

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA BODEGA  
DE MATERIALES Y MEJORAMIENTO DEL  
SISTEMA DE INVENTARIO DE LA EMPRESA  
CONSTCOM S.A EN EL PRIMER CUATRIMESTRE  
DEL 2024

PROYECTO DE GRADUACION PARA OPTAR  
POR EL BACHILLERATO EN INGENIERIA  
INDUSTRIAL

KEVIN OSVALDO RAMIREZ RAMIREZ

LEONOR MURILLO ALPIZAR

SAN ISIDRO DE HEREDIA, 2024

## ACTA DE APROBACION

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 30/10/2024

Señores:

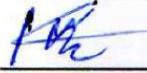
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Kevin Ramírez Ramírez con número de identificación 402230703 autor (a) del trabajo de graduación titulado REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA BODEGA DE MATERIALES Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INVENTARIO DE LA EMPRESA CONSTCOM S.A EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024 presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial ; Si autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

 402230703

Firma y Documento de Identidad

## DECLARACION JURADA

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Kevin Ramirez Ramirez, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 402230703 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Rediseño de la distribución de la bodega de materiales y mejoramiento del sistema de inventario de la empresa Consistem S.A en el primer semestre del 2021

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 9 días del mes de Julio del año dos mil 21.



Firma del estudiante

Cédula 402230703

# ACTA DE APROBACION DEL TUTOR

## CARTA DEL TUTOR

San José, 08 de Julio del 2024

**Departamento de Registro**  
**Escuela de Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Kevin Osvaldo Ramírez Ramírez, cédula de identidad número 4-0223-0703, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado Rediseño de la distribución de la bodega de materiales y mejoramiento del sistema de inventario de la empresa Constcom s.a en el primer cuatrimestre del 2024, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19%
	TOTAL		95%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

**LEONOR  
MURILLO**

**ALPIZAR (FIRMA)**

Firmado digitalmente por  
 LEONOR MURILLO ALPIZAR  
 (FIRMA)  
 Fecha: 2024.07.08 19:12:48  
 -06'00'

**Nombre: Leonor Murillo Alpizar**  
**Cédula identidad N° 1-1080-0184**  
**Carné Colegio Profesional N° IPI-35610**

## ACTA DE APROBACION DEL LECTOR

San José, 01 de Octubre del 2024

Departamento de Servicios Estudiantiles Universidad Hispanoamericana

A quien corresponda

En mi calidad de lectora del proyecto de graduación presentado por la estudiante Kevin Osvaldo Ramírez Ramírez, titulado "REDISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA BODEGA DE MATERIALES Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE INVENTARIO DE LA EMPRESA CONSTCOM S.A EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2024", para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, marco teórico, marco metodológico, diagnóstico, propuestas conclusiones y recomendaciones.

Debido a lo anterior considero que dicho trabajo reúne los requisitos suficientes para ser aprobado.

Atentamente,

JACQUELINE DE LOS ANGELES BRENES GRANADOS (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
JACQUELINE DE LOS ANGELES  
BRENES GRANADOS (FIRMA)  
Fecha: 2024.10.01 22:16:52  
-06'00'

Jacqueline Brenes Granados

Cédula: 7-0138-0274

IPI-27267

## DEDICATORIA

Deseo dedicar este proyecto a mi familia como signo de motivación, perseverancia y superación, como mensaje de agradecimiento por la ayuda brindada de forma directa o indirecta.

Deseo dedicar este proyecto a aquellas personas que están actualmente con incertidumbre sobre su camino de preparación profesional. Que sea de inspiración para que puedan seguir y cumplir su estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer tanto a la compañía Constcom S.A por darme la oportunidad de realizar el proyecto como a las personas que me colaboraron de alguna manera en este tiempo de ejecución, además deseo agradecer por la motivación e inspiración brindada durante los momentos de incertidumbre y agotamiento.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPITULO I</b> .....	17
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO</b> .....	17
<b>1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO</b> .....	18
<b>1.2 IDENTIFICACION DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO</b> .....	19
<b>1.2.1 DESCRIPCION GENERAL DE LA ORGANIZACIÓN</b> .....	20
<b>1.2.2 ANTECEDENTES DEL CONTEXTO DE LA EMPRESA O INSTITUCION</b> .....	25
<b>1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	26
<b>1.3.1 DEFINICION Y MEDICION DEL PROBLEMA</b> .....	26
<b>1.3.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA</b> .....	27
<b>1.4 OBJETIVOS</b> .....	28
<b>1.4.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	28
<b>1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	28
<b>1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES</b> .....	29
<b>1.5.1 ALCANCES</b> .....	29
<b>1.5.2 LIMITACIONES</b> .....	29
<b>CAPITULO II</b> .....	30
<b>MARCO TEORICO</b> .....	30
<b>2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA</b> .....	31
<b>2.1.1 Ingeniería Industrial</b> .....	31
<b>2.1.2 Procesos</b> .....	31
<b>2.1.3 Inventario</b> .....	32
<b>2.1.3.1 Rotación de Inventarios</b> .....	33
<b>2.1.3.2 Costos de inventario</b> .....	34

2.1.3.3 Indicadores .....	35
2.1.5 Gestión de Almacenes .....	37
2.1.5.1 Recepción de Productos .....	38
2.1.5.2 Almacenamiento del material .....	38
2.1.5.3 Alisto de Material .....	38
2.1.5.4 Despacho de material .....	39
2.2.1 Metodología DMAIC .....	39
2.2.2 Entrevista .....	42
2.2.3 Observación Directa .....	43
2.2.4 Check List .....	43
2.2.5 Flujograma .....	44
2.2.6 Diagrama Ishikawa .....	45
2.2.7 5 Porques .....	46
2.2.8 Estudio de tiempos .....	47
2.2.9 Multivoto .....	47
2.2.10 Diagrama Pareto .....	48
2.2.11 Lluvia de Ideas .....	49
2.2.12 Diagrama de Gantt .....	49
2.2.13 Microsoft Excel .....	50
2.2.14 Metodología 5s .....	51
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO .....	51
2.2. ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES .....	55
CAPITULO III .....	57
METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	57
3.1 METODOLOGIA PARA LA DEFINICION DEL PROBLEMA .....	58

<b>3.2 METODOLOGIA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO .....</b>	<b>59</b>
<b>3.3 METODOLOGIA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRACTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO...</b>	<b>60</b>
<b>3.4 METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION .....</b>	<b>62</b>
<b>3.5 METODOLOGIA PARA LA VERIFICACION, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....</b>	<b>63</b>
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>65</b>
<b>ANALISIS DE CAUSAS RAIZ.....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 ENTREVISTA .....</b>	<b>66</b>
<b>4.2 LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO .....</b>	<b>67</b>
<b>4.3 CHECK LIST 5'S.....</b>	<b>69</b>
<b>4.4 FLUJOGRAMA DE PROCESO DE ALISTO .....</b>	<b>72</b>
<b>4.5 DIAGRAMA ISHIKAWA.....</b>	<b>74</b>
<b>4.6 5 PORQUES.....</b>	<b>77</b>
<b>4.7 ESTUDIO DE TIEMPOS.....</b>	<b>80</b>
<b>4.8 MULTIVOTO.....</b>	<b>83</b>
<b>4.9 DIAGRAMA DE PARETO.....</b>	<b>85</b>
<b>4.10 CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>88</b>
<b>DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION.....</b>	<b>88</b>
<b>5.1 LLUVIA DE IDEAS .....</b>	<b>89</b>
<b>5.2 DIAGRAMA DE GANTT .....</b>	<b>90</b>
<b>5.3 DISEÑO DE HERRAMIENTA DE CONTROL DE INVENTARIO.....</b>	<b>92</b>
<b>5.4 METODOLOGIA 5'S .....</b>	<b>94</b>
<b>5.4.1 Seiri (Organizar) .....</b>	<b>94</b>

	11
5.4.2 Seiton (Ordenar).....	94
5.4.3 Seiso(Limpiar) .....	95
5.4.4 Seiketsu(Estandarización).....	95
5.4.5 Shitsuke(Disciplina).....	96
5.5 CHECK LIST 5'S.....	96
5.6 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	99
5.7 CHECK LIST DE PROCESOS .....	101
5.8 ANALISIS DE COSTOS .....	103
CAPITULO VI.....	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN.....	107
6.1 CONCLUSIONES.....	108
6.2 RECOMENDACIONES.....	109
CAPITULO VII.....	110
BIBLIOGRAFIA.....	110
7.1 BIBLIOGRAFIA.....	111
CAPITULO VIII.....	114
APENDICES.....	114
8.1 CUESTIONARIO .....	115
8.2 OBSERVACIÓN DIRECTA.....	117
8.3 CHECK LIST .....	121
8.4 ROTULADO .....	122

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de Constcom S.A.....	20
<b>Figura 2.</b> Organigrama empresarial de Constcom S.A .....	21
<b>Figura 3.</b> Servicio de cableado estructurado de redes con cable UTP.....	22
<b>Figura 4.</b> Servicio de Fusión de Fibra óptica Multimodo.....	22
<b>Figura 5.</b> Servicio se Fusión de Fibra óptica Monomodo.....	23
<b>Figura 6.</b> Servicio de instalación de sistemas eléctricos baja tensión.....	23
<b>Figura 7.</b> Servicio de instalación de sistemas eléctricos baja tensión.....	25
<b>Figura 8.</b> Matriz de selección de soluciones .....	41
<b>Figura 9.</b> Esquema de etapa de metodología DMAIC .....	42
<b>Figura 10.</b> Ejemplo de Diagrama de Flujo .....	45
<b>Figura 11.</b> Ejemplo de Diagrama Ishikawa .....	46
<b>Figura 12.</b> Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	49
<b>Figura 13.</b> Ejemplo de Diagrama de Gantt .....	50
<b>Figura 14.</b> Flujograma Proceso de Alisto.....	73
<b>Figura 15.</b> Flujograma Proceso de Alisto.....	76
<b>Figura 16.</b> 5 Porques.....	78
<b>Figura 17.</b> Fórmula para tamaño de la muestra en población infinita. ....	81
<b>Figura 18.</b> Plantilla de priorización de causas potenciales.....	84
<b>Figura 19.</b> Diagrama de Gantt.....	91
<b>Figura 20.</b> Plantilla de gestión de Inventario.....	92
<b>Figura 21.</b> Plantilla de gestión de Inventario.....	93
<b>Figura 22.</b> Etiquetas para Rotulación de Estanterías.....	95
<b>Figura 23.</b> Planilla check list de procesos.....	103

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Cantidad de material por categoría.....	69
<b>Gráfico 2.</b> Resumen de puntos obtenidos por área .....	71
<b>Gráfico 3.</b> Diagrama de Pareto Clasificación de las causas. ....	86
<b>Gráfico 4.</b> Resumen de puntos obtenidos por área. ....	97
<b>Gráfico 5.</b> Comparación situación inicial vs situación final.....	99
<b>Gráfico 6.</b> Comparativo estudio de tiempos.....	101

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Metodología para la definición del problema .....	58
<b>Tabla 2.</b> Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto .....	60
<b>Tabla 3.</b> Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de una nuevo proceso, producto o servicio. ....	61
<b>Tabla 4.</b> Metodología para la Implementación .....	62
<b>Tabla 5.</b> Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados .....	64
<b>Tabla 6.</b> Estimación del costo mensual por proceso de alisto .....	67
<b>Tabla 7.</b> Tabla Resumen de puntos obtenidos según check list. ....	70
<b>Tabla 8.</b> Tiempos del proceso de alisto de la Compañía: Constcom S.A .....	80
<b>Tabla 9.</b> Datos para fórmula de tamaño de muestra. ....	81
<b>Tabla 10.</b> Toma de tiempos ajustada a la muestra. ....	82
<b>Tabla 11.</b> Datos obtenidos a partir del multivoto .....	85
<b>Tabla 12.</b> Soluciones propuestas según 5 porques.....	89
<b>Tabla 13.</b> Resumen de puntos obtenidos según check list después de implementación de metodología 5's.....	97
<b>Tabla 14.</b> Resultados comparativos 5's. ....	98
<b>Tabla 15.</b> Estudio de Tiempos.....	100
<b>Tabla 16.</b> Datos para fórmula de tamaño de muestra. ....	100
<b>Tabla 17.</b> Análisis de costos. ....	104
<b>Tabla 18.</b> Análisis de Beneficio. ....	105
<b>Tabla 19.</b> Inversión vrs Ahorros generados.....	105
<b>Tabla 20.</b> Porcentaje de Implementación de las propuestas .....	106
<b>Tabla 21.</b> Soluciones recomendables .....	106

## ACRONIMOS Y SIGLAS

PYME: Pequeña y mediana empresa.

DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar.

CCTV: Circuito cerrado de televisión.

UTP: Unshielded Twisted Pair

GAM: Gran area Metropolitana

Cat6: Categoría 6

Cat6A: Categoría 6<sup>a</sup>

6H: 6 Hilos

12H: 12 Hilos

IRA: Inventory Record Accuracy

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se realizó en la compañía Constcom S.A la cual se centra en la prestación de servicios referentes al mercado de telecomunicaciones, compréndase esto último como servicios de cableado estructurado abarcando desde sistemas eléctricos hasta cableado de red y fibra óptica.

Para el desarrollo del proyecto se identifican una serie de problemáticas en la administración de la bodega y el inventario como la duración de tiempo más prolongado en el proceso de alisto, desacomodo y suciedad en la bodega, descontrol del inventario y desecho de materiales deteriorados.

Durante la ejecución del proyecto se aplicaron diversas herramientas en las diferentes etapas de la metodología DMAIC se logró detectar las causas raíz de las problemáticas entre las más importantes se encontró la omisión de una herramienta de control de inventario y la ausencia del uso de la metodología 5's.

Como parte de las soluciones se diseñó una herramienta basada en Microsoft Excel para el control del inventario, la misma permite llevar registro de entradas, salidas, registro de nuevos productos, localizaciones, unidades existencias y generación de pedidos. Adicionalmente se implementó la metodología 5's para colaborar con la redistribución de la bodega, el orden y aseo, rotulación y estandarización de almacenamiento del material.

Se obtuvieron mejoras como una reducción del 48% en el tiempo de alisto de materiales, estandarización en el proceso de almacenado del material ya que se seccionó el material por categorías y se fortaleció el orden y aseo.

Adicionalmente con la herramienta de control del inventario ahora se puede tener mejor administración y conocimiento sobre el material existente. Por último se puede obtener un ahorro económico a partir de la reducción en el tiempo de alisto de ¢18.485.94 mensuales a partir de la implementación.

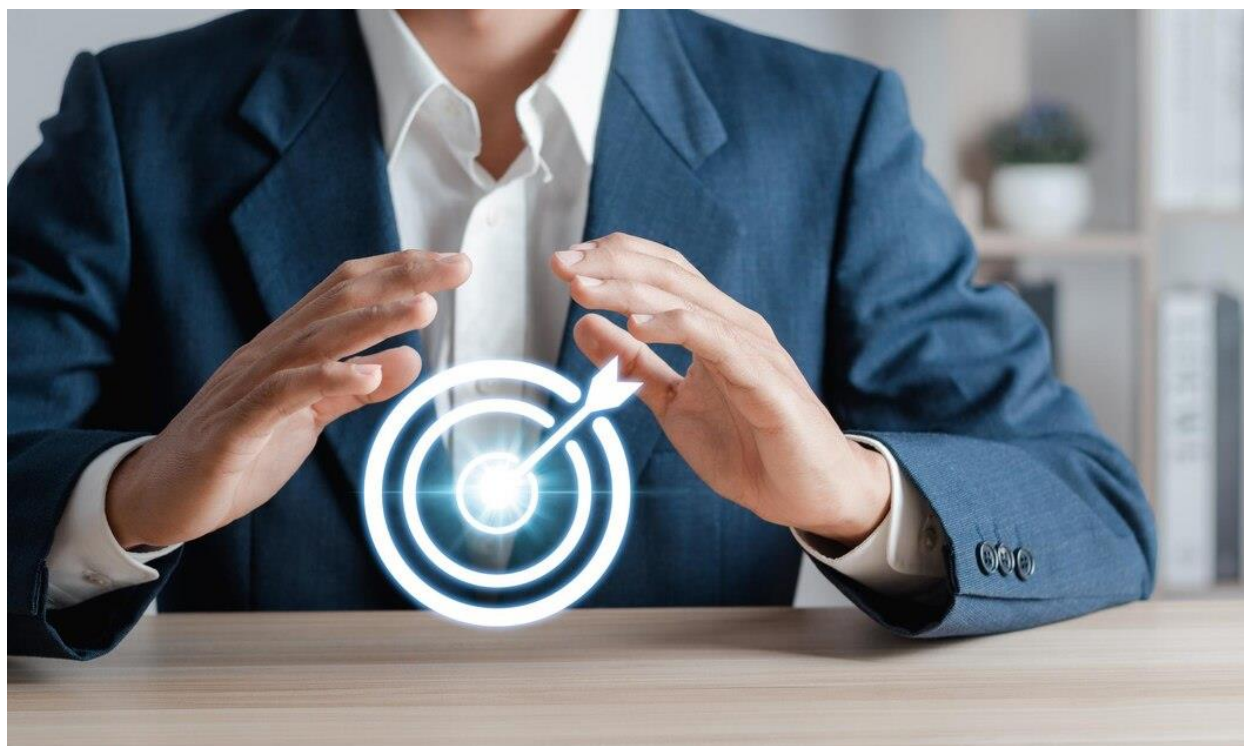
**CAPITULO I**

**PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

## 1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

La compañía Constcom S.A es una PYME la cual se fundó en el año 2000 por Héctor Ramírez Arguello, en el mercado específicamente de telecomunicaciones, el cual siempre se encuentra en constante actualización, con el objetivo de brindar soluciones corporativas a las empresas del sector público y privado.

La compañía se dedica a ofrecer servicios como instalación de cableado de red ya sea para puestos de trabajo o pu



ntos de acceso (WI-FI), instalación de enlaces inalámbricos, enlaces de fibra óptica, sistemas eléctricos, control de acceso, instalación de sistemas contra incendio y sistemas de CCTV.

En la ejecución de alguno de los servicios se utiliza material que al finalizar el proyecto los materiales sobrantes son guardados en la bodega de la empresa, y que serán utilizados para nuevos proyectos.

El problema actual radica en el hecho de que la empresa no cuenta con un sistema de inventario para poder llevar el control de este en entradas, salidas y unidades existentes. Adicionalmente, existe una deficiencia del diseño de la bodega, esta complicación hace

que los procesos de alistado o bien chequeo de material se demoren más tiempo de lo esperado.

Por consiguiente, la elaboración del proyecto consta utilizar la metodología DMAIC la cual comprende etapas como definir, medir, analizar, implementar y controlar. Adicionalmente poder utilizar diversas herramientas que faciliten la recolección de datos en las etapas de definir y medir, también poder analizar la información obtenida para poder proponer soluciones que mitiguen las problemáticas e implementar y controlar las soluciones planteadas.

Con este proyecto se plantea una propuesta en el diseño del área de bodega y control sobre el inventario actual para reducir los tiempos en los cuellos de botella en los procesos anteriormente mencionados.

La línea de investigación que se desarrolla en el presente proyecto se basa en las operaciones industriales que promueven la optimización procesos, localización y diseño de instalaciones, distribución de espacios, optimización de la productividad y estandarización de las operaciones.

## **1.2 IDENTIFICACION DE LA ORGANIZACIÓN EN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO**

La empresa Constcom S.A se estableció en el año 2000 con dos trabajadores inicialmente, en el mercado de telecomunicaciones en donde había gran oportunidad de crecimiento, debido a que no existía mucha competencia, al tiempo se conformó de 20 empleados operativos, dos personas administrativas y dos personas encargadas de proyectos. Al pasar de los años la empresa fue disminuyendo su personal manteniendo el personal requerido para solventar los proyectos y subcontrata mano de obra necesaria para el desarrollo de otros, debido a que la competencia aumenta al pasar de los años y es más complicado poder mantener personal operativo.

La empresa Constcom S.A es una sociedad anónima que se desempeña en el mercado de telecomunicaciones por lo tanto, ofrece una variedad de soluciones corporativas que van desde servicios eléctricos hasta enlaces de fibra óptica.



distribución de fibra óptica, material en general por medio de la reventa del producto a razón de la dificultad de los clientes para poder obtener dichos materiales.

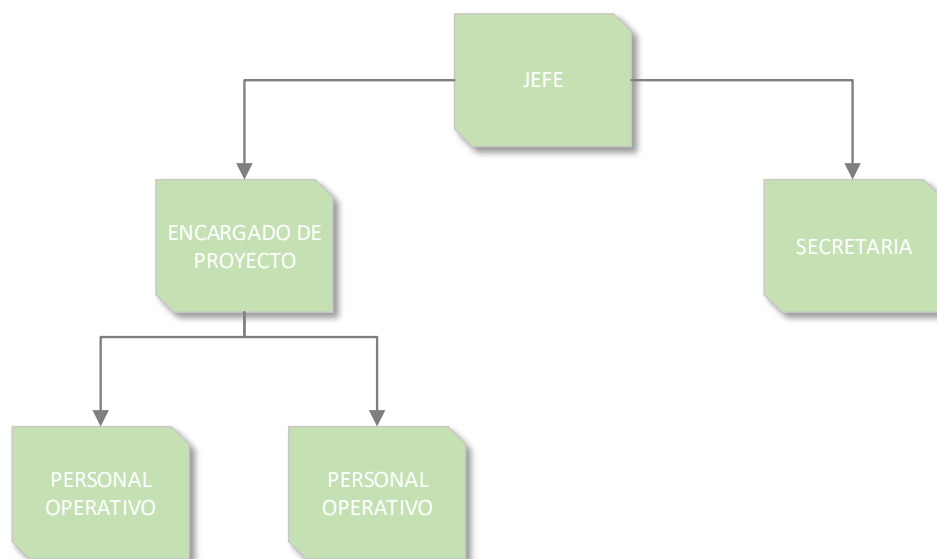
La empresa tiene la siguiente visión y misión:

**Misión:** Brindar soluciones empresariales, en el área de telecomunicaciones que solventen los diversos requerimientos de los clientes, a través de la comunicación, acompañamiento y profesionalismo.

**Visión:** Consolidarse en el territorio nacional y en el mercado de telecomunicaciones como empresa competitiva, proveedora de soluciones informáticas que favorezcan a consolidar la gestión de datos interna de nuestros clientes.

Constcom es una PYME la cual está conformada actualmente por 5 personas las cuales se distribuyen en el jefe, secretaria y personal operativo. En caso de requerir personal, se contrata por el tiempo de duración del proyecto como anteriormente se menciona.

**Figura 2.** Organigrama empresarial de Constcom S.A



*Fuente: Creación propia, información obtenida de la empresa*

Como parte de los servicios que ofrece la empresa, los que tienen mayor demanda se encuentra: el servicio de cableado estructurado el cual se puede observar en la figura 3;

el cual se basa en la instalación de cableado de red para brindar conectividad interna a los negocios.

**Figura 3.** *Servicio de cableado estructurado de redes con cable UTP.*



*Fuente: Imagen propia del servicio de Instalación de Cableado de red*

Los servicios de fusión de fibra óptica es el de mayor demanda ya que es una tecnología bastante eficiente y ofrece conectividad a altas velocidades, de tal forma que los clientes pueden interconectar diferentes áreas de sus negocios con una conexión estable a través de los pulsos de luz. Se puede observar en las figuras 4 y 5.

**Figura 4.** *Servicio de Fusión de Fibra óptica Multimodo.*



*Fuente: Imagen propia del servicio de Fusión de Fibra óptica*

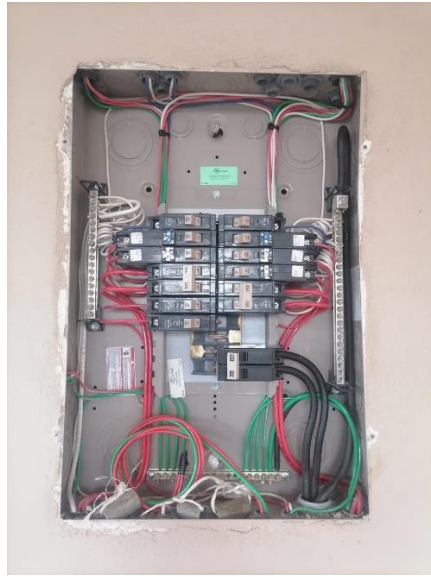
**Figura 5.** Servicio de Fusión de Fibra óptica Monomodo.



*Fuente: Imagen propia del servicio de Fusión de Fibra óptica.*

Como tercer servicio con mayor recurrencia se encuentra los servicios de instalación de sistemas eléctricos, estos comprenden toda conexión eléctrica que se requiera para poder alimentar uno o varios equipos eléctricos y/o electrónicos, basado en baja tensión, un ejemplo se puede observar en las figuras 6 y 7.

**Figura 6.** Servicio de instalación de sistemas eléctricos baja tensión.



*Fuente: Imagen propia del servicio de instalación de sistemas eléctricos baja tensión*

**Figura 7.** Servicio de instalación de sistemas eléctricos baja tensión.



*Fuente: Imagen propia del servicio de instalación de sistemas eléctricos baja tensión*

## **1.2.2 ANTECEDENTES DEL CONTEXTO DE LA EMPRESA O INSTITUCION**

La compañía Constcom S.A se estableció como en el territorio nacional en el 2001 como una empresa dedicada a ofrecer servicios en el área de telecomunicaciones, la empresa opera tanto dentro como fuera del GAM, para el sector privado y público, inicio con pocos clientes, pero debido a la oportunidad de crecimiento a raíz de la poca especialización en el tema, creció con gran impulso obteniendo así, un número de clientes y más experiencia, abarcando mayor cantidad del mercado.

Inicialmente ofreció servicios de sistemas eléctricos en baja tensión, cableado de redes informáticas, enlaces inalámbricos siendo estos los enlaces entre dos antenas para poder comunicar dos áreas en largas distancias, enlaces de fibra óptica tanto internos como externo, refiriéndose este último el tendido en postes. Para entonces la fibra óptica empezaba a formar parte del desarrollo tecnológico del país por lo que hubo gran oportunidad de especialización en el tema. Al paso de los años la tecnología avanza exponencialmente por lo que actualizarse en el mercado es vital para mantenerse en pie como empresa; por lo que entonces Constcom S.A dio comienzo a nuevos servicios

como lo son sistemas de redes inalámbricas, sistemas contra incendio, controles de acceso y venta de producto, esto le dio gran impulso a la compañía a crecer. Actualmente Constcom ha reducido su cantidad de colaboradores a 4 en total contemplando el área administrativa y operativa; lo ha hecho con el fin de contratar o subcontratar la mano de obra en proyectos cuando es requerido y no mantener personal fijo cuando existe poca afluencia de proyectos para reducir costos.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1 DEFINICION Y MEDICION DEL PROBLEMA**

La empresa cuenta con una bodega destinada al almacenamiento de materiales nuevos y/o materiales sobrantes provenientes de proyectos anteriores, del cual no se conoce el inventario real y tomaría mucho tiempo revisarlo y no se destinan recursos a realizarlo, por razones de tiempo y falta de recursos económicos por lo que al momento de cotizar proyectos nuevos se procede a la adquisición del material nuevo, lo que sucede es que sí existe material en inventario y este último queda rezagado en la bodega, por el tiempo de almacenamiento se oxida y/o se deteriora, como consecuencia se debe desechar, el personal lo ha desechado y no han llevado registro del valor monetario.

Durante la ejecución del proyecto se presentan cambios o temas no contemplados ya sea por necesidad del cliente o por alguna dificultad que presenta el lugar en el momento de ejecución del trabajo y que no se observó anteriormente, sea requerido nuevo material. El mismo se alista el día siguiente por la mañana cuando los colaboradores se presentan en la oficina y proceden a buscar el material requerido, en este punto lo indicado es que dependiendo de la cantidad de material va relacionado a la cantidad de tiempo necesario.

El problema radica en que por lo general se demora un promedio de 30 min alistando el material, lo cual se traduce en demora para el traslado al sitio del proyecto y por consecuencia menor cantidad de horas activas en desarrollo del trabajo y por consiguiente, más tiempo operativo para completar el proyecto y por ende menos ganancia económica, Según refiere el dueño de la compañía esta situación se da frecuentemente durante las semanas a un promedio de 3 veces por semana. Además de que los proyectos están planificados para completarse en un tiempo definido y

sobrepasar este plazo podría incurrir en una baja reputación con los clientes y las pérdidas económicas por los atrasos rondan los ₡39.000 colones lo cual contempla el costo del día laboral de los colaboradores.

Para finalizar, al completar un proyecto es natural que siempre existan sobrantes de material, por ende este último se traslada a la bodega de la empresa y se coloca dentro de la misma sin clasificación u orden alguno, este detalle forma un problema de orden y clasificación del material sobrante que sirve como disparador para que se repite el primer problema mencionado al inicio de un nuevo proyecto y el único momento en el cual se destinan recursos para ordenar la bodega es únicamente cuando existe poca ejecución de proyectos, recalcando que la empresa es una pyme por lo que no posee los recursos económicos para poder contratar personal encargado de inventarios.

### **1.3.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA**

El problema descrito anteriormente de igual manera tiene un impacto económico en la rentabilidad de la empresa; existe la limitación de que la empresa por ser una empresa PYME, no posee un registro de datos históricos.

Cada 3 meses o cuando existe poca afluencia de trabajo se destinan recursos al aseo de la bodega y cada vez que se realiza esta tarea se desecha gran cantidad de material debido al deterioro que según estimaciones del dueño debido a que no existen registros históricos pueden rondar los ₡120000 colones anuales.

La mejora de las dificultades que está presentando la compañía le brindaría no solo una mayor eficiencia en sus procesos de alisto de materiales, sino también un mejor manejo del inventario, una mejor administración sobre las existencias de materiales, un mejor conocimiento sobre entradas y salidas del material, es decir un mayor control sobre esta inversión que al final tiene un costo económico para la empresa. Además un mejor aprovechamiento del tiempo y un mejor avance en el uso de herramientas tecnológicas, que a corto plazo les brindará las mejoras anteriormente mencionadas pero a largo plazo les podrá brindar una mejor toma de decisiones en el control del inventario.

El poder contrarrestar las deficiencias que se presentan actualmente va en función de beneficiar a todos los miembros de la empresa Constcom, por la reducción de tiempo y

costo en desperdicios, por el control del inventario para asegurar que se tenga las existencias necesarias para la ejecución de los proyectos y que el proceso de alisto de materiales se realice de una forma efectiva.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Brindar una propuesta de mejora sobre el sistema de gestión de inventario y la distribución de almacenamiento del material de la bodega mediante la metodología DMAIC que permita la mejora del margen de ganancia de los proyectos, reducción de desperdicios de material y aumento de la eficiencia en el proceso de alisto en la empresa Constcom S.A en el primer cuatrimestre del 2024.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la bodega de almacenamiento de materiales de la empresa Constcom S.A
- Examinar los proceso de alisto e ingreso de materiales a la bodega para la obtención de datos para la toma decisiones que sirva de parámetro para la evaluación de la mejora.
- Efectuar un análisis de la información recolectada para la obtención de las causas raíz del problema a tratar.
- Establecer oportunidades de mejora a partir del análisis que mitiguen la causa raíz del problema.
- Poner en marcha una herramienta basada en Microsoft Excel con la cual pueda sobrellevar un control de inventario más actualizado y controlado del material existente
- Implementar un proceso de 5s que colabore con el control y estandarización del espacio físico.
- Establecer un método de control de que permita la estandarización y seguimiento periódico.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1 ALCANCES**

El presente proyecto se llevará a cabo en la empresa Constcom S.A, la cual está ubicada en San Isidro de Heredia, en el primer cuatrimestre del 2024, específicamente en la bodega de almacenamiento de materiales en el proceso de alisto de materiales.

### **1.5.2 LIMITACIONES**

Inicialmente se presenta un obstáculo ya que la compañía al igual que muchas otras, no posee un registro de datos históricos con los cuales se pueda trabajar, como tiempos de procesos, cantidad de desperdicios, información sobre materiales nuevos ingresados o despachados, por lo tanto, es una dificultad que vuelve el proyecto más demandante y se debe empezar a tomar tiempos de procesos para poder tener una base sobre la cual trabajar.

Por otro lado al ser una PYME no se invierten recursos en publicidad, definición de bases administrativas como lo es misión, visión, organigramas por lo que se tuvo que empezar por la creación de estos, además las imágenes adjuntadas a lo largo del presente documento son creaciones propias o evidencias de los trabajos realizados por los operarios.

**CAPITULO II**  
**MARCO TEORICO**

## **2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

El presente documento se fundamentó con conceptos como: Ingeniería Industrial, DMAIC, Control de inventario, 5's, entre otros, esto debido a que el proyecto se basa en el uso de herramientas para el aprovechamiento del tiempo, la optimización del espacio físico y el manejo de material.

### **2.1.1 Ingeniería Industrial**

La Ingeniería Industrial es una ciencia multidisciplinaria que abarca distintos ambientes de trabajo, desde empresas de servicios, empresas de logística, y plantas de producción; utilizando recolección y análisis de datos para resolución de problemáticas que se presentan en las diversas compañías.

La **Ingeniería Industrial** es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios.(Salazar Lopez, 2019)

Además según Blanca Carballo (2023) menciona que “ En esta profesión se forman expertos en 5 áreas diferentes como lo son materiales y proceso de manufactura, procesos productivos, almacenamiento e ingeniería de producto, competitividad manufacturera, diseño de sistemas de manufactura y simulación”

Mas sin embargo la Ingeniería Industrial contempla sistema de inventario para el cantidades, sobrantes, rotación de inventario, puntos de reorden óptimos, diseño, flujo de mercadería, entre otros temas.

### **2.1.2 Procesos**

Un proceso puede definirse simplemente como la operación o las operaciones utilizadas en el tratamiento del material. (Pearson, 2021)

Adicionalmente, los procesos no solo aplican para el tratamiento de material como lo es en el caso de plantas de manufactura y/o inventario sino también en una compañía de

servicios. Según sea el caso la interacción homogénea y de manera eficiente es vital para los procesos.

Otra definición de proceso en el ámbito de ingeniería industrial según (Salazar Lopez, 2019) menciona que:

Un proceso es comprendido como todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso. Desde una perspectiva general se entiende que el devenir de un proceso implica una evolución en el estado del elemento sobre el que se está aplicando el mismo hasta que este desarrollo llega a su conclusión.

### **2.1.3 Inventario**

En una empresa de manufactura o de logística destinan recursos para almacenamiento de un activo llamado inventario, Render (2024) define el inventario como “El inventario es cualquier recurso almacenado que se usa para satisfacer una necesidad actual o futura.” (Render B. Stair, R. M. J., Hanna, M. E., Hale, T. S., 2024, p. 189)

Como menciona Render, el inventario contempla la materia prima que utilizara una empresa de manufactura para poder elaborar un producto final o bien una compañía de servicios contempla el material para poder brindar dichos servicios que ofrece.

El Control del inventario es fundamental para estas empresas que poseen inventario guardado. Tener un control sobre este activo tendrá más conocimiento sobre cantidades existentes, movimientos del material, cuanto material ingreso, cuanto material se despachó y cuando se despachó, además de saber mantener un stock adecuado para que por un lado se pueda suplir las demandas y por otro lado no tener muchas cantidad de inventario ya que si el inventario es perecedero, se podrá convertir en desperdicio si alcanza su fecha de caducidad, por lo tanto, los beneficios de tener un correcto control de inventario son bastantes y los resultados negativos por falta de este último podrían convertirse en perdidas monetarias con bastante valor.

Por último, Render B. Stair, R. M. J., Hanna, M. E., Hale, T. S. (2024) establece que:

Todas las organizaciones cuentan con algún tipo de sistema de planeación y control de inventarios. Un banco tiene métodos para controlar su inventario de efectivo. Un hospital dispone métodos para controlar el suministro de sangre y otros artículos importantes. Los gobiernos estatal y federal, las escuelas y prácticamente todas las organizaciones de manufactura y producción se preocupan por la planeación y el control del inventario. Estudiar cómo controlan su inventario las organizaciones es equivalente a estudiar cómo logran sus objetivos al suministrar bienes y servicios a sus clientes. (p. 189-190)

Con respecto al inventario existe varias categorías que dividen los inventarios, algunas son:

- **Inventario de demanda independiente:** el origen de la demanda se da en fuentes ajenas a la organización, representadas por un cliente externo y el inventario se conforma por producto terminado, listo para la venta.
- **Inventario de demanda dependiente:** la demanda está directamente subordinada a decisiones internas de la compañía.

#### **2.1.3.1 Rotación de Inventarios**

La rotación de inventarios es un KPI muy utilizado en la gestión de inventarios consta el número de veces que un productos debe ser sustituido durando un periodo determinado, normalmente un año.

Este KPI refleja la eficacia de la cadena de suministros desde el proveedor hasta el cliente y se puede utilizar para en diversos tipos de inventarios como materiales, provisiones, productos terminados o productos en curso.

La rotación de inventarios se calcula utilizando el costo de productos vendidos entre el promedio del inventario y se puede interpretar entre rotación de inventario baja que se relaciona usualmente con exceso de inventario, costos elevados de almacenaje, producto muerto o sin movimientos y rotación de inventario alta se relaciona con positividad, es decir, los productos se venden con mayor frecuencia y se puede saber cuáles podrían ser los productos estrella o de mayor ganancia.

### 2.1.3.2 Costos de inventario

Los costos de inventario de un almacén o empresa están conformados por diversos costos. Estos costos pueden ser fijos o variados según la naturaleza de empresa o de los productos. Algunos ejemplos de costos según Jacobs, F. R. (2022) son:

1. **Costos por mantener (o conservar) inventario.** Esta amplia categoría incluye los costos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, robos, roturas, obsolescencia, depreciación, impuestos y el costo de oportunidad del capital. Por supuesto, los altos costos por mantener inventario tienden a favorecer los bajos niveles de existencias y el reabastecimiento frecuente.
2. **Costos de preparación (o de cambio de producción).** La elaboración de cada producto diferente implica obtener los materiales necesarios, organizar las configuraciones específicas de los equipos, completar los documentos que se requieran, asentar el tiempo y los materiales de manera adecuada, y mover el inventario de material anterior.

Si no hubiera costos o pérdida de tiempo cuando se realizan los cambios de un producto a otro, se producirían muchos lotes pequeños. Esto reduciría los niveles de inventario, con el consiguiente ahorro de costos. Un desafío actual es tratar de reducir estos costos de preparación para permitir tamaños de lote más pequeños. (Este es el objetivo de un sistema JIT).

3. **Costos de pedido.** Estos se refieren a los costos administrativos y burocráticos por preparar la orden de compra o de producción. Los costos de pedido incluyen todos los detalles, como el conteo de artículos y el cálculo de las cantidades de pedido. Los costos asociados con el mantenimiento del sistema necesario para realizar un seguimiento de las órdenes también se incluyen en los costos de pedido.
4. **Costos de escasez.** Cuando las existencias de un artículo se agotan, cualquier pedido de ese artículo debe esperar hasta que se reponga el inventario o se debe cancelar. Cuando no se satisface la demanda y se cancela el pedido, se dice que hay desabastecimiento. Un pedido pendiente es cuando el pedido se retiene y se completa en una fecha posterior, cuando ya se repuso el inventario del artículo.

Existe una compensación entre el almacenamiento de existencias para satisfacer la demanda y los costos resultantes de los desabastecimientos y los pedidos pendientes. En ocasiones, este balance es difícil de obtener porque es posible que no se puedan estimar las utilidades perdidas, los efectos de los clientes perdidos, o las multas por demora. Con frecuencia, el costo de escasez es poco más que una conjetura, aunque por lo general es posible especificar un rango para tales costos. (p.567).

### 2.1.3.3 Indicadores

- **Stock Promedio:** Hace referencia al volumen medio de unidades que se almacenan en la instalación durante un periodo establecido.
- **Stock Optimo:** Es la cantidad exacta que un almacén necesita para suplir la demanda sin que se produzca un faltante de stock.
- **Contracción de Inventario:** Es la diferencia que existe entre las unidades físicas de inventario y las unidades registradas en el sistema de inventario.
- **Promedio de perdida de stock:** Es el inventario que se pierde o queda obsoleto por razones de robo, deterioro u otras causas.

### 2.1.4 Logística

La logística consiste en la planeación, coordinación, transporte de bienes, productos o servicios los cuales son negociados entre las compañías.

Según García, E. 2018, la logística se puede diferenciar entre logística interna y externa y la define de la siguiente manera:

Logística interna. Comprende todos los procesos que tienen lugar dentro de la propia empresa: actividades de suministro (recepción de mercancías), fabricación (empresas industriales), almacenamiento, etc. En función del stock, se organizan el espacio de almacenamiento y los tiempos de fabricación y reaprovisionamiento.

Logística externa. Interviene en la coordinación de las actividades de la empresa con los proveedores, las empresas de transporte y los distribuidores para lograr que la mercancía esté en el punto exacto en el tiempo establecido. (p. 7)

Basándose en lo mencionado anteriormente se puede entender de mejor manera la decisión de logística, pero aún más del significado la logística abarca costos de almacenamiento, transportes, procesos de envío, coordinación, entre otros si se tiene un aliado logístico el cual administre los productos.

La logística se puede apreciar desde la empresa más pequeña transportando productos localmente hasta empresas con envíos transnacionales por medios terrestres, aéreos o marítimos.

Dentro de la logística podemos encontrar los ciclos logísticos los cuales comprenden se pueden ver en empresas comerciales, industriales, mayoristas, minoristas y abarca tres distintas etapas

- Ciclo Logístico de aprovisionamiento: Es el ciclo que abarca el aprovisionamiento de materia prima del proveedor a la compañía.
- Ciclo Logístico de distribución: Se encarga de la distribución de la empresa fabricante hacia los distribuidores, almacenes o puntos de venta.
- Ciclo Logístico inverso: Comprende toda la logística de recibimiento de mercadería por devoluciones.

Dentro de la logística se encuentran indicadores de calidad que se pueden utilizar para la toma de decisiones, para medir el desempeño y aporta la posibilidad de marcar la diferencia respecto a la competencia.

De acuerdo con García, E., Aymerich, D., Sisteró, J., Turbau, J.(2018) explica los siguientes indicadores.

- **Indicador de fiabilidad en las entregas:** Devuelve el porcentaje de pedidos entregados sin errores por falta de stock.

$$I = (\# \text{ de pedidos sin errores} / \# \text{ de pedidos totales}) * 100$$

Cuanto más se aproxime a 100 este indicador, mejor será la calidad del servicio de pedidos, lo que se traducirá en una mayor satisfacción de los clientes

- **Indicador de entrega en plazo:** Este indicador brinda un porcentaje de pedidos servidos en el tiempo establecido sin retrasos, se calcula de la siguiente manera.

$$I = (\# \text{ de pedidos a tiempo} / \# \text{ de pedidos totales}) * 100$$

Cuanto más se aproxime a 100 este indicador, mayor será la satisfacción del cliente, quien podrá cumplir con sus propios pedidos sin sufrir roturas de stock

- **Indicador cualitativo de la mercancía:** Brinda el porcentaje de unidades entregadas en buen estado sin devoluciones. Se calcula de la siguiente manera:

$$I = (\text{unidades servidas en buen estado} / \text{unidades totales servidas}) * 100$$

Cuanto más se aproxime a 100 este indicador, mejor será la calificación del proveedor, y más fuerte y duradera, su relación con el cliente, ya que asegura la calidad del pedido servido

- **Índice de rechazo:** Provee el porcentaje de los pedidos rechazados o devueltos por calidad, stock, error de producto, etc y se calcula de la siguiente manera:

$$I = (\# \text{ de devoluciones de compras} / \text{compras anuales}) * 100$$

Cuanto mayor sea este indicador, mayor será la desconfianza hacia el proveedor.

Conviene buscar un proveedor distinto que garantice un servicio correcto.

### 2.1.5 Gestión de Almacenes

La gestión de almacenes es la administración de los bienes, productos, materiales, etc que se encuentran almacenados en una bodega o en un almacén con el fin de poder responder ante la demanda.

Los productos, materiales o bienes entran al almacén, se almacenan y luego se despachan según lo demandado. Para poder comprender dentro de un almacén se realizan varias funciones como:

- Recepción de los productos
- Proceso de control de calidad
- Control del inventario de los productos almacenados
- Uso de buenas prácticas de almacenamiento
- Alisto de materiales
- Despacho de materiales
- Costos de almacenamiento

### **2.1.5.1 Recepción de Productos**

En la Recepción de los productos al almacén es de suma importancia poder tener una proyección del productos que se va a recibir para poder contemplar si existe espacio físicos en el cual se pueda guardar.

Al recibir el material se realiza un control documental, lo cual de trabaja de manera distinta según los métodos de las compañías. Algunas funciones que se realizan en la recepción de productos son:

- Control documental
- Descarga del material
- Control cuantitativo y cualitativo
- Aplicación del material recibido al software gestor de inventario de la compañía

### **2.1.5.2 Almacenamiento del material**

Dentro del almacenamiento de la mercancía recibida es importante establecer los estándares de almacenamientos, estos van ligados al tipo de producto que se está almacenando, ya sea productos químicos, líquidos, perecederos o no perecederos; también por la demanda o la naturaleza de la empresa.

Algunas formas de clasificar el material son:

- ABC: consiste en categorizar y acomodar los materiales en función del movimiento del producto siendo los productos A los que más se utilizan o mayor demanda y los C los que menos se utilizan o menor demanda
- Alpha, Beta Gamma: Consiste en categorizar los materiales según su calidad o impacto, ya sea los productos Alpha como los productos de mayor valor, Beta los y gamma como los productos de menor valor.
- Por tipo de producto: Consiste en almacenar los productos según su tipo o propósito.

### **2.1.5.3 Alisto de Material**

Se define como el proceso mediante el cual se selecciona material de los espacios establecidos, ya sean tarimas, estanterías, racks entre otros para después ser organizados y embalados para los respectivos compradores y/o clientes. Es importante

poder contar con algún método de verificación que ayude a eliminar errores cuantitativos de materiales.

La eficiencia o el nivel de productividad de esta etapa esta estrictamente relacionada a la manera de almacenar los productos y entre mayor sea la productividad, mayor demanda podrá solventar y entre mejores prácticas de almacenaje como lo son el agrupar productos en orden, no tener productos similares en el mismo espacio, mantener segura las cargas, tener establecido ubicaciones y actualizado el inventario, menor variabilidad existirá en el proceso.

#### **2.1.5.4 Despacho de material**

El proceso de despacho de material consiste en entregar el material o los pedidos alistados revisados y embalados al encargado de entregar las mercancías. Algunas funciones en este proceso son:

- Preparación de documentación
- Planificación de entregas
- Acomodo de la mercancía
- Carga de la mercadería
- Instalación de dispositivos de seguridad

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTION DEL PROYECTO**

### **2.2.1 Metodología DMAIC**

La metodología DMAIC fue creada por el ingeniero Bill Smith en la década de 1980 y es una técnica Six sigma utilizada para la mejora de proceso y la reducción de desperdicios la cual consta de 5 fases Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar.

Es un proceso eficaz para la resolución de problemas día a día en las compañías. Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019) menciona “Este es un esquema sencillo pero eficaz para hacer mejoras de procesos o reducción de desperdicios, tanto en materiales, como en tiempo y otros insumos” (p. 172)

En cada etapa del proceso se pueden utilizar una diversa variedad de herramientas para cumplir con los objetivos.

## **Definir**

En la primera etapa se establece cual es el problema actual, se recolecta información y se define el impacto de negativo de la deficiencia.

Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019) explica “En esta primera etapa el equipo o proyectista define el problema como una meta a lograr, identifica los clientes internos o externos que se benefician del proceso a mejorar, y define sus parámetros de operación y especificaciones necesarias para lograr la completa satisfacción.”(p. 172)

## **Medir**

En la segunda fase se lleva a cabo la medición del problema. Mediante herramienta se extraen datos de las diferentes fuentes. También Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019) explica que en esta segunda fase “se busca el rendimiento del proceso actual para calcular la situación de partida o línea base y refinar la declaración del problema u oportunidad de mejora.” (p 176)

## **Analizar**

En la etapa tres de análisis se revisan los datos recolectados en la fase anterior con diferentes herramientas para poder buscar los puntos de mejora. Es decir, se debe buscar las causas raíz de los problemas mediante el uso de herramientas como diagrama Ishikawa, 5 porque, análisis causa efecto, entre otros.

Por otro lado no solo se encuentra la o las causas raíz de los problemas sino que se debe plantear las posibles soluciones que mitiguen las causas potenciales con su respectivo plan piloto, tiempos, personal, recursos entre otros detalles.

## **Implementar**

En la etapa 4 el objetivo es la implementación y la medición de las soluciones establecidas en la fase 3, cabe mencionar que durante la puesta en marcha se realizan cambios por lo que se deberá estar atento al cambio. El controlar la implementación es clave para asegurar la correcta ejecución y el cumplimiento del plan establecido.

Como parte de la implementación también se deberá realizar una comparación de las métricas obtenidas en la fase dos, es decir, de la línea base encontrada en la etapa dos se debe volver a medir para poder calcular en si se mejoró y en cuanto o si se eliminó la causa del problema por completo.

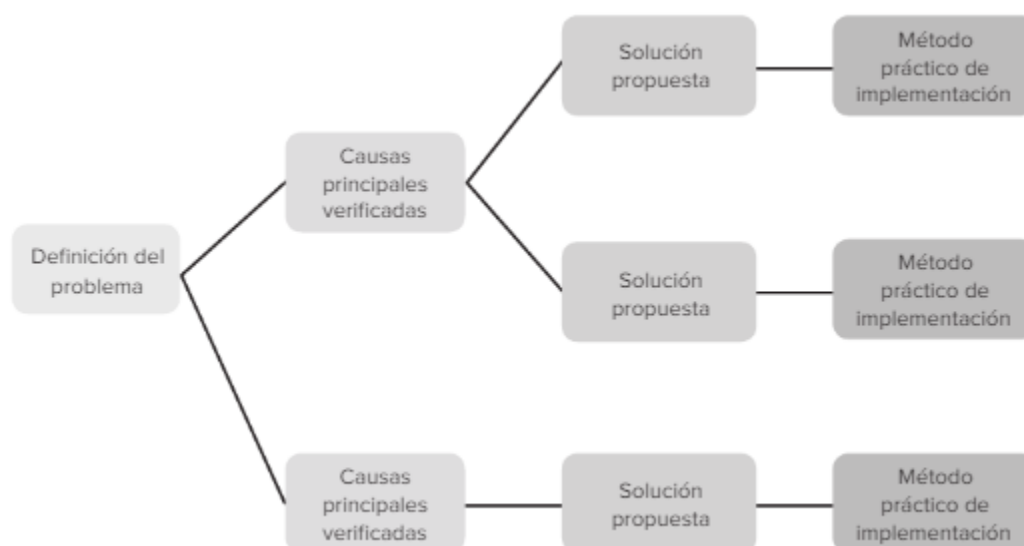
Realizar la comparativa es fundamental ya que es el objetivo del principal de la metodología, la mejora de procesos, la disminución del desperdicio o la reducción de la variación.

En la figura 8 se puede ver un ejemplo de una matriz de soluciones la cual nos brinda un mejor ejemplo del desglose de las causas raíz con su propuesta de implementación.

### Controlar

Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019) La fase de control es usada para principalmente para documentar cualquier proceso, procedimiento, o nueva responsabilidad del empleado y los requerimientos inherentes a los resultados que se han cambiado o creado por la implementación del plan de mejoramiento de procesos(p 181).

**Figura 8. Matriz de selección de soluciones**



*Fuente: Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019, p. 181)*

La última fase se basa en controlar la implementación, estandarizar los procesos y métodos y asegurar el correcto funcionamiento de la solución a través del tiempo. Diseñando un método de control cuyo objetivo la verificación de la solución.

Herramientas como lo son las hojas de verificación, hojas de control, Gemba walk, entre otras herramientas ayudan a cumplir con el objetivo ya que el valor de la implementación se ve no solo en la mejora implementada sino a través del tiempo.

Por último, la metodología DMAIC es una herramienta practica y eficiente que se basa en la aplicación de herramienta ingenieriles a lo largo de 5 etapas, en la figura 9 podemos simplificar las 5 etapas en una imagen.

**Figura 9.** Esquema de etapa de metodología DMAIC



*Fuente: Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019, p. 172)*

## 2.2.2 Entrevista

La entrevista es una metodología utilizada para la recolección de información referente a uno o varios temas, la recolección de información se realiza por medio de una serie de

preguntas previamente establecidas. La entrevista normalmente se conforma de dos personas el entrevistador y el entrevistado.

Para asegurar una buena comunicación y poder obtener información relevante, precisa y valiosa es necesario formular las preguntas de forma concisa. Louffat, E. (2018) define la entrevista como “Es considerada como una interacción basada en la comunicación verbal y no verbal, entre dos actores (en singular o plural): el entrevistador y el entrevistado. Estos buscarán conocerse siguiendo los procesos de comunicación básico.”

Adicionalmente Hernández, S. Mendoza, R. Paulina, C. (2023) describe lo siguiente “En las primeras, el entrevistador realiza su labor siguiendo una guía de preguntas específicas y se sujeta exclusivamente a esta (el instrumento prescribe qué cuestiones se preguntarán y en qué orden). Las entrevistas semiestructuradas se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener más información. Las entrevistas abiertas se fundamentan en una guía general de contenido y el entrevistador posee toda la flexibilidad para manejarla.”

### **2.2.3 Observación Directa**

La observación directa es una herramienta utilizada para la obtención de información a través de la observación, se presta atención al objeto bajo estudio durante un periodo de tiempo específico o bajo una condición específica.

Se realiza sin alterar el entorno en el cual se desenvuelve el objeto, ya que los resultados se consideran inválidos si existe alguna alteración. Los datos por recolectar pueden ser objetivos como cifras o subjetivos como comportamientos de una persona.

### **2.2.4 Check List**

La lista de chequeo es una herramienta cuya función es verificar aspectos o temas de un proceso, producto o servicio a través de la resolución de preguntas. Además sirve como verificador de estándares para las diferentes etapas de la metodología 5's abarcando organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

Heizer, J., Render, B., Munson, C.(2021) define el check List como “Las listas de verificación son un tipo de poka-yoke que ayuda a garantizar la consistencia y la integridad en la realización de una tarea.”(p. 231). Esta herramienta también se puede conformar mediante preguntas que proporcionen una nota final que ayude a dar un mejor panorama del resultado obtenido.

### **2.2.5 Flujograma**

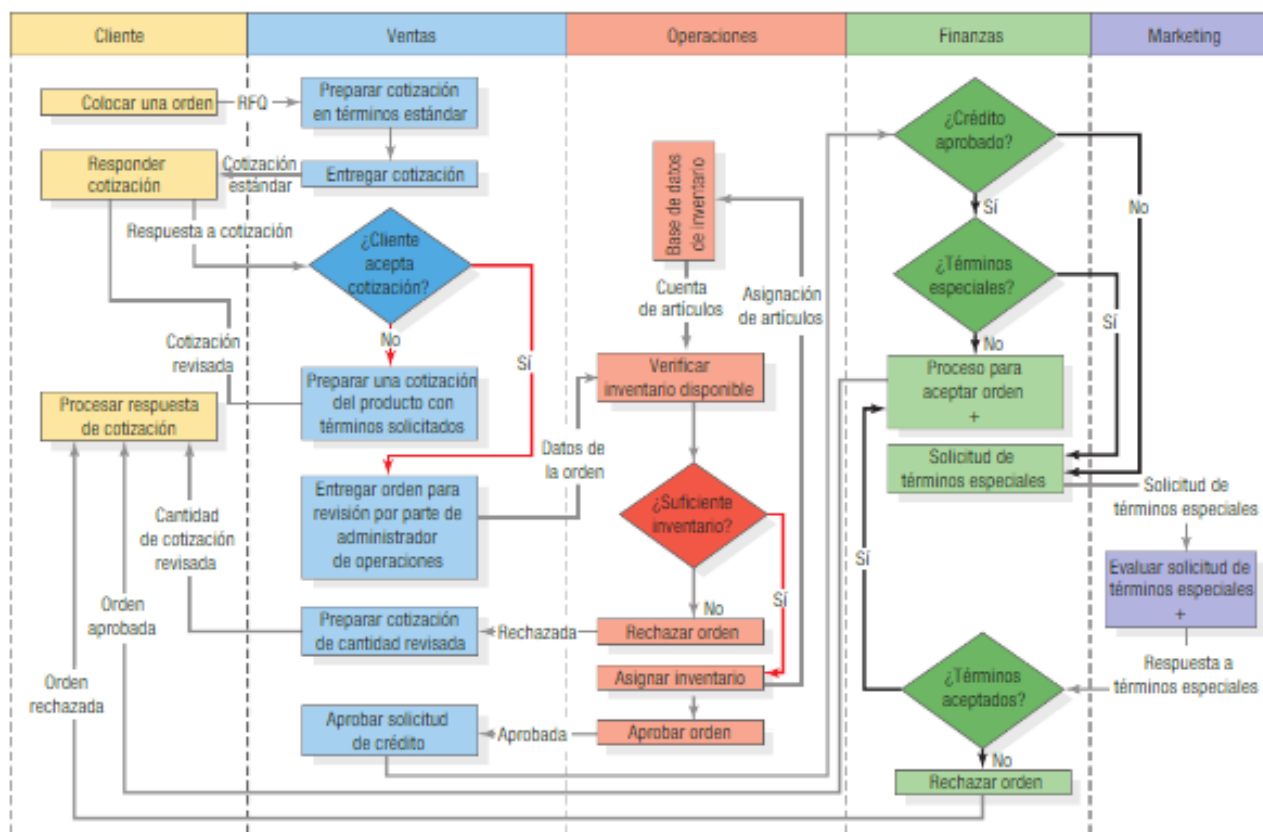
El diagrama de flujo fue creado por el japonés Kaoru Ishikawa y es una herramienta utilizada en la rama de ingeniería que sirve para mostrar la fluencia de un proceso de manera gráfica, representa los diferentes subproceso de un proceso general, utilizando diversas figuras para representar el inicio, operaciones, inspecciones, transportes, almacenamientos, demora y toma de decisiones.

Otra forma de definirlo según Krajewski, L. J., Malhotra, M. K.(2024) es: “Un diagrama de flujo traza el flujo de información, clientes, equipos o materiales a través de los distintos pasos de un proceso. Los diagramas de flujo también se conocen como organigramas, mapas de procesos, mapas de relaciones o planos. No tienen un formato preciso y suelen dibujarse con recuadros (con una breve descripción del paso en su interior), líneas y flechas para mostrar la secuencia. La forma de rectángulo (n) es la elección usual para un paso, aunque otras formas pueden diferenciar entre distintos tipos de pasos (como operación, retraso, almacenamiento, inspección, etc.)”(p. 71)

El diagrama de flujo como anteriormente se menciona posee una variedad de operaciones las cuales son representadas mediante figuras geométricas las cuales se dividen en ■ para operación, ● para inicio o fin del proceso, ▲ representa almacenamiento, D es utilizado para mostrar demora, entre otros.

La herramienta tiene ventajas como diseñar un proceso nuevo, informar a otros sobre el funcionamiento del proceso y estudiar un proceso para poder mejorarlo. En la figura 10 se puede observar un ejemplo de un flujograma.

**Figura 10. Ejemplo de Diagrama de Flujo**



Fuente: (Krajewski, L. J., Malhotra, M. K.(2024), p. 72.)

## 2.2.6 Diagrama Ishikawa

El Diagrama Ishikawa también es conocido por los nombres de diagrama de pescado o diagrama causa efecto, este diagrama permite encontrar las posibles causas que estén generando un problema contemplando 6 ramas, las cuales son: materia prima, método, mano de obra, maquinaria, medición y medio ambiente.

En correspondencia con Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019) define que:

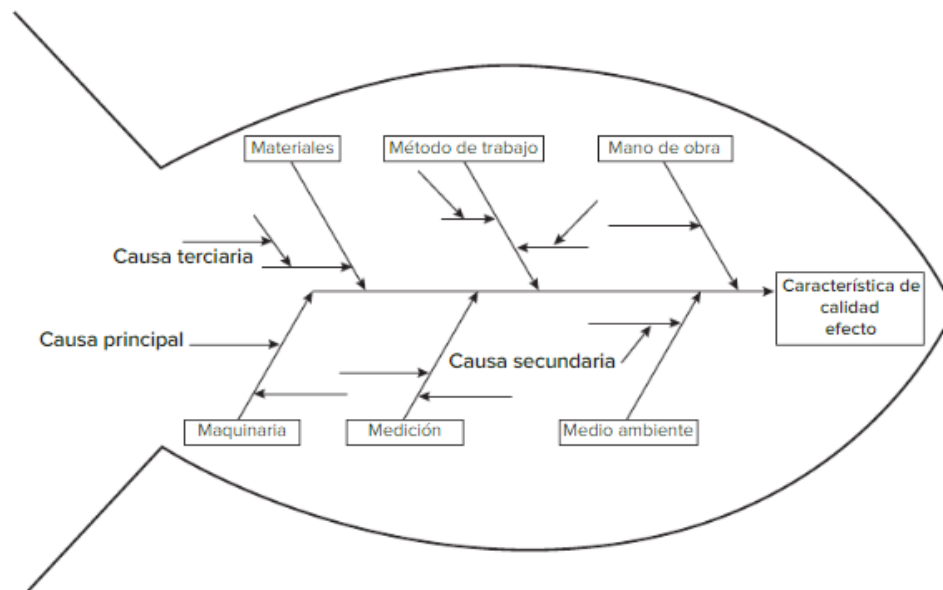
El diagrama Causa Efecto (CE), también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa (ya que el profesor Kaoru Ishikawa fue quien lo creó en 1943 en la Universidad de Tokio), se fundamenta en la pregunta ¿por qué se producen las variaciones en los procesos?

Las 6M del diagrama causa efecto se pueden definir como:

- ✚ Materia Prima: Hace referencia al material utilizado o requerido para crear un producto o servicio.
- ✚ Método: Contempla el método con el cual se realiza el proceso.
- ✚ Mano de obra: Abarca el tema del personal humano que interfiere o bien realiza la operación.
- ✚ Maquinaria: Comprende el equipo utilizado para efectuar el proceso, producto o procedimiento.
- ✚ Medición: Engloba los métodos de medición con el cual toman las mediciones necesarias del proceso.
- ✚ Medio Ambiente: Se refiere a las condiciones climáticas y ambientales que rodea el área.

Mencionado esto, podemos ejemplificar un diagrama Ishikawa en la figura 11.

**Figura 11. Ejemplo de Diagrama Ishikawa**



*Fuente: (Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V., 2019, p. 64.)*

### 2.2.7 5 Porques

La metodología de los 5 porques, es una herramienta que forma parte de la filosofía de Six Sigma y se utilizó por primera vez en la fábrica de Toyota en japon. Esta herramienta

permite encontrar la causa raíz de un problema a través de la formulación de la pregunta ¿Por qué? Sucesivamente o más veces según sea el caso.

De acuerdo con Stefano Gasbarrino (2023) define esta herramienta como “La metodología de los 5 porqués consiste en la realización de preguntas que exploren la causa-efecto de un suceso o problema en particular. Para ello, esta parte del primer «porqué» para generar otro como consecuencia y así de forma sucesiva.”

### **2.2.8 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es un método que se utiliza con el fin de obtener tiempos de duración de un proceso específico con el fin de establecer métricas estándar, medir productividades, toma de decisiones, entre otros objetivos. Lopez. B(2019) define:

El estudio de tiempos, también conocido como el método clásico con cronómetro, fue propuesto por Frederick Taylor en 1881. Aunque se han desarrollado otras metodologías para medir el trabajo, el método clásico con cronómetro sigue siendo el más utilizado. Este estudio consiste en medir el tiempo que un trabajador dedica a realizar una tarea determinada, con el objetivo de establecer un tiempo estándar.

Entre los beneficios que se obtiene a partir del estudio de tiempos están el aprovechamiento del tiempo, eliminación de movimientos inapropiados, pueden surgir mejoras en el diseño del área y mejorar la productividad. De acuerdo con Lopez, C. (2020) describe dos métodos para efectuar el proceso:

- ✚ Método Continuo: en este caso se realiza con un cronometro tomando el tiempo de cada etapa del proceso mientras están corriendo las manecillas del cronometro.
- ✚ Método de Regresos a cero: con este método al finalizar cada etapa se para cronometro, se toma el tiempo registrado y se reinicia a cero, para el comienzo de la siguiente etapa del proceso parte de cero nuevamente y así sucesivamente durante el estudio.

### **2.2.9 Multivoto**

Es una Herramienta utilizada para la toma de decisiones, permite argumentar sobre diferente temas y además permite reducir una larga lista de elementos a unas lista más

reducida y compresible. Pérez, Milena(2017) menciona que “Permite a un equipo llegar rápidamente a un consenso con relación a la importancia relativa de los asuntos, problemas o soluciones completando clasificaciones de importancia individuales en las prioridades finales de un equipo o grupo de personas.”

Básicamente contempla una tabla en la cual se describe en un encabezado información esencial como nombre de la persona, temas a tratar, fecha y una tabla de puntuación.

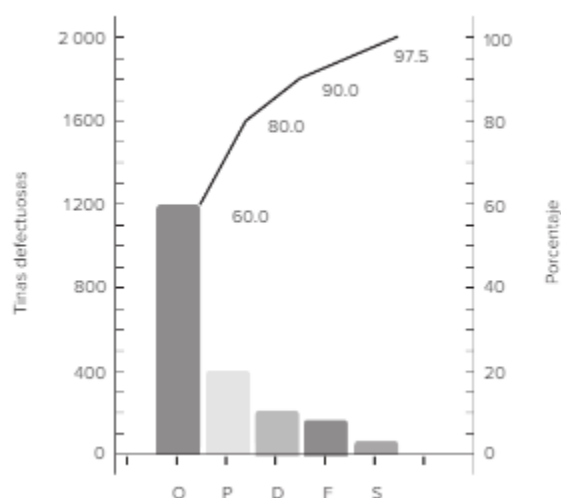
### **2.2.10 Diagrama Pareto**

El diagrama de Pareto o bien diagrama 80/20; Consiste en una herramienta de gráfico de barras, el cual da prioridad a las diferentes causas y/o inconvenientes que puede presentar un problema.

Se basa en la ley 80/20, se refiere a que el 80% de los problemas son generados el 20% de las causas potenciales. Gutiérrez Pulido, H. (2020) lo define como “es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son las variables o los datos categóricos. Su objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es que, con la aplicación del DP, se pueda delimitar una situación problemática, de tal forma que con un proyecto sea posible alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.”(p. 187)

El diagrama de Pareto se conforma de dos ejes. En el eje horizontal se colocan las variables como tipos de defectos, métodos, tipos de maquinarias, causas raíz, entre otros y en el eje vertical representa el dato número que aporta cada categoría como número de eventos, número de defectos, número de reportes, entre otros. En la figura 12 se muestra un ejemplo de un diagrama de Pareto.

**Figura 12.** *Ejemplo de Diagrama de Pareto.*



*Fuente: (Gutiérrez Pulido, H. (2020, p. 188.)*

### 2.2.11 Lluvia de Ideas

EL objetivo de la lluvia de idea es el proponer ideas, soluciones, proposiciones, sugerencias, recomendaciones sobre un tema en específico. Por lo general se da en equipos de trabajo hacia la atenuación de una problemática.

Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019) también la define como “La tormenta de ideas, también conocida como lluvia de ideas o brainstormin, es una técnica utilizada para que los participantes expongan libremente sus ideas respecto a un tema o problema en discusión. Facilita la generación u obtención de ideas originales, ya que a través de ella se incentiva la creatividad”(p. 15).

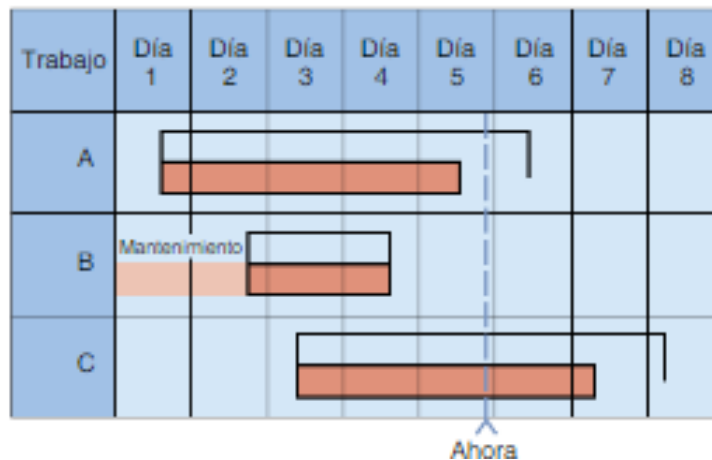
### 2.2.12 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt fue creado por Henry Gantt en 1910, Esta herramienta facilita la organización y seguimiento del desarrollo de un proyecto en un periodo establecido. Básicamente comprende diagramas de programación utilizados para planificar recursos y asignar tiempo. Consta de una tabla en la cual las columnas estarán formadas por una línea de tiempo y las filas esta formadas por las tareas y/o etapas a ejecutar, por lo que cada tarea tiene un relación directa con la línea de tiempo.

Adicionalmente el instrumento permito la asignación de tareas a personal responsable de llevar a cabo las funciones. Heizer, J., Render, B., Munson, C.(2021). Lo define como “Diagramas de programación utilizados para planificar recursos y asignar tiempo”(p. 611.)

La figura 13 muestra un ejemplo de un diagrama de Gantt.

**Figura 13. Ejemplo de Diagrama de Gantt**



*Fuente: Heizer, J., Render, B., Munson, C.(2021, p. 612)*

### 2.2.13 Microsoft Excel

Es un programa creado por la compañía Microsoft, permite el manejo de datos por medio de hojas calculo, tiene una gran variedad de funciones como creación de tablas, gráficos, cálculos matemáticos, desarrollo de macros y todo en conjunto mejora el aprovechamiento del tiempo.

La herramienta de cálculo por otro lado también permite el registro de datos, toma de decisiones empresariales, facilita la transmisión de ideas a través de la expresión de datos, control de estos.

El software Microsoft Excel permite debido a su gran diversidad de funciones, poder desarrollar diferentes ventanas con una gran variedad de fórmulas que pueden conectar diferentes celdas de distintas ventanas o bien, importar datos desde otro archivo. El software por otro lado permite realizar tablas y establecer condiciones que nos permite poder tener más controlados los datos, así mismo el crear una plantilla para la gestión del inventario para una PYME es una opción de valiosa consideración.

### **2.2.14 Metodología 5s**

La metodología 5s es una herramienta japonesa creada en los años 1960 específicamente en las plantas de manufactura de Toyota con el fin de mejorar temas de orden, limpieza, aumento de la productividad y creación de estándares.

La metodología es parte de la filosofía Lean Manufacturing que se enfoca en la mejora del sistema de producción. La metodología se conforma de etapas llamadas en japones como Seiri (clasificar), Seiton (organizar), Seiso (limpieza), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (disciplina).

Ruiz. M (2021) menciona que “al igual que otras metodologías de mejora, impacta en gestión empresarial, ayudando a anticipar y crear escenarios que te permitan manejar crisis, motivando y manteniendo el entusiasmo al generar espacios frugales que impulsan las labores diarias.”

Seiri hace referencia clasificar el espacio, eliminar todo aquello que no aporte valor alguno, dejar solo lo útil.

Seiton organiza tu espacio físico y demarcarlo con cintas de colores y grado de utilidad de cada herramienta, dejando las más importantes en una área más cercana y demarcada.

Seiso busca la limpieza del espacio físico como actividad diaria y de responsabilidad ejecutada con un equipo de trabajo, además de mejorar el ánimos de los colaboradores.

Seiketsu se enfoca en la estandarización de los procesos y métodos, su objetivo es reducir la variabilidad, crear hábitos y cultura en las personas, crear estandarización para las 3s anteriormente mencionadas

Shitsuke se basa en la disciplina de las personas para mantener el orden, estandarización y asegurar el correcto funcionamiento de las 4s anteriores.

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO**

La aplicación de metodologías y herramientas ingenieriles para la resolución de un problema actual es cada vez más común en el día a día de las empresas, cada vez la ingeniería está más presente en las compañías.

El control de inventarios es una herramienta que sin duda está presente desde hace tiempo atrás y ha ido evolucionando y mejorando desde entonces. Rodríguez Johanna (2023), menciona algunos beneficios como lo son: “ el uso óptimo de tus recursos financieros, Aumento de la eficiencia operativa, Satisfacción del cliente, Reducción de costos operativos y apoyo a la toma de decisiones”

En los beneficios mencionados anteriormente se destacan principalmente la gestión del inventario, el evitar excesos o insuficiencias, la reducción de movimientos, búsquedas de productos, tiempos excesivos de retraso como también la pronta respuesta a la demanda debido al poder mantener stock disponible, mejor gestión de los proveedores y el registro de información para análisis. Por otro lado Salazar, Lopez, Bryan. (2019) de igual manera menciona:

- “Permite verificar la diferencia entre las existencias contenidas en los sistemas de información y las existencias reales.
- Permite verificar la diferencia entre las existencias físicas contables, en valores monetarios.
- Proporciona aproximaciones del valor total de las existencias, para efectos de balances.”

Por lo tanto, el control de inventario como el mismo nombre hace referencia, el poder tener un control sobre el inventario ya sea activos de una misma empresa o sea ajena a ella puede otorgar grandes beneficios como los mencionados anteriormente.

Por otro lado, se ha mencionado en otros apartados, la metodología 5's es una metodología japonesa que si bien se sabe podemos obtener grandes beneficios si es aplicada correctamente.

Las 5's no solo abarca el orden y limpieza, además de ser necesarios, involucra más etapas como lo son la clasificación, estandarización y el control. Pérez Diego(2019) destaca beneficios como:

- Incrementa la capacidad de producción y de mejor calidad
- Reducir tiempos operativos.
- Reduce los riesgos de accidentes
- Mejora la imagen general del área de trabajo

- Mejora los procesos de comunicación interna
- Facilita la detección de anomalías y problemas
- Optimiza los espacios de trabajo
- Incorpora hábitos beneficiosos en el lugar y tiempo de trabajo
- Disminuye los movimientos y traslados inútiles
- Aumenta la productividad
- Potencia una atmósfera de trabajo más agradable.

En fin, la metodología se creó en 1960 y desde entonces ha brindado buenas experiencias, practicas e incorpora una cultura de disciplina y responsabilidad en el personal.

### **2.3.1 Impacto a Corto Plazo**

Durante los primeros dos meses de ejecución del proyecto se tuvo planteado poder lograr los siguientes puntos:

1. Levantamiento del Inventario Físico: Como punto de partida para el conocimiento de las existencias reales en buen estado y mal estado como ampliación y mejor entendimiento del panorama actual a trabajar.
2. Una auditoria de las instalaciones físicas específicamente en el área de bodega de almacenamiento de materiales: Se coordinaron visitas a la empresa para la identificación de las condiciones físicas de la bodega, área de almacenamiento destinado para materiales, iluminación del área, rotulación, método de clasificación, entre otros
3. Observación y consideración de los posibles inconvenientes: Ejecutar una evaluación de los problemas actuales comentados y expuestos por parte de la compañía como puntos de partida, posteriormente aplicando el diagrama Ishikawa como herramienta de extracción de causas potenciales para seguidamente llevar a cabo un 5 porque como filtro para la obtención de causas raíz y como ultimo asignar priorización a las causas por orden de mayor impacto por medio del diagrama de Pareto y poder mitigar las causas más severas.

4. Evaluación de tiempos actuales del proceso de alisto, el cual es mencionado como cuello de botella para futuro análisis, planteamiento de mejora, desarrollo de mejora y post evaluación como demostración de mejora.

### **2.3.2 Impacto a Mediano Plazo**

Para los próximos dos a cuatro meses de desarrollo del proyecto se tenía previsto el cumplimiento de:

1. Planteamiento de las mejoras 5s con respeto a las causas de mayor impacto mostradas gráficamente en el diagrama de Pareto junto con su plan de acción desglosado en un diagrama de Gantt.
2. Creación del programa de control de inventario basado en el software de Microsoft Excel con el objetivo de contrarrestar la problemática del inventario.
3. Concientizar al personal sobre la responsabilidad de resolver problemas y mantener en curso las mejoras planteadas y puestas en marchas para poder mantener y hacer perdurar los beneficios a través del tiempo.
4. Revaloración del tiempo del proceso de alisto como comparativa y demostración de la mejora o bien la reducción del problema.

### **2.3.4 Impacto a Largo Plazo**

Como ultimo fase de desarrollo de 4 meses a un año de implementación y entrega del proyecto se proyectó poder completar:

1. La Implementación de las soluciones a través de la coordinación y apoyo de la compañía y sus trabajadores, así como también la herramienta de control que ayudara a mantener y verificar periódicamente el estado de la bodega de almacenamiento de materiales.
2. Aumento en la productividad con respecto a los tiempos del proceso de alisto de materiales, mitigando el cuello de botella y aumentando el aprovechamiento del tiempo.
3. Una mejora en las condiciones físicas de la bodega, almacenamiento, clasificación, estandarización y disciplina a los colaboradores que operan en el

área de tal manera que sea de mayor facilidad y comodidad realizar las funciones laborales.

4. Una mejora en el control de inventario, aumentado la confianza y comunicación en la empresa y a la vez reducción de gastos por sobre compras de materiales ya existentes en inventario.

## **2.2. ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES**

Si bien es de conocimiento público la mala administración del inventario puede conllevar a consecuencias de peso económico, dependiendo de la grandeza de la compañía. Por lo que mejorar la eficiencia en el tema es crucial para el crecimiento de la empresa. Localmente no ha desarrollado ni analizado algún otro proyecto sobre el control de inventario por lo que para el presente proyecto es crucial poder ver otros puntos de vista y experiencia adquiridas en la ejecución de trabajos.

La mayor parte de trabajos de graduación de la Universidad Hispanoamericana en la facultad de ingeniería industrial se basan en el uso de la metodología DMAIC para la resolución de problemas y en la mejora continua por lo tanto es crucial exponer otras experiencias encontradas.

Perera Delgado, José Ricardo, de la Universidad Hispanoamérica llevo a cabo un proyecto de mejora para el aumento de la eficiencia en el control de inventarios de bodega para el comercio plásticos Vílchez en 2023.

La empresa presentaba problemas de pérdidas de materiales y desperdicio del tiempo y por medio de la metodología DMAIC se logra implementar una aplicación digital que colabore con la administración del inventario además de reducir tiempos en entregas de productos y mejorar el espacio de la bodega.

Durante el desarrollo del proyecto, aplica herramientas ingenieriles como diagrama Ishikawa, mapa de calor, diagrama de Pareto, diagrama de Gantt, entre otros

Se llega a la conclusión de que la implementación de las mejoras colabora a reducir una pérdida anual de aproximadamente 4 500 000 colones lo que se considera un monto de valor para la compañía ya que se considera como una PYME.

Algunas mejoras implementadas fueron la aplicación digital de gestión de inventario la cual facilitó al personal verificar la existencia de productos sino la solicitud del producto ante un pedido.

Además, según un estudio de tiempos y movimientos aplicado establecieron puntos de mejora en el flujograma del proceso, por lo que redujeron tanto el tiempo para realizar una operación como los movimientos a realizar. Por ende, se existe un mejor aprovechamiento del tiempo.

Por último, un nuevo layout del área a tratar, es decir, existía una carencia de señalización y organización en la bodega para el mejor uso del área existente y aumentar eficiencia en los procesos.

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

### 3.1 METODOLOGIA PARA LA DEFINICION DEL PROBLEMA

El proyecto se basó en la aplicación de la metodología DMAIC, en la cual cada letra consta de una etapa, siendo en total 5. En la primera fase se establece como “Definir” se determina el problema mediante el uso de herramientas de ingeniería.

En la Tabla 1 se muestran las herramientas que se utilizaron como: la entrevista con el dueño de la compañía con el objetivo de adquirir más información, poder entender mejor el problema y adquirir cualquier información necesaria junto con un recorrido del área específica a mejorar.

Como segunda herramienta se realizó un levantamiento del inventario actual, esta información es fundamental para la creación del documento actualizado del inventario. Para el levantamiento del inventario se destinó un día en el cual no hubiese movimientos o material por alistar para poder asegurar la mayor precisión en las unidades. Para esta tarea fue necesario la presencia del líder del proyecto al igual que la presencia del dueño de la empresa.

Seguidamente fue requerido obtener un panorama actualizado de las condiciones físicas del área, el cual a pesar de que comprende un área muy reducida se observan circunstancias de deterioro y desorganización. Para ello se elaboró un check list de 5's en el cual se realizaron preguntas que abarcarán los diferentes aspectos. Con ellos se logró tener un mejor panorama de la situación actual.

Como último paso se creó un flujograma a partir de la información recolectada en la entrevista para mejorar la comprensión del proceso de alisto. Con ello se buscó puntos de mejora para la propuesta a brindar.

**Tabla 1.** Metodología para la definición del problema

Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Plazos	Responsable
Realizar un diagnóstico del estado actual de la bodega de almacenamiento de materiales de la	Se realizó una entrevista al dueño de la empresa para obtener	Entrevista	Lunes 8 de Abril del 2024	Kevin Ramírez

Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Plazos	Responsable
empresa Constcom S.A	<p>información más detallada.</p> <p>Se llevo a cabo una observación directa con el objetivo de contabilizar el inventario real</p> <p>Se efectuó un check list para conocer las condiciones reales de la bodega.</p> <p>Se realizó un diagrama de flujo del proceso.</p>	<p>Observación Directa (conteo)</p> <p>Check List 5's</p> <p>Diagrama de Flujo</p>	<p>Jueves 11 de Abril del 2024</p> <p>Miércoles 12 de Abril del 2024</p> <p>Viernes 14 de Abril del 2024</p>	

*Fuente: Creación Propia*

### 3.2 METODOLOGIA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

Para la etapa de “Medición” que corresponde a la segunda fase de la metodología DMAIC, por lo tanto, en la tabla 2 se observan las herramientas ejecutadas y en orden cronológico.

Primeramente, se creó un Diagrama Ishikawa que permitió analizar la información de la entrevista descrita anteriormente y así, determinar las causas potenciales considerando las 6M. Se logró establecer tres causas potenciales, localizadas en la mano de obra, en el método y por último el medio ambiente. En total se logró obtener cuatro causas las cuales se ampliaron más adelante.

Con el diagrama terminado, se tomó la información recopilada y se analizaron a través de los 5 porques como método de identificación de las causas potenciales. Para la

ejecución de dicha herramienta se utilizó una plantilla basada en Microsoft Excel la cual se desarrollará más adelante.

Como existe la limitante de existencia nula de registros, se realizó un estudio de tiempos en el proceso de alisto con el objetivo de cuantificar el tiempo de duración actual del personal desempeñando las tareas y tener un mejor panorama. Para el estudio de tiempos se utilizó un cronometro y coordinación del personal de la empresa durante varios días debido a que normalmente el alisto de material se realiza una vez al día. Participó tanto el personal operativo como el dueño de la compañía.

**Tabla 2. Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto**

Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Plazos	Responsable
Revisar los procesos de alisto e ingreso de materiales a la bodega para la recopilación de información con cual se pueda tomar decisiones que permita generar un comparativo, un antes y un después.	Se elaboró un Diagrama Ishikawa contemplando las 6M para la determinación de causas potenciales.	Diagrama Ishikawa	Sábado 15 de Abril del 2024	Kevin Ramírez
	Se aplicó la herramienta de los 5 porques a las causas potenciales incluidas en el diagrama Ishikawa.	5 Porque	Lunes 17 de Abril del 2024	
	Se realizó un estudio de tiempos en el proceso de alisto.	Estudio de tiempos	Jueves 13 de Abril del 2024	

*Fuente: Creación Propia*

### 3.3 METODOLOGIA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRACTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

La tercera etapa de la metodología DMAIC consiste en el análisis de los datos recolectados en la etapa anterior de “Medición”. En la tabla 3 se indica las herramientas utilizadas.

En esta fase de “Análisis” se utilizó un multivoto con el fin de otorgar una prioridad a las causas según sea lo más atinente por el personal de la compañía. La Encuesta se aplicó

a un total de 3 personas incluyendo al gerente, secretaria y encargado de proyectos. Los resultados se tabularon en Microsoft Excel considerando las causas del Ishikawa con una escala de evaluación del 1 al 10.

El Diagrama Pareto se utilizó como instrumento de priorización de las causas para poder abordar el 20% de causas potenciales que nos provocan el 80% de los problemas.

Por consiguiente, con los datos obtenidos del Diagrama de Pareto se realizó una lluvia de ideas con el dueño de la empresa con el fin de encontrar soluciones a las causas que al mismo tiempo fueran de agrado para ambas partes. Para la lluvia de idea se coordinó una reunión personal para poder analizar los resultados y discutir las soluciones.

**Tabla 3.** Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.

<b>Objetivo Específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsable</b>
Efectuar un análisis de la información recolectada para la obtención de las causas probables del problema.	Se confeccionó una encuesta con el objetivo de dar priorización de las causas obtenidas del 5 porqués.	Encuesta	Lunes 10 de Junio del 2024	Kevin Ramírez
Identificar oportunidades de mejora a partir de la información recolectada que mitiguen las causas del problema.	Se efectuó un diagrama de Pareto con el fin de priorizar las causas y mitigar las que tienen mayor impacto.	Diagrama Pareto	Lunes 10 de Junio del 2024	Héctor Ramírez Arguello
	Por último, la lluvia de ideas contempla el análisis de datos y la formulación de posibles soluciones a los problemas.	Lluvia de Ideas	Martes 11 de Junio del 2024	

*Fuente: Creación Propia*

### 3.4 METODOLOGIA PARA LA IMPLEMENTACION

En la etapa 4 de “Implementación” se pone en marcha las soluciones planteadas en el apartado anterior. En la tabla 4 se observa el desglose de los instrumentos utilizados.

Para el lograr el cumplimiento de los objetivos se elabora un cronograma con el tiempo de ejecución y control de avances, es decir, se plasmó en un diagrama de Gantt las propuestas a implementar, así como la capacitación requerida. Para la creación del diagrama se conversó con el gerente para llegar a un acuerdo mutuo.

Seguidamente, se creó una plantilla basada en Microsoft Excel, la cual permita ir registrando ingresos y salidas de material, la clasificación ABC de los materiales, personal y otros datos de interés. Para la elaboración de la herramienta, se tomó una plantilla preelaborada y diseñada para la función.

Por último, para poder mitigar las condiciones del área de bodega se aplicó una metodología 5's abarcando la clasificación de materiales, el ordenamiento del área para un mejor flujo, limpieza, estandarización y la disciplina.

**Tabla 4. Metodología para la Implementación**

<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
Implementar una herramienta basada en Microsoft Excel con la cual se pueda llevar un control de inventario actualizado y controlado del material existente.	Se realizó un diagrama de Gantt con la planificación de las acciones, tiempo y responsables.  Se propone la implementación de una herramienta Excel por ser de un costo bajo y explicando al personal el uso del formato de la plantilla.	Diagrama de Gantt  Microsoft Excel	Miércoles 12 de Junio del 2024  Jueves 13 de Junio del 2024	Kevin Ramírez  Héctor Ramírez Arguello  Stephanie Ramírez Ramírez
Implementar un proceso de 5s que colabore con el control y estandarización del espacio físico.				

Objetivo Especifico	Actividades	Herramientas	Plazos	Responsables
	<p>Se llevo a cabo un 5s para poder ordenar, limpiar y clasificar los materiales en la bodega de almacenamiento.</p> <p>Se efectuó un check list que permita realizar un comparativo de la calificación anterior con la nueva, después de la aplicación de la metodología 5's</p> <p>Se realizó un estudio de tiempos en proceso de alisto.</p>	<p>5's</p> <p>Check list 5's</p> <p>Estudio de Tiempos</p>	<p>Viernes 14 de Junio del 2024</p> <p>Miércoles 17 de Junio del 2024</p> <p>Miércoles 17 de Junio del 2024</p>	

*Fuente: Creación Propia*

### **3.5 METODOLOGIA PARA LA VERIFICACION, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.**

La última etapa de la metodología DMAIC, que corresponde a “Controlar”; su objetivo es el aseguramiento y garantizar el funcionamiento de la herramienta no solo después de la implementación sino también a lo largo del tiempo; por ende, en tabla 5 se muestran los detalles.

Para los fines de este proyecto se utilizó la herramienta Gemba, la cual será utilizada por mes dada la frecuencia del proceso de alisto y guardado de materiales. Se realizo un formulario con indicadores para dar seguimiento al proceso de mejora y verificar el uso correcto de la herramienta. Para la creación y capacitación de la aplicación del Gemba fue requerido la coordinación de una día junto con Héctor.

Por último se creó un check list orientado a la herramienta de 5's el cual otorga una puntuación según cumpla los criterios a considerar. Esta herramienta permitirá el preservar la estandarización de la bodega a través del tiempo. De igual manera fue necesario coordinar una capacitación con la parte operativa y el gerente de la empresa para la familiarización del check list.

**Tabla 5. Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados**

<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
Diseñar un método de control de calidad con el cual se pueda estandarizar y verificar periódicamente el uso correcto de a herramienta y poder evitar futura variabilidad.	Se creo un check list de 5's el cual ayudara a asegurar las mejoras a través del tiempo.	Check list 5's	Lunes 24 de Junio del 2024	Kevin Ramírez Hector Ramírez

*Fuente: Creación Propia*

**CAPITULO IV**  
**ANALISIS DE CAUSAS RAIZ**

El presente capítulo se enfoca en presentar los datos recolectados a partir de la etapa de “Medición” de la Metodología DMAIC. Se muestra la información recolectada por medio de las herramientas ingenieriles mencionadas en la tabla 2 y 3.

Asimismo, contempla la recolección de datos necesarios, medición de tiempos de procesos y levantamiento de información debido a falta de registros históricos y se obtendrá las causas probables de los problemas mencionados para el análisis y toma de decisiones.

#### **4.1 ENTREVISTA**

Como primer paso para recolección de datos se estableció crear un formulario conformado por 16 preguntas orientadas hacia el estado actual de la bodega, problema actual y sus complicaciones, tiempos de duración, materiales desechados por diversas razones, pérdidas económicas debido a las deficiencias actuales, inventario, etc.

La entrevista se realizó personalmente en las oficinas de la compañía el lunes 8 de abril del 2024 en presencia del señor Héctor Ramírez Arguello quien ocupa el cargo de gerente y dueño de la empresa. Debido a que la compañía está conformada por cinco personas actualmente el señor es quién tiene mayor conocimiento al respecto.

El formulario creado para la entrevista se puede apreciar en anexos en el apartado 8.1. Se logró obtener información de relevancia de varios aspectos como el área de la bodega de los materiales que comprende un área 3x3x3m igual a  $27m^2$ , en esta área se almacena materiales como cable eléctrico, cable de red, complementos de tuberías tanto para tubería PVC como tubería EMT, canaleta plástica con sus accesorios, tomacorrientes tanto para 120v como para 240v, disyuntores termomagnéticos, centros de carga, accesorios de tuberías metálicas.

En la entrevista realizada con el propietario se menciona que no existen registros históricos de tiempos de alisto de material. El proceso de alisto se realiza de una vez por día y alrededor de tres días por semana según sea la demanda de proyectos en desarrollo, por lo tanto, por cada alisto se dura aproximadamente 1 hora que se lleva a cabo por tres personas para un total de 9 horas semanales.

En la tabla 6 se puede observar la estimación del costo del proceso de alisto por semana.

**Tabla 6. Estimación del costo mensual por proceso de alisto**

Tiempo promedio de alisto (horas)	# Personas	Frecuencia	costo promedio por hora	Costo total / semana	Costo total / mes
1	3	3	2166.66	19500	78000

*Fuente: Información obtenida de la entrevista*

Según lo conversado con Sr. Héctor, la estimación del costo del proceso de alisto por semana ronda los 19500 colones, comprendiendo que al mes tiene un costo de 78000 colones.

Por otro lado, lo anterior no consta de la única problemática, sino que también se indica que cada cierto tiempo realizan aseo en la bodega, que consta en desechar material deteriorado por corrosión y hongos provocado por la poca iluminación y la poca ventilación lo cual genera humedad en la bodega.

Otra consecuencia que se presenta es que, al no tener un control sobre el inventario, al momento de realizar compras de material se adquiere material adicional que no se requiere por lo que incrementa el inventario y es dinero mal invertido. No se tiene registro de estos casos lo que dificulta cuantificar a nivel económico.

Por otro lado, la distribución de la bodega es adecuada, a pesar de realizar esfuerzos para ordenar, no prevalece durante el tiempo, debido a que no existe una estandarización de almacenaje. Adicionalmente no se fomenta una cultura de orden y aseo en el personal lo que provoca que el poco tiempo que invierten cada dos o tres meses, no perdure a través del tiempo y el desacomodo, acumulación de material en el suelo y la suciedad se presenten con mayor frecuencia.

Por consiguiente, en la entrevista realizada se obtuvo información que se podrá analizar más adelante junto con otras herramientas ingenieriles que colaboraran en la ampliación del proyecto.

## **4.2 LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO**

Como se mencionó en el capítulo 3 en la tabla 1; se realizó la ejecución de una observación directa haciendo énfasis en el levantamiento del inventario actual como punto de partida para el control del inventario, para ello se realizó una plantilla de Excel en la cual se detalla el tipo de material junto a la cantidad existente actual.

Para la observación directa se llevó a cabo una visita presencial al sitio, se estableció un orden de conteo y se contabilizaron las unidades por tipo de material y por orden de estantería. Adicionalmente la compañía facilitó un recurso adicional para facilitar la tarea.

El documento registra la información del inventario actual de forma alfabéticamente debido a la extensa variabilidad en los productos, en el apartado 8.2 se puede observar la plantilla.

Con la información recopilada se desarrollará la herramienta para el control del inventario. El tener conocimiento actual del inventario le colaborará no solo al dueño a tener noción del inventario actual, sino que también podría generar oportunidades de mejora como estandarización del área de bodega, orden y limpieza y control.

Es importante mencionar que el levantamiento del inventario se realizó sobre los productos más grandes excluyendo básicamente la tornillería ya que no representa mayor peso para la compañía y facilitar el objetivo del proyecto.

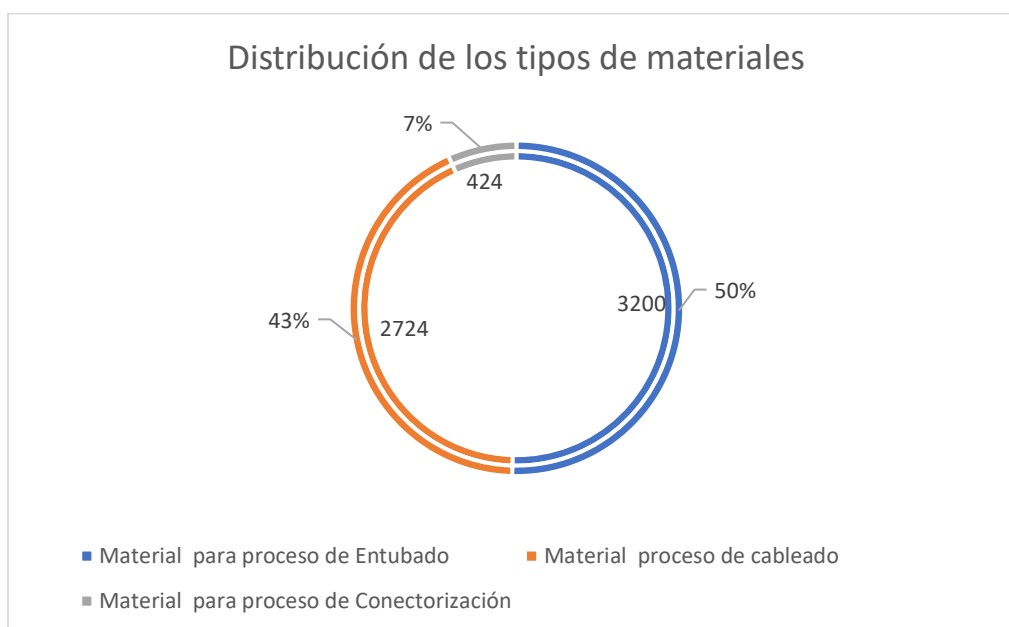
Para el llenado del documento se creó una tabla basada en Microsoft Excel donde se aprecia el tipo del proceso, nombre y cantidad. Para poder facilitar la comprensión de la información recolectada debido a la variabilidad de los materiales, se clasificaron por categoría en el cual se utilizan los materiales, actualmente existen tres categorías: entubado, cableado y de conectorización.

La empresa maneja actualmente 160 tipos de materiales diferentes incluyendo elementos para todas las categorías. Los elementos utilizados para el entubado comprenden tubería, curvas accesorias, cajas, entre otros. En el grafico 14 se puede observar que el material de la categoría de entubado presenta un mayor porcentaje de existencia en un 50%, esto debido a que normalmente es el material más requerido y de mayor consumo.

Por consiguiente, el material de cableado se establece como el segundo más importante y con más existencias, sin embargo, un porcentaje del material se adquiere en el momento y en cantidades más apegadas a la requisición, la cantidad requerida se determina según material disponible en bodega.

La información representada en el grafico fue obtenida en el levantamiento del inventario.

**Gráfico 1. Cantidad de material por categoría**



*Fuente: Información recolectada a través de una observación directa.*

También en el gráfico 14 se puede establecer que la categoría de materiales de mayor frecuencia son los materiales utilizados en el entubado, los cuales se debería mantenerse en la estantería más cerca para una mejor clasificación ya que actualmente no existe ninguna clasificación y orden establecido.

### 4.3 CHECK LIST 5'S

Se creó una lista de comprobación en 5's para establecer una base de las condiciones de la bodega abarcando temas como orden, limpieza, estandarización y control. Se realizó en una plantilla de Microsoft Excel y se puede ver adjuntada en el apartado 8.3.

La herramienta consta de una evaluación de cada tema de la metodología 5's y en cada categoría se estableció junto con la gerencia un total de 5 preguntas con una escala de 1 a 5 en la cual 1 es el valor con menor impacto y 5 el de mayor impacto y dará una nota final evaluando todas las áreas, con el objetivo de realizar el check list de una forma más eficiente.

La nota final consta de 125 puntos los cuales se distribuyen en 25 puntos cada etapa de las 5's contemplando Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Posterior a la aplicación

de la herramienta se obtuvo un puntaje de 46 puntos por lo que se espera una mejora de 10 a 15 puntos.

El objetivo de esta plantilla es evaluar el área en los diversos temas y obtener una referencia actual de la situación y con la misma se puede comparar y observar una mejoría después de la aplicación de la herramienta. Se realizó una visita presencial a la compañía y se ejecutó el check list en la bodega de materiales. Posterior se obtuvieron notas por cada área a la cual se le aplicó la lista de verificación.

Se realizó un análisis a los resultados obtenidos donde se puede concluir que la nota máxima por área es de 25 puntos, por ende, se obtuvo una nota global en 5'S de 46. En la tabla 7 se puede observar un resumen de lo obtenido.

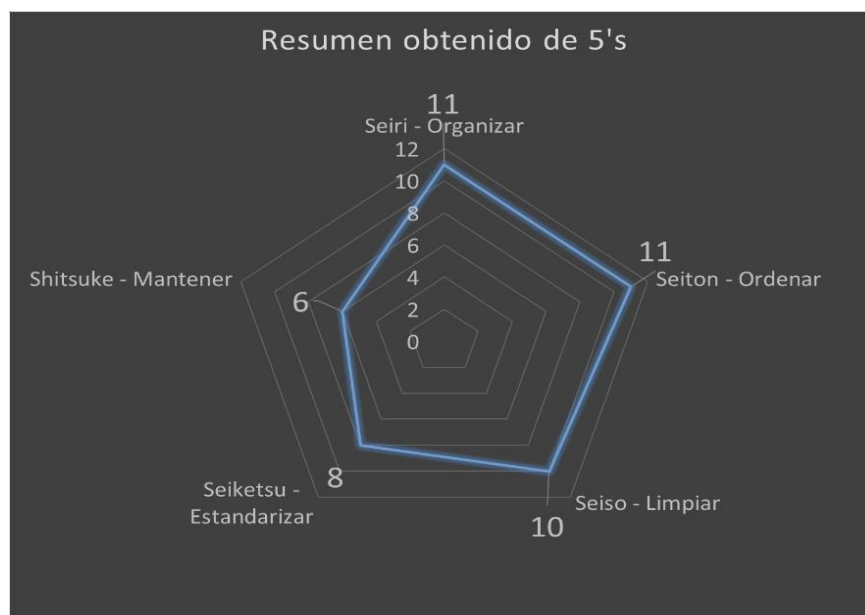
**Tabla 7.** *Tabla Resumen de puntos obtenidos según check list.*

AREA	NOTA
Seiri - Organizar	11
Seiton - Ordenar	11
Seiso - Limpiar	10
Seiketsu - Estandarizar	8
Shitsuke - Mantener	6
SUMATORIA	46

*Fuente: Información recolectada a través de un check list*

Se puede observar que la estandarización y el mantener son las áreas con menor nota y por ende las de mayor énfasis a mejorar. En el gráfico 15 se puede apreciar más detalladamente.

**Gráfico 2. Resumen de puntos obtenidos por área**



*Fuente: Información recolectada a través de un check list*

Se verificó que la bodega no posee estándares de almacenaje, sin embargo, se encuentra una gran cantidad de material guardado en cajas, también se encontró que usualmente no tienen la misma categoría de materiales en un solo sitio, es decir las familias de materiales como los accesorios para tubería EMT y PVC se encuentran dispersos al igual que los demás.

Durante la ejecución del check list se encontraron restos de basura y materiales regados en el suelo, lo que claramente es un indicador que de no existen protocolos de limpieza claros, otro factor que impulsa esta problemática es que no existe algún horario de limpieza, la cual se realiza únicamente cuando existe poca afluencia de trabajos por lo que se destinan recursos al orden y aseo de la bodega.

En cuanto al material almacenado, se encuentran ubicadas en cajas plásticas pero las mismas no se encuentran etiquetadas, por otro lado, el material más pequeño se encuentra en cajas de cartón reutilizadas de algún otro producto por lo que suele confundir al momento de alistar material, se debe abrir las cajas de cartón para verificar los materiales.

Ha sucedido que establecen un orden en la bodega de materiales pero el hecho es que no prevalece durante el tiempo, en otras palabras, el orden y aseo el cual se realizó en un determinado momento se olvida o no se logra mantener o establecer cultura, por lo tanto, es cuestión de tiempo para que la problemática se vuelva a presentar.

Como resultado final se obtuvo una nota total de 46 puntos lo cual comprende un 36.8% de los puntos, es decir, una nota inferior del 60% igual 75 puntos lo cual es lo requerido lo cual, por lo tanto, la bodega actual no está cumpliendo con los requerimientos necesarios.

La bodega de materiales posee problemas en las diferentes etapas de la metodología 5's que se deberá aplicar una mejora lo cual contempla parte de los objetivos del proyecto. Temas como limpieza, rotulación de los materiales, mejor organización, estándares de almacenaje, son puntos de mejora.

#### **4.4 FLUJOGRAMA DE PROCESO DE ALISTO**

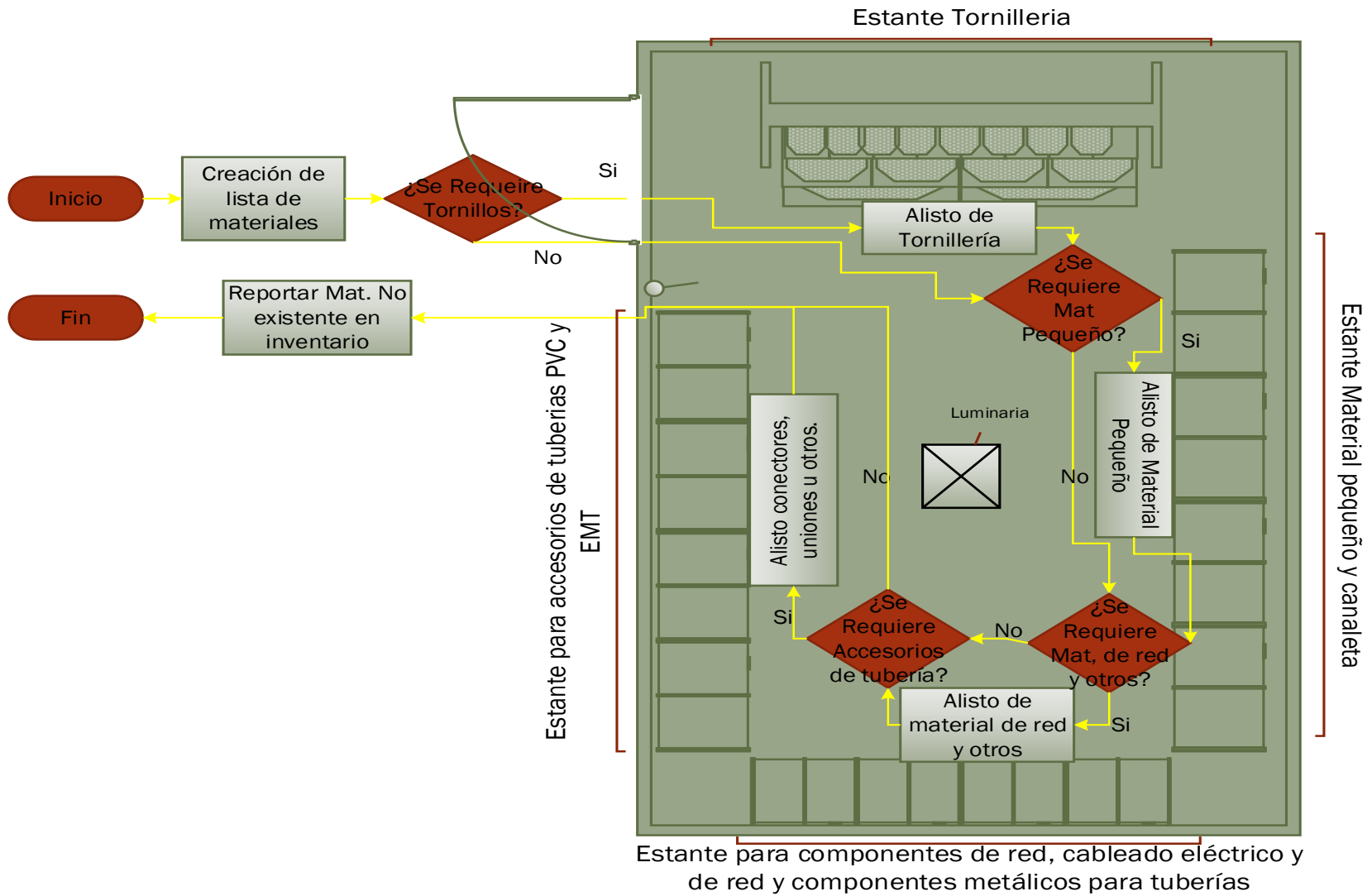
Como parte de la definición del problema se diseñó un flujograma del área de la bodega de materiales que comprende el proceso de alisto de materiales el cual es bastante simple, sin embargo da una vista más clara y amplia del panorama.

En la Figura 16 se observa el proceso descrito anteriormente en el cual se inicia haciendo una lista de materiales requeridos para la ejecución del proyecto, cabe mencionar que los proyectos van por etapas por lo que los materiales de las últimas etapas se omiten en el primer alisto y se preparan los materiales de las primeras etapas.

Por consiguiente, se procede a alistar los materiales previamente analizados, iniciando por el estante de la tornillería el cual posee alrededor de 50 tipos de tornillos los cuales tienen diferentes funcionalidades, tamaños, colores, junto con arandelas y accesorios varios.

Seguidamente se trasladan al estante del material pequeño para preparar componentes que van desde conectores rj45, conectores hembras para cableado de red, componentes de fibra óptica, placas para conectores de red hasta tomacorrientes, placas de tomacorrientes, accesorios de canaleta, pintura, rieles metálicos, soportes, gazas Strut y tornillos especiales.

Figura 14. Flujograma Proceso de Alisto



Fuente: Información recolectada a través de una observación directa

Como paso siguiente se trasladan al estante de componentes de red, cable y componentes metálicos en el cual encuentran objetos como cajas modulares, cajas rectangulares, cajas cuadradas, cajas cuadradas doble fondo, cajas para intemperie, cable eléctrico y cable de red y otros objetos los cuales sirven para construcción de estructuras metálicas.

Luego se trasladan al estante de accesorios de tubería, en este se alista los conectores, uniones tanto EMT como PVC, gazas, gazas strut, pero también se encuentran componentes de red como Patch panel, organizadores, cable de red, disyuntores termomagnéticos y existe actualmente dos centros de cargas.

Por último, si no se cuenta con el material requerido, se procede a notificar al dueño o a la secretaria para que el personal proceda a la compra de este en proveedores externos. La empresa cuenta con diversos proveedores según el material requerido, sin embargo los tiempos de entregas de los proveedores tienen un máximo de 4 días.

Analizando el flujograma se puede analizar que el ciclo del proceso es ordenado, sin embargo, no siempre se cumple, en ocasiones el personal debe movilizarse entre las estanterías debido a que en ocasiones el material no se encuentra donde corresponde. Adicionalmente no necesariamente se cumple como se muestra en el diagrama, sino que se ejecuta de manera contraria al diseño, comenzando por la estantería de conectores, uniones y finalizando en la estantería de los tornillos.

#### **4.5 DIAGRAMA ISHIKAWA**

Como parte de la etapa dos de “Análisis” de la metodología DMAIC se aplicó un diagrama Ishikawa como herramienta para buscar causas potenciales del problema, teniendo como base la información obtenida en la entrevista realizada anteriormente. Adicionalmente cabe mencionar que se organizó una reunión con el personal operativo ya que esas personas pueden tener un mejor punto de visto por experiencia propia. La figura 17 muestra el diagrama Ishikawa obtenido.

En el diagrama Ishikawa se pudo determinar 4 causas potenciales las cuales se pueden ubicar en tres diferentes M de las 6M que conforma el diagrama.

En la rama de “Mano de Obra” se identificó que la información obtenida en la entrevista realizada a don Héctor Ramírez Arguello, dueño de la compañía; que a pesar de que no existe un método de almacenaje, el orden y aseo se realiza de forma convencional en el cual invierte recursos cada cierto tiempo, no se fomenta y promociona una cultura para mantenerlo y que prevalezca en el tiempo.

Acercas del “Método” se hallaron dos causas provenientes de la entrevista. Por un lado, una hace referencia a que existe un desperdicio de material debido a que no se tiene conocimiento y control de inventario actual, por ende, se desconoce información de relevancia como fecha de entrada o salida de material para evitar compras de materiales existentes que se cuenta con exceso de inventario.

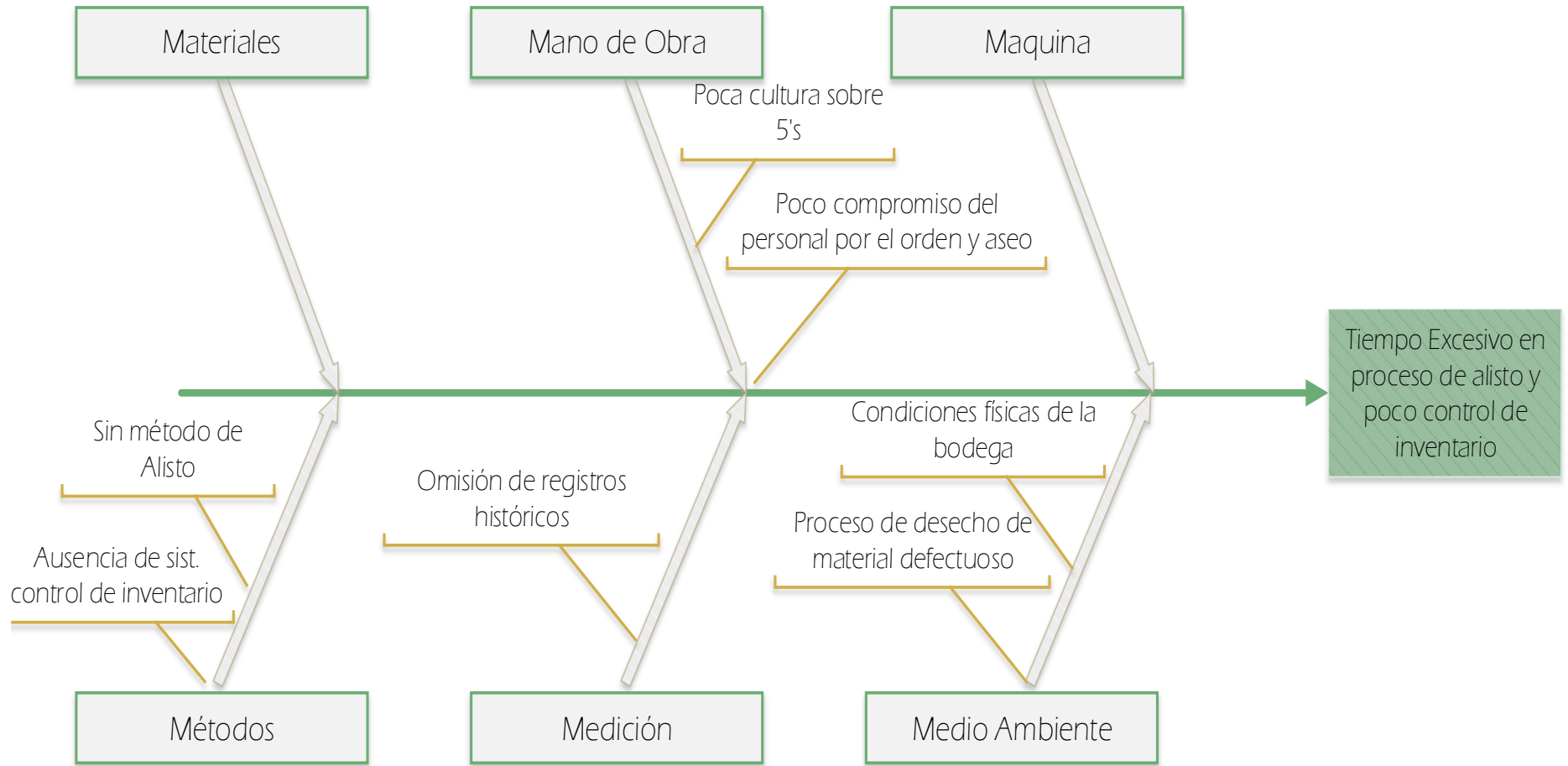
Por otro lado, la segunda causa se concentra en que no tienen un método de alisto establecido por medio de un orden cronológico o bien por tipo de familias ya sea por categoría de entubado, cableado o conectorización.

Otra causa potencial identificada por medio del check list de 5's es que no existe estandarización alguna de almacenaje. Esta razón suele causar problemas de desacomodo y disminución de calidad en los procesos, enfocado hacia el control del inventario no solo genera caos en el almacenaje sino que de igual manera provoca retraso en el proceso de alisto de materiales, este último se analizará más adelante en relación con datos tomados.

Para finalizar se determinó una causa potencial que se ubica en la rama de “Medio Ambiente” a través del check list 5's y la entrevista, donde se evaluó las condiciones de la infraestructura del lugar.

Según el análisis realizado las condiciones de la infraestructura de la bodega provocan que exista poca ventilación lo que causa humedad, que el material se oxide y por ende se deba desechar, lo cual genera un costo para la empresa, provocando que se deba reinvertir en la compra de material nuevo y en buen estado.

**Figura 15. Flujograma Proceso de Alisto**



*Fuente: Información obtenida a través de Entrevista.*

## 4.6 5 PORQUES

Como parte de la ejecución correspondiente a la etapa de “Medición” y fundamentar el análisis de las causas potenciales obtenidas del diagrama Ishikawa se utilizó la herramienta 5 porques, la cual se realizó en una plantilla de Excel, la cual utiliza las 6M del diagrama Ishikawa que consolida ambas herramientas. En la Figura 18 se puede observar la herramienta aplicada.

Dentro de los resultados obtenidos se encontraron las causas potenciales. Como se mencionó anteriormente, en el diagrama Ishikawa, para la rama de la “mano de obra” se encontraron dos posibles causas: 1. la escasa cultura en 5’s debido a que no se cuenta con un método que mitigue el problema del orden, aseo, y estandarización. 2. la falta de compromiso del personal hacia el orden y aseo que perdure en el tiempo debido a la carencia de sistemas de control que permitan mantener la estandarización.

Respecto al “Método” se encontraron como causas potenciales la carencia de un método de alisto, esto debido a que existe un protocolo a seguir, pero no está estandarizado. Adicionalmente al inventario, no tienen conocimiento cuantificado del inventario; después del análisis con la herramienta, se encontró que la causa radica en que actualmente no tienen una herramienta de control del inventario que permita les arroje datos para la toma de decisiones.

En “Medición” se tiene la ausencia de registros históricos que respalden el análisis de la problemática actual y de cierta manera dificulta el desarrollo del proyecto ya que se debieron realizar las mediciones correspondientes para el respaldo necesario.

En “Medio Ambiente” se determinan dos causas potenciales la primera corresponde a la pérdida de material por mal estado debido a la corrosión y/o humedad que existe en el área por la carencia de ventilación como causa del problema de deterioro. Después del levantamiento del material en mal estado se cuantifico con un costo de ₡10.000 colones debido a que se cuantifico económicamente el material de desecho de la limpieza anterior. Finalmente, como segunda causa se consideró la ausencia de un adecuado manejo de desechos, que se colocan con la basura común, lo que representa una mayor contaminación.

**Figura 16. 5 Porques**

6 M'S	CAUSES	WHY 1?	WHY 2?	WHY 3?	WHY 4?	WHY 5?	POTENCIAL CAUSE
<b>MATERIALS</b>							
<b>MANPOWER</b>	Poca cultura 5's	Porque no se ha implementado la metodología 5's	Porque no se tenía conocimiento sobre el tema	Porque anteriormente ninguna persona con el conocimiento ha llegado	Porque hasta el presente es cuando se ha decidido implementar una mejora	Por carencia de personal capacitado en temas de Ingeniería Industrial	No existe implementación de metodología 5's
	Falta de compromiso del personal por orden y aseo	Por falta de acompañamiento al personal en temas de orden y aseo	Por ausencia de programas que incentiven el orden y aseo	Porque hasta el día de hoy se pretende mejorar el tema y cambiar el paradigma actual	Porque se requiere para asegurar el correcto funcionamiento de una mejora a través del tiempo		No existe una herramienta de control de 5's
<b>MACHINES</b>							
<b>METHOD</b>	Sin método para proceso de alisto	Porque no se destinan recursos a crealo	Porque no se cree necesario	Porque la bodega es pequeña por ende la dificultad de alisto es baja			Carencia de un método estandarizado de alisto
	Sist. Control de inventarios	Porque actualmente no existe ninguna herramienta	Porque no era prioridad	Porque se desconoce las consecuencias actuales que generan perdidas	Por falta de analizar el proceso	Porque es de importancia poder mitigar las deficiencias actuales	Ausencia de herramienta de gestión de Inventario
<b>MEASURES</b>	Omisión de registros históricos	Porque no se le dio importancia en su momento	Porque consume recursos	Porque la elaboración de reportes conlleva			No existe registros históricos de datos.

				recursos adicionales			
<b>ENVIRONMENT</b>	<p>Condiciones Físicas de la bodega</p> <p>Proceso de desecho material defectuoso</p>	<p>Porque existe humedad</p> <p>Porque no hay existencia de un protocolo de desechos</p>	<p>Porque no existe ventilación</p> <p>Porque se realiza con poca frecuencia</p>	<p>Porque no tiene sistema de ventilación y es un área cerrada</p> <p>Porque no debería de existir si existe un correcto control de inventario</p>	<p>Porque no se instalan inicialmente</p>		<p>Carencia de una solución que proporcione ventilación y ayude a reducir la humedad .</p> <p>No existen controles de inventario para eliminar el desecho de material</p>

*Fuente: Información proveniente del diagrama Ishikawa*

## 4.7 ESTUDIO DE TIEMPOS

Como último paso para la etapa de “Medición” de la metodología DMAIC y poder tener un punto actual con el cual poder comparar los cambios a realizar se desarrolló una plantilla básica en la cual se registraron 15 tomas de tiempos con la duración respectiva. En la tabla 6 se muestra la información

El estudio de tiempos se realizó en el proceso de alisto, el mismo presenta una problemática con respecto al tiempo de duración, el cual está afectando en el tiempo laboral del personal, se destina mucho tiempo en el proceso de alisto y se retrasa los avances en los proyectos en cual se traduce en costos más altos.

En la tabla 8 se observa una muestra preliminar de 15 observaciones mostrando la cantidad de líneas de material con su respectivo tiempo en minutos cabe mencionar que el material de alisto no se realiza por categoría, para un proyecto se alistan diferentes materiales de las categorías de entubado, cableado y/o conectorización.

**Tabla 8.** *Tiempos del proceso de alisto de la Compañía: Constcom S.A*

Departamento: Bodega de materiales	
Proceso: Alisto	
Fecha: 13/4/2024	
Responsable: Kevin Ramírez Ramírez	
# de toma	Medición(min)
1	32.05
2	53.45
3	45.02
4	20.15
5	30.15
6	40.55
7	28.27
8	15.03
9	14.5
10	18.09
11	25.5
12	26.2
13	35.05

<b>Departamento: Bodega de materiales</b>	
<b>Proceso: Alisto</b>	
<b>Fecha: 13/4/2024</b>	
<b>Responsable: Kevin Ramírez Ramírez</b>	
<b># de toma</b>	<b>Medición(min)</b>
<b>14</b>	<b>50.47</b>
<b>15</b>	<b>23.1</b>
<b>Promedio</b>	<b>30.40</b>

*Fuente: Información recolectada a través de toma de muestras.*

Adicionalmente se utilizó la fórmula para saber el tamaño de la muestra optima utilizando las 15 observaciones preliminares la figura 19 muestra la fórmula estadística utilizada.

**Figura 17.** *Fórmula para tamaño de la muestra en población infinita.*

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{e} \right)^2$$

*Fuente: Walpole, R. E., Myers, S. L., Ye, K., Myers, R. H. (2012).*

La fórmula utilizada permite saber el tamaño de muestra requerida para un estudio en utilizando el margen de error permitido y el cuantil de la distribución normal con la desviación estándar de la muestra preliminar; la tabla 9 se muestra la información obtenida.

**Tabla 9.** *Datos para fórmula de tamaño de muestra.*

<b>Desviación Estandar (<math>\sigma</math>)</b>	14.59
<b>Margen de Error</b>	5.00
<b>Z<math>\alpha</math> 95%</b>	1.96
<b>Tamaño de la Muestra (<math>\eta</math>)</b>	32.71

*Fuente: Información recolectada a través de toma de muestras.*

Para el estudio se utilizó un margen de error del 95% por lo que el cuantil corresponde a 1.96 y la desviación estándar dio como resultado 14.59. El tamaño de muestra requerido es de 33 observaciones. Para las observaciones adicionales se coordinó nuevamente los estudios diarios en el proceso de alisto. Las nuevas observaciones se pueden apreciar en la tabla 10.

Según lo obtenido se destaca que existe una variabilidad de 13.32 min respecto a la media entre los estudios realizados, esto se debe a que el proceso de alisto está directamente relacionado a la cantidad de material requerido para la ejecución de los trabajos, el cual es distinto dependiendo de las labores y características del proyecto.

**Tabla 10.** *Toma de tiempos ajustada a la muestra.*

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	
<b>Compañía: Constcom S.A</b>	
<b>Departamento: Bodega de materiales</b>	
<b>Proceso: Alisto</b>	
<b>Fecha: 13/4/2024</b>	
<b>Responsable: Kevin Ramírez Ramírez</b>	
<b>Toma de Tiempos 1</b>	
<b># de toma</b>	<b>Medición(min)</b>
1	32.05
2	53.45
3	45.02
4	20.15
5	30.15
6	40.55
7	28.27
8	15.03
9	14.5
10	18.09
11	25.5
12	26.2
13	35.05
14	50.47
15	23.1
16	15.55
17	12.44
18	24.05
19	36.5
20	22.19
21	31.1
22	38.3
23	18.35
24	19.37
25	16.55
26	29.3
27	26.38
28	20.05

ESTUDIO DE TIEMPOS	
Compañía: Constcom S.A	
Departamento: Bodega de materiales	
Proceso: Alisto	
Fecha: 13/4/2024	
Responsable: Kevin Ramírez Ramírez	
Toma de Tiempos 1	
# de toma	Medición(min)
29	38.48
30	62.58
31	38.5
32	44.21
33	35.19
<b>Promedio</b>	<b>29.83</b>

*Fuente: Información recolectada a través de toma de muestras.*

Por último, se destaca que la toma de tiempos se realizó en conjunto con el personal operativo y el personal administrativo para lograr abarcar más observaciones durante el día. La cantidad de material de alisto está relacionado con el número de proyectos en ejecución, por lo que la demanda es variable, por ejemplo, en la tabla 10 en el periodo de abril se desarrollaron tres proyectos, para los cuales se realizaron 33 tomas de tiempos, adicionalmente se puede destacar que después de obtener la muestra, el promedio del tiempo de alisto se logra mantener muy similar a la tabla 8 de 30.40 min la cual comprende las primeras 15 observaciones.

## 4.8 MULTIVOTO

Como parte de la etapa de “Implementación” de la metodología DMAIC se tomaron las causas de la herramienta 5 porques y se les otorgó un porcentaje de impacto según criterio de experto. La encuesta muestra las causas y otorgándoles un nivel de impacto el cual se estableció una escala de 1 a 10 siendo 1 el impacto menor y 10 el número con mayor impacto. El instrumento se aplicó al personal de la compañía que contemplan el 60% del personal; incluyendo el gerente, la secretaria y el encargado de proyectos a un total de 3 personas. En la figura 20 se puede observar la plantilla creada para realizar la encuesta.

**Figura 18. Plantilla de priorización de causas potenciales**

Multivoto										
Tema: Impacto de las causas										
Instrucciones: Otorgar un nivel de impacto que tiene las causas mostradas a la empresa. Se clasifica en un rango de 1 siendo el impacto menor y 10 siendo el impacto mayor										
Nombre de Evaluador: Kevin Ramírez Ramírez										
Persona:										
Fecha:										
Tema	Puntuación									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No existe metodología 5's										
No existe herramienta de control de metodología 5's										
Carencia de un método estandarizado de alisto										
Ausencia de herramienta de gestión de Inventario										
No existe registros históricos de datos.										
Carencia de una solución que proporcione ventilación y ayude a reducir la humedad .										
Carencia de un método de desecho de material deteriorado.										

*Fuente: Creación Propia*

Después de la aplicación del multivoto se analizó la información y se obtuvo que las causas con prioridad alta según la votación del personal de la empresa Constcom S.A se encuentran:

- Ausencia de herramienta de control de Inventario
- Ausencia de la metodología 5's

En las causas de prioridad media se encuentran:

- Carencia de un método estandarizado de alisto
- Carencia de una solución que proporcione ventilación a reducir la humedad

Por último en las causas de prioridad baja se encuentran:

- No existe herramienta de control 5's
- No existe registros históricos de datos
- Carencia de un método de desecho de material deteriorado.

En la tabla 11 se muestra un resumen de los datos obtenidos

**Tabla 11.** Datos obtenidos a partir del multivoto

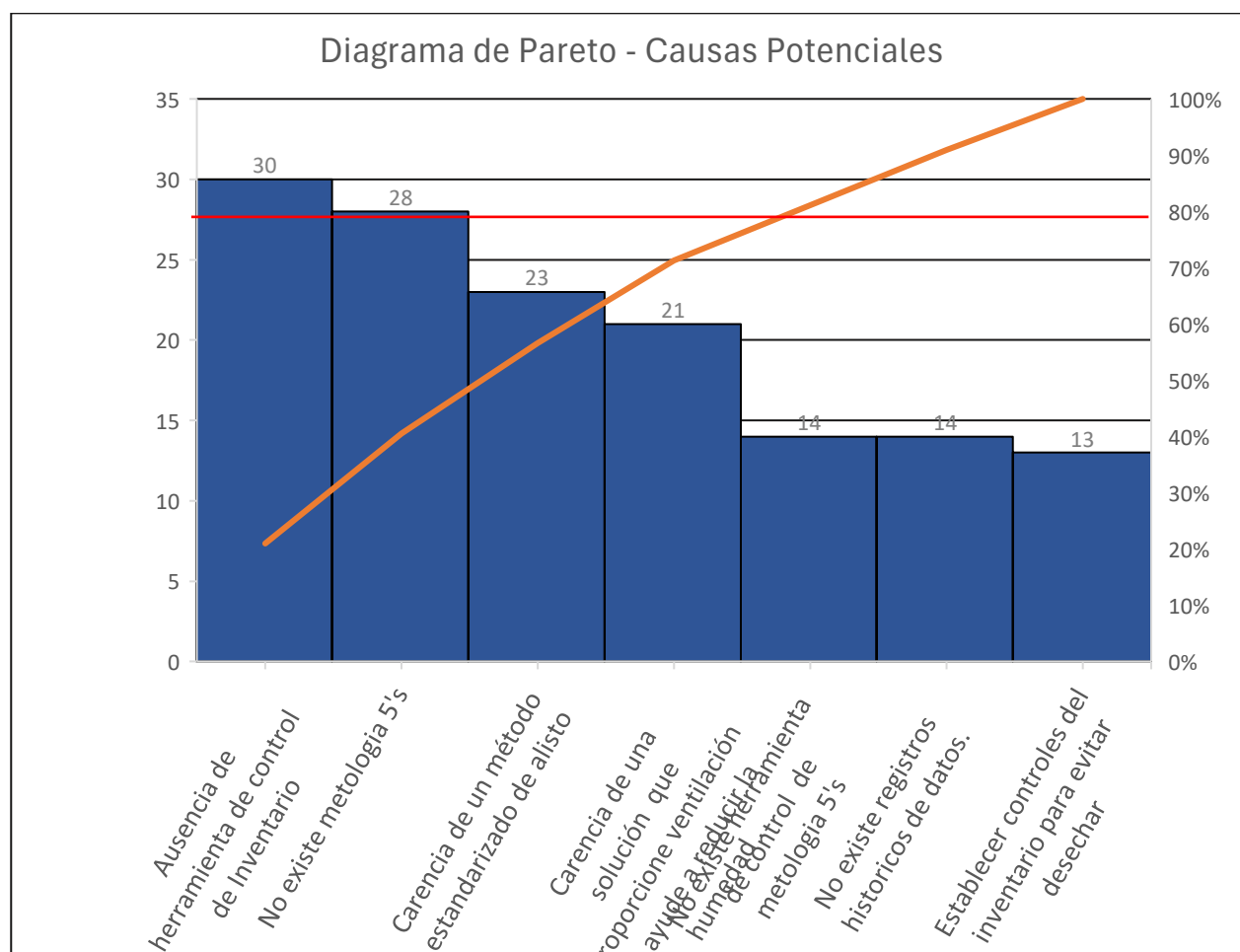
Tema	Puntuación
No existe metodología 5's	28
No existe herramienta de control de metodología 5's	14
Carencia de un método estandarizado de alisto	23
Ausencia de herramienta de gestión de Inventario	30
No existe registros históricos de datos.	14
Carencia de una solución que proporcione ventilación y ayude a reducir la humedad .	21
Establecer controles del inventario para evitar desechar	13
<b>Total</b>	<b>143</b>

*Fuente: Información recolectada a través del Multivoto.*

#### 4.9 DIAGRAMA DE PARETO

Como parte de la etapa de “Análisis” de la metodología DMAIC se utilizó el diagrama de Pareto el cual ayuda a organizar y priorizar las causas potenciales determinadas en la ejecución de las herramientas anteriores por lo tanto tomando los datos resultantes del multivoto el cual brindó una puntuación subjetiva de las causas encontradas en el 5 porques se puede obtener lo que el gráfico 21 representa.

**Gráfico 3. Diagrama de Pareto Clasificación de las causas.**



Fuente: Datos obtenidos a través del multivoto.

El diagrama de Pareto o también el diagrama 80/20 nos brinda un mejor análisis de las causas que estamos poniendo en cuestión. El diagrama de Pareto consiste en que el 80% de los problemas son causados por el 20% de las causas, partiendo de este punto se puede establecer que el 80% de los problemas son causados por 2 causas potenciales las cuales son

- Ausencia de Herramienta Control de Inventario
- Ausencia de la metodología 5's

Para finalidad del proyecto se va a establecer un plan de acción para contrarrestar las dos causas mencionadas anteriormente, sin embargo las demás causas serán gestionadas por la empresa posteriormente.

Las causas por contrarrestar comprenden en puntuación el 41% de las causas por lo que comprende un impacto importante sobre el problema planteado con el proyecto.

#### **4.10 CONCLUSIONES**

- Se realizó con éxito la entrevista con el personal de la empresa lo cual ayudo a aportar claridad de las problemáticas e indicios de las causas.
- Se logra realizar el levantamiento del inventario con el cual se pueda trabajar en la herramienta de control del inventario.
- Se logró obtener el panorama actual de la obtenida con respecto a la metodología 5's.
- A partir del diseño del flujograma se pudo entender mejor la naturaleza del proceso para poder analizarlo y hallar puntos de mejora.
- Con la realización del diagrama Ishikawa se logró encontrar las posibles causas raíz de los problemas mencionados, las cuales se analizaron de mejor manera con la herramienta 5 porques.
- Se obtienen como resultado de la toma de tiempos un promedio de 29 min.
- Con ayuda del multivoto y el diagrama de Pareto se priorizaron las causas raíz con mayor impacto y con las cuales trabajar para fines del proyecto.

**CAPITULO V**  
**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION**

En el presente capítulo se desarrollará el diseño y la implementación de las soluciones que mitigarán la mayor parte de los problemas que presenta la compañía. Para fines del proyecto se priorizaron las causas con mayor impacto negativo, las mismas se eligieron bajo el principio del 80/20 y las soluciones a implementar se mencionan en la tabla 12.

## 5.1 LLUVIA DE IDEAS

Para la etapa de “Mejorar” de la metodología DMAIC se realizó una lluvia de ideas, la cual básicamente se basó en las soluciones propuestas en la ejecución de los 5 porques.

Para contrarrestar la causa 1 la cual corresponde a “ausencia de herramienta de control de inventarios” se proporcionó una solución basada en Microsoft Excel la cual sea capaz de manejar el inventario actual de la compañía. Para mitigar la causa 2 la cual contempla la “carencia de la metodología 5’s” se aplicará los principios de la metodología para favorecer el orden, limpieza, categorización, estandarización y control. Adicionalmente se aplicará la nuevamente la toma de tiempos con la nueva mejora y se aplicará el check list 5’s para poder visualizar una mejora basada en la puntuación.

**Tabla 12.** Soluciones propuestas según 5 porques

6 M'S	POTENCIAL CAUSE	PROPOSED SOLUTION
<b>MATERIALS</b>		
<b>MANPOWER</b>	No existe implementación de metodología 5's	Implementación de metodología 5's
	No existe una herramienta de control de 5's	Crear herramienta de control de 5's
<b>MACHINES</b>		
<b>METHOD</b>	Carencia de un método estandarizado de alisto	Crear un manual de proceso de alisto de material.
	Ausencia de herramienta de gestión de Inventario	Diseñar una herramienta que permita el control del inventario
<b>MEASURES</b>	No existe registros históricos de datos.	Registrar de datos para futuros análisis
<b>ENVIRONMENT</b>	Carencia de ventilación en la bodega provoca humedad y deterioro de los materiales.	Colocar rejillas para favorecer el flujo de aire
	No existen controles de inventario para eliminar el desecho de material.	Establecer controles del inventario para evitar el desecho de material.

*Fuente: Información obtenida del 5 porques*

## 5.2 DIAGRAMA DE GANTT

Como parte de la “Implementación” se creó un diagrama de Gantt del plan de acción con las medidas, el cual consiste en organizar las diferentes mejoras a implementar donde se detallan las actividades, responsables y fechas para cumplir con lo proyectado.

Las mejoras por aplicar comprenden:

- El diseñar una herramienta que colabore en el control del inventario.
- Aplicación de la metodología 5's

Para el diseño de la herramienta se realizó en Microsoft Excel, el cual permite gestionar hojas de cálculo con fórmulas, diseños, reglas y demás funciones, las cuales serán de utilidad. Adicionalmente se deberá realizar una capacitación al personal que estará a cargo del uso de la herramienta, se consideró en conjunto a la gerencia de establecer un total de dos días para la ejecución de la capacitación considerando poder realizar un ingreso de material y despacho del material.

Con respecto a la metodología 5's se ejecutará de forma paralela a la creación, y capacitación de la herramienta, esto con el objetivo de poder estudiar los tiempos nuevamente del proceso de alisto de material y poder comparar después de la mejora.

En la figura 22 se muestra la información respectiva



### 5.3 DISEÑO DE HERRAMIENTA DE CONTROL DE INVENTARIO

Para la mitigación del problema el cual reside en la ausencia de una herramienta control de Inventario se estableció en conjunto con la gerencia poder diseñar una plantilla en Microsoft Excel la cual permita poder llevar control sobre las existencias actuales. Para ello se estableció utilizar parámetros como nombre, cantidad, ubicación, unidad de medida, entradas, salidas, personal a quien entrega, comentarios y clasificación del material. La figura 23 y 24 muestra un ejemplo de la herramienta diseñada.

Figura 20. Plantilla de gestión de Inventario

Control de inventarios									
Registro de Entradas y Salidas									
HOJA DE REGISTRO	FECHA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTREGADO A	OBSERVACIONES	
1	16-jun-24	0001	Tubo EMT 1/2"	Unidad	▲	35			
1	16-jun-24	0002	Tubo EMT 3/4"	Unidad	▲	9			
1	16-jun-24	0003	Tubo EMT 1"	Unidad	▲	34			
1	16-jun-24	0004	Tubo EMT 2"	Unidad	▲	10			
1	16-jun-24	0005	Tubo EMT 2 1/2"	Unidad	▲	3			
1	16-jun-24	0006	Tubo PVC 1/2" Conduit	Unidad	▲	15			
1	16-jun-24	0007	Tubo PVC 3/4" Conduit	Unidad	▲	10			
1	16-jun-24	0008	Tubo PVC 1" Conduit	Unidad	▲	25			
1	16-jun-24	0009	Tubo PVC 3/4" Kraloy	Unidad	▲	16			
1	16-jun-24	0010	Tubo PVC 1" Kraloy	Unidad	▲	24			
1	16-jun-24	0011	Varilla con rosca 1/2"	Unidad	▲	10			
1	16-jun-24	0012	Varilla con rosca 3/8"	Unidad	▲	15			
1	16-jun-24	0013	Canasta Electrosoldada 2x2"	Unidad	▲	8			
1	16-jun-24	0014	Canasta Electrosoldada 2x4"	Unidad	▲	12			
1	16-jun-24	0015	Canasta Electrosoldada 2x8"	Unidad	▲	3			
1	16-jun-24	0016	Riel Metalico Strut 2x2"	Unidad	▲	14			
1	16-jun-24	0017	Canaleta 110x50mm	Unidad	▲	45			
1	16-jun-24	0018	Canaleta 20x20mm	Unidad	▲	15			
1	16-jun-24	0019	Canaleta 20x10mm	Unidad	▲	5			
1	16-jun-24	0020	Canaleta 10x10mm	Unidad	▲	15			
1	16-jun-24	0021	Ducto plastico para F.O 100;	Unidad	▲	10			
1	16-jun-24	0022	Ducto Metalico 100x100mm	Unidad	▲	25			

Fuente: Creación Propia.


La herramienta por implementar consta de dos ventanas dentro de un mismo archivo de Excel en la cual, primeramente, en la ventana 1 se muestra el registro de entradas y salidas, consta de digitar el código otorgado a cada producto e insertar las cantidades por ingresar o despachar, los campos de nombre y unidades de medida se completan automáticamente por medio de fórmula.

Seguidamente en la ventana 2 se muestra la lista de materiales existentes con su respectivo código, unidad de medida, categorización del producto según el proceso en

el cual es utilizado, ubicación y el saldo actual. En la misma permite ingresar nuevos productos otorgándoles un código único.

Las ubicaciones se crearon con el fin de otorgarle un lugar al material que al mismo tiempo este registrado en la herramienta del control del inventario con el propósito de poder consultar donde se encuentra ubicado y se de mayor eficiencia encontrarlo.

**Figura 21. Plantilla de gestión de Inventario**

		Control de inventarios					
		Lista de Materiales					
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	U/M	CATEGORÍA	UBICACIÓN	INVENTARIO
		0001	Tubo EMT 1/2"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	35
		0002	Tubo EMT 3/4"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	9
		0003	Tubo EMT 1"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	34
		0004	Tubo EMT 2"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	10
		0005	Tubo EMT 2 1/2"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	0
		0006	Tubo PVC 1/2" Conduit	Unidad	Entubado	ES01-01-E	15
		0007	Tubo PVC 3/4" Conduit	Unidad	Entubado	ES01-01-E	10
		0008	Tubo PVC 1" Conduit	Unidad	Entubado	ES01-01-E	25
		0009	Tubo PVC 3/4" Kraloy	Unidad	Entubado	ES01-01-E	16
		0010	Tubo PVC 1" Kraloy	Unidad	Entubado	ES01-01-E	24
		0011	Varilla con rosca 1/2"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	10
		0012	Varilla con rosca 3/8"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	15
		0013	Canasta Electrosoldada 2x2"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	8
		0014	Canasta Electrosoldada 2x4"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	12
		0015	Canasta Electrosoldada 2x8"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	3
		0016	Riel Metalico Strut 2x2"	Unidad	Entubado	ES01-01-E	14
		0017	Canaleta 110x50mm	Unidad	Entubado	ES01-01-E	45
		0018	Canaleta 20x20mm	Unidad	Entubado	ES01-01-E	15
		0019	Canaleta 20x10mm	Unidad	Entubado	ES01-01-E	5
		0020	Canaleta 10x10mm	Unidad	Entubado	ES01-01-E	15
		0021	Ducto plastico para F.O 100x100mm	Unidad	Entubado	ES01-01-E	10
		0022	Ducto Metalico 100x100mm	Unidad	Entubado	ES01-01-E	25
		0023	Ducto Metalico 50x50mm	Unidad	Entubado	ES01-01-E	10
		0024	Conectores de Presión EMT 1/2"	Unidad	Entubado	ES01-01-A	120
		0025	Conectores de Presión EMT 3/4"	Unidad	Entubado	ES01-01-A	120
		0026	Conectores de Presión EMT 1"	Unidad	Entubado	ES01-01-A	150

*Fuente: Creación Propia.*

La herramienta permite no solo verifica existencias del material sino también poder controlar las entradas salidas y personal quien recibió.

Se podrá administrar el material por ubicación y no destinar un espacio físico únicamente para un cierto producto, esto permite gestionar las ubicaciones de manera más eficiente al poder destinar el espacio físico a distintos materiales y poder realizar cambios de posiciones en los materiales a futuro.

Además, facilita tener registrado la ubicación en la cual el material esta guardado, esto es beneficioso ya que permite localizar el material en caso de no tener conocimiento.

Como parte de lo establecido con la gerencia sobre el inventario se llevará registrado el material de más utilidad y el material de menos importancia se excluirá para efectos del proyecto para facilitar el uso de la herramienta y no sobrecargarla con material con poca importancia, dentro del material no registrado se encuentra la tornillería, artículos antiguos sin uso y trozos de metales utilizados para diferentes trabajos.

## **5.4 METODOLOGIA 5'S**

Como parte de la etapa de “Implementación” de la metodología DMAIC se tomó la decisión de aplicar la metodología 5's para poder mitigar la problemática de desacomodo, descontrol del material y tiempo excesivo en proceso de alisto.

### **5.4.1 Seiri (Organizar)**

En la etapa de Seiri (organizar) se realizó una clasificación de los materiales por categoría de tal manera de poder agruparlos por “Familias”, es decir, la bodega consta de 3 estanterías de las cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

- Estantería 1: Material para Entubado
- Estantería 2: Material para Entubado, Cableado y otros
- Estantería 3: Material para de Conectorización

De esta manera el alisto de material estará mejor ubicado y distribuido, reduce el tiempo de búsqueda y por consiguiente vuelve más eficiente el tiempo de alisto.

### **5.4.2 Seiton (Ordenar)**

Para la etapa se Seiton (ordenar) se propuso solicitar una cotización sobre la compra de cajas plásticas gruesas y transparentes sin tapa con el fin de mejorar la forma de almacenamiento, más sin embargo la gerencia toma la decisión de no seguir con la compra de las cajas ya que parte del material ya se encuentra almacenado en cajas plásticas antiguas o de cartón reutilizadas, se propuso para mejorar la estética de la bodega y que se mantuvieran las cajas iguales además de reemplazar las cajas antiguas por nuevas.

Adicionalmente se pretende mejorar la rotulación del área por ubicación y material; de esta manera el material se ubica por familias es decir, por categorías y además se llevará un registro de las ubicaciones en las cuales se encuentran los materiales.

Para la realización del rotulado de las ubicaciones se estableció en conjunto con la gerencia realizarla por medio de papel con adhesivo, los mismos se colocan en la parte inferior de la ubicación, esto con el fin de realizarlo con bajo costo y que sea de fácil reemplazo en caso de rayones, quebraduras, manchas, entre otros defectos que se pueden dar en las labores diarias de almacenaje y alisto de material.

La figura 25 muestra un ejemplo al respecto

**Figura 22.** *Etiquetas para Rotulación de Estanterías.*



*Fuente: Creación propia*

#### **5.4.3 Seiso(Limpiar)**

Con el fin de seguir aplicando la metodología 5's se procedió con la etapa de Seiso cuya función es realizar una limpieza del área completa, desechando basura tradicional, objetos innecesarios, material en mal estado entre otros para poder dejar en área en óptimas condiciones. Anteriormente los colaboradores de la empresa habían realizado un acomodo de la bodega por lo que el material desechado no conformaba gran cantidad pero se logró registrar un costo económico de alrededor de ₡10.000.

#### **5.4.4 Seiketsu(Estandarización)**

Para la etapa de Seiketsu (estandarización) se estandarizo el proceso de almacenado, el cual consiste en ingresar el material a la herramienta de control del inventario para

después almacenarlo en los lugares correspondientes lo cual anteriormente no existía un método y por consecuencia el material se almacenaba en cualquier sitio de la bodega.

Las estanterías de la bodega se distribuyeron por categorías(familias) por lo que inicialmente el material se acomoda por familias y luego se registra la ubicación en la herramienta del control del inventario, de haber un ingreso de material se ubicara en la localización existente de otra manera se le asignara un lugar y seguidamente se registra la ubicación.

Para el proceso de alisto se creó una plantilla en la cual se registra el material requerido previamente, la herramienta mostrará la ubicación actual, de esta manera el personal que aliste el material buscará el material de inmediato en la ubicación. Luego el personal encargado de administrar la plantilla de control del inventario reducirá las unidades correspondientes de la herramienta.

#### **5.4.5 Shitsuke(Disciplina)**

Por último, en la etapa de Shitsuke(Disciplina) se estableció en conjunto con la gerencia realizar un check list basado no solo en las condiciones sino también la ejecución de los procesos. La herramienta se detalla en el apartado 5.9

La herramienta se ejecuta 1 día a la semana según lo establecido con la gerencia hasta considerar una mitigación de la variación, de las observaciones tomadas se realizan las medidas necesarias para las mejoras y poder ir generando una mejor cultura en el personal por medio de retroalimentaciones y charlas. La frecuencia del uso de la plantilla será evaluada por la gerencia según se vaya instaurando una cultura de 5's.

### **5.5 CHECK LIST 5'S**

Como seguimiento a la etapa de "Implementación" de la metodología DMAIC se realizó nuevamente el check list con el objetivo de poder realizar un análisis comparativo del estado anterior al estado actual de la bodega de materiales. De esta manera se puede evidenciar la mejora obtenida después de la aplicación de las propuestas. La tabla 13 muestra el resumen de los puntos obtenidos en la aplicación del check list después de las mejoras.

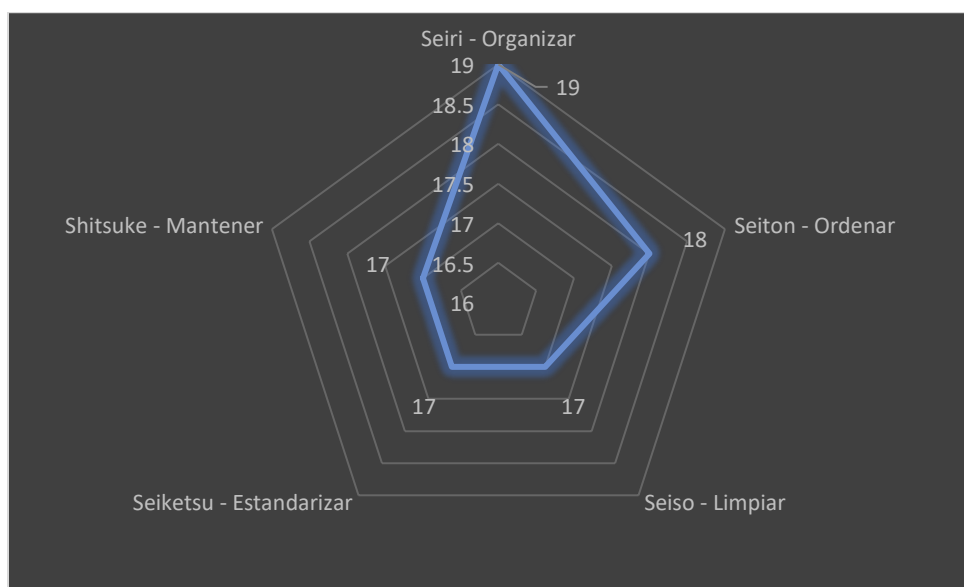
**Tabla 13.** Resumen de puntos obtenidos según check list después de implementación de metodología 5's

AREA	NOTA
Seiri - Organizar	19
Seiton - Ordenar	18
Seiso - Limpiar	17
Seiketsu - Estandarizar	17
Shitsuke - Mantener	17
SUMATORIA	88

*Fuente: Información obtenida del Check List 5's*

Como se puede observar después de la aplicación de la herramienta se obtuvo un puntaje final de 88 puntos de 125 puntos totales. Analizando la tabla se puede deducir que hubo mejoría en las diferentes áreas predominando el área Seiri en la cual se enfocó la creación de almacenamiento por familias o categorías. En el grafico 26 se puede observar la distribución de los puntos según el área.

**Gráfico 4.** Resumen de puntos obtenidos por área.



*Fuente: Información obtenida del Check List 5's*

Se puede determinar que existe una mejoría en las diferentes áreas más sin embargo cabe destacar que aún existe oportunidad de mejora la misma será abarcada por la compañía a un mediano plazo una vez finalizado el proyecto. Para poder tener una mejor visión de la diferencia de los resultados se realizó una tabla comparativa con los datos obtenido inicialmente y los resultados obtenidos en la segunda aplicación de la herramienta. En la tabla 14 se muestra la comparativa de los resultados.

**Tabla 14. Resultados comparativos 5's.**

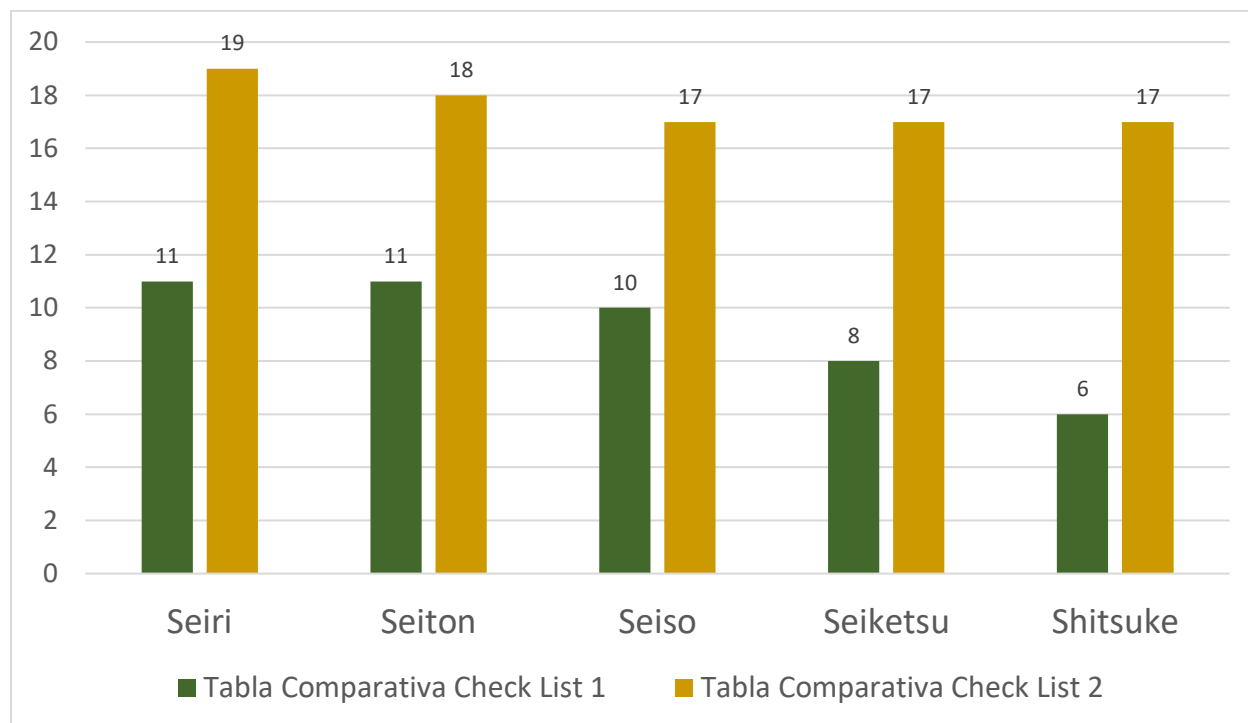
Área	Check List 1	Check List 2	Diferencia
Seiri	11	19	8
Seiton	11	18	7
Seiso	10	17	7
Seiketsu	8	17	9
Shitsuke	6	17	11
Total	46	88	
<b>MEJORA</b>		<b>91%</b>	

*Fuente: Información obtenida del Check List 5's*

Como se puede observar en todas las áreas se encontró una mejoría en las diferentes áreas sin embargo, predomina Shitsuke, por orden descendente, Seiketsu, Seiri, Seiton y Seiso. Se puede observar que después la aplicación de la metodología 5's hubo una mejora del 91% siendo una mejora positiva y considerable y dentro de ello se encuentran beneficios como:

- Eficiencia y Estandarización en guardado del material
- Eficiencia y Estandarización en proceso de alisto
- Eficiencia en localización de los productos.
- Mejor administración del material

En el gráfico 27 se observa gráficamente la mejoría.

**Gráfico 5. Comparación situación inicial vs situación final.**

*Fuente: Información obtenida a través de la aplicación de los Check List 5's*

El gráfico 27 expresa de manera más clara la mejora obtenida a través de la aplicación de la metodología 5's. El poder aplicar la metodología 5's en la bodega de materiales ha brindado un cambio significativo el cual se pretende mantener controlado y perdurado en el tiempo para poder obtener mejores resultados.

## 5.6 ESTUDIO DE TIEMPOS

Como último paso de la etapa de "Implementación" de la metodología DMAIC se realizó un segundo estudio de tiempos aplicado después de las propuestas con el objetivo de poder comparar, visualizar y cuantificar la mejora que se obtuvo.

Para el estudio de tiempos se coordinó con la gerencia varias visitas para la recolección de datos y se realizó en compañía del personal operativo de la empresa con ayuda de un cronometro. La tabla 15 muestra los datos obtenidos.

Para el segundo estudio de tiempos se aplicó el mismo principio del primer estudio. Se tomaron 15 observaciones a las cuales se les realizó el cálculo para poder averiguar el número de líneas por hora para poder establecer una métrica base

**Tabla 15. Estudio de Tiempos**

ESTUDIO DE TIEMPOS	
Compañía: Constcom S.A	
Departamento: Bodega de materiales	
Proceso: Alisto	
Fecha: 13/4/2024	
Responsable: Kevin Ramírez Ramírez	
Toma de Tiempos 2	
# de toma	Medición(min)
1	25.3
2	9.05
3	20.35
4	9.5
5	33.5
6	18.15
7	11.2
8	9.3
9	8.55
10	8.56
11	16.45
12	20.39
13	6
14	25.47
15	22
<b>Promedio</b>	<b>15.61</b>

*Fuente: Información obtenida a través del estudio de tiempos*

De la misma manera se aplicó la fórmula para poder saber el tamaño de la muestra optima, la cual se puede observar en la figura 8 capítulo 4 en la cual se maneja una desviación estándar de 8.74 con un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 5% por lo que nos da un resultado de 12 observaciones. La tabla 16 muestra la información descrita.

**Tabla 16. Datos para fórmula de tamaño de muestra.**

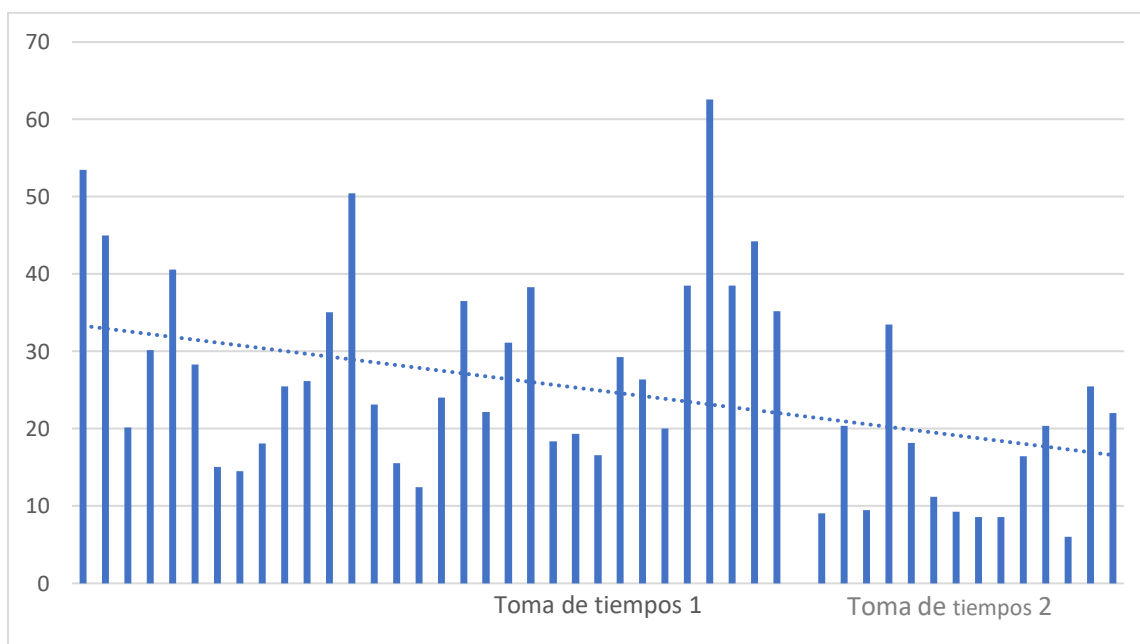
Desviación Estándar ( $\sigma$ )	8.74
Margen de Error	5.00
Z $\alpha$ 95%	1.96
Tamaño de la Muestra ( $\eta$ )	11.74

*Fuente: Información recolectada a través de toma de muestras.*

Se puede observar que efectivamente da como resultado 12 observaciones por lo que se decide mantener las observaciones ya registradas.

Por consiguiente se puede destacar que el promedio del tiempo del proceso de alisto se redujo en un 48%. Es decir, en el primer estudio de tiempos el cual se puede observar en la tabla 10 da como resultado 29.83 minutos por observación y en comparación al segundo estudio de tiempos el mismo se puede observar en la tabla 15, nos da un resultado de 15.61 minutos por observación. El gráfico 28 muestra la información descrita anteriormente.

**Gráfico 6. Comparativo estudio de tiempos.**



*Fuente: Información obtenida a través del estudio de tiempos.*

## 5.7 CHECK LIST DE PROCESOS

Para el desarrollo de la etapa de “Control” de la metodología DMAIC se diseñó un check list de procesos como herramienta que asegure el correcto funcionamiento de las propuestas durante el tiempo y la mejora continua. La herramienta abarca preguntas básicas sobre si se está cumpliendo temas como el orden y aseo, buen estado de las etiquetas de las ubicaciones, materiales en su respectivo lugar, el correcto uso de la plantilla de inventarios y un espacio para comentarios adicionales que el auditor(a) encuentre en el momento. La figura 29 muestra la plantilla diseñada.

La frecuencia de uso de la herramienta será establecida por la compañía, sin embargo, se recomienda realizar la revisión al menos dos veces por mes adicionalmente será ejecutado por el dueño de la empresa o bien por algún personal el cual sea asignado por la empresa.

Las medidas si no se cumpliera con la lista de verificación serán estrictamente relacionadas, son:

- Retroalimentación al personal sobre el cumplimiento de las normas.
- Mantener siempre el orden y aseo.
- Retroalimentación al personal sobre mantener actualizo la herramienta de control de inventario así como también mantener la herramienta actualizada.

Por último con el fin de medir la exactitud del inventario se ha establecido en conjunto con la gerencia realizar conteos mensuales del inventario para mantener la certeza en a herramienta, lo cual se va a medir con un indicador el cual es el IRA(Inventory Record Accuracy), el cual básicamente es una medida del porcentaje de exactitud entre las unidades de material que la herramienta muestra versus un conteo físico del material.

Los conteos del inventario permiten tener certeza y confianza en el inventario actual y control de las diferencias de material que se pudieran dar.

Figura 23. Planilla check list de procesos.

Check List Procesos			
Fecha:		Nombre del Auditor:	
Compañía: Constcom S.A			
#	Descripción	SI	NO
1	¿El material se encuentra ordenado?		
2	¿Se encuentra el suelo libre de materiales?		
3	¿Se esta cumpliendo las normas de almacenamiento?		
4	¿Se esta cumpliendo las normas de alistar?		
5	¿El rotulado de la estanterias se encuentran en buenas condiciones?		
6	¿La plantilla de inventario se encuentra actualizada al dia de hoy?		
7	¿Se esta ingresando el material según las normas?		
8	¿Se esta realizando las salidas de material según las normas?		
9	<b>OBSERVACIONES:</b>		

Fuente: Creación Propia.

## 5.8 ANALISIS DE COSTOS

Para el análisis de costo es de suma importancia abarcar la totalidad de los costos como lo son los costos de las etiquetas, costos de capacitación del personal y costos de la implementación de la herramienta, costo de la herramienta de inventarios y el costo del rotulado.

La tabla 17 muestra la información más a detalle.

**Tabla 17. Análisis de costos.**

Análisis de Costos del proyecto				
Mejora	Número de personas	Número de horas invertidas	Costo promedio por hora	Costo total
Herramienta control de Inventario	1	12	¢2 400.00	¢28 800.00
Capacitación sobre uso de herramienta	3	10	¢2 400.00	¢72 000.00
Puesta en Marcha de la herramienta	2	10	¢2 400.00	¢48 000.00
Compra de Etiquetas	1	1	¢0.00	¢5 000.00
Rotulado de estanterías	1	1	¢2 400.00	¢2 400.00
<b>Total</b>				<b>¢156 200.00</b>

*Fuente: Información obtenida a través de la gerencia.*

A partir de la tabla 17 se puede determinar que se logra una inversión total de ¢156.200 abarcando la totalidad del proyecto.

En la implementación de la herramienta de control de inventario la inversión de la empresa reside básicamente en la capacitación y en la puesta en marcha en las cuales se invirtieron recursos humanos en la preparación y el uso de la herramienta.

Por último la implementación de la metodología 5's hubo una reducción de costos al no tener la adquisición de las cajas plásticas para de igual manera se observa la inversión reflejada en la adquisición de la compra de las etiquetas la cuales son hechas en un papel con adhesivo ideal para la rotulación por un valor de ¢5.000 colones.

Con relación al beneficio se produce un ahorro económico en relación con el tiempo de alisto de materiales al cual se ha realizado una disminución del tiempo en un 48% por lo que el tiempo ahorrado se traduce económicamente en ¢18.485.94. La tabla 18 muestra la información

Analizando la tabla 18 se puede observar que inicialmente el tiempo invertido en proceso de alisto traducido económicamente era de ¢38.778.88 colones y realizando la comparación después del uso de la propuesta de la metodología 5's es de ¢20292.94 colones por lo que existe una reducción de dinero de ¢18.485.94 colones.

De igual manera se puede observar un ahorro promedio de ₡10.000 colones mensuales proveniente del ahorro de material debido al desecho por deterioro.

**Tabla 18. Análisis de Beneficio.**

	Tiempo promedio de alisto (min)	# Personas	Frecuencia de días / semana	Total de Tiempo(horas)	costo promedio por hora	Costo total / semana	Costo total / mes
Antes	29.83	3	3	4.4745	2166.66	9694.72	38778.88
Después	15.61	3	3	2.3415	2166.66	5073.23	20292.94
						Diferencia	18485.94
						Ahorro de material	10000
						Total	28485.94

*Fuente: Información obtenida a través de la gerencia.*

La inversión inicial del proyecto fue de ₡156.200 y el ahorro generado a partir de la propuesta es de ₡28.485.94 por ende la compañía podrá recuperar la inversión en un total de 5.5 meses a partir de la implementación. La tabla 19 muestra la inversión realizada y los ahorros generados.

**Tabla 19. Inversión vrs Ahorros generados.**

Inversión		Ahorros	
Inversión	156200	Ahorro por desecho de material	10000
		Ahorro por reducción de tiempo de proceso de alisto	18485.94
<b>TOTAL</b>	<b>Inversión</b>	156200	<b>Ahorros</b>
			28485.94

*Fuente: Información obtenida a través de la gerencia.*

Por último, se da como completado la implementación de las mejoras indicadas en el diagrama de Pareto inicialmente más sin embargo quedarán otras causas las cuales serán abarcadas por la compañía en corto plazo.

La tabla 20 muestra que tanto la propuesta “Implementación de la metodología 5’s” y “Diseñar una herramienta que les colabore en la gestión del inventario” ya se encuentran a un 100% de implementación, lo cual contemplaba lo estipulado en el proyecto.

**Tabla 20. Porcentaje de Implementación de las propuestas**

Soluciones Propuestas	Porcentaje de Implentación
Implementación de metodología 5's	100%
Diseñar una herramienta que les colabore en la gestión del inventario	100%
Herramienta de control de 5's	100%

Fuente: Creación Propia.

Por otro lado, la tabla 21 muestra las soluciones que están en un estado de 0%, las mismas son recomendaciones de planes por realizarse que serán gestionadas por la empresa en un mediano plazo y no en el proyecto por limitaciones del tiempo de desarrollo del proyecto, más sin embargo se logró abarcar las problemáticas de mayor impacto.

**Tabla 21. Soluciones recomendables**

Soluciones Propuestas	Porcentaje de Implentación
Registro de datos para futuros analsis	0%
Colocación de regillas para favorecer el flujo de aire	0%
Creación de un manual de proceso de desecho del material deteriorado	0%
Creación de un manual de proceso de alisto de material.	0%

Fuente: Creación Propia.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN**

## 6.1 CONCLUSIONES

- Se determinaron las causas potenciales que generaban los problemas a la empresa las cuales comprenden la ausencia de la metodología 5's y una herramienta de control de dicha metodología, la carencia de un método de alisto y método de desecho de material, la ausencia de una herramienta de gestión de inventario y la omisión de una solución que proporcione ventilación y reduzca la humedad.
- Se otorgó la herramienta de gestión de inventario para un mejor conocimiento y control del inventario
- Se otorgó la metodología 5's la cual proporcione una mejor distribución del material y estandarización de métodos.
- Se realizó el cumplimiento del proyecto satisfactoriamente en relación con los objetivos de este y la compañía Constcom S.A podrá tener ahorro de ₡28.485.94 colones mensuales a partir de la implementación del proyecto la cual tuvo una inversión total de ₡156.200.
- Para la finalidad del proyecto se logró abarcar las causas con mayor impacto, por lo que aun quedarán soluciones pendientes de ejecución como lo son la creación de un manual de proceso de alisto y proceso de desecho de material deteriorado, la colocación de rejillas para el flujo de aire y el registro de datos para futuros análisis.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar un control de registros de desperdicios, tiempos de procesos, compras de materiales para futuros análisis y tomas de decisiones.
- Se recomienda realizar conteos físicos mensualmente para poder tener una correcta sincronización entre el material físico y el teórico para la herramienta de gestión de inventarios.
- Se aconseja poder crear y ejecutar planes que ayuden a mitigar las causas potenciales que no se abarcaron en este proyecto como lo son los manuales para proceso de alisto y desecho de material deteriorado, la colocación de rejillas para el flujo de aire y el registro de datos para futuros análisis.
- Se invita a estar refrescando temas sobre la metodología 5's para fortalecer aún más la cultura mediante charlas al personal.
- Se recomienda realizar la inversión de cajas plásticas para mejorar el almacenamiento del material.

## **CAPITULO VII**

## **BIBLIOGRAFIA**

## 7.1 BIBLIOGRAFIA

Álvarez, S., Cruz, M., Guillén, C., Laínez, J. M., Marcia, V.(2019). *Control estadístico de la calidad*. McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=10302>

Carballo, B. Arellano, A. Lizardi, M. (2023). *Ingeniería Industrial y de Sistemas*. Fontamara Digital. [https://www.google.co.cr/books/edition/Ingenier%C3%ADa\\_industrial\\_y\\_de\\_sistemas/t2PvEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=ingenier%C3%ADa+industrial&printsec=frontcover](https://www.google.co.cr/books/edition/Ingenier%C3%ADa_industrial_y_de_sistemas/t2PvEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=ingenier%C3%ADa+industrial&printsec=frontcover)

García, E., Aymerich, D., Sisteró, J., Turbau, J.(2018). *Gestión logística y comercial*. McGraw-Hill Interamericana. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=16553>

Gutiérrez Pulido, H. (2020). *Calidad y productividad*. McGraw-Hill. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=10411>

Heizer, J., Render, B., Munson, C. (2021). *Principios de administración de operaciones*. Pearson Educación. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=16938>

Hernández- Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P.(2023). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill Interamericana. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=31455>

Jacobs, F. R. (2022). *Administración de operaciones*. McGraw-Hill Interamericana. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=20757>

Krajewski, L. J., Malhotra, M. K.(2024). *Administración de operaciones*. Pearson Educación. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=34283>

López, Carlos. (2020, junio 11). *El estudio de tiempos y movimientos. Qué es, origen, objetivos y características*. Gestipolis <https://www.gestipolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>

Louffat, E. (2018). *Reclutando y seleccionando al personal*. Pearson Educación. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=10379>

Pearson, (2021). *Teoría del control de procesos*. Pearson Educación. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=17755>

Pérez, Diego. (2019). *Beneficios en la implementación de las 5's en los procesos productivos*. LinkedIn In. <https://www.linkedin.com/pulse/beneficios-en-la-implementaci%C3%B3n-de-las-5s-los-procesos-diego-p%C3%A9rez/>

Pérez, Milena. (2017) *Multivoto*. Prezi. [https://prezi.com/3\\_sg5e8g8zhh/multivoto/](https://prezi.com/3_sg5e8g8zhh/multivoto/)

Render, B., Stair, R. M. J., Hanna, M. E., Hale, T. S. (2024). *Métodos cuantitativos para los negocios*. Pearson Educación. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=33858>

Rodríguez, Johanna. (2023) *Control de inventarios: definición, importancia y sistemas*. HubSpot. <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-control-de-inventarios#:~:text=Beneficios%20del%20control%20de%20inventarios,-La%20gesti%C3%B3n%20y&text=Aumento%20de%20la%20eficiencia%20operativa,y%20mejora%20la%20productividad%20general.>

Ruiz. M (2021). *Metodología 5s, ¿Qué es y para qué sirve?* Ruiz Barroeta Consulting. <https://milagrosruizbarroeta.com/metodologia-5s-que-es/>

Salazar López, B (Setiembre 3, 2019). *¿Qué es Ingeniería Industrial?* . Ingeniería Industrial Online. <https://ingenieriaindustrialonline.com/procesos-industriales/que-es-un-proceso-industrial/>

Salazar López, B (Junio 5 , 2019). *¿Qué es Ingeniería Industrial?* . Ingeniería Industrial Online. <https://ingenieriaindustrialonline.com/conceptos-generales/que-es-ingenieria-industrial/>

Salazar López, B. (2019). *Estudio de Tiempos*. Ingeniería Industrial Online. <https://ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>

Salazar López, Bryan. (2019). *Control de inventarios*. Ingeniería Industrial Online. <https://ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-inventarios/control-de-inventarios/>

Valacich, Joseph S.; George, Joey F. (2021). *Modern Systems Analysis and Design*. Pearson Educación <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com/stage.aspx?il=&pg=&ed=>

Walpole, R. E., Myers, S. L., Ye, K., Myers, R. H.(2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Pearson Educación. <https://www-ebooks7-24-com-uh.knimbus.com:443/?il=3375>

## **CAPITULO VIII**

### **APENDICES**

## 8.1 CUESTIONARIO

### Entrevista

Instructor Kevin Ramírez Ramírez

Nombre Héctor Ramírez Arguello

Empresa Constcom S.A

Puesto Gerente

Fecha 08/04/2024

*El presente documento consta de 17 preguntas abiertas para la recolección de información, el entrevistado podrá responder abiertamente con datos cualitativos o cuantitativos. Se podrá realizar preguntas adicionales que no se encuentren en el documento.*

---

1. \_\_\_\_\_ ¿A qué se dedica la Empresa?

La compañía se dedica a brindar servicios en el área de telecomunicaciones como cableado estructurado, redes inalámbricas, instalación de enlaces de fibra óptica en posteria e interiores así como también instalación de antenas en torres, servicios eléctricos en baja tensión, certificaciones de redes y fibra óptica, sistemas contra incendio e instalación de sistemas CCTV.

2. \_\_\_\_\_ ¿Qué área tiene la bodega de materiales?

La bodega de materiales actualmente tiene un espacio de 3x3m para un total de 9m<sup>2</sup>.

3. \_\_\_\_\_ ¿Cuál es el problema?

El problema técnicamente se basa en el poco o nulo conocimiento del inventario debido a la poca estandarización que tiene actualmente que produce un desacomodo de los materiales, además debido a lo anterior también produce un atraso al momento de alistar materiales que los trabajadores se deben llevar a los trabajos y por último condiciones en las que se encuentra la bodega.

4. \_\_\_\_\_ ¿Cómo inicio el problema?

Realmente la bodega nunca ha tenido alguna categorización de materiales o algo por el estilo por lo que se piensa que el problema reside desde hace varios años atrás.

5. \_\_\_\_\_ ¿Cuál es la Frecuencia del problema?

Diaria, ya que el desconocimiento de las existencias reales es de todos los días, además para alistar material se da de día de por medio.

6. \_\_\_\_\_ ¿Existen datos históricos del problema?

Como un registro o base de datos no pero si se ha notado el tiempo de alisto de materiales el cual nos ha indicado que existe un gasto de tiempo extra ya que nos un atraso en los proyectos.

7.\_\_\_\_\_ ¿Cuáles son las consecuencias del problema?

En general, las consecuencias son: el tiempo extra al momento de alistar material, el no tener control sobre el material actual y el desecho de material por mal estado.

8.\_\_\_\_\_ ¿Qué gravedad considera usted que posee la problemática?

Personalmente las calificaría como graves ya que generan un costo a la empresa que al final del día es dinero desaprovechado.

9.\_\_\_\_\_ ¿Se ha intentado Resolver antes?

Resolver no, sino que se realiza aseo cada cierto tiempo pero la falta de cultura de los trabajadores por mantener el orden y aseo es un factor que ayuda a general los problemas.

10.\_\_\_\_\_ ¿A qué se debe el problema?

A la falta de control del inventario y a la falta de control de orden y estandarización.

11.\_\_\_\_\_ ¿Existe control del inventario?

No, se tiene noción de la existencia del material más común o consumible pero nada de cantidades ni existencia de otros materiales no comunes.

12.\_\_\_\_\_ ¿Existe documentación sobre entradas y salidas del material?

No realmente y es un factor muy importante el cual me gustaría poder tener conocimiento.

13.\_\_\_\_\_ ¿Cada cuánto tiempo adquiere nuevo inventario?

No existe ninguna fecha en específico, lo que normalmente se hace es que al inicio de cada proyecto se revisan los materiales de más uso en la bodega y se hace un estimado de lo que se necesita para poder adquirirlo y como es de normalidad que siempre existan sobrantes al finalizar los proyectos se guardan en la bodega para posteriormente utilizarlos en otro proyecto.

14.\_\_\_\_\_ ¿Cuánto es el promedio del costo total del inventario?

Se estima que anda entre los 2 500 000 en materiales únicamente

15.\_\_\_\_\_ ¿Cómo considera usted las condiciones físicas del área de la bodega?

No son las más óptimas, es de conocimiento que se requiere una mejoría para poder reducir la cantidad de material desechado por deterioro lo cual normalmente oscila a los 65.000 colones cada vez que se realiza un aseo. Algunas condiciones que se observan son la poca iluminación del área, así mismo, la poca ventilación lo cual genera humedad y deteriora los materiales metálicos.

16.\_\_\_\_\_ ¿Cuánto tiempo se dura en promedio al momento de alistar material?

Esa respuesta va en relación con cuanto material se debe alistar pero normalmente se dura cerca de 1 hora o un poco más.

## 8.2 OBSERVACIÓN DIRECTA

Material para proceso de Entubado		Material proceso de cableado		Material para proceso de Conectorización	
Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad
Tubo EMT 1/2"	20	Fibra Óptica MM OM3 S1 6H	550	Disyuntor Termomagnético 1x20A	1
Tubo EMT 3/4"	9	Fibra Óptica MM OM3 S2 6H	200	Disyuntor Termomagnético 2x20A	1
Tubo EMT 1"	34	Fibra Óptica MM OM3 S2 12H	50	Disyuntor termomagnético 1x30A	1
Tubo EMT 2"	10	Fibra Óptica SM S2 4H	350	Disyuntor termomagnético 2X40A	1
Tubo EMT 2 1/2"	3	Fibra Óptica SM S2 6H	1	Disyuntor termomagnético 2X50A	1
Tubo PVC 1/2" Conduit	15	Fibra Óptica SM S2 12H	1	Disyuntor termomagnético 2X100A	1
Tubo PVC 3/4" Conduit	10	Cable UTP CAT6 Hubbell	305	Conectores Macho RJ45 CAT6	100
Tubo PVC 1" Conduit	25	Cable UTP CAT6 Panduit	58	Conectores Macho RJ45 CAT6A	150
Tubo PVC 3/4" Kraloy	16	Cable UTP CAT6 outdoor Lantek	150	Conectores Hembra CAT6	45
Tubo PVC 1" Kraloy	24	Cable UTP CAT6A Panduit	150	Conectores Hembra CAT6A	65
Varilla con rosca 1/2"	10	Cable UTP CAT6A Siemon	610	Placas de red sencillas	12
Varilla con rosca 3/8"	15	Cable UTP CAT6A Outdoor Panduit	30	Placas de red dobles	26
Canasta Electrosoldada 2x2"	8	Cable eléctrico #12 Azul	50	Placa de red cuádruples	5
Canasta Electrosoldada 2x4"	12	Cable eléctrico #12 Negro	100	Módulos Ciegos	15
Canasta Electrosoldada 2x8"	3	Cable eléctrico #12 Blanco	35		
Riel Metálico Strut 2x2"	14	Cable eléctrico #12 Verde	33		
Canaleta 110x50mm	45	Cable eléctrico #10 Blanco	15		
Canaleta 20x20mm	15	Cable eléctrico #10 Verde	15		

Canaleta 20x10mm	5	Cable eléctrico # 2 Rojo	6		
Canaleta 10x10mm	15	Cable eléctrico serie 8000 1/0	15		
Ducto plástico para F.O 100x100mm	10				
Ducto Metálico 100x100mm	25				
Ducto Metálico 50x50mm	10				
Conectores de Presión EMT 1/2"	120				
Conectores de Presión EMT 3/4"	120				
Conectores de Presión EMT 1"	150				
Conectores PVC 1/2" Conduit	150				
Conectores PVC 3/4" Conduit	90				
Conectores PVC 1" Conduit	50				
Conectores PVC 1/2" Kraloy	55				
Conectores PVC 3/4" Kraloy	65				
Conectores PVC 1" Kraloy	80				
Unión de Presión EMT 1/2"	50				
Unión de Presión EMT 3/4"	30				
Unión de Presión EMT 1"	60				
Unión PVC 1/2" Conduit	30				
Unión PVC 3/4" Conduit	40				
Unión PVC 1" Conduit	15				
Unión PVC 1/2" Kraloy	50				
Unión PVC 3/4" Kraloy	50				
Unión PVC 1" Kraloy	50				
Conectores BIEX 1/2"	35				
Conectores BIEX 3/4"	10				
Conectores BIEX 1"	15				
Conectores BIEX con forro 1/2"	35				
Conectores BIEX con forro 3/4"	10				

Conectores BLEX con forro 1"	15				
Conectores para cable TGP 1/2"	25				
Conectores para cable TGP 3/4"	10				
Curva PVC 1/2" Conduit	25				
Curva PVC 3/4" Conduit	15				
Curva PVC 1" Conduit	15				
Curva PVC 1/2" Kraloy	15				
Curva PVC 3/4" Kraloy	20				
Curva PVC 1" Kraloy	35				
Gaza 1/2"	210				
Gaza 3/4"	155				
Gaza 1"	163				
Gaza 1 1/4"	34				
Gaza 1 1/2"	30				
Gaza 2"	25				
Gaza Strut 1/2 "	49				
Gaza Strut 3/4"	60				
Gaza Strut 1"	75				
Gaza Strut 1 1/4"	20				
Gaza Strut 1 1/2"	20				
Gaza Strut 2"	20				
Cajas de Registro 4x4"	16				
Cajas de Registro 4x4" doble fondo	24				
Cajas de Registro 5x5"	3				
Cajas de Registro rectangulares	11				
Cajas Hierro Colado Rectangular 1/2"	8				
Cajas Hierro Colado Rectangular 3/4"	8				
Cajas Hierro Colado Rectangular 1"	13				
Cajas Octagonales 1/2" y 3/4 "	5				
Cajas de Registro 6x6"	4				
Cajas de Registro 12x12"	1				
Aro de Repello para caja 4x4"	29				
Soporte de derivación de Canasta 1/2"	25				
Soporte de derivación de Canasta 3/4"	25				

Soporte de derivación de Canasta 1"	35			
Conduleta EMT LB 1/2"	8			
Conduleta EMT LB 3/4"	5			
Conduleta EMT LB 1"	9			
Conduleta EMT LB 1 1/4"	2			
Conduleta EMT LB 1 1/2"	1			
Conduleta EMT LB 2"	3			
Conduleta EMT LL 1/2"	12			
Conduleta EMT LL 3/4"	8			
Conduleta EMT LL 1"	7			
Conduleta EMT LL 1 1/4"	5			
Conduleta EMT LL 1 1/2"	5			
Conduleta EMT LL 2"	3			
Conduleta EMT LR 1/2"	8			
Conduleta EMT LR 3/4"	9			
Conduleta EMT LR 1"	8			
Conduleta EMT LR 1 1/4"	6			
Conduleta EMT LR 1 1/2"	4			
Conduleta EMT LR 2"	1			
Conduleta EMT T 1/2"	1			
Conduleta EMT T 3/4"	0			
Conduleta EMT T 1"	0			
Tapas para cajas Octagonales	13			
Tapas para cajas 4x4"	15			
Tubo BIEX 1/2"	15			
Tubo BIEX 3/4"	15			
Tubo BIEX 1"	15			
Tubo BIEX 1/2" con forro	10			
Tubo BIEX 3/4" con forro	10			
Tubo BIEX 1" con forro	10			
Accesorio varios Canaleta	36			
<b>Sumatoria</b>	<b>3200</b>		<b>2724</b>	<b>424</b>

## 8.3 CHECK LIST

Check List 5's								
Nombre del Area: Bodega de Materiales				Fecha: 22-04-2024				
Compañía: Constcom S.A				Nombre del Auditor: Kevin Ramírez R				
1S	#	Descripción	Score					Evaluación
			1	2	3	4	5	
S O r t e a r	1	¿Cómo califica la ubicación de los materiales de trabajo?			X			1→Muy Mal
	2	¿ Como califica la distribución de los materiales?		X				2→Mal
	3	¿Existen estandares claros para el almacenamiento?		X				3→Regular
	4	¿El area del piso se encuentra libre de elementos?	X					4→Bueno
	5	¿Se encuentra el area libre de desorden?			X			5→Excelente
Sub Total			11					
2S	#	Descripción	Score					Evaluación
			1	2	3	4	5	
S O r d e n a r	6	¿Cómo califica la facilidad para encontrar el material de trabajo?		X				1→Muy Mal
	7	¿ Cuando usted termine de usar un material se devuelve al lugar indicado ?		X				2→Mal
	8	¿El material se encuentra identificado?		X				3→Regular
	9	¿Los materiales se almacenan correctamente?		X				4→Bueno
	10	¿Se encuentra el material en orden?			X			5→Excelente
Sub Total			11					
3S	#	Descripción	Score					Evaluación
			1	2	3	4	5	
S L e i m p i a r	11	¿Se encuentra el piso libre de basura y escombros?	X					1→Muy Mal
	12	¿Cómo califica la limpieza en la bodega?			X			2→Mal
	13	¿Cómo califica la separación de residuos?	X					3→Regular
	14	¿Cómo califica el programa de limpieza?		X				4→Bueno
	15	¿Con que frecuencia se limpia el area?			X			5→Excelente
Sub Total			10					
4S	#	Descripción	Score					Evaluación
			1	2	3	4	5	
S E s t i k a e n d s a u r i z a r	16	¿Cómo califica la señalización para ubicar el material?		X				1→Muy Mal
	17	¿Se utilizan lista de verificación para estandarizar los procesos?	X					2→Mal
	18	¿Se realizan auditorias 5's?	X					3→Regular
	19	¿Cómo califica el metodo de clasificar el material?		X				4→Bueno
	20	¿Cómo califica la estandarización de etiquetas, areas y metodos?		X				5→Excelente
Sub Total			8					
5S	#	Descripción	Score					Evaluación
			1	2	3	4	5	
S M h a n t e n e r	21	¿Se esta auditando los procesos de almacenaje?	X					1→Muy Mal
	22	¿Se estan cumpliendo las reglas y procedimientos?	X					2→Mal
	23	¿Cómo califica el seguimiento al orden de los materiales?		X				3→Regular
	24	¿ Se muestran carteles de 5's en el area?	X					4→Bueno
	25	¿Cómo califica el seguimiento a la clasificación de los materiales?	X					5→Excelente
Sub Total			6					
Total			46					

### 8.4 ROTULADO

