40	₡780,000.00	0.62%	76.80%	A	
T-01AAB	TUBO 1 1/2 X 3 2 ALETAS	₡19,000.00	40	₡760,000.00	0.61%	77.41%	A	
T-05LB	TUBO DE 2 X 2	₡18,900.00	40	₡756,000.00	0.60%	78.01%	A	
T-01AAB	TUBO 1X3 2 ALETAS	₡18,800.00	40	₡752,000.00	0.60%	78.61%	A	
T-01LB	TUBO 1X2	₡10,800.00	66	₡712,800.00	0.57%	79.18%	A	
80/25-6B	ENGANCHE 80/25	₡10,500.00	66	₡693,000.00	0.55%	79.74%	A	

T-02LB	TUBO 1X3	€17,000.00	40	€680,000.00	0.54%	80.28%	E
TOR-6B	TORN Nº 6 X 1FH BRONCE	€17.00	39600	€673,200.00	0.54%	80.82%	E
T-03AB	TUBO 1 1/2 X 3 1 ALETA	€16,800.00	40	€672,000.00	0.54%	81.35%	E
PB-01B	CARGADOR P.B	€15,200.00	40	€608,000.00	0.49%	81.84%	E
T-02AB	TUBO 1X3 1 ALETA	€14,400.00	40	€576,000.00	0.46%	82.30%	E
8Q25-4B	INFERIOR 8Q25	€14,000.00	40	€560,000.00	0.45%	82.75%	E
PB-08B	PORTAPAÑERA P.B	€13,600.00	40	€544,000.00	0.43%	83.18%	E
V8MMB	VIDRIO 8MM BRONCE	€17,000.00	31.68	€538,560.00	0.43%	83.61%	E
8Q25-5B	SUPERIOR 8Q25	€12,500.00	40	€500,000.00	0.40%	84.01%	E
8Q25-2B	UMBRAL 8Q25	€12,050.00	40	€482,000.00	0.38%	84.40%	E
PB-03B	JAMBA P.B	€7,000.00	66	€462,000.00	0.37%	84.77%	E
X 13B	VENILLA DE 1/2	€3,500.00	132	€462,000.00	0.37%	85.13%	E
PL-1B	LATERAL PUERTA COMERCIAL	€16,800.00	27	€453,600.00	0.36%	85.50%	E
8Q25-1B	CARGADOR 8Q25	€11,000.00	40	€440,000.00	0.35%	85.85%	E
PL-2B	INFERIOR PUERTA COMERCIAL	€28,000.00	14	€392,000.00	0.31%	86.16%	E
PL-2N	INFERIOR PUERTA COMERCIAL	€27,840.00	14	€389,760.00	0.31%	86.47%	E
T-01AB	TUBO 1X2 1 ALETA	€8,800.00	40	€352,000.00	0.28%	86.75%	E
PB-05B	SUPERIOR P.B	€8,560.00	40	€342,400.00	0.27%	87.03%	E
8Q25-11N	JAMBA 3 VIAS	€12,640.00	27	€341,280.00	0.27%	87.30%	E
PL-5B	CONCHA	€23,840.00	14	€333,760.00	0.27%	87.57%	E
PL-5N	CONCHA	€23,760.00	14	€332,640.00	0.27%	87.83%	E
RCD-5Q20	RODIN FI VC 744 Y 5020 COLOMBIAN	€625.30	528	€330,158.40	0.26%	88.10%	E
EM-CE	EMPAQUE MOLDURA CEDAZODE 1/2	€250.00	1320	€330,000.00	0.26%	88.36%	E
CERR-PL	CERRADURA DOBLE MANIJA OLIMP	€12,000.00	27	€324,000.00	0.26%	88.62%	E
V8MMAZUL	VIDRIO 8MM AZUL	€20,000.00	15.84	€316,800.00	0.25%	88.87%	E
PB-04B	INFERIOR P.B	€7,800.00	40	€312,000.00	0.25%	89.12%	E
X 12B	CHAPA PARA XT1	€4,600.00	66	€303,600.00	0.24%	89.36%	E
T-01AAN	TUBO 1 1/2 X 4 2 ALETAS	€21,440.00	14	€300,160.00	0.24%	89.60%	E
5Q20- 8B	ACOPLE 5Q20	€4,500.00	66	€297,000.00	0.24%	89.84%	E
PB-02B	UMBRAL P.B	€7,400.00	40	€296,000.00	0.24%	90.08%	E
PL-3B	SUPERIOR PUERTA COMERCIAL	€20,000.00	14	€280,000.00	0.22%	90.30%	E
PL-3N	SUPERIOR PUERTA COMERCIAL	€19,840.00	14	€277,760.00	0.22%	90.52%	E
T-04LN	TUBO 1 1/2 X 4	€19,840.00	14	€277,760.00	0.22%	90.74%	E
T-04AN	TUBO 1 1/2 X 4 1 ALETA	€19,840.00	14	€277,760.00	0.22%	90.97%	E
PL-4B	BARRA DE EMPUJE	€19,200.00	14	€268,800.00	0.21%	91.18%	E
PL-4N	BARRA DE EMPUJE	€19,040.00	14	€266,560.00	0.21%	91.39%	E
TOR-10X2	TORN Nº 10 x 2 FH BRONCE	€20.00	13200	€264,000.00	0.21%	91.60%	E
TOR-10X1	TORN Nº 10 x 1 FH BRONCE	€20.00	13200	€264,000.00	0.21%	91.82%	E
CHI-01	CORTAVIDRIOS TOYO PROFESIONA	€18,500.00	14	€259,000.00	0.21%	92.02%	E
SIL-001	SILICONE 100% GENERAL ELECT. B	€1,700.00	148	€251,600.00	0.20%	92.22%	E
T-01AAN	TUBO 1 1/2 X 3 2 ALETAS	€17,440.00	14	€244,160.00	0.20%	92.42%	E
V8MMC	VIDRIO 8MM CLARO	€15,000.00	15.84	€237,600.00	0.19%	92.61%	E
PL-1N	LATERAL PUERTA COMERCIAL	€16,640.00	14	€232,960.00	0.19%	92.79%	E
T-03AN	TUBO 1 1/2 X 3 1 ALETA	€16,640.00	14	€232,960.00	0.19%	92.98%	E
PEG-ESP	PEGAMENTO PARA ESPEJO GUNTE	€350.00	660	€231,000.00	0.18%	93.16%	E
8Q25-9B	CARGADOR 3 VIAS	€16,400.00	14	€229,600.00	0.18%	93.35%	E
8Q25-3N	JAMBA 8Q25	€8,240.00	27	€222,480.00	0.18%	93.53%	E
T-03LN	TUBO 1 1/2 X 3	€15,840.00	14	€221,760.00	0.18%	93.70%	E
PB-06B	LATERAL P.B	€5,400.00	40	€216,000.00	0.17%	93.88%	E
8Q25-7N	CERRADURA 8Q25	€7,840.00	27	€211,680.00	0.17%	94.04%	E
T-01AAN	TUBO 1X3 2 ALETAS	€15,040.00	14	€210,560.00	0.17%	94.21%	E
PB-01N	CARGADOR P.B	€14,960.00	14	€209,440.00	0.17%	94.38%	E
8Q25-9N	CARGADOR 3 VIAS	€14,240.00	14	€199,360.00	0.16%	94.54%	E
T-05LN	TUBO DE 2 X 2	€14,240.00	14	€199,360.00	0.16%	94.70%	E
T-02AN	TUBO 1X3 1 ALETA	€14,240.00	14	€199,360.00	0.16%	94.86%	E

15.12%

80/25-10B	UMBRAL 3 VIAS	€13,800.00	14	€193,200.00	0.15%	95.01%	C
80/25-11B	JAMBA 3 VIAS	€13,800.00	14	€193,200.00	0.15%	95.17%	C
VLL-4B	ANGULAR VENTILA	€13,600.00	14	€190,400.00	0.15%	95.32%	C
80/25-6N	ENGANCHE 80/25	€7,040.00	27	€190,080.00	0.15%	95.47%	C
VLL-4N	ANGULAR VENTILA	€13,440.00	14	€188,160.00	0.15%	95.62%	C
PB-08N	PORTAPAÑERA P.B	€13,440.00	14	€188,160.00	0.15%	95.77%	C
T-02LN	TUBO 1X3	€13,440.00	14	€188,160.00	0.15%	95.92%	C
50/20- 2N	UMBRAL 50/20	€6,960.00	27	€187,920.00	0.15%	96.07%	C
50/20- 4N	INFERIO 50/20	€6,880.00	27	€185,760.00	0.15%	96.22%	C
50/20- 1N	CARGADOR 50/20	€6,560.00	27	€177,120.00	0.14%	96.36%	C
80/25-10N	UMBRAL 3 VIAS	€12,640.00	14	€176,960.00	0.14%	96.50%	C
50/20- 5N	SUPERIOR 50/20	€6,240.00	27	€168,480.00	0.13%	96.64%	C
PB-07B	PAÑERA P.B	€4,000.00	40	€160,000.00	0.13%	96.76%	C
TOR-6N	TORN N° 6 X 1 FH NEGRO	€15.00	10560	€158,400.00	0.13%	96.89%	C
PRE-ESP	GANCHO ACRILICO PARA ESPEJO	€300.00	528	€158,400.00	0.13%	97.02%	C
80/25-4N	INFERIO 80/25	€11,040.00	14	€154,560.00	0.12%	97.14%	C
ROD-PP	RODO PORTON PESADO DE 3 RUEDAS	€5,500.00	27	€148,500.00	0.12%	97.26%	C
T-01AAN	TUBO 1X2 2 ALETAS	€10,240.00	14	€143,360.00	0.11%	97.37%	C
80/25-2N	UMBRAL 80/25	€10,080.00	14	€141,120.00	0.11%	97.49%	C
80/25-1N	CARGADOR 80/25	€9,440.00	14	€132,160.00	0.11%	97.59%	C
T-01AN	TUBO 1X2 1 ALETA	€8,640.00	14	€120,960.00	0.10%	97.69%	C
VLL-1B	MARCO SUPERIOR E INFERIOR VENTILA	€8,600.00	14	€120,400.00	0.10%	97.78%	C
VLL-2B	JAMBA MARCO VENTILA	€8,600.00	14	€120,400.00	0.10%	97.88%	C
PB-05N	SUPERIOR P.B	€8,400.00	14	€117,600.00	0.09%	97.98%	C
T-01LN	TUBO 1X2	€8,240.00	14	€115,360.00	0.09%	98.07%	C
V3MMB	VIDRIO 3MM BRONCE	€6,500.00	17.28	€112,320.00	0.09%	98.16%	C
80/25-5N	SUPERIOR 80/25	€7,840.00	14	€109,760.00	0.09%	98.24%	C
ROD-PB	RODIN PARA PUERTA DE BAÑO	€160.00	660	€105,600.00	0.08%	98.33%	C
VLL-1N	MARCO SUPERIOR E INFERIOR VENTILA	€7,440.00	14	€104,160.00	0.08%	98.41%	C
VLL-2N	JAMBA MARCO VENTILA	€7,440.00	14	€104,160.00	0.08%	98.50%	C
PAL36B	PALETA DE 96 PULGADAS BRONCE 5MM	€2,400.00	42	€100,800.00	0.08%	98.58%	C
RE-1/8	REMACHE POP 1/8	€15.00	6600	€99,000.00	0.08%	98.65%	C
50/20- 7N	CERRADURA 50/20	€6,640.00	14	€92,960.00	0.07%	98.73%	C
PB-04N	INFERIOR P.B	€6,640.00	14	€92,960.00	0.07%	98.80%	C
50/20- 3N	JAMBA 50/20	€6,240.00	14	€87,360.00	0.07%	98.87%	C
PB-02N	UMBRAL P.B	€6,240.00	14	€87,360.00	0.07%	98.94%	C
80/25-8B	ACOPLE 80/25	€6,000.00	14	€84,000.00	0.07%	99.01%	C
PAL36B	PALETA DE 96 PULGADAS CLARA 5MM	€2,100.00	39	€81,900.00	0.07%	99.08%	C
50/20- 6N	ENGANCHE 50/20	€5,840.00	14	€81,760.00	0.07%	99.14%	C
PB-03N	JAMBA P.B	€5,840.00	14	€81,760.00	0.07%	99.21%	C
X 11N	CANAL X11 NATURAL	€5,440.00	14	€76,160.00	0.06%	99.27%	C
PIV-PL	PIVOTE J 27 NEGRO	€5,000.00	14	€70,000.00	0.06%	99.32%	C
VLL-3B	VENILLA VENTILA	€4,800.00	14	€67,200.00	0.05%	99.38%	C
80/25-8N	ACOPLE 80/25	€4,640.00	14	€64,960.00	0.05%	99.43%	C
VLL-3N	VENILLA VENTILA	€4,640.00	14	€64,960.00	0.05%	99.48%	C
CRE-16	PAR DE CREMONAS DE 16	€4,500.00	14	€63,000.00	0.05%	99.53%	C
CIL-PL	CILINDRO DE CERRADURA X UNIDAD NA	€4,500.00	14	€63,000.00	0.05%	99.58%	C
RE-1/4	REMACHE POP 5 /32 X 1/4	€15.00	3960	€59,400.00	0.05%	99.63%	C
PB-06N	LATERAL P.B	€4,240.00	14	€59,360.00	0.05%	99.68%	C
CRE-14	PAR DE CREMONAS DE 14	€4,000.00	14	€56,000.00	0.04%	99.72%	C
PB-07N	PAÑERA P.B	€3,840.00	14	€53,760.00	0.04%	99.76%	C
X 12N	CHAPA PARA X11	€3,440.00	14	€48,160.00	0.04%	99.80%	C
BIS-PL	BISAGRA DE PIANO 11-16 X 1.80 MTS	€3,350.00	14	€46,900.00	0.04%	99.84%	C
ROD-UR	RODIN PARA URNAS T -8	€350.00	132	€46,200.00	0.04%	99.88%	C
50/20- 8N	ACOPLE 50/20	€3,040.00	14	€42,560.00	0.03%	99.91%	C
CRE-12	PAR DE CREMONAS DE 12	€3,000.00	14	€42,000.00	0.03%	99.94%	C
FLUS-PL	FLUSH BOLT NATURAL	€2,300.00	14	€32,200.00	0.03%	99.97%	C
X 13N	VENILLA DE 1/2	€2,080.00	14	€29,120.00	0.02%	99.99%	C
RD-80/25	RODINES PARA PC 8025	€650.00	14	€9,100.00	0.01%	100.00%	C

5.14%

125266.56 €125,200,230.40

100%

Fuente: Autor, 2024.

En la tabla anterior se observa el inventario total del periodo del 1 de enero del 2023 al 31 de diciembre del 2023, un periodo fiscal completo.

Se trabaja en la recolección de datos por medio de las facturas de compra de todo el año, con el fin de establecer la base del inventario de la empresa, porque no cuenta con una herramienta que le permita corroborar el inventario actual ni las compras hechas durante todo el año por artículo.

Después se coloca el precio costo de cada unidad; además, se trabaja con metros cuadrados en el caso de las láminas de vidrio, con metros lineales en las piezas de aluminio y con unidades en los accesorios y artículos para la venta en el despacho. Luego se saca la demanda anual de costo por artículo para tener un panorama claro de cuánto invierte la empresa por año en inventarios.

Seguidamente, se establece el porcentaje relativo de cada artículo, se ordena de mayor a menor de acuerdo al principio de la clasificación ABC y se calcula la frecuencia relativa acumulada. En este momento se determina que el vidrio de 5 mm bronce es el artículo de mayor venta dentro del inventario, le sigue la lámina de 4 mm bronce y de 5 mm clara; por lo tanto, las láminas de vidrio tienen un papel fundamental dentro del inventario. Sin embargo, por el espacio que necesitan debido a sus medidas de 330 m x 244 m, la cantidad de estas láminas en la demanda anual requiere de una planta de mayor espacio.

A partir de este análisis del inventario, se identifica cada ítem o artículo y se da una valoración en función de su costo y volumen, adaptando el inventario para un uso adecuado dentro de la organización.

Luego de sacar la frecuencia relativa acumulada, se hace la clasificación ABC y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 4.2: Clasificación ABC por porcentajes

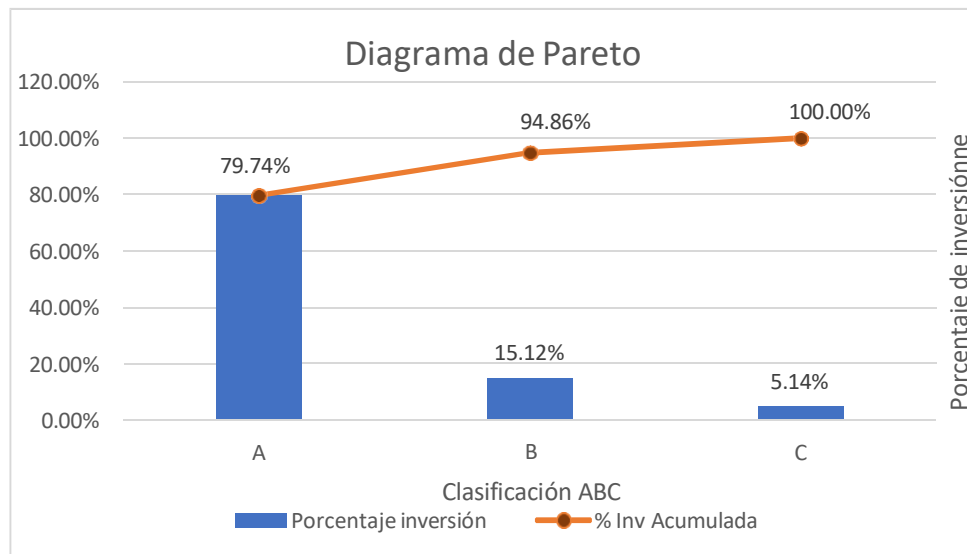
Porcentaje	Zona	Cantidad de artículos por zona	% de artículos	% Acumulado	Ventas	Porcentaje inversión	% Inv Acumulada
0%-80%	A	34	22.97%	22.97%	Ø99,831,072.00	79.74%	79.74%
80%-95%	B	55	37.16%	60.14%	Ø18,930,438.40	15.12%	94.86%
95%-100%	C	59	39.86%	100.00%	Ø6,438,720.00	5.14%	100.00%
		148	100.00%				

Fuente: Autor, 2024.

En la tabla 4.2, se muestra con detalle la cantidad de artículos de cada zona, donde la A consta de 34 artículos, esto representa un 22,97 % del total de artículos del inventario, con un costo de inversión de ₡ 99 831 072.00, siendo el 79,74 % del costo total. De este modo se comprueba lo indicado por el principio de Pareto, el 20 % de las causas, es decir, los artículos de la zona A, constituyen el 80 % del total del inventario.

Seguidamente la zona B consta de 55 artículos, lo cual representa el 37,16 % del total del inventario, con un costo de inversión de ₡ 18 930 438.40, siendo un 15,12 % del total de la inversión. Mientras la zona C representa un 39,86 % del total de artículos del inventario, con un costo de inversión de ₡ 6 438 720.00, siendo un 5,14 % del total de la inversión. Lo expuesto se ilustra mediante el diagrama de Pareto:

Figura 4.14: Diagrama de Pareto en la clasificación ABC



Fuente: Autor, 2024.

En la figura 4.14, “Diagrama de Pareto en la clasificación ABC”, ayuda a visualizar cómo se distribuyen los valores de los artículos e identificar cuáles tienen mayor nivel de criticidad para la gestión eficiente del inventario.

Al categorizarse los artículos en función del valor total del inventario, los artículos A son de mayor valor para la empresa Construidrio S. A. De acuerdo con este análisis, la empresa debe enfocar sus recursos y esfuerzos en esta clase para asegurar su

disponibilidad y minimizar los costos asociados; también, reducir los inventarios para los artículos C y equilibrar los B.

4.2.7 Cursograma analítico

En esta sección, se estudia el proceso logístico del producto ventana 50-20. Con el propósito de definir el tiempo estándar en el proceso, se determina el tiempo en cada una de las operaciones en un momento donde se cuenta con todos los materiales necesarios para el armado del sistema, con esto se realiza un análisis de métodos para detallar y visualizar todas las actividades involucradas en este proceso, desde la recepción de las materias primas hasta la entrega del producto final.

A continuación, se detalla la elaboración del cursograma analítico de la ventana 50-20 de la empresa Construidrio S. A.:

Figura 4.15: Cursograma analítico actual

Cursograma analítico									
Diagrama Num: 1	Resumen								
Objeto: Conocer el proceso detallado de la serie 50-20	Símbolo	Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
	●	Operación	9						
Actividad: Armado de ventana serie 50-20	■	Inspección	1						
Método: Actual	●	Demora	1						
Elaborado por: Adrian Zamora	➡	Transporte	1						
Operario (s): Manuel Mendez Producto: Ventana 50-20	▼	Almacenaje	1						
	Total de actividades realizadas		13						
	Tiempo (min-hombre)		80						
	Distancia (m)		36						
Aprobado por: Daniel Rojas Fecha: 15 de Mayo 2024									
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia	Símbolo					
				●	■	●	➡	▼	
1. Buscar material en bodega de aluminio	1	8	4	●					
2. Compra de material	1	12	3	●					
3. Troqueleado de piezas cortadas	1	6	1	●					
4. Ruteado	1	8	1	●					
5. Ensamble de piezas de aluminio con guías	1	8	1	●					
6. Esperar inspección de calidad	1	3	7			●			
7. Inspección de calidad de armado de aluminio	1	2	1			●			
8. Corte de vidrio	1	10	7	●					
9. Armado de marco	1	5	3	●					
10. Colocación de llavines	1	5	2	●					
11. Colocación de empaques	1	7	2	●					
12. Traslado del producto	1	2	2				●		
13. Almacenamiento	1	4	2					●	
Total	13	80	36	9	1	1	1	1	

Fuente: Autor, 2024.

Según la figura 4.15, la primera operación es buscar el material en las burras de aluminio para el corte, luego se mete a los troqueles de aluminio para troquelar y perforar cada hueco en el aluminio, después pasa a la operación de ensamble donde se unen las piezas cortadas y troqueladas con las guías, para posteriormente esperar una inspección de calidad y verificar si todo se encuentra de acuerdo con la medida estipulada.

Después de realizar las observaciones y medidas correspondientes, se procede al corte del vidrio, para después armar la estructura de aluminio con el vidrio. Seguido, se colocan los llavines y se acuesta la ventana en la mesa de trabajo para colocar los empaques correspondientes. Por último, se traslada a la burra de producto terminado para su almacenamiento, ya sea que el cliente lo retire o se efectúe su debida instalación.

Este diagrama representa en forma detallada los pasos y actividades del proceso, destacando las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos del proceso logístico operativo normal de la serie 50-20, con un total de 13 actividades, un tiempo promedio de 80 min y una distancia de 36 m.

Ahora bien, se expone un cursograma analítico a partir de los datos arrojados en un momento donde no existía el material necesario para la elaboración del producto final debido a diferentes factores. Así, se toman los tiempos en cada una de las actividades, donde se aprecian atrasos en el proceso logístico.

A continuación, se indica el cursograma analítico con esperas de la ventana 50-20:

En la figura 4.16 se muestra cuantitativamente el cambio radical existente de un cursograma a otro. La problemática se presenta desde la primera actividad donde el operario busca el aluminio para su alisto y corte, pues de acuerdo con el inventario las piezas necesarias están disponibles para su alisto, pero a la hora de buscarlas no aparecen, porque se coloca el aluminio sin orden por toda el área.

Además, en otros casos la persona encargada del inventario no actualiza la base de datos ni registra las salidas correspondientes, por ende, en el sistema de inventarios salen las piezas, pero físicamente no están, esto provoca una *muda* enorme en el proceso logístico, ya que el operario tarda hasta 20 min buscando el material debajo de las burras o de las mesas y donde esté el aluminio amontonado sin tener resultados, por lo tanto, indica que no hay material. Luego, se debe pedir el material al proveedor y la pérdida de tiempo es de hasta 185 minutos, es decir, el tiempo productivo para armar dos de estos artículos por día. Después de que el material llega, se pierde tiempo en su descarga y también se tienen *mudas* en la distancia.

En otras ocasiones, el sistema de inventarios no contempla artículos, por consiguiente, no se ingresan, esto genera que comiencen a preguntarse si un material específico está en algún lugar de la empresa y si no se encuentra, se gira una orden de compra al proveedor para que envíe el material. En este punto, cabe destacar que a veces se halla el material mientras el proveedor llega y se genera un exceso de inventario. Después de que el material se recibe, el comportamiento de la operación vuelve a la normalidad, pero con un desperdicio enorme referente al tiempo.

A continuación, se realiza una observación correspondiente a las *mudas* o atrasos debido a las cuatro actividades del cursograma analítico en el presente año desde el mes de enero hasta el mes de abril del 2024. De esta manera, se tabulan los datos y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 4.3: Mudanzas en el tiempo por atrasos

	Actividad	Cantidad de minutos de mudanzas por mes 50-20			
		Enero	Febrero	Marzo	Abril
1	Buscar material en la bodega de aluminio	250	370	170	130
2	Compra del material	60	45	43	85
3	Espera del material	600	750	433	540
4	Descargar el material	72	85	45	58
	Total de minutos por mes	982	1250	691	813
	Total de minutos de la muestra	3736			

Fuente: Autor, 2024.

La tabla 4.3 muestra las *mudanzas* del producto ventana 50-20 en un periodo de 4 meses. En cuanto a esto, se contabiliza un total de 3736 minutos perdidos o 62,26 h por retrasos en el proceso logístico, debido a un sistema de gestión de inventarios obsoleto, donde no se lleva un control detallado de los artículos, sus entradas y salidas; aunado a esto, la pésima distribución de la planta porque no se cuenta con el espacio requerido, esto afecta el rendimiento del proceso logístico ya que en ese tiempo la empresa puede armar 45 ventanas de esa serie, lo que tiene un costo aproximado de ventas de 3 900 000 mil colones en un solo producto; por ende, la empresa deja de percibir gran parte de sus ventas por esta problemática, además de los tiempos muertos del operario encargado cada vez que busca el material necesario para la ventana, esto incrementa los gastos de operación de la empresa.

4.3 ANÁLISIS DE CAUSAS

Se analizan las principales causas de la problemática de la pyme Construidrio S. A. por falta de espacio, mala distribución y carencia de un sistema de gestión de inventarios actualizado que permita dar un mayor rendimiento a cada operación; todo para luego proponer mejoras al respecto.

Las herramientas utilizadas para desarrollar esta etapa son:

Lluvia de ideas: se identifican las causas que afectan el proceso por medio de una reunión con las partes interesadas.

Diagrama de Ishikawa: se efectúa una clasificación gráfica de las causas de manera cualitativa, según la lluvia de ideas.

Multivoto: técnica de votación donde se cuantifica cada causa de acuerdo con su prioridad en el proceso.

Diagrama de Pareto: representación gráfica para identificar las causas críticas con el principio 80/20.

Identificación de las causas

Para identificar las causas, se realiza una lluvia de ideas mediante una reunión con la parte gerencial y operativa, donde se explican los principales temas referentes a espacio, acumulación de materiales por todo el lugar, mala ejecución del sistema de inventarios y se aclara el porqué de los tiempos improductivos.

El gerente agradece a los subordinados cualquier idea que tengan para mejorar el proceso logístico, con el fin de ayudar a la empresa a incrementar sus ventas y ser más productivos. A continuación, se aprecia una lista de las principales causas recopiladas por medio de la sesión de lluvia de ideas:

Tabla 4.4: Lluvia de ideas

Ítem	Causas
1	Falta de espacio
2	Mala distribución de la planta
3	Instalaciones no aptas
4	Acumulación excesiva de materiales
5	Atrasos en materia prima
6	<i>Software</i> del sistema de inventarios poco funcional
7	Mala planificación de compras de materiales
8	Distribución inadecuada de los artículos
9	Ingreso de información inexacta al sistema de inventarios
10	No existe un conteo cíclico del material
11	Mala comunicación
12	Falta de capacitación del personal
13	Falta de un equipo de cómputo

Fuente: Autor, 2024.

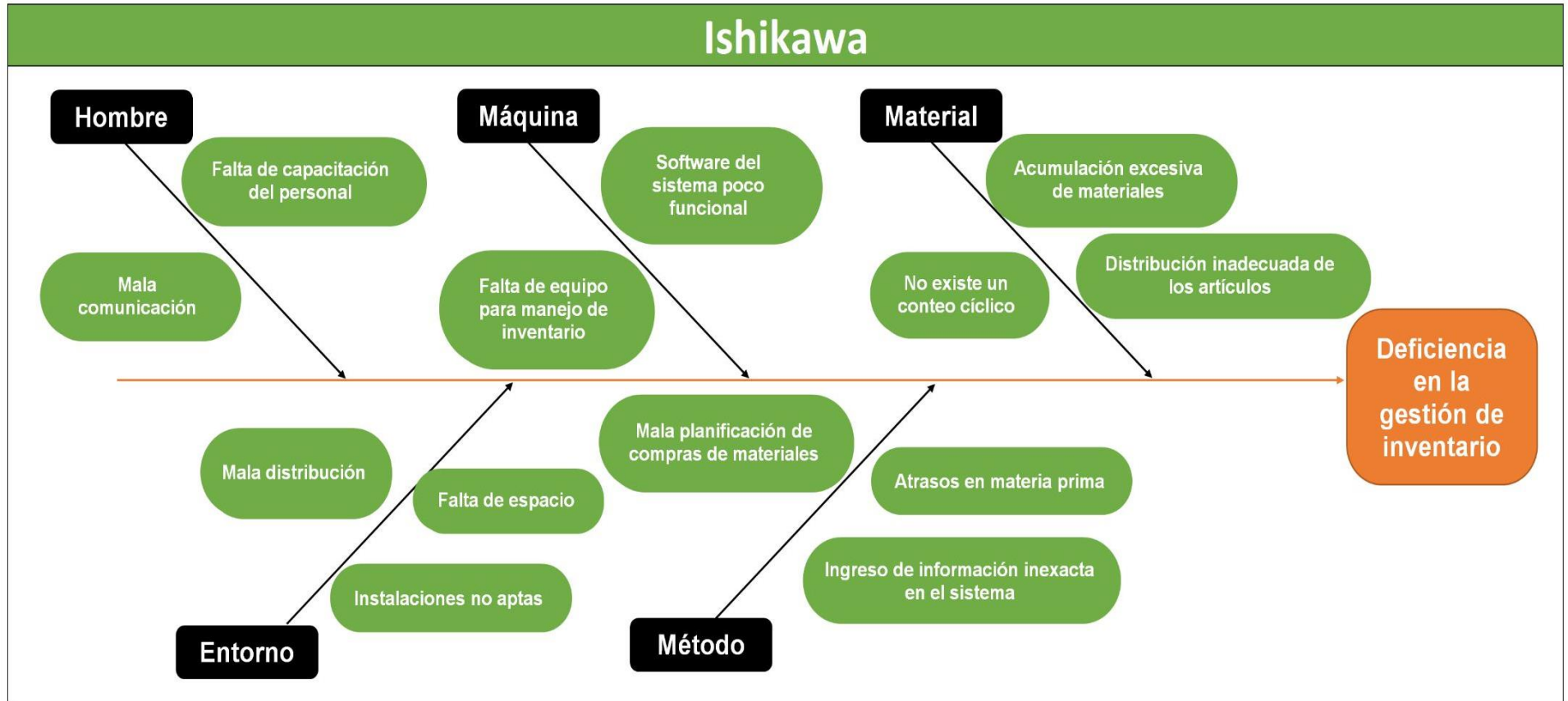
Según la tabla 4.4, después de la sesión de la lluvia de ideas, se obtiene un total de trece causas posibles que demuestran factores de deficiencia en el proceso logístico.

4.3.1 Diagrama de Ishikawa

Posterior a la recolección de datos en la lluvia de ideas, se clasifica cada una de las causas por afinidad, es decir, por cada una de las áreas críticas que perjudican directamente el problema.

Luego se elabora el diagrama de Ishikawa para evidenciar esta clasificación, lo cual se observa en la siguiente figura:

Figura 4.17: Diagrama de Ishikawa de la deficiencia en la gestión de inventarios



Fuente: Autor, 2024.

A continuación, se explica cada una de las causas encontradas por medio del diagrama de Ishikawa:

Hombre

Falta de capacitación del personal: los trabajadores no cuentan con inducciones ni capacitaciones enfocadas al inventario; no conocen temas relacionados a un sistema de gestión de inventarios, entradas, salidas ni devoluciones. Por ende, la problemática en este tema.

Mala comunicación: cuando un trabajador toma piezas para realizar un trabajo, no se lo indica a la persona que está encargada del inventario. En muchos casos se equivoca con una medida o algún hueco de troque y debe cortar una nueva pieza, esto tampoco lo comunica y, por esta razón, en el inventario se indica que la pieza se encuentra, pero en realidad fue dañada. Días después el trabajador advierte que sucedió algo referente a la pieza dañada.

Máquina

Software del sistema poco funcional: la persona encargada comenta lo poco funcional que es el sistema de gestión: muchas veces da error, no brinda reportes actualizados sobre la materia prima, presenta errores de guardado cuando se efectúa una entrada o salida, se ejecuta de una manera lenta y suceden problemas de ingreso.

Falta de equipo para el manejo de inventarios: en esta área solo hay una computadora obsoleta, pues no tiene la capacidad de llevar el *software* del sistema, además en muchas ocasiones la persona encargada está realizando una orden de compra, pero en el momento no ejecuta una salida y queda sin registrarse. Todo esto debido a la inexistencia de otro equipo que permita ejecutar el inventario para llevar un manejo óptimo.

Material

Acumulación excesiva de materiales: los materiales están acumulados en todas las áreas de la empresa, se cortan las piezas de aluminio y los sobrantes se colocan en las burras. Cuando los colaboradores necesitan cortar de nuevo, sacan piezas enteras y

vuelven a acumular sobrantes. Esta mala ejecución conlleva a desperdicios en el aluminio.

Asimismo, con el vidrio pasa algo similar, lo cortan y los sobrantes los acumulan en las burras. Cuando sale una nueva producción, cortan de láminas enteras y vuelven a acumular. Esto tiene como consecuencia acumulación por todo el lugar, se reduce el espacio y se descontrola el inventario.

No existe un conteo cíclico: debido a la cantidad de acumulación de material, no se lleva a cabo su conteo, solo de las piezas enteras, esto es una causa de la inadecuada gestión de inventarios, ya que en ocasiones quedan sobrantes de más de 1 metro que pueden utilizarse en algún producto y no se contempla, lo cual perjudica porque se vuelve a comprar material y, así, se afecta la productividad de la empresa.

Distribución inadecuada de los artículos: al existir una enorme acumulación de material, no se clasifica y se mezclan piezas de todos los sistemas de producción. No existe un espacio específico donde se puedan colocar los materiales de manera clasificada, para llevar un orden y un control que posibilite una eficiencia sobre el sistema de gestión de inventarios.

Ambiente o entorno

Falta de espacio: la empresa es muy pequeña para el desarrollo de su actividad, las piezas de aluminio miden 6,44 metros lineales, las láminas de vidrio miden 3,30 x 2,44, la materia prima necesita espacio para poder procesarse y la carencia de espacio no permite un proceso logístico productivo en la producción. En ocasiones, cuando están todos los trabajadores, algunos deben esperar afuera mientras otros cargan para ir a instalar el producto, al poder chocar unos con otros. La falta de espacio es una causa potencial en la mala productividad de la organización.

Mala distribución: la empresa tiene un espacio reducido y cuenta con una mala distribución de planta, esto causa congestión y deficiente utilización del espacio, la acumulación excesiva de materiales y un pésimo flujo de trabajo. Algunas veces el cortador de vidrio debe esperar que la persona encargada de colocar los empaques termine al quedar atravesados en el proceso, por consiguiente, se presentan cuellos de botella en los tiempos y malestar de la mano de obra.

Instalaciones no aptas: las instalaciones de la empresa no son adecuadas para el desarrollo del proceso logístico. Al respecto, la empresa ha crecido considerablemente y esto conlleva a mayores ventas, por ende, a mayor producción. De este modo, se requiere un espacio adecuado para la fluidez de materiales, partes, productos terminados, traslados de materia prima y bodega; así como un espacio para cada operación que proporcione una optimización de los flujos.

Método

Mala planificación de compras de los materiales: debido al poco espacio, acumulación de materiales y pésimo sistema de gestión de inventarios, surge una mala planificación de compras de materiales. Adicional, debido a que no se lleva un control adecuado, se generan órdenes de compra a los proveedores donde se piden materiales que en muchas ocasiones se encuentran en la empresa, esto provoca un exceso de materia prima.

Atrasos en la materia prima: este es un problema grave que afecta la productividad de la empresa, se trata de tiempos inactivos que aumentan los costos de operación. En el análisis realizado, se determina que muchas veces el trabajador que comienza con el armado tiene *mudas* en el tiempo por la falta de material. En otras ocasiones, producto del desorden, la mala planificación y la previsión inexacta de los artículos del sistema de gestión de inventarios, se generan tiempos muertos, inclusive de muchos minutos como lo refleja el cursograma analítico de la ventana 50-20, esto produce procesos ineficientes.

Ingreso de información inexacta en el sistema: se origina al haber un *software* ineficiente, así como una falta de equipo, capacitación y una estructura estandarizada en el método de trabajo para el ingreso de información donde se le indique al operario qué debe hacer y cuántas veces. Además, muchas veces se ingresa información de manera equivocada al sistema o no se realizan los ingresos y salidas.

Multivoto

Se efectúa un multivoto con el fin de clasificar por afinidad y asignar un valor determinado a cada una de las causas analizadas en el diagrama de Ishikawa. Para

aplicar la herramienta, se convoca a 5 colaboradores que participan en el proceso logístico de armado del producto, ellos se presentan a la reunión enfocada a la lluvia de ideas. En esta, se lleva a cabo la votación que demanda esta herramienta, considerando los siguientes pasos:

1. Se colocan todas las ideas recolectadas en un cuadro de Excel sin ningún orden específico.
2. Al identificarse las 13 ideas, cada uno de los colaboradores de armado y el jefe de inventarios realizan una votación en donde deben responder la siguiente pregunta: ¿Qué impacto tiene la causa en el proceso de gestión de inventarios de la empresa? Al respecto, cada subordinado debe darle un valor a cada idea, tomando en cuenta que 1 es impacto bajo, 3 es impacto medio y 5 es mucho impacto.
3. Luego, cada uno de los votos se multiplica por el valor de la columna y se suman los resultados obtenidos por cada causa. De esta forma, se logran los siguientes resultados de prioridad.

A continuación, se expone cómo queda la tabla de la herramienta multivoto:

Tabla 4.5: Multivoto de las causas analizadas

Item	Causas	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Frecuencia
1	Instalaciones no aptas	5	5	5	5	5	25
2	Software del sistema de inventario poco funcional	5	5	5	5	3	23
3	Falta de espacio	3	3	5	5	5	21
4	No existe un conteo cíclico del material	3	5	5	3	5	21
5	Acumulación excesiva de materiales	3	1	3	3	5	15
6	Falta de equipo de computo	3	3	1	5	3	15
7	Mala planificación de compras de materiales	1	3	3	1	3	11
8	Atrasos en materia prima	1	3	1	1	3	9
9	Mala distribución de planta	3	1	1	3	1	9
10	Falta de capacitación del personal	3	1	3	1	1	9
11	Distribución inadecuada de los artículos	1	1	1	3	1	7
12	Ingreso de información inexacta al sistema de inventario	3	1	1	1	1	7
13	Mala comunicación	1	1	1	1	1	5
Total							177

Fuente: Autor, 2024.

4.3.2 Diagrama de Pareto

Con la información suministrada por la herramienta multivoto, se elabora el diagrama de Pareto a partir de los siguientes pasos:

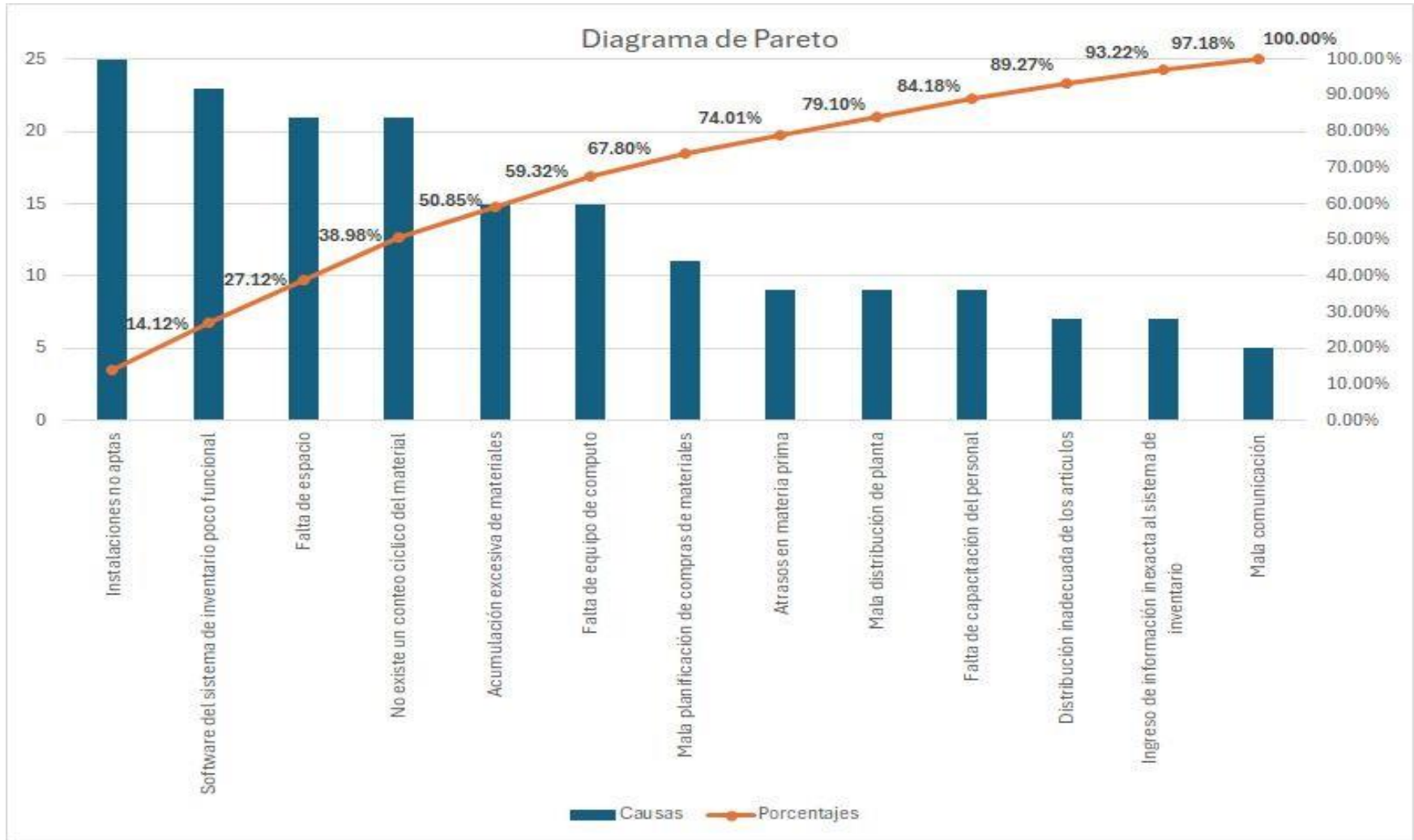
1. Se deben ordenar los datos del resultado de la frecuencia de las causas consideradas en el multivoto de mayor a menor en un cuadro en Excel.
2. Se debe calcular la frecuencia relativa, que es el resultado de la división de la frecuencia entre la sumatoria de la frecuencia de las votaciones.
3. Seguidamente, se ordenan de mayor a menor y de forma descendente, todas las causas según el valor de la frecuencia relativa.
4. Se calcula la frecuencia relativa acumulada. Para esto, en la primera celda se copia el primer valor de la frecuencia relativa y luego se suma la siguiente frecuencia relativa con la anterior frecuencia relativa acumulada, hasta terminar la tabla.
5. Después de establecer la frecuencia relativa acumulada, se elabora el diagrama de Pareto y se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 4.6: Tabulación para el diagrama de Pareto

Item	Causas	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4	Trabajador 5	Frecuencia	Frec Relativa	Frec Relativa acumulada
1	Instalaciones no aptas	5	5	5	5	5	25	14.1%	14.12%
2	Software del sistema de inventario poco funcional	5	5	5	5	3	23	13.0%	27.12%
3	Falta de espacio	3	3	5	5	5	21	11.9%	38.98%
4	No existe un conteo cíclico del material	3	5	5	3	5	21	11.9%	50.85%
5	Acumulación excesiva de materiales	3	1	3	3	5	15	8.5%	59.32%
6	Falta de equipo de computo	3	3	1	5	3	15	8.5%	67.80%
7	Mala planificación de compras de materiales	1	3	3	1	3	11	6.2%	74.01%
8	Atrasos en materia prima	1	3	1	1	3	9	5.1%	79.10%
9	Mala distribución de planta	3	1	1	3	1	9	5.1%	84.18%
10	Falta de capacitación del personal	3	1	3	1	1	9	5.1%	89.27%
11	Distribución inadecuada de los artículos	1	1	1	3	1	7	4.0%	93.22%
12	Ingreso de información inexacta al sistema de inventario	3	1	1	1	1	7	4.0%	97.18%
13	Mala comunicación	1	1	1	1	1	5	2.8%	100.00%
Total							177	1	

Fuente: Autor, 2024.

Figura 4.18: Diagrama de Pareto



Fuente: Autor, 2024.

En la figura 4.18, se aprecia el diagrama de Pareto, para el que se cuantifican las causas de la lluvia de ideas en el multivoto y se grafican aplicando la regla de Pareto 80-20. Las principales causas son:

- Instalaciones no aptas.
- *Software* del sistema de inventarios poco funcional.
- Falta de espacio.
- No existe un conteo cíclico del material.

La causa con mayor porcentaje de incidencia es instalaciones no aptas con un 14,1 % del total; seguidamente, se ubica *software* del sistema de inventarios poco funcional con un 13 %; falta de espacio con un 11,5 % y, con el mismo porcentaje, no existe un conteo cíclico del material. De este modo, son las 4 principales causas que afectan la problemática de la empresa Construidrio S. A.

Entre las otras causas, se encuentran falta de equipo de cómputo y acumulación excesiva de materiales con un 8,5 % cada una; mala planificación de compras de materiales con un 6,2 %; mala distribución de planta, falta de capacitación del personal y atrasos en materia prima con un 5,1 % cada una; distribución inadecuada de los artículos e ingreso de información inexacta al sistema de inventarios con un 4 % cada una y, por último, mala comunicación con un 2,8 % del total.

En resumen, el capítulo cuatro abarca conocer toda la situación actual que vive la empresa Construidrio S. A. Por esto, se aplican herramientas de análisis cualitativas y cuantitativas que permiten diagnosticar la situación y, así, formular un plan estratégico. El paso por seguir es implementar herramientas de mejora que solucionen la problemática, enfocadas en la distribución de la planta actual y el sistema de gestión de inventarios, con el fin de garantizar una optimización en el proceso logístico para que sea más productivo y disminuir las *mudas* en tiempo y desperdicios; de esta forma, se busca un mayor margen de rentabilidad para la organización.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

En este capítulo se desarrollan las propuestas a las causas con mayor nivel de criticidad diagnosticadas en el capítulo IV, referentes a la mala distribución del espacio y el manejo inadecuado del sistema de gestión de inventarios, con el propósito de disminuir los tiempos muertos en la elaboración de los productos de la empresa Construidrio S. A.

Así, se establecen diferentes aspectos claves que permiten una optimización del proceso logístico para mejorar su eficiencia. A continuación, se expone cada uno de los aspectos.

5.1 PROPUESTA I. NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

Al determinarse las principales necesidades de la organización, se busca una solución enfocada a la distribución de la planta, pues la falta de espacio es un aspecto crítico; por lo tanto, como parte de las soluciones y el crecimiento de la pyme, la empresa decide realizar una nueva construcción, ya que existe espacio y en este momento cuenta con la capacidad económica para llevar a cabo la misma.

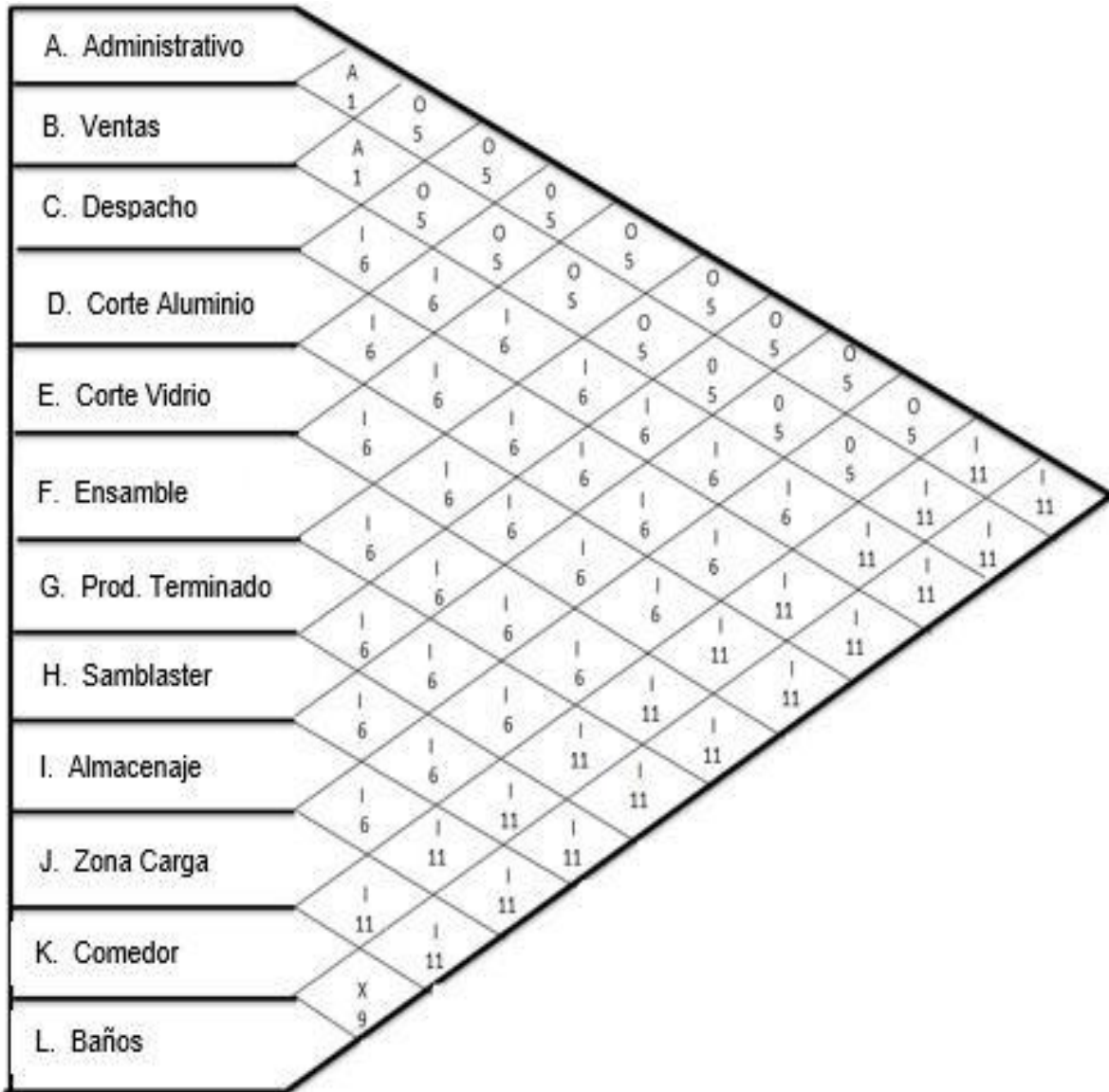
Al respecto, se efectúan reuniones con los socios donde se establecen los puntos por considerar e indican que se debe realizar una nueva propuesta de distribución de la planta basada en las necesidades halladas y en el espacio de la empresa.

Esta etapa de la propuesta está bajo el mando del administrador de la empresa, él se encarga de aplicar el desarrollo de cada una de las mejoras.

A continuación, se adjunta una tabla relacional de actividades en la que se muestra la relación de cada una de las áreas de la empresa de acuerdo con la necesidad de espacio y el diseño de la nueva distribución de la planta.

5.1.1 Tabla relacional de las actividades

Figura 5.1: Tabla relacional de las actividades



Fuente: Autor, 2024.

Donde:

Tabla 5.1: Relación entre departamentos

Departamentos	Relación	Razón
A. Administrativo	A. Absolutamente importante	1. Uso del registro
B. Ventas	E. Especialmente importante	2. Compartir personal
C. Despacho	I. Importante	3. Compartir espacio
D. Corte de aluminio	O. Ordinario	4. Grado de contacto personal
E. Corte de vidrio	U. Sin importancia	5. Grado de contacto de la documentación
F. Ensamble	X. Indeseable	6. Secuencia del flujo de trabajo
G. Producto terminado		7. Ejecución de trabajos similares
H. <i>Sandblasting</i>		8. Uso del mismo equipo
I. Almacenaje		9. Situación desagradable
J. Zona de carga		10. Peligrosidad
K. Comedor		11. Uso diario
L. Baños		

Fuente: Autor, 2024.

En la figura 5.1, correspondiente a la tabla relacional de actividades, se observa la relación de los 12 departamentos de la empresa, su importancia y la razón de cada área.

Se aprecia que el departamento A, administrativo, tiene una importancia de cercanía A (absolutamente necesario) con el departamento B, área de ventas, lo cual significa que estos departamentos deben estar juntos; además, debajo de la letra A aparece un número 1, este indica la razón de la cercanía entre las áreas, que para este caso es el uso de registros. Por consiguiente, los departamentos A y B se deben ubicar juntos por el uso de registros entre estos. Ocurre lo mismo con los departamentos de ventas y despacho.

Por otro lado, el departamento K, comedor, mantiene una relación X con el área de los baños y debajo de la X se aprecia un número 9 como razón de esta relación. A partir de lo anterior, no es deseable que los departamentos de comedor y baños se encuentren cerca uno del otro por situaciones desagradables.

Asimismo, el departamento A, administrativo, mantiene una relación O, ordinaria, con los departamentos de ventas, despacho, corte de aluminio, corte de vidrio, ensamble, producto terminado, *sandblasting*, almacenaje y zona de carga por la razón 5, grado de contacto de la documentación.

También, los departamentos desde despacho hasta zona de carga están relacionados todos entre sí por ser importantes ya que tienen la razón 6, es decir, la secuencia de flujo de trabajo.

Mediante esta tabla se busca determinar el orden correspondiente de cada área de la organización para buscar una optimización del proceso, donde cada área tenga un orden lógico de fluidez de acuerdo con el producto o servicio ofrecido.

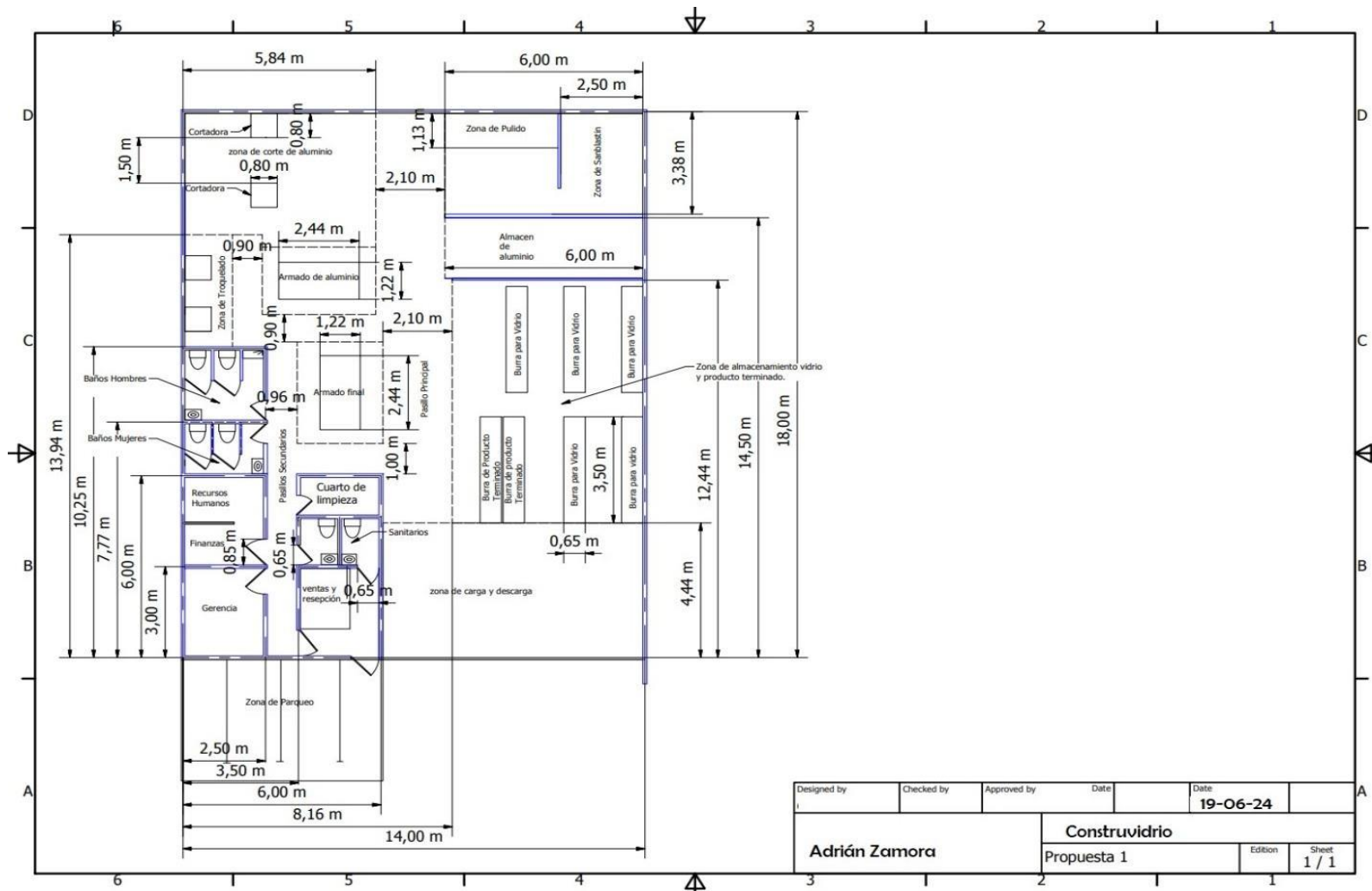
Después se efectúan reuniones con la parte gerencial, la cual señala que se deben elaborar 3 propuestas que permitan establecer un panorama claro del nuevo espacio físico de la planta. Uno de los requisitos fundamentales es adaptarse al tamaño que posee el lote, o sea, 20 m x 18 m para un total de 360 m cuadrados, según las necesidades halladas.

De esta manera, se procede a elaborar 3 *layout* para la evaluación respectiva por parte de la gerencia. Este procedimiento es esencial para el desarrollo del proyecto. A continuación, se detalla cada uno:

5.1.2 Layout

A continuación, el layout propuesto.

Figura 5.2: Layout de la propuesta 1



Fuente: Autor, 2024.

En la figura 5.2, se observa que el área total es de 18 metros de largo x 14 metros de ancho para un total de 252 metros cuadrados. Como se expuso, se crea un nuevo diseño con todas las necesidades requeridas por la empresa y considerando las medidas de cada área de trabajo.

Así, al entrar al edificio, se observan las áreas destinadas para gerencia, ventas, recepción, finanzas, recursos humanos, inclusive un cuarto de limpieza; junto a estas, se ubican los servicios sanitarios para hombres y mujeres.

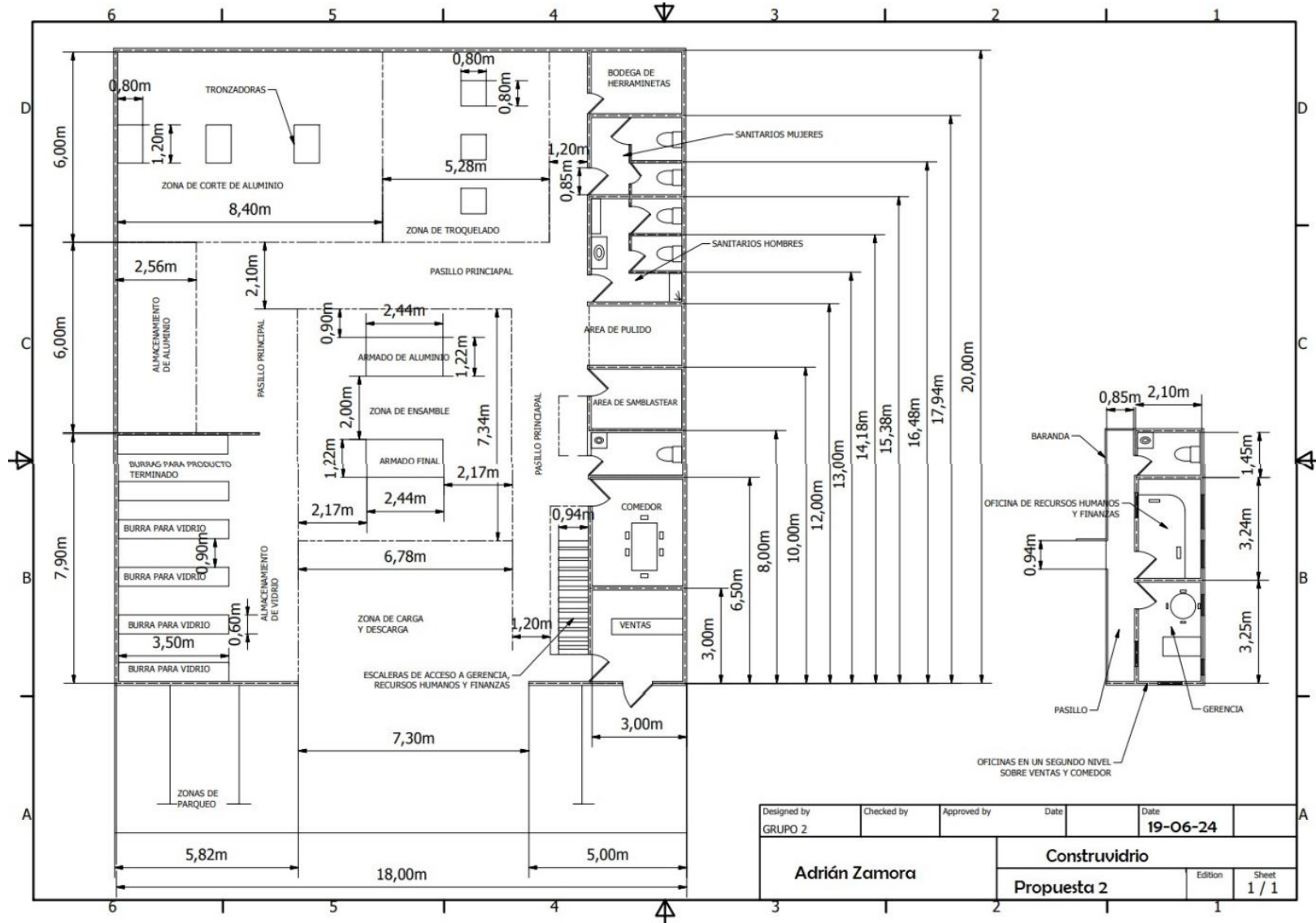
Al lado derecho, está la zona de carga y descarga, por donde debe entrar la materia prima; además de la salida de producto terminado. Al ingresar el material, hay 5 burras que se utilizan para colocar el vidrio de nuevo ingreso y la pedacera.

Por su parte, el área de troquelado del aluminio, la mesa de armado del aluminio, las 2 cortadoras de aluminio para agilizar el corte, la zona de pulido y la zona de *sandblasting* están totalmente separadas.

También hay un área de estantería completa, desde el piso hasta la parte alta de la nueva planta, especialmente para guardar las piezas de aluminio; con esto se busca tener acomodada cada serie de aluminio, que no sufran daños debido al estar tiradas por la empresa.

Por último, luego de la mesa de armado del aluminio, se ubica la mesa de armado final, donde se ensambla el vidrio con el aluminio y se pasan a las burras de producto terminado. Este *layout* está contemplado en un solo piso.

Figura 5.3: Layout de la propuesta 2



Fuente: Autor, 2024.

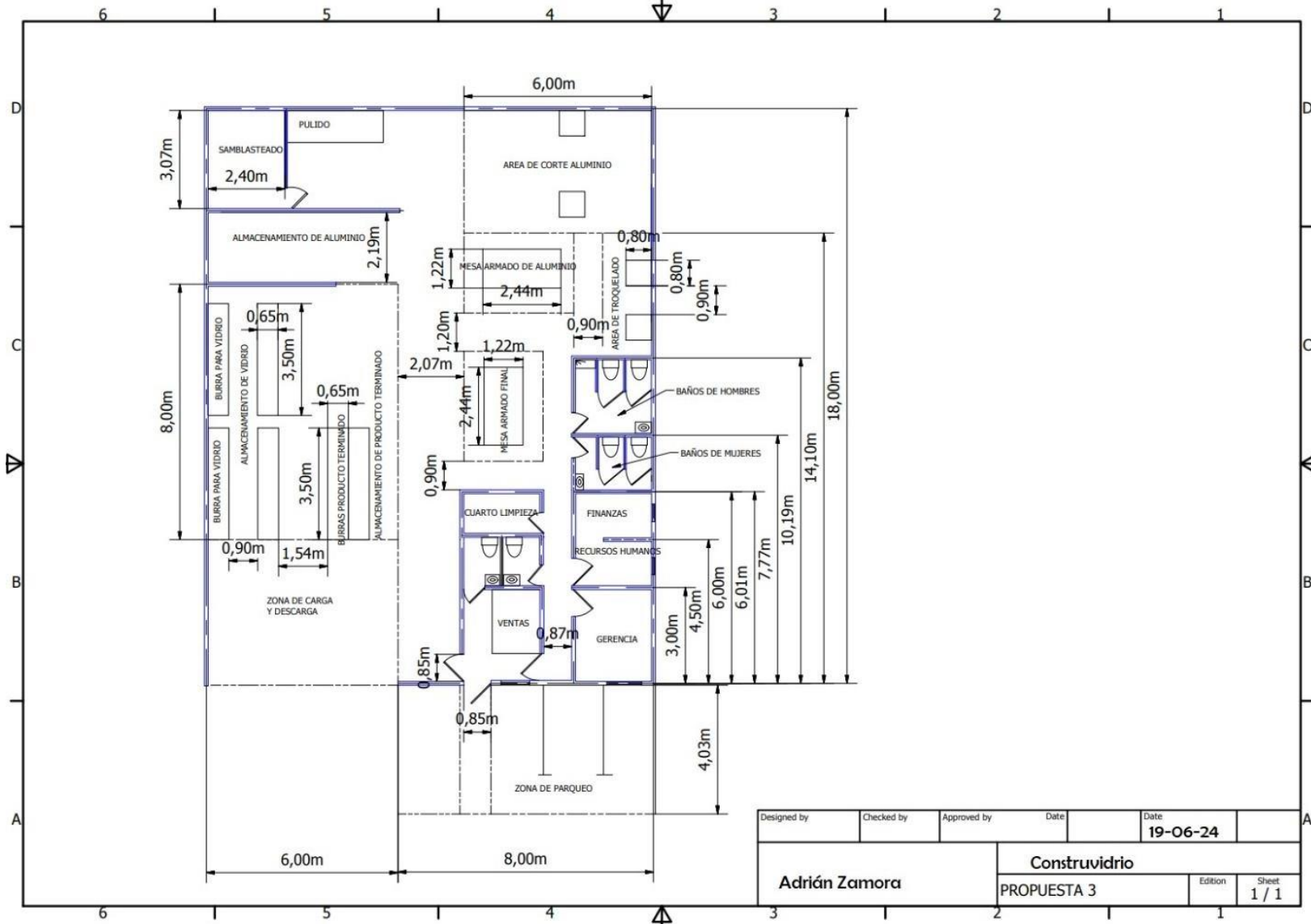
En la figura 5.3, correspondiente al plano de la propuesta 2, se diseña un edificio de 2 plantas, pero se utiliza el total del terreno con que cuenta la empresa. Además, el local mide 20 metros de largo x 18 metros de ancho para un total de 360 metros cuadrados en el primer piso. Mientras en el segundo piso se ubican las áreas administrativas con un área de 24 m cuadrados, para un total de construcción de 384 m cuadrados.

Ahora bien, en el primer piso se cuenta con el área de carga y descarga, y un parqueo. Al lado izquierdo, se colocan las burras para vidrio que como el plano anterior sirven para el vidrio nuevo y pedacera, seguido está el área para guardar las piezas de aluminio.

También hay un área para el corte del aluminio; el área de troquelado; la mesa para el armado del aluminio; la zona de ensamble, que es donde se le colocan todos los accesorios al aluminio, y la zona de armado final, donde se pasa el producto final a la burra destinada a producto terminado.

Al fondo, a mano derecha, se ubican los servicios sanitarios para hombres y mujeres, así como las áreas de pulido y *sandblasting*; en este local se incluye un comedor al lado de la oficina de ventas. En el *layout* se observa con detalle cada una de las medidas de las áreas correspondientes y la cercanía de cada una de acuerdo con las necesidades de la empresa para su proceso logístico.

Figura 5.4: Layout de la propuesta 3



Fuente: Autor, 2024.

En la tercera y última propuesta, apreciada en la figura 5.4, las medidas son 18 metros de largo x 14 metros de ancho, para un total de 252 metros cuadrados. Cuenta con una zona de carga y descarga, además de una zona de parqueo. Tiene 2 burras destinadas a la pedacera y posee un área especial para almacenar el vidrio nuevo, así como un área para almacenar las piezas de aluminio.

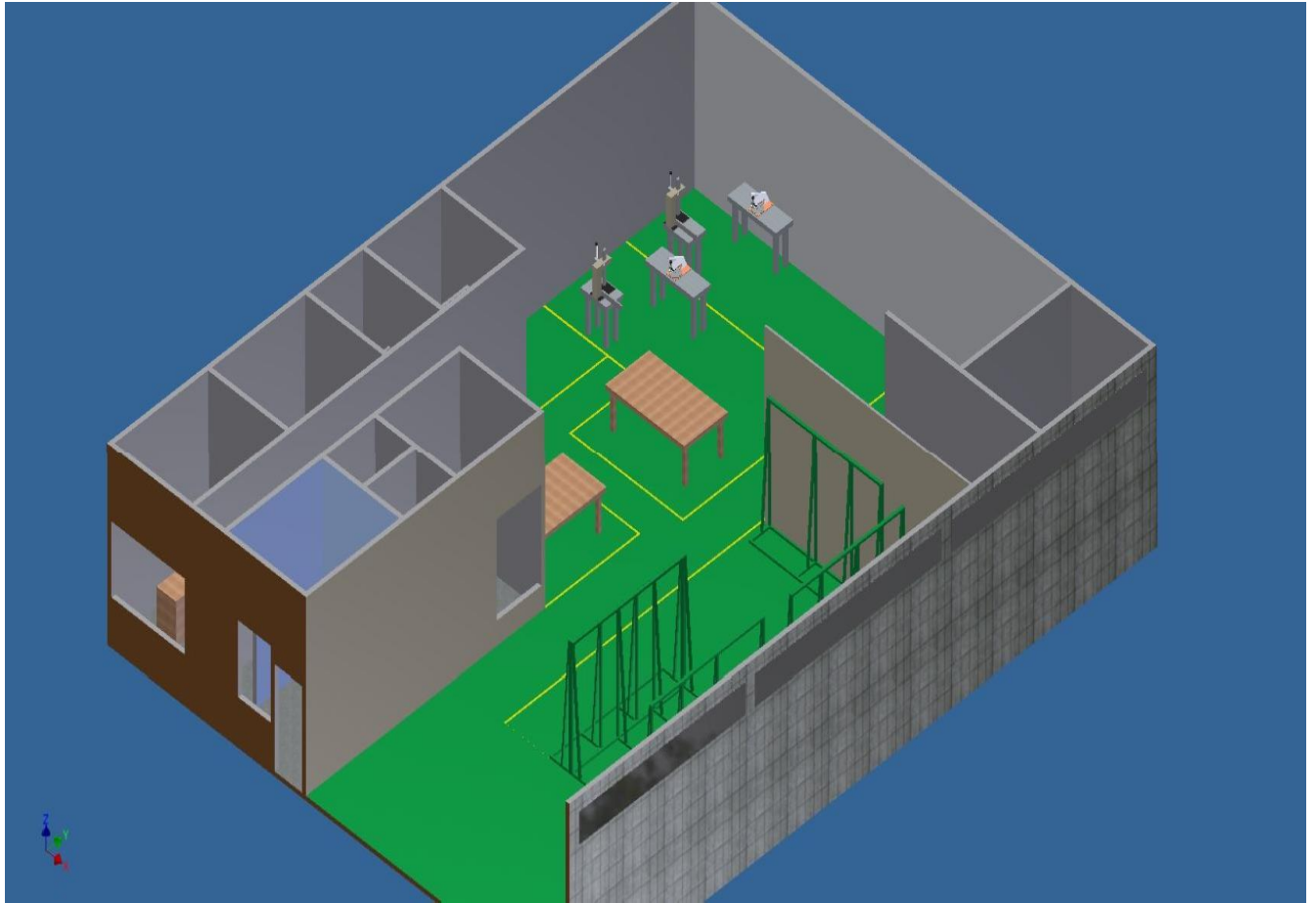
Frente a esta última área, se encuentra el área destinada al corte del aluminio y la mesa de armado del aluminio, la zona de troquelado y la zona de armado final; al fondo, al lado izquierdo, se halla el *sandblasting* y el área de pulido.

Asimismo, frente al parqueo, se ubican las oficinas administrativas y los respectivos servicios sanitarios.

Se le presentan las tres opciones a la gerencia para ser evaluadas y luego de un análisis exhaustivo, toma la decisión de la propuesta #1 al ser la de mayor conveniencia por el momento debido al factor económico de la empresa.

Por último, se realiza un boceto en 3D para tener mayor claridad de cómo será la nueva planta. A continuación, se expone el boceto:

Figura 5.5: Boceto 3D de Construidrio S. A.



Fuente: Autor, 2024.

Se muestra el boceto de la nueva planta en el programa Inventor; acá se aprecia la búsqueda de una optimización de los espacios y un mayor flujo en el proceso logístico, que cada una de las áreas posea una secuencia para no generar cuellos de botella.

Además, se pretende disminuir los tiempos de alisto de la materia prima al seguir un orden en cada área y los tiempos de fabricación o armado al establecer un nuevo tiempo estándar de cada sistema. Por otro lado, al contar con un mayor espacio para la manipulación, los operarios ejecutan sus tareas de manera adecuada.

Seguidamente, se realiza una lista con los principios de Muther para explicar cada uno a partir del nuevo diseño de la planta.

5.1.3 Principios de Muther

En la búsqueda por la coordinación y alineación de todos los elementos, basándose en la tabla relacional de actividades y el nuevo diseño del *layout*, se elabora un plan por seguir que contiene los siguientes aspectos.

5.1.3.1 Principio de la integración por conjunto

Se pretende agrupar y organizar las actividades. Así, después de que el material entre por la zona de descarga, se coloca en sus estantes correspondientes. La zona de bodega de aluminio se encuentra al frente del área de corte, con esto se busca minimizar el traslado del material, y al tenerlo ordenado en una sola área se garantiza un menor tiempo de alisto.

Después de este proceso, pasa al troquelado que se ubica dentro del área de corte para agilizar el proceso. Seguidamente, está la zona de vidrio donde se corta y se ensambla con el aluminio. Para terminar en la mesa de empaque y colocarlo en la burra de producto terminado.

Acá se integran los equipos, maquinaria y mano de obra para que funcionen de manera eficiente en conjunto. Además, se identifican los grupos funcionales de actividades y se agrupan para minimizar tiempo y distancia, facilitando la comunicación entre departamentos. Esta estrategia se realiza para maximizar la eficiencia operativa.

5.1.3.2 Principio de la mínima distancia recorrida

De acuerdo con las necesidades de la empresa, se busca establecer dentro de la planificación de la nueva planta cómo minimizar las distancias que recorren los materiales o el producto; de esta forma, al aplicar el principio anterior de integración por conjunto, donde cada área tiene una secuencia lógica del proceso, se reducen estas distancias para lograr mejoras significativas en la eficiencia operativa, así como disminuir los costos y tiempos de producción.

En el nuevo *layout* se pretende optimizar el flujo de materiales, evitando desplazamientos innecesarios, para reducir la necesidad de manipulación y transporte; esto permite un incremento en la productividad y mejora de la calidad.

5.1.3.3 Principio de la circulación o flujo de materiales

Basándose en la nueva distribución, se planifica para garantizar que el movimiento de materiales, productos y personas sea lo más eficiente, seguro y ordenado posible.

Se observa que la empresa cuenta con el espacio necesario para tener una coordinación entre áreas, donde no sea afectada el área de corte del vidrio con la del aluminio o ensamble.

En cuanto a esto, se pretende tener una dirección del flujo continua y definida. Por lo tanto, se realiza un nuevo diagrama de flujo donde se observa la optimización del proceso para evitar congestiones de materia prima, producto en proceso y cuellos de botella en el armado de los sistemas de aluminio.

El almacén de materia prima juega un papel esencial para el desarrollo del sistema de gestión de inventarios, ya que proporciona una zonificación donde se hallan los productos de mayor rotación cerca de las áreas de carga y descarga para minimizar los tiempos de alistó; además, se establecen rutas definidas para el movimiento de materiales, evitando cruces y congestionamientos.

5.1.3.4 Principio del espacio cúbico

Uno de los aspectos fundamentales tomados en cuenta para la elaboración del *layout* es el principio cúbico, el cual establece que es primordial enfocarse detalladamente en el aprovechamiento del espacio.

Al considerar el tamaño de las láminas de vidrio, que es de 330 x 244 m, y las piezas de aluminio, que tienen 6 m, se le da una altitud de 6,5 m a la bodega para garantizar que se puedan manipular las piezas de manera horizontal como vertical.

Además, se ponen burras encima de las burras de vidrio para almacenar de forma adecuada el aluminio y si en algún momento la empresa desea realizar alguna estructura encima de las oficinas a modo de ampliación, esto permite maximizar la eficiencia en el uso del espacio y mejorar la organización general de la planta.

También, se proporcionan estantes pegados a las paredes hacia arriba para colocar la pedacera de aluminio, con esto se brinda un mayor orden y control del inventario; asimismo se incrementa la capacidad de almacenamiento del inventario de la empresa.

5.1.3.5 Principio de la satisfacción y la seguridad

Se busca garantizar un ambiente de trabajo que no solo sea seguro, sino también agradable para los empleados. Por esto, con el nuevo *layout* se establecen las dimensiones para cada una de las áreas pensando en la seguridad del entorno laboral con la manipulación de la materia prima, ya que el vidrio es un material muy frágil y puede ocasionar un accidente laboral; además de una adecuada iluminación que permita el paso de la luz natural para una mayor visibilidad en el entorno, con la implementación de lámparas que proporcionen luz artificial si se requiere.

En el tema de la ventilación, al ser una edificación alta y contar con ventanas en las paredes laterales, se reduce la sensación de altas temperaturas o calor dentro de las instalaciones. Asimismo, es de suma importancia la colocación de equipo para el ruido por las máquinas de corte del aluminio. Con todo esto se pretende mantener un entorno de trabajo ordenado y limpio para mejorar la eficiencia operativa.

Adicional, se diseña un área de comedor o descanso con el objetivo de que los subordinados tengan un espacio físico para su tiempo libre de comidas.

5.1.3.6 Principio de la flexibilidad

Este principio plantea que todo el personal posea la capacidad de adaptarse a los cambios requeridos en todo el proceso logístico. Por lo tanto, los empleados deben contar con múltiples funciones y habilidades según sea necesario en la nueva planta, con el principal fin de responder con rapidez ante los cambios en la demanda y en los procesos productivos. Al respecto, se efectúan pequeñas reuniones *kaizen* donde se explican con detalle los cambios por implementar dentro de la empresa Construidrio S. A.

5.1.3.7 Propuesta financiera de la nueva planta

Después de varias reuniones con la parte gerencial, se toma la decisión de contratar a una empresa constructora para el diseño de la nueva planta, con el requerimiento de que sea llave en mano y entreguen la obra completamente terminada.

La persona encargada de la parte administrativa se encarga de buscar a tres empresas constructoras, facilita los planos del nuevo *layout* y pide que se trabaje en conjunto para los detalles de la obra.

El encargado recibe las ofertas formales, cada una detalla los materiales por utilizar y requerimientos pedidos, las cuales no se pueden mostrar por confidencialidad de dichas empresas, pero a continuación se diseña una tabla donde se mencionan por empresa A, B y C los montos que cobran y el tiempo que establecen para la conclusión del proyecto:

Tabla 5.2: Costo de la nueva planta

	Costo de la nueva planta	Tiempo de entrega	Detalles de la obra
Empresa A	₡ 75,500,000.00	6 meses	Obra llave en mano, sin documentación de permisos
Empresa B	₡ 84,700,000.00	5 meses	Obra llave en mano, con documentación de permisos
Empresa C	₡ 78,800,000.00	5 meses	Obra llave en mano, con documentación de permisos

Fuente: Construidrio S. A., 2024.

En la tabla 5.2, se indican los montos que cobra cada una de las empresas que ofertaron en la construcción de la nueva planta. Cabe destacar que el terreno ya es propiedad de la empresa, por consiguiente, no se debe adquirir este bien inmueble.

Después de una nueva reunión con la gerencia, la cual toma las decisiones en este tipo de temas, se determina que la empresa encargada de la construcción es la B; en cuanto a esto, se estudia rigurosamente la propuesta y se aceptan los términos para llegar a un acuerdo. Se firma el contrato con la empresa para que comience lo antes posible la construcción de la nueva planta, con una duración de 6 meses para la entrega de esta.

Luego de esta decisión se ejecuta el siguiente paso que es la propuesta de un sistema de gestión de inventarios nuevo, donde se dé un orden a la materia prima, y el funcionamiento de un programa que permita tener un control sobre este.

Además de un plan piloto para la mejora de la adaptación de procesos cuando esté lista la empresa y, de esta forma, distribuir la planta como se elabora en el *layout*. Cabe señalar que pueden ocurrir algunos cambios, pero se pretende que sea similar a todo lo planteado.

5.2 PROPUESTA 2. SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

En esta sección se expone lo referente al inventario de la empresa, uno de los principales activos de la misma.

Al respecto, en el capítulo anterior se define una clasificación ABC para dar un orden al inventario y calcular el monto del inventario anual, a continuación se realiza el modelo del inventario EOQ (cantidad óptima por ordenar), con el fin de que el inventario tenga un punto de reorden, para luego buscar un nuevo sistema que cumpla con los requerimientos de la empresa, que procure la inexistencia de atrasos en el proceso logístico y conocer los costos relacionados al sistema de gestión de inventarios. Esta etapa de la propuesta está bajo el mando del administrador de la empresa, él se encarga de aplicar cada una de las mejoras.

El cálculo del EOQ se hace mediante Microsoft Excel, donde se calcula el costo de mantener y el costo de preparar cada uno de los artículos del inventario, para esto se emplea la fórmula del EOQ y se calcula la cantidad óptima por ordenar de cada artículo, el número esperado de órdenes anuales, el tiempo de espera entre órdenes, los costos totales de cada artículo y el total del inventario anual, así como el inventario de seguridad o punto de reorden de cada artículo. Al aplicar el método EOQ para cada artículo del inventario, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5.3: EOQ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN ARTÍCULO	Costo de Mantener	Costo ordenar	Q	Número de ordenes	Tiempo de espera	Costos totales	Punto de reorden
V5MMB	VIDRIO 5MM BRONCE	€276,281.28	€322,328.16	46	20	15	€12,681,070.51	7
V4MMB	VIDRIO 4MM BRONCE	€260,100.72	€303,450.84	48	20	15	€12,400,952.08	7
V5MMC	VIDRIO 5MM CLARO	€200,249.28	€233,624.16	40	17	17	€7,983,137.80	5
50/20- 3B	JAMBA 50/20	€166,320.00	€194,040.00	40	17	17	€6,528,060.00	5
V6MMC	VIDRIO 6MM CLARO	€165,369.60	€192,931.20	33	14	21	€5,414,200.70	4
50/20- 2B	UMBRAL 50/20	€160,776.00	€187,572.00	40	17	17	€6,310,458.00	5
50/20- 4B	INFERIOR 50/20	€159,192.00	€185,724.00	40	17	17	€6,248,286.00	5
V6MMB	VIDRIO 6MM BRONCE	€154,440.00	€180,180.00	31	13	22	€4,695,474.19	3
50/20- 1B	CARGADOR 50/20	€154,440.00	€180,180.00	40	17	17	€6,061,770.00	5
50/20- 7B	CERRADURA 50/20	€154,440.00	€180,180.00	40	17	17	€6,061,770.00	5
50/20- 5B	SUPERIOR 50/20	€146,520.00	€170,940.00	40	17	17	€5,750,910.00	5
50/20- 6B	ENGANCHE 50/20	€138,600.00	€161,700.00	40	17	17	€5,440,050.00	5
V4MMC	VIDRIO 4MM CLARO	€135,146.88	€157,671.36	37	15	19	€4,930,231.23	4
EM9	EMPAQUE PRESION 9MM NEGRO	€97,020.00	€113,190.00	147	63	5	€14,245,770.00	64
E3MM	ESPEJO 3MM	€85,147.20	€99,338.40	28	11	26	€2,310,895.01	3
X 11B	CANAL X11 BRONCE	€69,300.00	€80,850.00	28	12	24	€1,923,075.00	3
E5MM	ESPEJO 5MM	€46,569.60	€54,331.20	17	7	41	€750,208.86	1
ANT-PL	BARRA ANTIPANICO 1 HOJA NEGRA	€35,700.00	€41,650.00	6	2	145	€204,283.33	1
EM8	EMPAQUE PRESION 8MM	€29,700.00	€34,650.00	88	38	8	€2,606,175.00	23
T-04LB	TUBO 1 1/2 X 4	€28,800.00	€33,600.00	10	4	73	€278,400.00	1
T-01AAB	TUBO 1 1/2 X 4 2 ALETAS	€25,920.00	€30,240.00	10	4	73	€250,560.00	1
80/25-3B	JAMBA 80/25	€25,740.00	€30,030.00	13	5	58	€319,770.00	1
T-04AB	TUBO 1 1/2 X 4 1ALETA	€25,200.00	€29,400.00	10	4	73	€243,600.00	1
T-01AAB	TUBO 1X2 2 ALETAS	€24,960.00	€29,120.00	10	4	73	€241,280.00	1
V3MMC	VIDRIO 3MM CLARO	€24,105.60	€28,123.20	18	7	41	€426,187.01	1
80/25-7B	CERRADURA 80/25	€23,760.00	€27,720.00	13	5	58	€295,172.31	1
ESQ-CED	ESQUINAS PARA CEDAZO	€23,760.00	€27,720.00	97	41	7	€2,284,021.86	28
FEL-50/20	FELPA 5 X 7 PTAS Y VENTANAS NEGRA	€23,760.00	€27,720.00	111	48	6	€2,637,252.97	37

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN ARTÍCULO	Costo de Mantener	Costo ordenar	Q	Número de ordenes	Tiempo de espera	Costos totales	Punto de reorden
T-03LB	TUBO 1 1/2 X 3	€23,400.00	€27,300.00	10	4	73	€226,200.00	1
T-01AAB	TUBO 1 1/2 X 3 2 ALETAS	€22,800.00	€26,600.00	10	4	73	€220,400.00	1
T-05LB	TUBO DE 2 X 2	€22,680.00	€26,460.00	10	4	73	€219,240.00	1
T-01AAB	TUBO 1X3 2 ALETAS	€22,560.00	€26,320.00	10	4	73	€218,080.00	1
T-01LB	TUBO 1X2	€21,384.00	€24,948.00	13	5	58	€265,655.08	1
80/25-6B	ENGANCHE 80/25	€20,790.00	€24,255.00	13	5	58	€258,275.77	1
T-02LB	TUBO 1X3	€20,400.00	€23,800.00	10	4	73	€197,200.00	1
TOR-6B	TORN Nº 6 X 1 FH BRONCE	€20,196.00	€23,562.00	304	130	2	€6,139,052.53	274
T-03AB	TUBO 1 1/2 X 3 1 ALETA	€20,160.00	€23,520.00	10	4	73	€194,880.00	1
PB-01B	CARGADOR P.B	€18,240.00	€21,280.00	10	4	73	€176,320.00	1
T-02AB	TUBO 1X3 1 ALETA	€17,280.00	€20,160.00	10	4	73	€167,040.00	1
80/25-4B	INFERIO 80/25	€16,800.00	€19,600.00	10	4	73	€162,400.00	1
PB-08B	PORTAPAÑERA P.B	€16,320.00	€19,040.00	10	4	73	€157,760.00	1
V8MMB	VIDRIO 8MM BRONCE	€16,156.80	€18,849.60	9	4	73	€139,056.19	1
80/25-5B	SUPERIOR 80/25	€15,000.00	€17,500.00	10	4	73	€145,000.00	1
80/25-2B	UMBRAL 80/25	€14,460.00	€16,870.00	10	4	73	€139,780.00	1
PB-03B	JAMBA P.B	€13,860.00	€16,170.00	13	5	58	€172,183.85	1
X 13B	VENILLA DE 1/2	€13,860.00	€16,170.00	18	7	41	€243,320.00	1
PL-1B	LATERAL PUERTA COMERCIAL	€13,608.00	€15,876.00	8	3	97	€108,013.50	1
80/25-1B	CARGADOR 80/25	€13,200.00	€15,400.00	10	4	73	€127,600.00	1
PL-2B	INFERIOR PUERTA COMERCIAL	€11,760.00	€13,720.00	6	2	145	€67,293.33	1
PL-2N	INFERIOR PUERTA COMERCIAL	€11,692.80	€13,641.60	6	2	145	€66,908.80	1
T-01AB	TUBO 1X2 1 ALETA	€10,560.00	€12,320.00	10	4	73	€102,080.00	1
PB-05B	SUPERIOR P.B	€10,272.00	€11,984.00	10	4	73	€99,296.00	1
80/25-11N	JAMBA 3 VIAS	€10,238.40	€11,944.80	8	3	97	€81,267.30	1
PL-5B	CONCHA	€10,012.80	€11,681.60	6	2	145	€57,295.47	1
PL-5N	CONCHA	€9,979.20	€11,642.40	6	2	145	€57,103.20	1
ROD-50/20	RODIN P/ VC 744 Y 5020 COLOMBIANO	€9,904.75	€11,555.54	36	15	19	€347,766.85	4

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN ARTÍCULO	Costo de Mantener	Costo ordenar	Q	Número de ordenes	Tiempo de espera	Costos totales	Punto de reorden
EM-CE	EMPAQUE MOLDURA CEDAZODE 1/2	€9,900.00	€11,550.00	56	24	12	€549,450.00	10
CERR-PL	CERRADURA DOBLE MANIJA OLIMPIA NEGRA	€9,720.00	€11,340.00	8	3	97	€77,152.50	1
V8MMAZUL	VIDRIO 8MM AZUL	€9,504.00	€11,088.00	7	2	145	€58,354.56	1
PB-04B	INFERIOR P.B	€9,360.00	€10,920.00	10	4	73	€90,480.00	1
X 12B	CHAPA PARA X11	€9,108.00	€10,626.00	13	5	58	€113,149.38	1
T-01AAN	TUBO 1 1/2 X 4 2 ALETAS	€9,004.80	€10,505.60	6	2	145	€51,527.47	1
50/20- 8B	ACOPLE 50/20	€8,910.00	€10,395.00	13	5	58	€110,689.62	1
PB-02B	UMBRAL P.B	€8,880.00	€10,360.00	10	4	73	€85,840.00	1
PL-3B	SUPERIOR PUERTA COMERCIAL	€8,400.00	€9,800.00	6	2	145	€48,066.67	1
PL-3N	SUPERIOR PUERTA COMERCIAL	€8,332.80	€9,721.60	6	2	145	€47,682.13	1
T-04LN	TUBO 1 1/2 X 4	€8,332.80	€9,721.60	6	2	145	€47,682.13	1
T-04AN	TUBO 1 1/2 X 4 1Aleta	€8,332.80	€9,721.60	6	2	145	€47,682.13	1
PL-4B	BARRA DE EMPUJE	€8,064.00	€9,408.00	6	2	145	€46,144.00	1
PL-4N	BARRA DE EMPUJE	€7,996.80	€9,329.60	6	2	145	€45,759.47	1
TOR-10X2	TORN Nº 10 x 2 FH BRONCE	€7,920.00	€9,240.00	176	75	4	€1,389,960.00	92
TOR-10X1	TORN Nº 10 x 1 FH BRONCE	€7,920.00	€9,240.00	176	75	4	€1,389,960.00	92
CHI-01	CORTAVIDRIOS TOYO PROFESIONAL	€7,770.00	€9,065.00	6	2	145	€44,461.67	1
SIL-001	SILICONE 100% GENERAL ELECT. BRONCE	€7,548.00	€8,806.00	19	8	36	€140,300.11	2
T-01AAN	TUBO 1 1/2 X 3 2 ALETAS	€7,324.80	€8,545.60	6	2	145	€41,914.13	1
V8MMC	VIDRIO 8MM CLARO	€7,128.00	€8,316.00	7	2	145	€43,765.92	1
PL-1N	LATERAL PUERTA COMERCIAL	€6,988.80	€8,153.60	6	2	145	€39,991.47	1
T-03AN	TUBO 1 1/2 X 3 1 ALETA	€6,988.80	€8,153.60	6	2	145	€39,991.47	1
PEG-ESP	PEGAMENTO PARA ESPEJO GUNTER	€6,930.00	€8,085.00	40	17	17	€272,002.50	5
80/25-9B	CARGADOR 3 VIAS	€6,888.00	€8,036.00	6	2	145	€39,414.67	1
80/25-3N	JAMBA 80/25	€6,674.40	€7,786.80	8	3	97	€52,978.05	1
T-03LN	TUBO 1 1/2 X 3	€6,652.80	€7,761.60	6	2	145	€38,068.80	1
PB-06B	LATERAL P.B	€6,480.00	€7,560.00	10	4	73	€62,640.00	1
80/25-7N	CERRADURA 80/25	€6,350.40	€7,408.80	8	3	97	€50,406.30	1

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN ARTÍCULO	Costo de Mantener	Costo ordenar	Q	Número de ordenes	Tiempo de espera	Costos totales	Punto de reorden
T-01AAN	TUBO 1X3 2 ALETAS	€6,316.80	€7,369.60	6	2	145	€36,146.13	1
PB-01N	CARGADOR P.B	€6,283.20	€7,330.40	6	2	145	€35,953.87	1
80/25-9N	CARGADOR 3 VIAS	€5,980.80	€6,977.60	6	2	145	€34,223.47	1
T-05LN	TUBO DE 2 X 2	€5,980.80	€6,977.60	6	2	145	€34,223.47	1
T-02AN	TUBO 1X3 1 ALETA	€5,980.80	€6,977.60	6	2	145	€34,223.47	1
80/25-10B	UMBRAL 3 VIAS	€5,796.00	€6,762.00	6	2	145	€33,166.00	1
80/25-11B	JAMBA 3 VIAS	€5,796.00	€6,762.00	6	2	145	€33,166.00	1
VLL-4B	ANGULAR VENTILA	€5,712.00	€6,664.00	6	2	145	€32,685.33	1
80/25-6N	ENGANCHE 80/25	€5,702.40	€6,652.80	8	3	97	€45,262.80	1
VLL-4N	ANGULAR VENTILA	€5,644.80	€6,585.60	6	2	145	€32,300.80	1
PB-08N	PORTAPAÑERA P.B	€5,644.80	€6,585.60	6	2	145	€32,300.80	1
T-02LN	TUBO 1X3	€5,644.80	€6,585.60	6	2	145	€32,300.80	1
50/20- 2N	UMBRAL 50/20	€5,637.60	€6,577.20	8	3	97	€44,748.45	1
50/20- 4N	INFERIO 50/20	€5,572.80	€6,501.60	8	3	97	€44,234.10	1
50/20- 1N	CARGADOR 50/20	€5,313.60	€6,199.20	8	3	97	€42,176.70	1
80/25-10N	UMBRAL 3 VIAS	€5,308.80	€6,193.60	6	2	145	€30,378.13	1
50/20- 5N	SUPERIOR 50/20	€5,054.40	€5,896.80	8	3	97	€40,119.30	1
PB-07B	PAÑERA P.B	€4,800.00	€5,600.00	10	4	73	€46,400.00	1
TOR-6N	TORN Nº 6 X 1 FH NEGRO	€4,752.00	€5,544.00	157	67	4	€745,927.80	73
PRE-ESP	GANCHO ACRILICO PARA ESPEJO	€4,752.00	€5,544.00	36	15	19	€166,848.00	4
80/25-4N	INFERIO 80/25	€4,636.80	€5,409.60	6	2	145	€26,532.80	1
ROD-PP	RODO PORTON PESADO DE 3 RUEDAS	€4,455.00	€5,197.50	8	3	97	€35,361.56	1
T-01AAN	TUBO 1X2 2 ALETAS	€4,300.80	€5,017.60	6	2	145	€24,610.13	1
80/25-2N	UMBRAL 80/25	€4,233.60	€4,939.20	6	2	145	€24,225.60	1
80/25-1N	CARGADOR 80/25	€3,964.80	€4,625.60	6	2	145	€22,687.47	1
T-01AN	TUBO 1X2 1 ALETA	€3,628.80	€4,233.60	6	2	145	€20,764.80	1
VLL-1B	MARCO SUPERIOR E INFERIOR VENTILA	€3,612.00	€4,214.00	6	2	145	€20,668.67	1
VLL-2B	JAMBA MARCO VENTILA	€3,612.00	€4,214.00	6	2	145	€20,668.67	1

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN ARTICULO	Costo de Mantener	Costo ordenar	Q	Número de ordenes	Tiempo de espera	Costos totales	Punto de reorden
PB-04N	INFERIOR P.B	€2,788.80	€3,253.60	6	2	145	€15,958.13	1
50/20- 3N	JAMBA 50/20	€2,620.80	€3,057.60	6	2	145	€14,996.80	1
PB-02N	UMBRAL P.B	€2,620.80	€3,057.60	6	2	145	€14,996.80	1
80/25-8B	ACOPLE 80/25	€2,520.00	€2,940.00	6	2	145	€14,420.00	1
PAL96B	PALETA DE 96 PULGADAS CLARA 5MM	€2,457.00	€2,866.50	10	4	73	€23,464.35	1
50/20- 6N	ENGANCHE 50/20	€2,452.80	€2,861.60	6	2	145	€14,035.47	1
PB-03N	JAMBA P.B	€2,452.80	€2,861.60	6	2	145	€14,035.47	1
X 11N	CANAL X11 NATURAL	€2,284.80	€2,665.60	6	2	145	€13,074.13	1
PIV-PL	PIVOTE J 27 NEGRO	€2,100.00	€2,450.00	6	2	145	€12,016.67	1
VLL-3B	VENILLA VENTILA	€2,016.00	€2,352.00	6	2	145	€11,536.00	1
80/25-8N	ACOPLE 80/25	€1,948.80	€2,273.60	6	2	145	€11,151.47	1
VLL-3N	VENILLA VENTILA	€1,948.80	€2,273.60	6	2	145	€11,151.47	1
CRE-16	PAR DE CREMONAS DE 16	€1,890.00	€2,205.00	6	2	145	€10,815.00	1
CIL-PL	CILINDRO DE CERRADURA X UNIDAD NAT	€1,890.00	€2,205.00	6	2	145	€10,815.00	1
RE-1/4	REMACHE POP 5 /32 X 1/4	€1,782.00	€2,079.00	97	41	7	€171,301.64	28
PB-06N	LATERAL P.B	€1,780.80	€2,077.60	6	2	145	€10,190.13	1
CRE-14	PAR DE CREMONAS DE 14	€1,680.00	€1,960.00	6	2	145	€9,613.33	1
PB-07N	PAÑERA P.B	€1,612.80	€1,881.60	6	2	145	€9,228.80	1
X 12N	CHAPA PARA X11	€1,444.80	€1,685.60	6	2	145	€8,267.47	1
BIS-PL	BISAGRA DE PIANO 1 1-16 X 1.80 MTS	€1,407.00	€1,641.50	6	2	145	€8,051.17	1
ROD-UR	RODIN PARA URNAS T -8	€1,386.00	€1,617.00	18	7	41	€24,332.00	1
50/20- 8N	ACOPLE 50/20	€1,276.80	€1,489.60	6	2	145	€7,306.13	1
CRE-12	PAR DE CREMONAS DE 12	€1,260.00	€1,470.00	6	2	145	€7,210.00	1
FLUS-PL	FLUSH BOLT NATURAL	€966.00	€1,127.00	6	2	145	€5,527.67	1
X 13N	VENILLA DE 1/2	€873.60	€1,019.20	6	2	145	€4,998.93	1
RO-80/25	RODINES PARA PC 8025	€273.00	€318.50	6	2	145	€1,562.17	1
		€3,756,006.91	€4,382,008.06				€138,032,276.13	

Fuente: Autor, 2024.

Dentro de los aspectos más importantes para lograr un sistema de inventarios de cantidad óptima por ordenar es saber cuál es el volumen que se debe pedir anualmente de un artículo, esto permite tener un control establecido para reducir el sobreinventario y dejar de acumular de más. Ahora bien, se calculan los datos mediante las siguientes fórmulas:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad N = \frac{D}{Q^*} \quad T = \frac{da}{N} \quad CT = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2} * H \quad ROP = dxL \quad is = \frac{D}{da}$$

Donde:

Q*= cantidad óptima por ordenar.

D= demanda anual.

S= costo de preparar/ordenar (orden).

H= costo de mantener el inventario.

N= número esperado de órdenes.

T= tiempo esperado entre órdenes.

da= días hábiles por año.

d= demanda por día.

L= tiempo de entrega de la nueva orden.

IS= inventario de seguridad.

Para explicar cómo se aplica, se toma el producto de mayor rotación de inventario anual, el cual es el vidrio de 5 mm bronce con un volumen anual de 902.88 metros cuadrados y un porcentaje del 7.36 % del total del inventario. Se emplean las fórmulas señaladas con anterioridad y se obtiene lo siguiente:

Tabla 5.4: Cálculo de EOQ

Costo de Mantener	Costo ordenar	Q	Número de ordenes	Tiempo de espera	Costos totales	Punto de reorden
₡276,281.28	₡322,328.16	46	20	15	₡12,681,070.51	7

Fuente: Autor, 2024.

Así, se establece que la cantidad óptima por ordenar de este artículo son 46 unidades en un total de 20 pedidos al año, que se piden aproximadamente cada 15 días.

Uno de los aspectos relevantes es conocer el punto de reorden o el inventario de seguridad, es decir, el momento donde se debe pedir suministro de ese artículo porque está pronto a agotarse, en este caso da 7 unidades, con un costo total que abarca los artículos comprados al año, el costo de mantener este producto y el costo de ordenar con un total de ₡ 12 681 070.51.

Lo anterior le permite a la empresa tener claridad de los costos relacionados a todo su inventario, para controlar con eficiencia el sistema y no experimentar atrasos en la línea de producción, lo cual reduce las *mudas* de los operarios al no saber si en realidad está el artículo en la empresa y da seguridad de la cantidad existente en ese momento.

Como resultado del EOQ, se obtiene que el valor del lote económico del inventario anual es de 138 032 276. Cabe resaltar que en este monto se calcula la cantidad de materia prima necesaria para que la empresa no experimente atrasos en el proceso logístico, además del costo de mantener correspondiente a un total de 3 756 006 anual y un costo de ordenar el inventario de 4 832 008 anual; estos nunca se habían calculado.

En este momento la empresa cuenta con una herramienta en Excel que desarrolla el EOQ para cada artículo, esto le permite tener un punto de partida para su sistema de gestión de inventarios, donde se encuentra un punto de equilibrio ideal entre todos sus costos. También se evita el exceso de inventarios y la escasez de este, lo que posibilita

planificar de manera eficaz las compras y asegurar una cadena de suministro eficiente y ágil para mejorar la capacidad de la empresa y responder a las demandas del mercado. El siguiente paso de esta propuesta es adquirir un *software* especializado en inventarios, en el cual se pueda considerar cada uno de los aspectos mencionados y tener en cuenta el modelo EOQ. En cuanto a esto, se contrata un ingeniero en sistemas para el desarrollo del *software*.

5.2.1 Adquisición del software específico para la gestión de inventarios

Este planteamiento se enfoca en efectuar las gestiones pertinentes para el desarrollo de un *software* específico que posibilite la gestión del inventario y ataque las siguientes causas raíz identificadas en el diagrama de Ishikawa:

1. *Software* del sistema poco funcional.
2. Ingreso de información inexacta al sistema.
3. Falta de capacitación del personal en el sistema de inventarios.

La empresa solicita adquirir un nuevo *software* que se encargue de solucionar el problema planteado, el cual abarque las necesidades de inventario, posea adaptabilidad y un funcionamiento óptimo, permita ingresar cada uno de los artículos, y tenga entradas, salidas, descripción, un Kardex y costos relacionados a cada uno de los artículos. Para esto, se conversa con un ingeniero en sistemas, quien se encarga del desarrollo completo de dicho sistema.

5.2.1.1 Identificación de los requerimientos generales para el software

Se lleva a cabo una reunión con el gerente y el personal encargado del inventario para identificar los requerimientos específicos por considerar para el diseño del *software*, los cuales se citan a continuación:

1. Usuario principal y secundario: solo una persona tiene la responsabilidad como usuario principal y el resto de los colaboradores no cuentan con acceso a diferentes aplicaciones del sistema. Relacionado a esto, para evitar la duplicidad de operaciones, el usuario secundario se encarga de realizar labores de Kardex.

2. Control de existencias en tiempo real: esto permite un control sobre los artículos que están en la empresa o si existe algún faltante que el sistema indique para su debido pedido.
3. Costos en tiempo real: la empresa puede saber cuál es el monto con el que dispone en un momento determinado en su *stock* de inventario.
4. Estadísticas de consumo: herramienta que permite ver el comportamiento de los artículos e identificar si se está respetando lo estipulado por el EOQ.
5. Estadística de rotación: esta herramienta visualiza el comportamiento del *stock* por medio de tablas o gráficos y, de este modo, se sabe cuál es su estado para pedidos o si hay un sobreinventario.

5.2.1.2 Desarrollo del nuevo software de gestión de inventarios

El Departamento de Gerencia conversa con un ingeniero en sistemas y le comunica todos los requerimientos que desea. De esta manera, le indica que el sistema debe desarrollarse desde cero y desea que este se encuentre en la nube para tener acceso desde distintas computadoras o celulares por medio de una aplicación, así como que todos los datos se guarden y se descarguen en tiempo real.

Después de esta reunión, el gerente pide dar seguimiento al sistema para que tenga un orden de acuerdo con lo observado en el EOQ y, de esta forma, controlar cada aspecto referente al *stock*.

El ingeniero en sistemas brinda su apreciación en cuanto al desarrollo del *software* y sus funcionalidades. De igual modo, envía una proforma relacionada al nuevo sistema y su costo para la empresa. Por temas de confidencialidad, no es posible mostrar proformas de ningún proveedor, solo se presenta una tabla con el nombre del desarrollador de *software* y el costo relacionado a este, además el ingeniero señala que tarda dos meses desarrollando el *software*.

Tabla 5.5: Compra de software para el inventario

Desarrollador del nuevo software		
Costo del software	\$ 1 500	Pago solo una vez
Costo de las anualidades	\$ 250	Pago anual
Costo de la capacitación al personal	\$ 500	Pago solo una vez
Total a pagar	\$ 2 250	

Fuente: Autor, 2024.

La empresa aprueba la oferta y comunica que se haga una reunión semanal con el desarrollador del *software* para conocer los avances del sistema y los requerimientos que se presenten.

Luego del desarrollo del nuevo *software*, se llevan a cabo reuniones donde se imparte la capacitación de los operarios en dicho ámbito. Por el momento, se actualiza el *software* de la empresa, el cual es una licencia de Mónica, y se alimenta con el resultado del sistema EOQ, esto le permite a la empresa tener un eficiente sistema de gestión para controlar el inventario, que no existan cuellos de botella y se reduzcan tiempos en la búsqueda y pedido de material. Todo esto se evidencia en la siguiente propuesta de este capítulo.

5.3 PROPUESTA 3. ADAPTACIÓN DE PROCESOS

Después de realizar la nueva planta, se establece un plan piloto con el propósito de adaptar los procesos a la nueva distribución, basándose en el *layout* para el diseño del nuevo diagrama de flujo, el diagrama multiproducto y la elaboración del cursograma analítico, además de la nueva implementación del sistema de gestión de inventarios, donde se concretan las mejoras en la reducción de tiempo y desperdicios relacionados a la materia prima, con esto se presenta un conjunto de herramientas que permiten evidenciar mejoras sustanciales en el proceso logístico de la empresa.

Esta etapa de la propuesta está bajo el mando del administrador de la empresa, él se encarga de llevar a cabo cada una de las mejoras.

A continuación, se expone el nuevo cursograma analítico considerando la nueva distribución de planta, así como las mejoras en el sistema de gestión de inventarios dadas por el EOQ:

5.3.1 Cursograma analítico propuesto

A continuación, el cursograma analítico propuesto.

Figura 5.6: Cursograma analítico mejorado

Cursograma analítico									
Diagrama Num: 2	Resumen								
Objeto: Conocer el proceso detallado de la serie 5	Símbolo	Actividad	Actual	Propuesto	Economía				
	●	Operación	8						
Actividad: Armado de ventana serie 50-20	■	Inspeccion	1						
Método: Actual	◐	Demora	1						
Elaborado por: Adrián Zamora	➡	Transporte	1						
Operario (s): Manuel Mendez	▼	Almacenaje	1						
Producto: Ventana 50-20	Total de actividades realizadas		12						
	Tiempo (min-hombre)		74						
Aprobado por: Daniel Rojas	Distancia (m)		27						
Fecha: 16 de Mayo 2024									
Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia	Símbolo					
				●	■	◐	➡	▼	
1. Buscar material en bodega de aluminio	1	5	2	●					
2. Corte de aluminio	1	12	3	●					
3. Troqueleado de piezas cortadas	1	6	1	●					
4. Ruteado	1	8	1	●					
5. Ensamble de piezas de aluminio con guías	1	8	1	●					
6. Inspección de calidad de armado de aluminio	1	2	1		■				
7. Corte de vidrio	1	10	7	●					
8. Armado de marco	1	5	3	●					
9. Colocación de llavines	1	5	2	●					
10. Colocación del empaque	1	7	2	●					
11. Traslado a burra de producto terminado	1	2	2				➡		
12. Almacenamiento	1	4	2					▼	
Total	12	74	27	8	1	1	1	1	

Fuente: Autor, 2024.






En la figura 5.6, se muestra el nuevo cursograma analítico eliminando por completo los cuellos de botella en esperas relacionados a la mala distribución de la planta y al inadecuado sistema de gestión del inventario.

Al respecto, todo comienza por la búsqueda del material, correspondiente a un tiempo de 5 minutos con una distancia de 2 metros; luego, se pasa a corte del aluminio con una duración de 12 minutos y una distancia de 3 metros; seguidamente, se ejecuta el troquelado de piezas cortadas con un tiempo de 6 min y el ruteado con una duración de 8 min; para posteriormente ensamblarse las piezas de aluminio con guías, correspondiente a una duración de 8 min y una distancia de 1 metro; luego se da una inspección por parte del mismo operario.

Después se efectúa el corte del vidrio con un tiempo de 10 minutos y un desplazamiento de 7 metros; continúa el armado del marco, así como la colocación de llavines y del empaque, para finalizar con el traslado del producto terminado y su almacenaje. De esta manera, el tiempo total del proceso es de 74 minutos y la distancia de 27 metros en armado de la ventana serie 50-20.

A continuación, en la figura 5.7, se comparan los cursogramas analíticos del antes vs el propuesto, con una serie de economía entre ambos.

Figura 5.7: Cuadro comparativo de los cursogramas

Resumen					
Símbolo	Actividad	Actual	Propuesto	Economía	
	Operación	9	8	1	
	Inspección	1	1	0	
	Demora	3	1	2	
	Transporte	1	1	0	
	Almacenaje	1	1	0	
Total de actividades realizadas		15	12	3	actividades
Tiempo (min-hombre)		267	74	193	minutos
Distancia (m)		51	27	24	metros

Fuente: Autor, 2024.

De acuerdo con la figura anterior, hay una reducción importante en el proceso de armado de la ventana serie 50-20: de un total de 267 minutos que se tarda en el pasado, se pasa a 74 minutos, con una reducción del 72 % de tiempo de armado.

Cabe destacar que se eliminan cuellos de botella en operaciones sin sentido, pues esto le ocasiona a la empresa pérdidas de tiempo de los operarios y pérdidas significativas en el proceso de armado de las ventanas en esta serie, debido al pésimo sistema de inventarios actual donde no existe un control sobre el *stock*.

A partir de los cambios, se deja de invertir tiempo en búsqueda de material y en compras repentinas de materia prima, también hay un ahorro en gastos referentes al traslado del operario del camión hasta el proveedor y una reducción en la distancia recorrida por el operario, debido a la nueva distribución de la organización donde están más cerca los materiales.

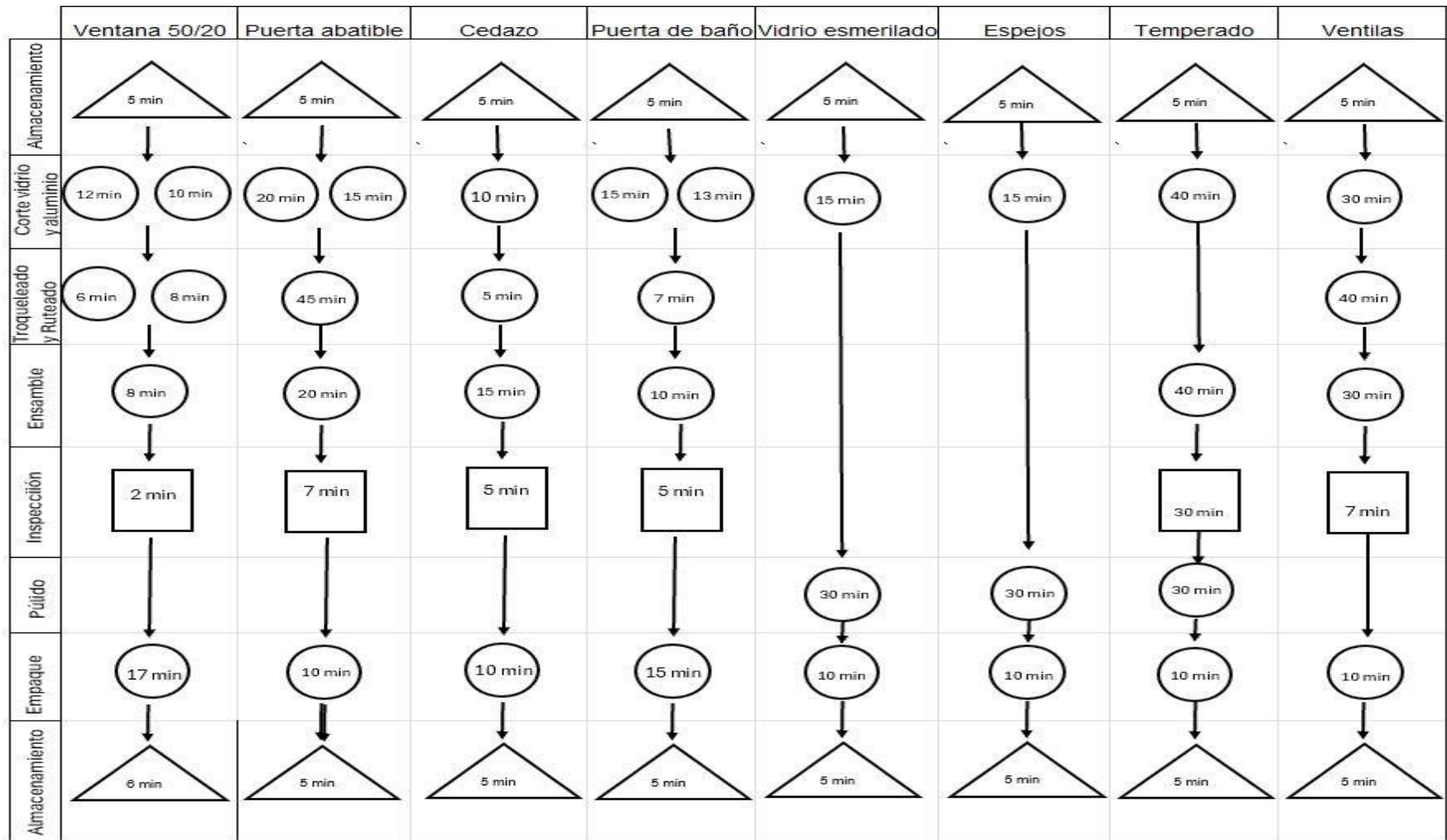
Asimismo, la existencia de una coordinación entre las áreas permite esta disminución de la materia prima por parte de la empresa, lo cual de igual manera ayuda a la calidad del producto porque no se manipula por toda el área. El disminuir distancias es esencial en cualquier organización, la medición dentro del cursograma analítico posibilita definir nuevos tiempos y ahorrarle a la empresa dinero.

A continuación, se realiza un nuevo diagrama multiproducto donde se evidencian las mejoras en tiempo en una serie de productos:

5.3.2 Diagrama multiproducto propuesto

A continuación, el multiproducto propuesto.

Figura 5.8: Diagrama multiproducto propuesto



Fuente: Autor, 2024.

En la figura 5.3, “Diagrama multiproducto propuesto”, se aprecia la serie de productos que posee la empresa Construidrio S. A. y una mejora en tiempos de los diferentes productos debido a la nueva distribución de la planta y el diseño del nuevo sistema de gestión de inventarios. Seguidamente, se explica cada línea de producto.

Ventana serie 50/20

La nueva distribución permite realizar operaciones paralelas al mismo tiempo. Acá se observa el resultado con el nuevo *layout*; con anterioridad el tiempo promedio para dicho producto es de 74 min, pero al ejecutar actividades paralelas el tiempo baja a 58 min, de este modo se ahorran 16 min para cada elaboración de este producto.

Puerta abatible

El tiempo promedio para este producto es de 122 minutos, sin embargo, al hacer una mejora en la distribución y el sistema de gestión de inventarios, el tiempo pasa a 105 minutos, experimentando un ahorro de 17 minutos por cada puerta.

Cedazo

El tiempo promedio para la fabricación de este producto es de 65 minutos, con la mejora aplicada pasa a 50 minutos, dando un ahorro de 15 minutos por producto.

Puerta de baño

El tiempo promedio de fabricación de este producto es de 72 minutos, con la mejora aplicada pasa a 50 minutos con un ahorro de 22 minutos por producto.

Vidrio esmerilado

El tiempo promedio de fabricación de este producto es de 75 minutos, con la mejora aplicada pasa a 60 minutos con un ahorro de 15 minutos por producto.

Espejos

El tiempo promedio de fabricación de este producto es de 75 minutos, con la mejora aplicada pasa a 60 minutos con un ahorro de 15 minutos por producto.

Temperado

El tiempo promedio de fabricación de este producto es de 170 minutos, con la mejora aplicada pasa a 160 minutos con un ahorro de 10 minutos por producto.

Ventila

El tiempo promedio de fabricación de este producto es de 137 minutos, con la mejora aplicada pasa a 105 minutos con un ahorro de 32 minutos por producto.

De esta forma, se demuestra una reducción significativa en cada uno de los sistemas, esto permite a la empresa tener mayor capacidad de producción al eliminar tiempos improductivos en el proceso logístico.

A continuación, se expone una tabla donde se muestra la cantidad de unidades por producir mensuales, además del costo beneficio de la organización al optar por los cambios mencionados:

Tabla 5.6: Ahorro de tiempo en minutos

Ahorro de mudas de tiempo en minutos por producto mensual				
Producto	Tiempo actual	Tiempo mejorado	Ahorro	%
Ventana 50/20	74	58	16	21.62 %
Puerta abatible	122	105	17	13.93 %
Cedazo	65	50	15	23.08 %
Puerta para baño	72	50	22	30.56 %
Vidrio esmerilado	75	60	15	20.00 %
Espejos	75	60	15	20.00 %
Temperados	170	160	10	5.88 %
Ventilas	137	105	32	23.36 %

Fuente: Autor, 2024.

Se elabora una tabla donde se especifica la mejora en tiempos de cada uno de los productos, con el principal fin de evidenciar de forma cuantitativa la mejora e indicar seguidamente el ahorro financiero de la organización.

Lo anterior se proyecta de manera mensual, de acuerdo con un estudio de 4 meses de la producción de la empresa, donde se establece un promedio de cada producto elaborado en este tiempo y el ahorro en horas que experimenta la empresa en tiempo de mano de obra.

A continuación, se presenta la tabla donde se especifica el ahorro en minutos por mes:

Tabla 5.7: Ahorro en tiempo mensual

Producto	Cantidad de productos mensuales	Minutos utilizados	Proyectado	Ahorro	% Ahorro
Ventana 50/20	140	10360	8120	2240	21.62 %
Puerta abatible	45	5490	4725	765	13.93 %
Cedazo	80	5200	4000	1200	23.08 %
Puerta para baño	45	3240	2250	990	30.56 %
Vidrio esmerilado	46	3450	2760	690	20.00 %
Espejos	85	6375	5100	1275	20.00 %
Temperados	20	3400	3200	200	5.88 %
Ventilas	42	5754	4410	1344	23.36 %
Total	503	43269	34565	8704	20.12 %
Total horas		721.15	576.08	145.07	

Fuente: Autor, 2024.

Cabe mencionar que en el área de ensamble trabajan 4 operarios, quienes se encargan de fabricar el producto deseado por el cliente.

La tabla muestra un promedio de productos de un histórico mensual, donde se establece la cantidad de minutos necesarios para producirlos. Así, para un total de 503 diferentes tipos de sistemas elaborados, se necesitan 43269 minutos, correspondientes a 721.15 horas mensuales, pero con la propuesta se pasa a 576.08 horas con un ahorro de 145,07 horas mensuales entre los 4 operarios, esto es una reducción del 20,12 % en tiempo.

Cada operario gana 2800 colones la hora en el área de fabricación, por lo tanto, la empresa se ahorra por mes 406 196 colones en tiempo de fabricación y por año 4 874 352 colones. Esto es una cifra considerable de ahorro y, se debe resaltar, se está utilizando la misma cantidad de operarios para la fabricación, pero se obtiene una mejora en los tiempos debido a la nueva distribución y al nuevo sistema de gestión de inventarios.

Después de realizar el análisis de los tiempos improductivos experimentados en la empresa, se procede a efectuar una proyección de la planificación del proceso logístico de fabricación utilizando el tiempo muerto a favor en la elaboración de nuevos productos, con un aproximado de ventas de cada producto, su costo y el total de utilidad anual.

A continuación, se muestra la tabla con dicho análisis:

Tabla 5.8: Proyección de utilidades de la empresa anual

Producto	Productos Proyectados	Valor aproximado	Total	Costo aproximado	Total	Utilidad aproximada
Ventana 50/20	28	₡ 60,000	₡ 1,680,000	₡ 48,000	₡1,344,000	₡ 336,000
Puerta abatible	9	₡ 150,000	₡ 1,350,000	₡ 130,000	₡1,170,000	₡ 180,000
Cedazo	16	₡ 14,000	₡ 224,000	₡ 10,500	₡ 168,000	₡ 56,000
Puerta para baño	9	₡ 90,000	₡ 810,000	₡ 70,000	₡ 630,000	₡ 180,000
Vidrio esmerilado	9	₡ 25,000	₡ 230,000	₡ 21,000	₡ 193,200	₡ 36,800
Espejos	17	₡ 12,000	₡ 204,000	₡ 9,000	₡ 153,000	₡ 51,000
Temperados	4	₡ 90,000	₡ 360,000	₡ 75,000	₡ 300,000	₡ 60,000
Ventilas	8	₡ 50,000	₡ 420,000	₡ 38,000	₡ 319,200	₡ 100,800
Total	101		₡ 5,278,000		₡4,277,400	₡1,000,600
					Proyección a un 60% de ocupación del tiempo (mes)	₡ 600,360
					Proyección a un 60% de ocupación del tiempo (anual)	₡7,204,320

Fuente: Autor, 2024.

En la tabla 5.8, se establece una proyección sobre el aprovechamiento del tiempo que no es productivo para la empresa, el cual se emplea en el proceso logístico en el área de fabricación. El tiempo se divide de acuerdo con el historial de productos elaborados y se saca un promedio de dichos artículos.

Primero, se usa el 100 % de las 145,07 horas de los 4 operarios para tener claro cuántos productos de cada serie se pueden realizar. Luego, se asocian con el valor aproximado de cada producto, donde 101 productos elaborados tienen un valor de venta aproximado de ₡ 5 278 000 y un costo aproximado de ₡ 4 277 400, esto hace una utilidad mensual de ₡ 1 000 600 que la empresa comienza a percibir de ese tiempo que era improductivo. No obstante, al ser un plan el que se ejecuta, se hace un estimado al aprovechar un 60 % de ese tiempo, el cual produce una utilidad de ₡ 600 360 mensuales y un total anual de ₡ 7 204 320, esto permite tener una proyección más cercana a la realidad.

De este modo, se demuestra financieramente la viabilidad de efectuar los cambios en el proceso: se eliminan las *mudas* en el tiempo, se realiza una proyección del

aprovechamiento de ese tiempo y con esto la organización tiene claro el aspecto económico del proyecto.

5.4 PROPUESTAS DE CONTROL DEL PROYECTO

Después de formular las propuestas de mejora, se debe tener en cuenta una etapa de control donde se plantean herramientas que le permitan a la organización mantener de forma efectiva los cambios realizados al proceso, siempre enfocándose a la mejora continua. Así, seguidamente se detalla cada una.

5.4.1 Kaizen

Se lleva a cabo un *kaizen* con el fin de fomentar un ambiente controlado y de mejora. Al respecto, se efectúa una reunión con el administrador de la empresa Daniel Rojas para definir la estructura por seguir:

- **Mejora continua:** el administrador se enfoca en cada uno de los procesos por áreas determinadas para buscar la mejora continua, es decir, oportunidades para realizar mejor las actividades de cada colaborador y área.
- **Pequeños cambios:** la administración se centra en buscar pequeños cambios incrementales, por ejemplo, en los desperdicios del vidrio y aluminio, en cuanto a cómo se pueden minimizar, con el propósito de tener mejoras significativas en cada área.
- **Participación de todos:** como un pilar fundamental, el administrador enfatiza la importancia de la participación de todos los subordinados, con el principal objetivo de tener una comunicación activa entre las áreas, corte, ensamble y empaque, valorando la contribución y las ideas de todos los niveles de la organización.
- **Orientación de los procesos:** se trabaja en orientar la eficiencia de cada proceso, por ejemplo, en el área de corte del aluminio diseñar nuevas burras para ordenar debidamente la pedacera y asignar una ayuda visual donde se indique qué material se encuentra en esa burra, esto ayuda a disminuir el tiempo de búsqueda de material.

Otro ejemplo es la coordinación de trabajo en paralelo del área de corte del aluminio con corte del vidrio, pues con el nuevo *layout* la empresa cuenta con el espacio para ejecutar estas dos operaciones en conjunto, así no se debe esperar que una termine para comenzar la próxima.

- **Enfoque en el cliente:** con las mejoras citadas en este trabajo de investigación, se busca la satisfacción del cliente como objetivo final, por lo tanto, cada mejora que se realice en las áreas debe alinearse con las necesidades y expectativas del cliente.

Ahora bien, después de diseñar una estructura para promover el *kaizen* por parte de la organización, se efectúa una nueva reunión con la parte administrativa y se consideran muy relevantes las siguientes etapas descritas a continuación:

1. Preparación y planificación

La preparación y la planificación son cruciales para la implementación de la filosofía *kaizen*. Esta etapa se encarga de que la organización esté lista y comprometida para optar por la mejora continua mediante los siguientes puntos:

- **Compromiso de la dirección**

La parte administrativa y gerencial se compromete a promover activamente las mejoras por implementar, de este modo, posibilita que cada uno de los colaboradores dé su opinión, busca la manera de emplear instrumentos como un equipo de seguridad industrial, proporciona mejoras en la maquinaria, así como efectúa reuniones cada 15 días con el personal, donde se le recuerda que es al estar bajo un enfoque de mejora continua que los pequeños cambios constantes llevan a grandes mejoras.

Para verificar el compromiso de la alta dirección, se hace una auditoría a partir de las siguientes preguntas:

Tabla 5.9: Auditoría a la alta dirección

Preguntas de auditoría
1. ¿La Junta y la alta dirección comunicaron su apoyo y compromiso con las mejoras establecidas?
2. ¿La responsabilidad de supervisión de los riesgos por la alta dirección ha sido preparada y definida por medio de uno o más estatutos de la sociedad de la empresa?
3. ¿Los objetivos, estrategias y resultados de los procesos establecidos fueron comunicados y son entendidos a lo largo de toda la organización?
4. ¿Los objetivos del proyecto de mejora están alineados con los objetivos y estrategias de la organización?
5. ¿Se reconoce que la viabilidad del proyecto es esencial para el éxito de la ejecución de la estrategia de la organización?
6. ¿Fue implementada una nueva política con cada uno de los cambios de mejora y la misma está autorizada por la alta dirección?
7. ¿La cultura organizacional está alineada con la nueva política?
8. ¿Se toman decisiones claves para el negocio de la empresa, considerando las mejoras implementadas en los nuevos procesos?
9. ¿El responsable de administrar de manera general el nuevo cambio organizacional está posicionado en un nivel apropiado en la jerarquía de la empresa?
10. ¿Los recursos asignados para las mejoras realmente fueron suficientes?
11. ¿Los nuevos indicadores de las mejoras están alineados con los indicadores de la empresa?
12. ¿Se han asignado las nuevas responsabilidades a los niveles jerárquicos de la empresa?
13. ¿Se les comunicaron a las partes interesadas los beneficios de las mejoras implementadas?

Fuente: Autor, 2024.

2. Formación y capacitación

La administración se compromete a realizar capacitaciones enfocadas a mejorar, donde se establecen diferentes herramientas para implementarlas dentro de la empresa con la finalidad de tener una estructura que permita a todos los involucrados reconocer puntos

de mejora, puntos críticos, cuellos de botella, y *mudas* referentes a tiempos y materiales. Entre las herramientas por aplicar, están:

- **Capacitaciones**

El administrador de la empresa Daniel Rojas elabora un plan de capacitación orientado a los siguientes puntos:

- **Hacer un diagnóstico:** para lograrlo se enfoca en el perfil de los colaboradores, los intereses de estos, las necesidades de formación y la verificación de los requerimientos de cada una de las áreas.
- **Establecer cuáles son las prioridades:** se realiza una lista de cuáles son los aspectos más importantes por desarrollarse, con el fin de establecer la jerarquía y un cronograma de capacitación.
- **Definir los objetivos:** se plantean los objetivos para dejar claro cuál es el verdadero propósito de capacitar a los colaboradores y cómo evaluar los resultados y el programa de capacitación. De esa manera, se formulan los criterios mediante preguntas como: “¿Qué desea que cambie en la organización?”, “¿qué expectativas tiene con este proceso?”.
- **Armar un cronograma de capacitación:** se lleva a cabo un cronograma de capacitación en fechas específicas, luego de la aplicación de las mejoras con cada propuesta. En cuanto a esta herramienta, se determinan los contenidos, los recursos y los materiales requeridos para efectuar la capacitación.
- **Inicio de la capacitación:** al ejecutar el plan de capacitación, se observan aspectos como el desempeño y la motivación de los colaboradores, con esto se busca identificar aspectos por mejorar durante el proceso y futuras oportunidades.
- **Evaluar el proceso:** luego de la aplicación de la capacitación, se evalúan los resultados por medio de elementos cuantitativos como tabulaciones y gráficos estadísticos sobre el impacto del programa; estos resultados sirven para tomar decisiones a futuro y seguir potenciando la organización.
- **Conclusiones de la capacitación:** después de terminar la capacitación, el administrador entrega un informe a la gerencia donde indica una serie de resultados obtenidos.

Según el administrador de la empresa, dichas capacitaciones se dividen del siguiente modo:

- **Capacitación del cumplimiento normativo:** se establecen programas donde se indica la normativa de la empresa en cuanto a su ética, diversidad laboral, riesgos del trabajo de acuerdo con los equipos, entre otros.
- **Capacitación de habilidades técnicas:** en este tipo de capacitación, según el administrador, se les realizan entrenamientos a los empleados enfocados en el uso de tecnologías o herramientas digitales para ejecutar sus labores, por ejemplo, en el nuevo sistema de gestión de inventarios por operar.
- **Capacitación de habilidades blandas:** en este tipo de capacitación el administrador trabaja el talento de cada colaborador en función de sus habilidades blandas, además de cómo manejar momentos de estrés, trabajar en equipo y ofrecer un *feedback* como parte de las destrezas por entrenar.
- **Capacitación en liderazgo:** esta capacitación, de acuerdo con el administrador, se orienta a promover un clima laboral positivo, la productividad de los equipos de trabajo y el uso del talento en el liderazgo de los subordinados.
- **Resultados esperados de las capacitaciones**

A continuación, se enumera una serie de resultados que se pueden obtener a partir de las capacitaciones por realizar dentro de la organización, esto es fundamental para tomar medidas de mejoras continuas:

- **Mayor comprensión y conocimiento:** los empleados deben tener una comprensión clara sobre los principios y objetivos desarrollados dentro de las capacitaciones.
- **Conocimiento de las herramientas y técnicas:** los subordinados se deben familiarizar con diferentes herramientas de mejora continua, herramientas estadísticas y análisis de causas que permitan un desarrollo en la cultura organizacional.
- **Habilidades mejoradas:** los trabajadores deben ser capaces de aplicar las herramientas en distintas áreas de la empresa, con el fin de dar una simplicidad al proceso y volverlo más productivo.

- **Resolución de problemas:** con este punto se busca que los subordinados tengan la capacidad de tomar decisiones asertivas para identificar y solucionar algún problema que se presente.
- **Cambio de mentalidad y cultura:** se pretende que los empleados posean una mentalidad de mejora continua en la organización, con una participación activa, mediante diferentes iniciativas.
- **Comunicación y colaboración:** se busca establecer fluidez en la comunicación con los subordinados y las áreas de la empresa, donde exista el trabajo en equipo.

Con esta serie de resultados esperados de las capacitaciones se realiza una evaluación profunda para el desarrollo de la mejora continua. A continuación, se presenta una serie de herramientas que posibilitan cuantificar los resultados cualitativos:

- **Encuestas y retroalimentación:** hacer una serie de encuestas que permitan recoger la retroalimentación sobre la efectividad de las diferentes capacitaciones. De este modo, se efectúan evaluaciones para medir el conocimiento adquirido por los empleados durante la capacitación.
- **Indicadores de desempeño:** se realizan mediciones de KPI relacionadas a la mejora continua, como la cantidad de sugerencias de mejora y la tasa de implementación de mejoras, con el objetivo de mejorar la productividad y la eficiencia operativa.
- **Observaciones y auditorías:** se llevan a cabo distintas observaciones de los empleados en el lugar de trabajo para evaluar la aplicación práctica de las herramientas de mejora.
- **Resultados tangibles:** se analiza una serie de aspectos enfocados en mejora continua, reducción de desperdicios en los procesos operativos, mejoras de calidad de los productos o servicios y ahorro de los costos.

3. Implementación de la herramienta 5S dentro de las áreas de trabajo

Con el propósito de conseguir un ambiente de trabajo ordenado y limpio que busque la simplicidad de la mejora continua y un entorno adecuado para desarrollar cada una de las actividades de trabajo, esta herramienta se implementa enfocada a la metodología

lean manufacturing, que se establece en el objetivo general del proyecto. Con esta, se minimizan los desperdicios de la empresa, ya sea en tiempo, talento humano o sobreinventario.

Al respecto, se efectúa una capacitación por el administrador de empresas dirigida hacia los trabajadores en planta, donde se sigue cada uno de los pasos mencionados con anterioridad en la estructura de las capacitaciones y se indica la importancia de cada una de las etapas de esta herramienta.

A continuación, se expone una serie de criterios que abarca la empresa en la capacitación:

- **Paso 1. Seiri**

Es el primer paso para desarrollar la clasificación. Se explica el uso eficiente de los recursos y materiales dentro del puesto de trabajo, identificando todos los objetos innecesarios para realizar cada actividad, con el principal fin de ahorrar espacio en la nueva distribución, no tener herramientas tiradas por la empresa y eliminar movimientos innecesarios entre las áreas.

Para implementar este paso, se les pregunta a los subordinados de cada área si se necesita un artículo o herramienta que esté en el área de trabajo y, si este es muy necesario, entonces encontrar su importancia. A partir de esto, se crea una lista de prioridades y se buscan espacios para la asignación de cada artículo o herramienta.

- **Paso 2. Seiton**

El segundo paso es poner las cosas en orden, es decir, un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Con esto se organiza cada área de trabajo, donde sea fácil encontrar cualquier herramienta o material, usar y devolver.

En cuanto a este paso, se elabora una lista de artículos o herramientas clasificados por su frecuencia de uso, y una lista de los operarios que los utilizan, con la intención de tener un mayor control de estos y saber si la persona que los usó los dejó en su lugar. Adicional, se emplean etiquetas en estantes o piso para señalar espacios designados.

- **Paso 3. Seiso**

El tercer paso es crear un ambiente limpio y bien organizado. Considerando los dos pasos anteriores, se busca que cada subordinado posea la capacidad de ordenar su

espacio, esto incluye un sentido de propiedad que los hace responsables de tener limpio su espacio.

- **Paso 4. Seiketsu**

En esta etapa se establecen estándares para las medidas que se toman en la organización. Los procesos *seiketsu* ayudan a transformar en hábitos cada aspecto de mejora.

Respecto a este paso, se crean horarios y se dividen las tareas asignadas entre los empleados para mantener en orden las áreas donde trabajan; asimismo, se realiza un *feedback* regular a cada empleado para optimizar lo que ejecutan.

- **Paso 5. Shitsuke**

El último paso de la metodología 5S se enfoca a la disciplina y al compromiso que se adquiere por medio de cada una de las partes de la empresa. Esta etapa se implementa al establecer una comunicación adecuada. Al crear conciencia de cada uno de los principios 5S y su importancia, se educa y se hace al colaborador parte de la cultura de la empresa durante el proceso de incorporación.

4. Crear equipos kaizen

Una de las iniciativas de la parte administrativa junto a la operacional es formar equipos multidisciplinarios que trabajen en proyectos de mejora continua y posean la capacidad de identificar las causas potenciales y proponer diferentes soluciones.

5. Identificación de áreas de mejora

Como parte de los cambios, la administración busca la forma en que cada subordinado involucrado tenga conocimientos base por medio de capacitaciones, con la finalidad de llevar a cabo análisis de procesos detallados dentro de la empresa para mejorar cada aspecto encontrado.

6. Implementación de los cambios

En las reuniones de la empresa, los involucrados exponen la problemática hallada en el proceso logístico, después se documenta cada aspecto para llevar un control adecuado y determinar los cambios posibles, cómo aplicar la mejora y cómo controlarla.

7. Fomentar una cultura de mejora continua por medio de la cultura integrada

La administración se compromete a establecer una cultura de cambio dentro de la organización, así como a promover la comunicación abierta y la colaboración entre departamentos, buscando de este modo la mejora continua en cada una de las áreas. Para fomentar la cultura de mejora, se trabaja el modelo organizacional de cultura integrada. Este tipo de modelo coloca a las personas y el desempeño en el mismo grado de importancia. La empresa se enfoca en sus equipos y el éxito de la compañía como un todo, más que en lo individual.

Ahora bien, para promover una cultura de mejora, la empresa se enfoca en tres puntos clave:

1. Buscar atraer y retener talentos que quieran apostar por la empresa.
2. Ofrecer salarios y recompensas remunerativas, que sean un atractivo para los empleados.
3. Exigir un alto desempeño como retribución a los beneficios económicos.

Este tipo de cultura juega un rol esencial para alcanzar cada objetivo al influir en cada miembro de la empresa para que tenga un sentido de compromiso hacia el desempeño de la organización.

Además, en relación con su implementación, se sigue una serie de pasos:

- **Incorpora transparencia**

Los efectos de una cultura empresarial transparente impactan a toda la organización y producen empleados altamente comprometidos. El primer paso de la empresa Construidrio S. A. es asegurarse de que el equipo de trabajo disponga de herramientas modernas de comunicación y colaboración. Asimismo, sienta las bases de confianza entre cada una de las partes, para tener una cultura abierta y transparente.

- **Reconoce y recompensa las contribuciones valiosas**

El administrador de la empresa se encarga de identificar comportamientos y resultados específicamente alineados con los objetivos de la empresa, con el fin de recompensarlos y que el trabajador se sienta motivado. Además, promueve el reconocimiento grupal a las contribuciones dentro de los equipos. Esto ayuda a lograr un menor índice de rotación de los empleados.

- **Propicia relaciones sólidas entre compañeros**

El administrador lleva a cabo actividades enfocadas a la creación de equipos para establecer relaciones entre las personas que trabajan en la empresa, con el objetivo de crear un ambiente cómodo, comunicativo y de ayuda entre cada subordinado.

- **Estimula la autonomía de los empleados**

El administrador se basa en confiar en la capacidad de los empleados para administrar sus responsabilidades; por ejemplo, para eliminar un cuello de botella en una inspección, se entrena al empleado, quien indica si todo está bien y lo pasa a la siguiente operación, de lo contrario resuelve el problema detectado; por consiguiente, el trabajador tiene la capacidad de decidir, comienza a adquirir y poseer iniciativas propias.

- **Contribuye a que exista una mayor flexibilidad**

La empresa brinda a los empleados flexibilidad adicional, como permisos, trabajar desde casa, entre otros; con la intención de mejorar la relación con los subordinados y reducir la rotación.

- **Promueve una atmósfera de equipo**

El administrador se centra en formar a los trabajadores como miembros integrales del equipo de la empresa, para dirigir a un equipo unificado hacia los mismos objetivos concretos.

- **Aporta retroalimentación regular**

Este punto se enfoca en realizar *feedback* de manera regular, por lo que semanalmente el administrador efectúa una reunión donde expone diferentes temas enfocados al proceso logístico y los trabajadores indican sus puntos de vista; de esta forma, se encuentra un punto medio y una óptima retroalimentación.

- **Le da a la cultura organizacional el esfuerzo y tiempo que merece**

Uno de los principales aspectos que debe considerar la administración es el tiempo y esfuerzo invertidos para construir la cultura organizacional, una cultura realmente sólida que busque el progreso de todas las partes al promover el reconocimiento y crecimiento de los empleados y que estos cumplan con las métricas y objetivos de la organización, con el fin de establecer una buena atmósfera laboral.

Dentro de los aspectos cualitativos o cuantitativos por tomar en cuenta para fomentar la cultura de mejora, la empresa desarrolla diferentes puntos como:

- Solicitar comentarios a los clientes y consumidores.
- Entrevistar a los líderes de la empresa.
- Realizar un mapa de las partes relevantes de la vida de la empresa.

Esto se basa en una serie de elementos de la cultura de la empresa como lo son: la visión, la misión, las normas, las reglas, el clima laboral, la comunicación, el liderazgo, el reconocimiento y las recompensas.

5.4.2 Gemba walk

Una de las principales herramientas de control por aplicar es un *gemba walk*, donde la persona a cargo lleva a cabo recorridos por las áreas de trabajo para observar cómo los trabajadores de diferentes áreas ejecutan las tareas, así se recopila información para detectar posibles cuellos de botella, tipos de desperdicios, maquinaria dañada, equipo obsoleto, entre otros aspectos. Para esto, el *gemba walk* se efectúa según los siguientes aspectos:

1. Preparación para el gemba walk

Objetivo claro

Se define el propósito del *gemba* considerando cada una de las áreas por evaluar: corte del vidrio, corte del aluminio, ensamble y troquelado, con la finalidad de observar un proceso específico, identificar áreas de mejora o comprender los desafíos que tienen en ese momento los involucrados.

Planificación

Se establece una agenda y el horario para definir a qué día y hora se implementa la caminata. Luego, se determina cuál es el área específica y qué procesos se observan. También, se selecciona a los participantes, la parte administrativa con la de corte o la de vidrio con ensamble, con el propósito de obtener diferentes perspectivas.

2. Durante el gemba walk

Observación directa

Observar cómo se realizan las tareas en el área, ver el cumplimiento de los procedimientos, tomar notas de lo que se ve y se escucha, y entender cuál es el flujo de trabajo.

Preguntar

Efectuar preguntas abiertas a los involucrados para comprender los procesos y problemas que se pueden presentar y tener una comunicación fluida sin intervenir en el flujo de trabajo.

- ¿Puede explicarme cómo funciona este proceso de corte del aluminio?
- ¿Qué problemas suele encontrar en el proceso de corte del aluminio?
- ¿Realmente funciona el nuevo sistema de inventarios implementado para que no existan atrasos en el corte del aluminio?
- ¿Qué sugerencias puede brindar para mejorar el proceso de troquelado?

3. Post gemba walk

Análisis, retroalimentación y plan de acción

Revisar las notas recolectadas y las observaciones para identificar problemas y áreas de mejora, si realmente hay un impacto en el nuevo sistema de gestión y cuáles son los puntos por mejorar desde ahora. Asimismo, organizar una reunión con el equipo que participa en el *gemba* para discutir lo observado y proponer soluciones. A partir de todo lo expuesto, se busca un plan de acción por seguir.

5.4.3 Control de inventarios

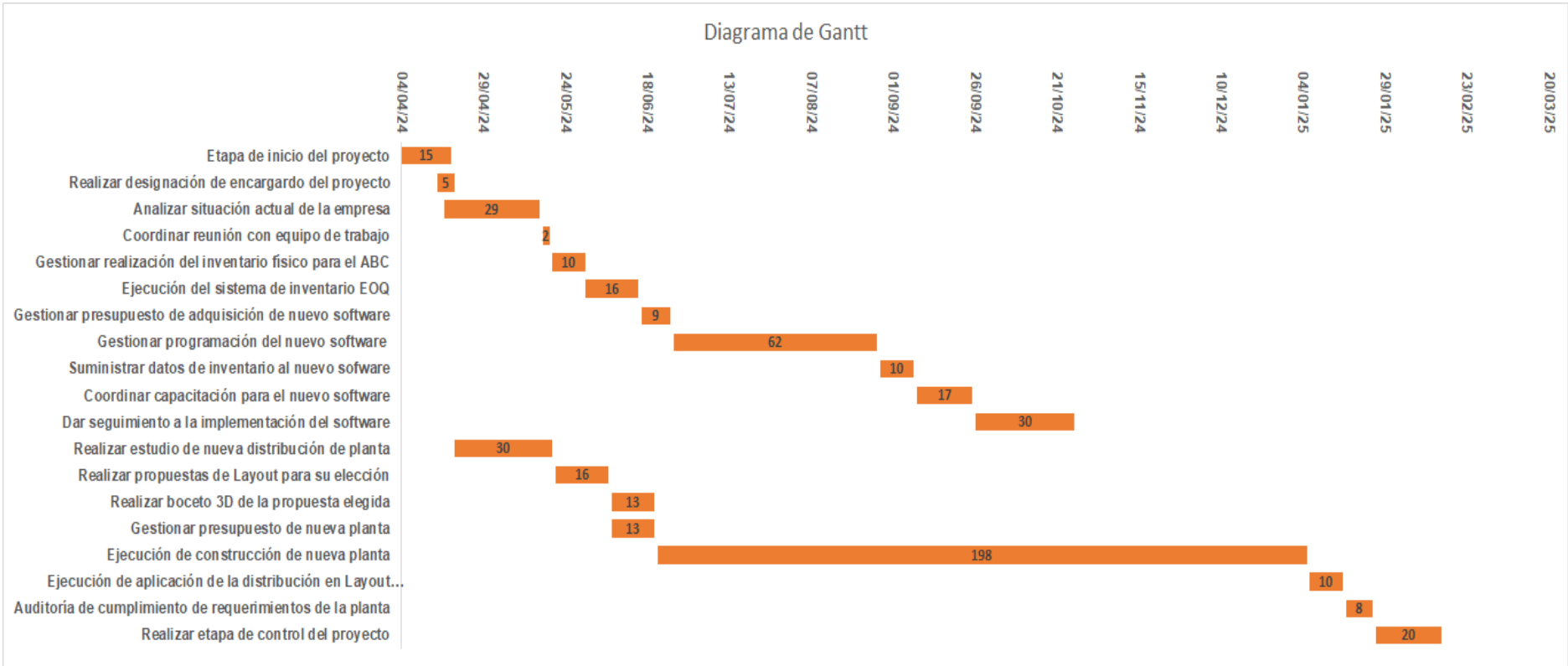
Se efectúa una nueva reunión con el programador encargado del nuevo sistema de control de inventarios y se le indica que el *software* debe contar con una alerta de *stock* para recordar y avisar que es tiempo de colocar cierto insumo, basándose en el punto de reorden del EOQ; esto con la intención de reabastecer el material para que no se detenga el proceso logístico por falta del mismo, además de dar un seguimiento a la parte de reportería del nuevo sistema.

Por otra parte, se lleva a cabo un conteo cíclico del inventario una vez al mes para que exista una similitud de lo que está en bodega con lo registrado en el sistema.

5.4.4 Diagrama de Gantt

En la siguiente figura se aprecia el diagrama de Gantt para la implementación de las propuestas establecidas; cabe mencionar que este se dirige y controla por el administrador de la empresa:

Figura 5.9: Diagrama de Gantt



Fuente: Autor, 2024.

La figura 5.9, “Diagrama de Gantt”, permite planificar, programar y visualizar las actividades por cumplir con respecto al tiempo establecido para cada una. Al respecto, en total son 19 actividades, cada una tiene una tarea en específico y su duración en la línea del tiempo. Adicional, algunas actividades dependen de otras como, por ejemplo, gestionar la realización del inventario físico para un ABC con ejecución del sistema de inventarios EOQ; esto es crucial para la planificación adecuada y evitar retrasos, facilitando el avance de cada tarea y del proyecto en general.

Con el propósito de comparar el progreso real con lo planificado, la primera etapa del proyecto se establece el 4 de abril del 2024 y finaliza el 15 de febrero del 2025. La persona encargada de la verificación de las tareas y el tiempo del diagrama de Gantt es el administrador de la empresa.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

CONCLUSIONES

- Se realizó un análisis FODA, el cual evidenció que las fortalezas más importantes son la experiencia y el conocimiento técnico de los involucrados en los sistemas, pero las debilidades más significativas son el espacio físico de la planta y el sistema de gestión de inventarios.
- Se identificó, mediante el árbol de CTQ, cuáles son los factores críticos que afectan al producto ofrecido; al respecto, el sistema de gestión de inventarios es una de las principales causas por los tiempos improductivos y las pérdidas que estos dejan a la empresa.
- Por medio de un diagrama de recorrido, se estableció cuál es el proceso logístico de los sistemas fabricados por la empresa, los cuellos de botella y los tiempos improductivos del proceso.
- Se determinó, a partir de un diagrama SIPOC, la visualización clara de dónde provienen los materiales o insumos, cómo se transforman y a quién se le entregan.
- Mediante el diagrama de Ishikawa, se identificaron las principales causas que tienen los procesos logísticos; en cuanto a esto, las instalaciones inadecuadas, el poco espacio físico y un sistema de inventarios obsoleto son las causas críticas que inducen a la pérdida de tiempo productivo en la organización.
- Se clasificó cada uno de los artículos o insumos de la empresa a partir de la clasificación ABC; de esta manera, se obtuvo como resultado 34 artículos diferentes en la categoría A, correspondientes a un 22,97 % y un valor de 99 831 072; 55 artículos en la categoría B, equivalentes a un 37,19 % y un valor

de 18 930 438, y 59 artículos en la categoría C, correspondientes al 39.86 % y un valor de 6 438 720. De esa forma, se conoce el comportamiento de todos los artículos y se mantiene un control específico sobre todo el sistema de gestión.

- Se implementó un nuevo sistema de gestión de inventarios mediante el EOQ, que permitió saber la cantidad óptima de cada uno de los artículos. Al respecto, se obtuvo un valor del lote económico total del inventario anual de 138 032 276 colones, un costo de mantenerlo de 3 756 006 colones anuales y un costo de ordenar el inventario de 4 832 008 colones anuales. Asimismo, se conoció la cantidad de órdenes que se deben pedir durante el año, el tiempo entre órdenes y el inventario de seguridad de cada artículo de la empresa.
- Se propuso una nueva distribución de la planta al analizar la necesidad de espacio; en esta, se consideró una relación asertiva entre cada una de las áreas. Incluso, cabe mencionar que la empresa inició con la construcción de la nueva planta, la cual tiene un costo de 82 800 000 mil colones y una duración de 6 meses.
- Se gestionó la programación del nuevo *software* del sistema de gestión de inventarios de la empresa, el mismo cuenta con usuarios, entradas, salidas y reportes en tiempo real, así como una alerta de *stock* para lograr un control sobre el inventario de la empresa. Este tiene un costo de 2000 dólares correspondientes al pago del ingeniero una única vez y 250 dólares anuales por el dominio.
- Se demostró, mediante un cursograma analítico y un diagrama multiproducto, la reducción de merma en el tiempo existente. En cuanto a esto, se evidenciaron tiempos improductivos con un total de 145.07 horas, un ahorro de 4 874 352 colones anuales y un aprovechamiento de estos tiempos con el incremento de la producción de 60 productos mensuales, con una utilidad neta anual de 7 204 320 colones.

RECOMENDACIONES

- Efectuar un monitoreo y control continuos, con el fin de documentar y estandarizar cualquier cambio que pueda ocurrir en el proceso logístico de la empresa.
- Fomentar una cultura de mejora continua mediante la filosofía *kaizen*, donde exista una comunicación asertiva y un involucramiento de todas las partes en la búsqueda de pequeñas mejoras que logren grandes cambios.
- Llevar a cabo una revisión y ajustes periódicos a cada una de las mejoras realizadas, para evaluar su efectividad y obtener una retroalimentación de cada una.
- Formar y capacitar a cada uno de los involucrados en el proceso, con el propósito de tener conocimientos que ayuden a resolver conflictos cuando sea necesario.
- Implementar la frecuencia de conteos cíclicos en el inventario para un mayor control del sistema físico y que exista una similitud con el *software* por emplearse.
- Dar seguimiento a los procedimientos internos de pedido de materiales, así como al ingreso y salida de los insumos al sistema de gestión de inventarios, con el objetivo de tener el nuevo *software* en óptimas condiciones para su ejecución y evitar atrasos en el proceso.

REFERENCIAS

Libros

Beránger, P. (1988). *En busca de la excelencia industrial*. CDN.

Camisón, C., Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. México: Pearson.

Hay, E. (1987). *Justo a tiempo*. México: Grupo Editorial Norma. Recuperado de <https://germanchan.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/11/libro-2-justo-a-tiempo.pdf>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.

Niebel, B. y Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo*. (12° ed.). México: McGraw Hill.

Wild, T. (2022). *Mejores prácticas en dirección de inventarios*. (2° ed.). Inglaterra: Butterworth–Heinemann.

Zapata, J. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Colombia: Centro Editorial Esumer. Recuperado de https://www.accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/manejo-de-inventario_1563983589.pdf

Trabajos de graduación

Castañeda, Y. y Silva, D. (2013). *Implementación de un sistema de gestión de inventarios en Melexa S. A.* [Trabajo de Ingeniería Industrial, Universidad Libre]. Recuperado de

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9430/DOCUMENTO%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castillo, L. (2013). *Diseño del sistema de gestión de inventarios para la empresa Surtijapon Ltda.* [Trabajo de Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad Libre]. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9423/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1>

Gaitán, D. (2016). *Estudio del sistema de control de gestión relacionado con el manejo de inventarios en la empresa TROPIFROST S. A., con el fin de determinar fortalezas y debilidades que garanticen el uso eficiente y eficaz de los recursos.* [Tesis de Licenciatura en Administración de Negocios con Énfasis en Banca y Finanzas, Universidad Latina de Costa Rica]. Recuperado de https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/926/1/TFG_Ulatina_Diana_Gaitan_Garcia.pdf

Godínez, A. (2017). *Diseño de un sistema de gestión del inventario para implementar un programa de planificación de recurso inventarios en el bar y restaurante La Reina Del Valle que permite el incremento de las utilidades al optimizar los recursos actuales.* [Trabajo de Licenciatura en Ingeniería Industrial con Énfasis en Mejora Continua, Universidad Latina de Costa Rica]. Recuperado de https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/866/1/TFG_Ulatina_Alvaro_Godinez_Barrantes.pdf

Jiménez, A. (2021). *Propuesta de mejora para la gestión de los Inventarios de productos ofrecidos por la empresa Auto Repuestos Cabral, durante el primer semestre del 2021.* [Trabajo final de graduación de Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Latina de Costa Rica]. Recuperado de https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1442/1/TFG_Ulatina_Ana_Jimenez_Torres_2014172004.pdf

López, J. y Ramírez, J. (2020). *Diseño de un sistema de control de inventarios basado en el método cíclico para evaluar el proceso de administración de los inventarios de la Ferretería Hermanos Miranda S. A.* [Trabajo final de graduación de Licenciatura en Contaduría Pública, Universidad Técnica Nacional]. Recuperado de <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/9ab0e47f-42b7-4fef-b7ec-76f108e39b3e/content>

Mejías, J. D. (2010). *Control de inventarios para la Bodega de Materiales de Proagroin.* [Trabajo final de graduación de Bachillerato en Administración de Empresas, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3173/Control%20de%20Inventarios%20para%20la%20Bodega%20de%20Materiales%20de%20Proagroin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nail., A. (2016). *Propuesta de mejora para la gestión de inventarios de Sociedad Repuestos España Limitada.* [Trabajo de Ingeniero Civil Industrial, Universidad Austral de Chile]. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcin156p/doc/bpmfcin156p.pdf>

Ojeda, R. (2020). *Desarrollo de un modelo de gestión de inventarios enfocado a la cadena de suministro.* [Trabajo de Maestría en Logística y Cadena de Suministro, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/21985/1/1080315237.pdf>

Porras, M. y Barboza, D. (2017). *Diseño de un modelo de gestión de inventarios basado en una técnica de predicción de ventas.* [Proyecto de graduación de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Recuperado de <https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoTEC7395/Details>

Ramírez, N. y Ramos, K. (2016). *Diseño de un sistema de gestión para el control de inventario en la empresa Electrónica Frank "R".* [Tesis de Administrador de

Empresas, Universidad de Cartagena]. Recuperado de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/3989/TESIS%20DE%20GRADO%20DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20GESTI%C3%93N%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20INVENTARIO%20EN%20LA%20EMPRESA%20ELECTR%C3%93NICA%20FRANK%20R.pdf?sequence=1>

Sarkis, M. (2022). *Diseño de un sistema de gestión de inventarios para el grupo Farmahumana*. [Trabajo de Ingeniería Industrial, Universidad Católica Andrés Bello]. Recuperado de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/36726.pdf>

Internet

Amaya, C. (2016). *Diagrama de flujo*. Recuperado de <https://carlosamayavasquez.wordpress.com/2016/03/13/diagrama-de-flujo-2/>

Andreu, I. (2023). *Lean manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?* Recuperado de <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>

Antonucci, I. (s.f.). *Mejora continua: ¿qué es y cómo se implementa? Método kaizen*. Recuperado de <https://www.atlasconsultora.com/mejora-continua/>

AR Racking. (2023). *Sistema EOQ o modelo de Wilson en almacén*. Recuperado de <https://www.ar-racking.com/es/blog/sistema-eoq-o-modelo-de-wilson-en-almacen-gestion-de-stocks/>

Arias, A. (s.f.). *La gestión de la calidad: conceptos básicos*. Recuperado de <https://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10123.pdf>

- Barberá, R. (2018). *Clasificación de Inventarios. Sistema ABC*. Recuperado de <https://www.ipeaformacion.com/logistica/clasificacion-de-inventarios-sistema-abc/>
- Bermúdez, L. (2015). Capacitación: una herramienta de fortalecimiento de las pymes. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, XVI(33), 1-25. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/666/66638602001.pdf>
- Betancourt, D. (2016a). *El cursograma: herramienta del ingeniero industrial*. Recuperado de <https://www.ingenioempresa.com/cursograma/>
- Betancourt, D. (2016b). *El diagrama de Pareto: qué es y cómo se construye*. Recuperado de <https://www.ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>
- Castellano, L. (2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. *3C Tecnología*, 8(1), 30-41. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/30-41>
- Coquinche, E. (s.f.). *Aplicación de las 6S en una agroindustria curso: administración de la calidad*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/slideshow/aplicacion-de-las-6-spptx/257722092>
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M. y Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2(7), 162-16. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733228009.pdf>
- EAE. (2023). *EOQ: el control más sencillo para los inventarios*. Recuperado de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/modelo-eoq-el-control-mas-sencillo-para-los-inventarios/>
- Equipo Editorial Etecé. (2022). *Marco teórico*. Recuperado de <https://concepto.de/marco-teorico/>

- Equipo Ekon. (2020). *Diagrama de procesos y su importancia para tu empresa*. Recuperado de <https://www.ekon.es/blog/diagrama-procesos-empresa/>
- Feria, H., Matilla, M. y Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Revista Didasc@lia*, XI(3). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7692391.pdf>
- Fernández, M. (2023). *Diagrama Ishikawa: ¿qué es y por qué te ayuda a potenciar los procesos de tu negocio?* Recuperado de <https://factorial.mx/blog/diagrama-ishikawa/>
- García, A., Trujillo, Y. y Perdomo, A. (2016). Optimización de estados en la mejora de procesos de software. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 13(2), 9-27. <https://www.redalyc.org/pdf/823/82349540001.pdf>
- Gilibets, L. (2023). *Qué es la metodología kanban y cómo utilizarla*. Recuperado de <https://www.iebschool.com/blog/metodologia-kanban-agile-scrum/>
- González, J. (2023). *Qué es el método poka-yoke y cómo emplearlo*. Recuperado de <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-poka-yoke>
- González, R. (2012). *Poka yoke—diseño a prueba de errores*. Recuperado de <https://www.pdcahome.com/poka-yoke/>
- González, H. y Escobar, C. (2021). Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora de medicamentos. *Lumen Gentium*, 5(2), 119-134. Recuperado de <https://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/LumGent/article/download/361/207>

Gutiérrez, Á., Babativa, Y. y Lozano, I. (2004). Presentación de datos. *Revista Ciencias de la Salud*, 2(1), 65-73. <https://www.redalyc.org/pdf/562/56220111.pdf>

Hernández, L. (2018). *Tipos de gráficas utilizadas en estadísticas*. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa_ixtlahuaco/2018/Estadistica.pdf

Herrera, R. (2020). *Gráfica de pastel. Conoce sus características y cuándo utilizarla*. Recuperado de <https://tudashboard.com/grafica-de-pastel/>

Jara, M. (2017). *El método de las 5S: su aplicación*. Recuperado de <https://www.studocu.com/en-us/document/sofia-university-ca/mind-studies/metodo-de-las-5s-ninguna/36403765>

Laoyan, S. (2024). *Método kaizen: la guía para la mejora continua en las empresas*. Recuperado de <https://asana.com/es/resources/continuous-improvement>

Mantilla, O. y Sánchez, J. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando lean six sigma. *Estudios Gerenciales*, 28(124), 23-43. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232012000300003&script=sci_abstract&tlng=es

Maradiegue, F. (2021). *Beneficios del Value Stream Mapping y cómo implementarlo en la organización*. Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/beneficios-del-value-stream-mapping-y-como-implementarlo-en-la-organizacion-1>

Mariño, C. (2022). *Diagrama de flujo de proceso: qué es, cómo se hace y ejemplos*. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/diagrama-de-flujo-proceso-qu%C3%A9-es-c%C3%B3mo-se-hace-y-ejemplos-mari%C3%B1o>

Marte, C. (2020). *Cómo hacer un Value Stream Mapping (VSM)*. Recuperado de <https://www.ambit-bst.com/blog/c%C3%B3mo-hacer-un-value-stream-mapping-vsm>

Martínez, J. (s.f.). *Control de calidad*. Recuperado de https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/144051/27/Diseno%20y%20fabricacion%20inteligente_Modulo4.6_Control%20de%20calidad.pdf

Mindomo. (s.f.). *Pasos del marco teórico*. Recuperado de <https://www.mindomo.com/es/mindmap/pasos-marco-teorico-573ea32327014163ac56d56d5e4a97e5>

Morillo, D. (2022). *SIPOC: una útil herramienta para definir objetivos y obtener resultados*. Recuperado de <https://www.lean-inn.com/blogs/news/sipoc-una-util-herramienta-para-la-definir-los-objetivos-y-obtener-resultados>

NetLogistik. (s.f.). *¿Qué es un inventario ABC? Ventajas, desventajas y ejemplos*. Recuperado de <https://www.netlogistik.com/es/blog/que-es-un-inventario-abc-ventajas-desventajas-y-ejemplos>

Obando, R. (2024). *Qué es el diagrama de Pareto y cómo hacerlo (+ plantilla y ejemplos)*. Recuperado de <https://blog.hubspot.es/sales/como-hacer-diagrama-pareto>

Ospina, B., Sandoval, J., Aristizábal, C. y Ramírez, M. (2003). La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. *Investigación y Educación en Enfermería*, XXIII(1), 14-29. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105215401002.pdf>

Pierce, A. (2021). *DMAIC: Haz realidad la mejora continua de tus procesos*. Recuperado de <https://blog.icx.co/es/estrategia/dmaic/dmaic-haz-realidad-la-mejora-continua-de-tus-procesos>

Ponce, H. (2006). La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a la Economía*. <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00290.pdf>

Ramírez, A. (2013). *Cuadernillo de ejercicios de diagrama de recorrido y bloques*. Recuperado de <http://www.tesoem.edu.mx/alumnos/cuadernillos/2013.013.pdf>

Riquelme, M. (2016). *FODA: una herramienta esencial para el estudio de la empresa*. Recuperado de <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/3206>

Rodriguez, N. (2024). *Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos*. Recuperado de <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

Safety Culture. (2024). *Paseo por el gemba: significado, proceso y ejemplos*. <https://safetyculture.com/es/temas/gemba-walk/>

Salas, K., Miguél, H. y Acevedo, J. (2017). Metodología de gestión de inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro. *Ingeniare*, 25(2). Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052017000200326

Salazar, B. (2019). *¿Qué es el lean manufacturing?* Recuperado de <https://ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/>

Sanchis, R. (s.f.). *Diagrama de procesos*. Recuperado de <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%C3%B3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Six Sigma Daily. (2018). *What is a Gemba Walk and Why is it Important?* Recuperado de <https://www.sixsigmadaily.com/what-is-a-gemba-walk/>

Solé, A. (s.f.). *Histogramas*. Recuperado de <https://asolengin.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/10/que-es-y-para-que-sirve-un-histograma.pdf>

Tecnológico de Estudios Superiores Chalco. (s.f.). *Manual de prácticas de la asignatura de estudio del trabajo I*. Recuperado de <https://tescha.edomex.gob.mx/sites/tescha.edomex.gob.mx/files/files/Industrial/2024/laboratorios%20de%20metodos/MANUAL%20DE%20PR%C3%81CTICAS%20DE%20ESTUDIO%20DEL%20TRABAJO%20I.pdf>

Troncoso, C. y Amaya, A. (2016). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Revista de la Facultad de Medicina*, 65(2), 329-32. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v65n2/0120-0011-rfmun-65-02-329.pdf>

Trout, J. (s.f.). *DMAIC: una guía completa*. Recuperado de <https://cmc-latam.com/2021/07/21/dmaic-una-guia-completa/>

UNIR. (2022). *¿Qué es un diagrama de flujo?: cómo hacerlo y para qué sirve*. Recuperado de <https://mexico.unir.net/noticias/ingenieria/diagrama-flujo/>

Vázquez, J. (s.f.). *Escala de Likert*. Recuperado de https://www.anahuac.mx/mexico/biblioteca/sites/default/files/inline-files/escala_Likert.pdf