

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE INVENTARIOS PARA EL
ALMACEN DE MATERIA PRIMA EN LA COMPAÑÍA DE DISEÑO, MONTAJE Y
CONSTRUCCIÓN - CMD S.A.S**

MARIA FERNANDA RODRIGUEZ BERNAL

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SOGAMOSO
2018**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE INVENTARIOS PARA EL
ALMACEN DE MATERIA PRIMA EN LA COMPAÑÍA DE DISEÑO, MONTAJE Y
CONSTRUCCIÓN - CMD S.A.S**

MARIA FERNANDA RODRIGUEZ BERNAL

**Monografía presentada como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Dirigido por:
HUGO FELIPE SALAZAR
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO
ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SOGAMOSO
2018**

Nota de aceptación:

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Sogamoso, 3 Mayo de 2018

Dedicatoria

Dedico este logro a Dios por llevarme siempre de su mano en el transcurso de mi vida, guiándola por el buen camino y llenándome de fe, perseverancia y optimismo, mostrándome que a pesar de las dificultades hay un nuevo día. A mi hija, quien llego a mi vida para colmarla de nuevas ilusiones, esperanzas y alegrías, espero ser el mejor ejemplo de admiración como mujer, madre, amiga y profesional, a ti hija de mi alma todo mi amor. A mi esposo por ser mi compañero y apoyo en la tarea de forjar una familia. A mi padre por ser mi gran amigo y confidente, y por ser esa persona que me enseñó a luchar en la vida para alcanzar mis metas.

Agradecimientos

Cuando hay una tormenta los pajaritos se esconden, pero las águilas vuelan más alto...

Mahatma Gandhi.

El agradecimiento más especial es a Dios por permitir la realización de una de mis metas, por otra parte mi total admiración y gratitud al ingeniero Hugo Felipe Salazar por toda su paciencia, constancia y conocimientos en la guía de este proyecto y en parte de la trayectoria de mi carrera.

Resumen

Este proyecto surge de la necesidad de mejorar la situación actual de la empresa, caracterizada por no llevar un inventario que satisfaga adecuadamente la cadena de suministro, que en conjunto generan altos niveles de costos. A los problemas mencionados, se adiciona una situación de retraso en los tiempos de fabricación y despacho de la mercancía.

La necesidad de mejorar la productividad viene de la naturaleza de competitividad entre las empresas. Cuando un mercado permanece estable, las empresas pueden sobrevivir sin manejar sus activos con eficiencia, es decir, pueden “darse el lujo” de malgastar recursos o subutilizarlos, ya que hay pocos competidores que ofrezcan mejores productos a precios más accesibles a los clientes, pero al no ser así deben buscar estrategias que mejoren dicha situación.

En este trabajo se va a realizar una propuesta de gestión de inventarios, seleccionando el o los productos que tengan una mayor participación en las fabricaciones, basados en la clasificación ABC y de esta manera ofrecer a la empresa herramientas que le permitan hacer un manejo adecuado de sus recursos.

Tabla de Contenido

1. Descripción General de la Empresa	2
1.1. Presentación de la Empresa	2
1.2 Misión	2
1.3 Visión	3
1.4 Valores Corporativos	3
1.5 Estructura Organizacional	3
2. Definición del Problema.....	4
2.1 Planteamiento Del Problema.....	4
2.2 Formulación del problema	5
3. Objetivos	6
3.1 Objetivo General	6
3.2 Objetivos Específicos	6
4. Alcance y Justificación	7
4.1 Alcance.....	7
4.2 Justificación.....	7
5. Marco Teórico.....	9
5.1 Gestión de Inventarios	9
5.1.1 Importancia de los inventarios.....	9
5.1.2 Tipos de inventarios.	10
5.1.3 Costos de inventarios.....	10
5.1.4 Planificación de inventarios.....	11
5.1.5 Selección de proveedores.....	11
5.2 Métodos para la Administración de Inventarios.....	12
5.2.1 Clasificación ABC de inventarios.....	12
5.2.2 Principio de Pareto.	12
5.3 Gestión Control Avanzado de Inventarios por Demanda (Pull)	13
5.3.1 Modelo del punto de reorden con demanda incierta Hallar Q^* y PRO. ..	13

5.3.2	Modelo de Revisión Periódica con Demanda Incierta	14
5.4	Métodos prácticos de control de inventarios de demanda.....	14
5.4.1	Sistema Mín-Máx	14
5.5	Sistema de Almacenamiento y Manejo	15
5.5.1	Funciones del sistema de almacenamiento.....	16
5.5.2	Funciones del manejo de materiales.....	17
5.5.3	Consideraciones del manejo de materiales.....	18
5.6	Como Elaborar un Procedimiento	18
6.	Metodología.....	20
6.1	Fuentes De Información	20
6.1.1	Información primaria.....	20
6.1.2	Información secundaria.....	20
6.1.3	Tipo de investigación.....	20
6.2	Proceso Metodológico.....	21
6.2.1	Describir	21
6.2.2	Medir	21
6.2.3	Analizar.....	22
6.2.4	Diseñar.....	22
6.2.5	Evaluar.....	22
6.2.6	Sistematizar la información.....	22
6.3	Unidades propuestas.....	22
6.4	Cronograma De Actividades.....	24
7.	Desarrollo de la Propuesta de Gestión de Inventarios	25
7.1	Describir Gestión Actual de Inventario	25
7.2	Medir la Situación Actual	25
7.3	Costos Gestión de Inventarios	29
7.3.1	Costo de ordenar.....	29
7.3.2	Costo de almacenamiento.....	29
7.4	Análisis Información de la Demanda	30

7.4.1	Familia perfilera.....	30
7.4.2	Familia lámina.....	32
7.4.3	Familia soldadura.....	33
7.4.4	Familia insumos.....	34
7.4.5	Familia pintura.....	35
8.	Modelo Gestión de Inventarios.....	36
8.1	Familia # 1 Perfilera.....	37
8.2	Familia # 2 Lamina.....	38
8.3	Familia # 3 Soldadura.....	38
8.4	Familia # 4 Insumos.....	39
8.5	Familia # 5 Pintura.....	40
9.	Sistematizar Información.....	41
10.	Propuesta de Almacenamiento.....	42
10.1	Lineamientos de Seguridad Ocupacional para Estanterías de Almacén.....	42
	Instalaciones locativas.....	42
10.2	Señalización y Demarcación en el Piso de las Áreas de Almacenamiento.....	43
10.3	Lineamientos Para El Manejo Seguro De Estantes Para Almacén.....	43
11.	Conclusiones.....	46
12.	Recomendaciones.....	47
13.	Bibliografía.....	50
14.	Glosario.....	52
	ANEXOS.....	54

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama cmd s.a.s (Fuente Elaboración de la Empresa).....	4
Figura 2. Sistema Mín-Máx de control de inventarios, variante del sistema de punto de reorden (Fuente Elaboración Ballou H. Ronald 2004).....	15
Figura 3. Control de inventarios Mín-Máx bajo demanda irregular.	15
Figura 4 Representación del Ciclo DEMADES. (Fuente, Elaboración propia).....	21
Figura 5. Cronograma ejecución de proyecto (Fuente: Elaboración propia).....	24
Figura 6. Diagrama de Pareto (Fuente: Elaboración propia)	28
Figura 7. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	31
Figura 8 Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	31
Figura 9. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	31
Figura 10. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	32
Figura 11. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	32
Figura 12. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	33
Figura 13. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	33
Figura 14. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	34
Figura 15. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	34
Figura 16. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	34
Figura 17. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	35
Figura 18. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia).....	35
Figura 19. Cambio de estanterías (Fuente: Elaboración propia).....	45

Lista de Tablas

Tabla 1. Familias Seleccionadas con Porcentaje Acumulado	27
Tabla 2. Costo de Ordenar	29
Tabla 3 Costo de Almacenamiento	30
Tabla 4. Cálculos del modelo.....	37
Tabla 5. Cálculos del modelo.....	38
Tabla 6. Cálculos del modelo.....	38
Tabla 7. Cálculos del modelo.....	39
Tabla 8. Cálculos del modelo.....	40
Tabla 9 Resumen Tc por familias	40

INTRODUCCIÓN

Hoy por hoy los Sistema de Gestión de Inventarios, son uno de los principales ejes de cualquier empresa, debido al aporte en los procesos productivos y su gran impacto en el factor económico. Dichos sistemas involucran, el aprovisionamiento de los materiales necesarios para el continuo y constante desarrollo de las actividades planeadas. Por ende su gestión debe ser llevada apropiadamente, para permitir un incremento en la inversión del capital de trabajo y una disminución en los costos de almacenamiento.

Asimismo, es de gran importancia un estudio detallado de las condiciones de gestión del almacén, que servirán para determinar de manera clara los inconvenientes existentes en cuanto al inventario de materiales e insumos que se necesitan para mantener el rendimiento continuo de las operaciones y de esta manera impedir los retrasos por faltantes para evitar generar pérdidas económicas a la empresa.

Partiendo de los requerimientos existentes y con el fin de proyectarse a la mejora continua, este proyecto presenta un modelo de Gestión de Inventarios, adecuado para dar un trato selectivo a los productos y lograr obtener un valor agregado que satisfaga las necesidades de sus clientes y de la propia Empresa CMD s.a.s.

1. Descripción General de la Empresa

1.1. Presentación de la Empresa

La presente propuesta tendrá lugar en el Almacén de materia prima de la Compañía de Diseño, Montaje y Construcción - CMD S.A.S, dedicada al desarrollo, producción y comercialización de productos metal mecánicos de Proyectos especiales.

Esta compañía fue creada el 12 de enero del 2011, como empresa familiar. Dedicada a proporcionar soluciones a las industrias, tales como: estructuras metálicas, tolvas, escaleras y pasarelas, molinos, aerodeslizadores, tuberías, entre otros productos. Se encuentra ubicada en el parque industrial en la ciudad de Sogamoso, en la Calle 54 11B 05. Desde su creación CMD se ha encargado del diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas.

Comprometida en ofrecer a los clientes una excelente asesoría con productos de óptima calidad CMD diseña sus proyectos a fin de satisfacer las necesidades de sus clientes de acuerdo con las especificaciones requeridas. Su Representante legal: Sandra Pérez.

1.2 Misión

Ejecutar proyectos de Montaje, Diseño y Construcción en las áreas de ingeniería mecánica y eléctrica, suministrando siempre a nuestros clientes la mejor calidad, eficiencia, cumplimiento en nuestros productos y servicios desarrollados bajo estándares, normas técnicas y legales, sin dejar de mantener la armonía con el medio ambiente y la sociedad, buscando la mejora continua y la aplicación de métodos de producción seguros que protejan las integridad de nuestro equipo de trabajo.

1.3 Visión

Ser reconocidos como una empresa sólida, con alta calidad en sus procesos, productos y servicios, y garantizar la completa satisfacción de nuestros clientes, mediante el continuo trabajo en el desarrollo de técnicas y procedimientos que aseguren una producción eficiente y rentable.

1.4 Valores Corporativos

CMD SAS. Inculca en cada una de las personas que integran la organización, principios y valores que conforman y soportan el desarrollo de los procesos, por medio de:

- Ética y profesionalismo.
- Respeto por las personas.
- Compromiso y responsabilidad.
- Cuidado del medio ambiente.
- Calidad y cumplimiento.
- Confidencialidad y lealtad con nuestros clientes

1.5 Estructura Organizacional

En la figura N° 1, se muestra la estructura organizacional de cmd s.a.s, la cual es de tipo vertical donde fácilmente se detectan los procesos que trabaja la empresa. La dependencia a la cual se refiere el proyecto es fabricación-almacenista.

Organigrama C.M.D S.A.S



Figura 1. Organigrama cmd s.a.s (Fuente Elaboración de la Empresa)

2. Definición del Problema

2.1 Planteamiento Del Problema

Actualmente la Compañía de Diseño, Montaje y Construcción de Estructuras Metálicas - CMD S.A.S, se ha convertido en una de las empresas más reconocidas de la Ciudad y sus alrededores. Pero no cuenta con herramientas para la Gestión de Inventarios en su almacén de materia prima, debido a esto las actividades de pedido se realizan de manera empírica sin tener en cuenta niveles máximos y mínimos de inventario, tampoco cuenta con un punto de re orden fijo teniendo en cuenta que se maneja una demanda y un lead time variable.

Por otra parte el almacenamiento de las materias primas no es el más conveniente, teniendo en cuenta que desde allí se efectúa su recepción y traslado hasta el puesto de trabajo, donde se han encontrado demoras para la entrega. Sumado a esto existen factores que generan sobrecostos que no son detectados ni asumidos en el momento de la toma de decisiones, como lo son:

- La falta de control en la entrega de materiales e insumos para los diferentes proyectos, lo cual dificulta la regulación de los mismos, generando unos sobrecostos que no da valor agregado al producto final.
- La falta de control a los requerimientos de compra de materiales e insumos, favorece la existencia de cantidades innecesarias de artículos que no serán utilizadas en un espacio de tiempo considerable, por falta de una revisión continua del inventario existente y una lista previa de los materiales e insumos a utilizar en los diferentes proyectos.

2.2 Formulación del problema

¿La propuesta de un Sistema de Gestión de Inventarios para el almacén de materia prima en la empresa CMD S.A.S mejorara el control en los niveles de inventario acumulado, disminuyendo los costos inherentes a su custodia y atendiendo oportunamente los requerimientos de producción?

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de un sistema de Gestión de Inventarios para el almacén de materia prima en el subproceso de fabricación de los proyectos en la empresa CMD s.a.s (Construcción, Diseño y Montaje de Estructuras Metálicas)

3.2 Objetivos Específicos

- Describir y evaluar la situación actual del almacén de materia prima de la empresa CMD S.A.S
- Analizar y seleccionar las materias primas más representativas en la fabricación de los productos.
- Identificar y analizar el comportamiento de la demanda de las materias primas más representativas en el subproceso de fabricación.
- Identificar y analizar el lead time (tiempo de entrega) por parte de los proveedores de materias primas más representativas en el subproceso de fabricación.
- Diseñar el sistema de gestión de inventarios para las materias primas más representativas.
- Elaborar una propuesta de rediseño para el área de almacenamiento.
- Definir y generar un sistema de información que consolide la gestión de inventarios; su ubicación y cantidad de artículos almacenados.
- Documentar el sistema de gestión de inventarios.

4. Alcance y Justificación

4.1 Alcance

Elaborar y presentar una propuesta de un Sistema de Gestión de Inventarios para el almacén de materias primas en la compañía CMD s.a.s, que se ajuste a las necesidades de la empresa, procurando mantener una correcta manipulación de la información. La propuesta de un sistema de gestión de inventarios incluirá destacar las familias más representativas dentro del subproceso de fabricación en los diferentes proyectos. Una limitación es la falta de información acerca del consumo de los materiales e insumos de la empresa.

4.2 Justificación

Las características que prueban la necesidad de efectuar esta propuesta de mejora son:

4.2.1 Justificación Ambiental y Laboral

Al no ser controladas las existencias físicas de algunos de los insumos y materias primas utilizadas en el subproceso de fabricación, generan una acumulación de piezas inconclusas y un constante desorden, lo cual puede conllevar a accidentes laborales debido a que la empresa no cuenta con un procedimiento adecuado para la custodia y manejo de las materias primas.

4.2.2 Justificación Económica

El estudio se realiza con el fin de minimizar los costos, relacionados con el proceso de pedido, recepción y custodia, entre los cuales encontramos los costos de Ordenar y de Almacenamiento, además se busca proponer a la empresa un rediseño en el espacio de almacenamiento, soportado

con un sistema de información que brinde fácil accesibilidad a los diferentes productos teniendo en cuenta su rotación.

4.2.3 Justificación Organizacional

La importancia del estudio radica básicamente en que mediante la planificación y control de inventario en el almacén se podrá lograr un buen funcionamiento de las operaciones en el subproceso de fabricación de la empresa, brindando un eficaz y eficiente servicio a los clientes.

4.2.4 Justificación Social

La falta de organización, planeación y control, genera inconvenientes en el ambiente laboral, las continuas paradas en las diferentes etapas del subproceso son suficientes para generar inconformidad en los empleados y pérdida del ritmo de trabajo.

4.3.5 Justificación de Productividad

El subproceso de fabricación debe cumplir con estándares de calidad en la elaboración de sus piezas y en el cumplimiento de los tiempos establecidos de entrega, por tanto se deben evitar, siendo la entrega oportuna de materiales un factor determinante en el cumplimiento de este objetivo.

5. Marco Teórico

5.1 Gestión de Inventarios

La gestión de inventarios es un punto determinante en el manejo estratégico de toda organización. Las tareas correspondientes a la gestión de un inventario se relacionan con la determinación de los métodos de registro, los puntos de rotación, las formas de clasificación y los modelos de reinventario, determinados por los métodos de control. (Bastidas Bonilla, 2010)

5.1.1 Importancia de los inventarios.

Contar con inventarios trae consigo la disminución de las devoluciones, mayor satisfacción con el cliente y una disminución general del stock del inventario. Además, si se cuenta con un nivel adecuado de stock, es decir conociendo el equilibrio óptimo entre el nivel de demanda y la inversión del inventario se podría hacer más con menos. (Montero, 2012)

Naturaleza de la demanda: La naturaleza de la demanda en el tiempo tiene una función importante para determinar cómo manejamos el control de los inventarios. Existen productos que son altamente estacionales o tienen un patrón de demanda de una sola vez patrón pico, los inventarios que se mantienen para satisfacer el precio tienen que efectuarse en un periodo único de reaprovisionamiento de inventarios con poca o ninguna oportunidad de reorden o de regresar a los artículos si la demanda se proyecta con poca precisión. (Ballou H., 2004, p. 332)

Filosofía del manejo: El manejo de los inventarios se desarrolla alrededor de dos filosofías básicas. Primero, el método *de demanda (pull)*. Esta filosofía ve cada punto de las existencias, por ejemplo, un almacén, como independiente de los demás en el canal. (Ballou H., 2004, p. 333)

5.1.2 Tipos de inventarios.

Existen cuatro tipos de inventarios en base a su función o uso, según (Fernandez, 2010)

Inventario de ciclo: Es una parte del inventario total que varía de acuerdo al tamaño de lote, mientras transcurra más tiempo entre dos pedidos sucesivos de un mismo artículo, mayor será el inventario de ciclo.

Inventario de seguridad: Protege contra la incertidumbre de la demanda, del tiempo de entrega y del suministro, garantizando que las operaciones no sean interrumpidas.

Inventario de previsión: Absorbe las irregularidades que se presentan en la demanda (se acumula el inventario en periodos de baja demanda para luego ser usados en periodos de alta demanda).

Inventario de tránsito: Se da entre dos puntos, sea para transporte o producción. Se calcula multiplicando la demanda promedio del artículo por el número de periodos dentro del tiempo de entrega.

5.1.3 Costos de inventarios.

Para reducir los costos es necesario conocer cómo se componen: (Mac Graw Hill, 2012)

Costos de adquisición: Consiste en comprar el stock y pagar su precio.

Costos de emisión de pedidos: Este costo se incrementa cuando se hace más pedidos al proveedor. Para ello, el área responsable se hace cargo tanto de los gastos administrativos, como de la expedición de la orden de compra. Para su cálculo es necesario saber la cantidad de pedidos por artículo que se realizará, es decir las ventas anuales entre la cantidad de este artículo.

Costos de almacenaje: Este costo se origina al mantener productos en inventario y los gastos asociados (mano de obra, mantenimiento, impuestos, entre otros gastos).

5.1.4 Planificación de inventarios.

Según (Itescam, 2010) afirma, La planificación de inventarios forma parte de un proceso de planificación en toda la cadena de suministro y es aún crítico cuando el sistema de producción es make to stock, ya que todos los productos deben estar disponibles; este proceso debe responder a tres preguntas: ¿Cuánto inventario se debe tener?, ¿Cada cuánto se debe de reponer este inventario? y ¿Cómo se debe generar el requerimiento de reposición?

Por ello, se analizarán las diferentes formas de reponer el nivel de inventarios, así como saber elegir un adecuado proveedor, ya que ayudará en el desempeño de los procesos. Reposición de inventarios

5.1.5 Selección de proveedores.

Las organizaciones deben evaluar y seleccionar a sus proveedores según su capacidad de suministrar productos en base a los requisitos de la empresa, esta a su vez debe hacer un seguimiento de los planes de mejora de las evaluaciones realizadas a los proveedores para poder decidir futuras negociaciones. Por otro lado, el proceso de selección debe contener el análisis de las características, relevantes para la empresa, es por ello que se establecen criterios que servirán como variables críticas para tomar decisiones. Existen dos grupos de variables, el primero de ellos está definido por las características internas que debería satisfacer el proveedor, y en el segundo grupo se encuentran las características de los productos o servicios proporcionados. (Osorio, Arango, Ruales, 2011)

5.2 Métodos para la Administración de Inventarios

5.2.1 Clasificación ABC de inventarios.

De acuerdo con (Teunter, Babai, Syntetos, 2009) afirma, Una técnica usada en la gestión de inventarios es el gráfico ABC, el cual es usado frecuentemente cuando el número de stock es demasiado grande para poder implementar un método de control. Además, permite visualizar los artículos de mayor valor para poder tomar decisiones más eficientes. Este método consiste en dividir las existencias totales en tres grupos.

Grupo A: Representa un gran porcentaje en cuanto al valor total del stock (60-80%), y está formado por un número reducido de artículos. Además, necesitan un control máximo y revisiones continuas.

Grupo B: Está compuesto por más artículos y representan un 30-40% del valor total. Además, requieren un sistema de revisión continuo o periódico.

Grupo C: Sólo representa de 5- 20 % del valor total del stock, pero con mayor cantidad de artículos. Por otro lado, para usar el método se tiene que seguir los siguientes pasos: Colocar los productos de mayor a menor valor. Calcular el porcentaje que ocupa cada artículo con respecto a la inversión total. Obtener los porcentajes acumulados de los artículos

5.2.2 Principio de Pareto.

Este principio plantea que el 20% de una acción producirá el 80% de los efectos, mientras que el 80% que resta sólo origina el 20% de dichos efectos. Dentro de sus aplicaciones se encuentran el análisis de ventas de una gama de productos de una empresa, ya que le permite tomar decisiones estratégicas, en base a datos reales. Para realizar este análisis, se usa como herramienta el diagrama

de Pareto, en el cual se puede visualizar el orden de importancia de cada elemento y poder clasificar las oportunidades de mejora. (Sociedad Latinoamericana, 2010)

5.3 Gestión Control Avanzado de Inventarios por Demanda (Pull)

Control avanzado de inventarios por demanda significa que reconocemos que la demanda y el tiempo de entrega no se pueden conocer con seguridad. Por lo tanto, tenemos que planear para una situación en la que no haya suficientes existencias disponibles para surtir las solicitudes de los clientes. (Ballou H., 2004, p. 348)

5.3.1 Modelo del punto de reorden con demanda incierta Hallar Q^* y PRO.

El control de inventarios por punto de reorden supone que la demanda es perpetua y actúa continuamente en el inventario para reducir su nivel. Cuando el inventario se reduce hasta el punto en el que su nivel es igual o menor que una cantidad específica llamada el punto de reorden, se coloca una cantidad económica de pedido de Q^* en el punto de suministro para reponer el inventario. El nivel efectivo de inventario en un momento determinado del tiempo es la cantidad disponible más la cantidad del pedido, menos cualquier obligación contra el inventario, como pedidos pendientes del cliente o asignaciones para producción o para los clientes. La cantidad total de Q^* llega a un punto en el tiempo que se compensa por el tiempo intermedio. Entre el momento en el que se reabastece el pedido al punto de reorden y cuando el mismo llega al *stock*, hay riesgo de que la demanda exceda a la cantidad que queda en el inventario. La probabilidad de que esto ocurra se controla elevando o descendiendo el punto de reorden y ajustando Q^* . (Ballou H., 2004, p. 349).

5.3.2 Modelo de Revisión Periódica con Demanda Incierta

Una alternativa para el método de control del punto de reorden es el de revisión periódica. Aunque el método del punto de reorden ofrece un control preciso sobre cada artículo del inventario, y por lo tanto el costo total pertinente más bajo, tiene algunas desventajas económicas. El control de revisión periódica da por resultado un poco más de inventario, pero los costos añadidos de su manejo pueden estar más que compensados por costos administrativos reducidos, precios más bajos o costos de adquisición más bajos. Las razones para preferir un método de revisión periódica pueden resumirse así: (Ballou H., 2004, p. 357)

- Sobre una base de conteos cíclicos, en los cuales una parte de las existencias se revisa cada día o cada semana, quizá sobre una base ABC (se reordenan artículos A más a menudo que los artículos B, etc.). Esto también permite equilibrar la carga de trabajo del personal.
- Pueden ordenarse numerosos artículos de manera conjunta desde los mismos orígenes del vendedor.

5.4 Métodos prácticos de control de inventarios de demanda

“Los modelos comentados hasta aquí sirven como base teórica para los métodos de control de inventarios hallados en la práctica. Se pueden dar algunos ejemplos realistas”. (Ballou H., 2004, pág. 363)

5.4.1 Sistema Mín-Máx

El sistema mín-máx de control de inventarios tal vez sea el más popular de todos los procedimientos de control de inventarios de demanda. Históricamente, se ha puesto en práctica usando procedimientos de control manual y mantenimiento de registros por tarjeta de mayor

(sistema Kardex), pero se halla también en muchos procedimientos de cálculo de control de inventarios.

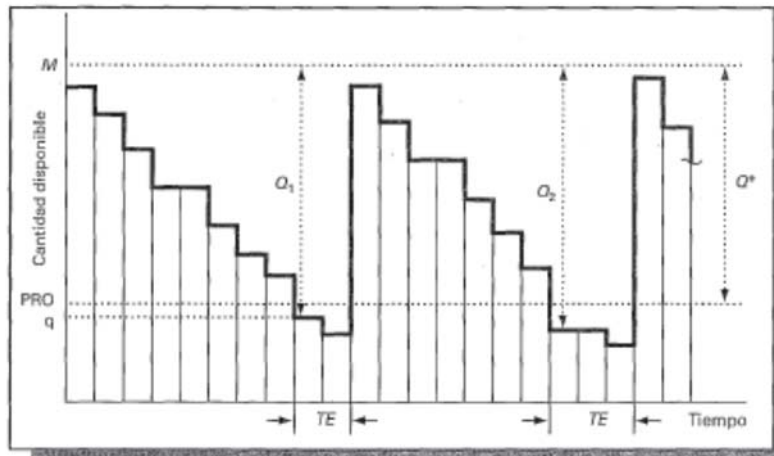


Figura 2. Sistema Mín-Máx de control de inventarios, variante del sistema de punto de reorden

(Fuente Elaboración Ballou H. Ronald 2004)

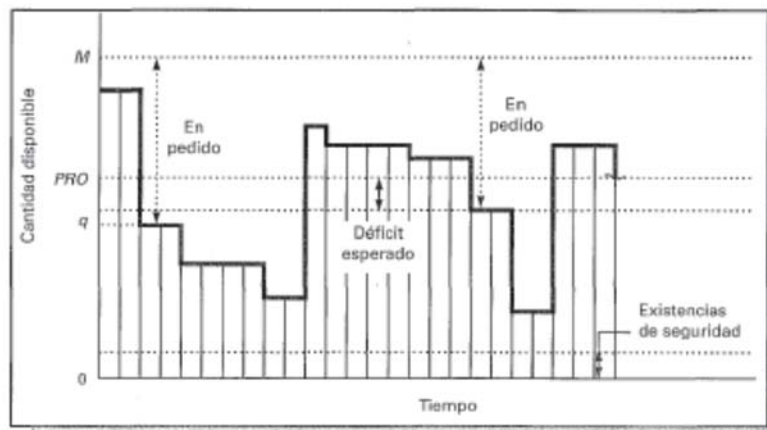


Figura 3. Control de inventarios Mín-Máx bajo demanda irregular.

(Fuente Elaboración Ballou H. Ronald 2004)

5.5 Sistema de Almacenamiento y Manejo

En contraste con el transporte, el almacenamiento y manejo de los productos tienen lugar primordial en los puntos nodales de la red de la cadena de suministros. Se ha estimado que estas

actividades pueden absorber hasta 20% del costo de distribución física de una empresa, y por lo tanto son merecedoras de consideraciones cuidadosas. (Ballou H., 2004, p. 469)

5.5.1 Funciones del sistema de almacenamiento.

Según (Ballou H., 2004, p. 472) afirma, El sistema de almacenamiento puede separarse en dos funciones importantes: el almacenamiento y el manejo. El manejo de materiales hace referencia a las actividades de carga y descarga, al traslado del producto hacia y desde las diversas ubicaciones dentro del almacén y a recoger el pedido. El almacenamiento simplemente es la acumulación de inventario en el tiempo.

Funciones del almacenamiento: Las instalaciones de almacenamiento se diseñan alrededor de 4 funciones principales: mantenimiento, consolidación, carga fraccionada y mezcla. El diseño y la distribución física del almacén reflejan el énfasis particular en satisfacer una o más de estas necesidades. Los objetivos del diseño, y el layout de los almacenes son facilitar la rapidez de la preparación de los pedidos, la precisión de los mismos y la colocación más eficiente de las existencias.

Mantenimiento o pertenencia (Ballou H., 2004, p. 473): El uso más obvio de las instalaciones de almacenamiento es suministrar protección y dar cabida ordenada a los inventarios. Los productos almacenados incluyen bienes terminados listos para salir al mercado, bienes semielaborados que esperan ensamblaje.

Consolidación: Las estructuras de las tarifas de transportación, influyen en el uso de las instalaciones de almacenamiento. Si los bienes se originan a partir de una serie de puntos de origen, puede resultar económico establecer un punto de recolección (un almacén o una terminal de flete) para consolidar los pequeños envíos en otros más grandes.

5.5.2 Funciones del manejo de materiales.

“El manejo de materiales dentro de un sistema de almacenamiento y manejo se representa por tres actividades principales: carga y descarga, traslado hacia y desde el almacenamiento, y surtido del pedido”. (Ballou H., 2004, p. 477)

Carga y descarga: La primera y la última actividad en la cadena de eventos de manejo de materiales es la carga y la descarga. Cuando los bienes llegan a un almacén, tienen que descargarse del equipo de transporte. En muchos casos, la descarga y el movimiento hasta el almacenamiento se manejan como una sola operación. En otros casos hay procesos separados que a veces requieren equipos especiales.

Traslado hacia y desde el almacenamiento: Entre los puntos de carga y descarga en una instalación de almacenamiento, los bienes pueden trasladarse varias veces. El primer traslado es desde el punto de descarga al área de almacenamiento. Después, el traslado avanza desde el muelle de envío o desde la zona donde se recogen los pedidos para el reaprovisionamiento de existencias. Usar una zona de recogida de pedidos en la operación de manejo provoca un vínculo de movimiento adicional y de puntos nodales en la red del sistema de almacenamiento,

Surtido de pedidos: El surtido de los pedidos es la selección de las existencias desde las zonas de almacenamiento según los pedidos de ventas. La selección de los pedidos puede tener lugar directamente desde las zonas de almacenamiento semipermanente (llamadas zonas de recogida de pedidos), que se planifican especialmente para mejorar el flujo de materiales de los pedidos en cantidades de separación de embarques consolidados.

5.5.3 Consideraciones del manejo de materiales.

Las consideraciones del manejo de materiales son una parte integral de la decisión de espacio de almacenamiento, es una actividad de gran absorción de costos, aunque tiene algún impacto en el tiempo de ciclo de pedido del diente y en el servicio. Por eso, los objetivos para el manejo de materiales están centrados en reducir el costo de manejo. (Ballou H., 2004, p. 486)

Agrupamiento de la carga: Un principio fundamental en el manejo de materiales es que en general la economía es directamente proporcional al tamaño de la carga manejada. Es decir, cuando el tamaño de la carga se incrementa, menor es el número de trayectos requeridos para almacenar una cantidad dada.

Entarimado: Una tarima (o patín) es una plataforma portátil, por lo general hecha de madera o cartón grueso corrugado, sobre las cuales los bienes son apilados para su transportación y almacenamiento.

Uso de contenedores (Ballou H., 2004, p. 487): La compatibilidad ideal del agrupamiento de carga y el sistema de manejo de materiales es el contenedor. El almacenamiento puede tener lugar en un sitio abierto.

5.6 Como Elaborar un Procedimiento

(SEC, 2009) Afirma “Un procedimiento es un documento (físico o electrónico) que especifica una actividad que será controlada, mejorada o auditada. Los pasos para realizar un procedimiento son los siguientes:”

- **Proceso:** Al cual pertenezca el procedimiento
- **Objetivo:** Definir un procedimiento estándar de los procesos de la empresa.

- **Propósito:** Para el cual fue diseñado el procedimiento.
- **Normatividad:** Las normatividad vigente que aplica para dicho caso.
- **Alcance:** Hasta donde abarca el procedimiento
- **Responsables:** Son las responsabilidades que tienen los involucrados en la ejecución del procedimiento.
- **Flujograma:** Ilustración del procedimiento
- **Descripción de Actividades:** Paso a paso del procedimiento
- **Puntos de control:** Donde se realizara el control para verificar el cumplimiento del procedimiento.
- **Definiciones:** Conceptos de los términos que se usarán en el procedimiento.
- **Historial control de cambios:** Registro de los cambios que se le realicen al procedimiento.
- **Anexos:** Se agregan los documentos de referencia empleados en el procedimiento.
- **Firmas:** Registro de las firmas de aceptación.

6. Metodología

6.1 Fuentes De Información

6.1.1 Información primaria.

Es la información suministrada por los responsables de las diferentes dependencias de la empresa, principalmente lo que respecta a la descripción del proceso productivo; las características, gestión de materiales, mano de obra y costos, sin dejar de lado las fuentes de observación directa y las indicaciones suministradas por los trabajadores de la planta.

6.1.2 Información secundaria.

Es el tipo de información complementaria que comprende la revisión y análisis de documentos e informes del sistema de información de la empresa respecto a la situación actual, igualmente diferentes fuentes de datos como textos e investigaciones referidos a la gestión de inventarios.

6.1.3 Tipo de investigación.

El presente estudio corresponde a una investigación aplicada de carácter exploratorio descriptivo, se debe realizar un diagnóstico de la empresa que nos permita conocer los procesos y procedimientos actuales, la información obtenida será conseguida directamente en la realidad donde se presenta, mediante métodos consecuentes de observación y recolección que permitan identificar y describir de forma detallada y coherente las características, relaciones e implicaciones de la información correspondiente a los inventarios y demanda de los diferentes productos de la empresa, con la intención de alcanzar los objetivos de la propuesta.

6.2 Proceso Metodológico

Es una metodología diseñada por los autores, de acuerdo a las necesidades del problema, la cual, tiene un acrónimo DMADES, que comprende seis pasos como son: Describir, Medir, Analizar, Diseñar, Evaluar y Sistematizar la información

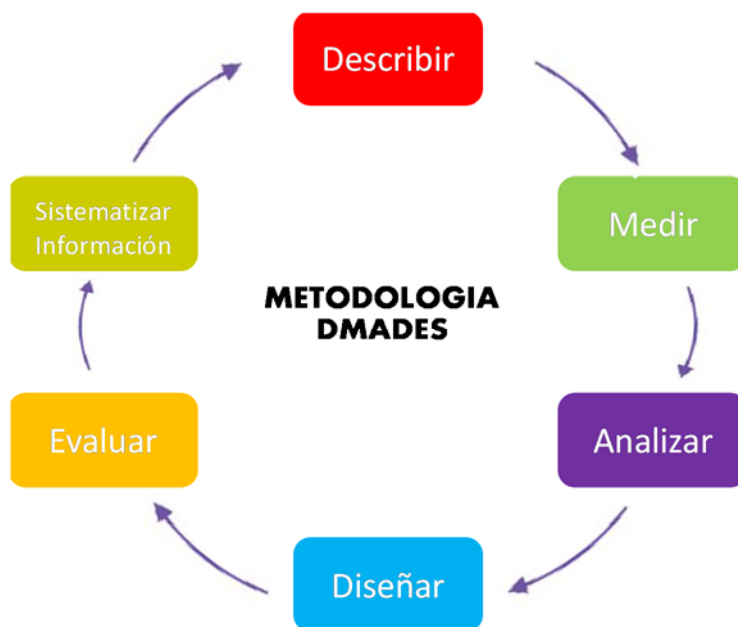


Figura 4 Representación del Ciclo DMADES. (Fuente, Elaboración propia)

A continuación definiremos los cinco pasos de DMADES:

6.2.1 Describir

- Definir el propósito y alcance del proyecto.
- Reunir la información sobre antecedentes del subproceso.

6.2.2 Medir

- Recolectar información sobre la situación actual para lograr el objetivo de mejora.

6.2.3 Analizar.

- Identificar las causas que repercuten en el subproceso de fabricación.
- Corroborar con datos la situación actual y su mejora.

6.2.4 Diseñar.

- Desarrollar el modelo que mejor se ajuste a la solución del problema.
- Diseñar un procedimiento para estandarizar la gestión de inventarios.

6.2.5 Evaluar.

- Este paso se omite, ya que no hace parte del alcance de la propuesta del proyecto.

6.2.6 Sistematizar la información.

- Realizar el procedimiento con sus respectivos formatos.

6.3 Unidades propuestas.

Unidad # 1: Describir y evaluar la situación actual del almacén de materia prima de la empresa cmd s.a.s.

Actividad: Revisión de la base de datos que se tenga del almacén, entrevista al personal encargado de la recepción y suministro de la materia prima.

Resultado: Informe acerca del diagnóstico actual del almacén.

Unidad # 2: Analizar y seleccionar las materias primas más representativas en la fabricación de los productos.

Actividad: Observación directa en la ejecución de dicho proceso y retroalimentación con los directores de los procesos involucrados y los trabajadores.

Resultados: Informe de la priorización de las materias primas.

Unidad # 3: Identificar y analizar el comportamiento de la demanda de las materias primas más representativas del subproceso de fabricación.

Actividad: Por medio de pronósticos utilizando Excel.

Resultado: Tablas o gráficos de resultados.

Unidad # 4: Identificar y analizar el lead time (tiempo de entrega) por parte de los proveedores de materias primas más representativas en la fabricación.

Actividad: Entrevista al personal encargado del almacén, de compras y de los proveedores de materias primas más representativas en la fabricación.

Resultado: Listado de tiempos de entrega de materias primas representativas.

Unidad # 5: Diseñar el sistema de gestión de inventarios para las materias primas más representativas.

Actividad: Metodología DMADES.

Resultado: Sistema de inventarios acorde a las necesidades.

Unidad # 6: Elaborar una propuestas de rediseño para el área de almacenamiento.

Actividad: Investigación en libros, páginas web y asesoría acerca de la norma para almacenamiento.

Resultado: Putas para el correcto almacenamiento de materiales.

Unidad # 7: Definir y generar un sistema de información que consolide la gestión de inventarios, su ubicación y cantidad de artículos almacenados.

Actividad: Generar un formato en Excel que sirva de ayuda para control del inventario.

Resultado: Formato de control inventario de materiales.

Unidad # 8: Documentar el sistema de gestión de inventarios.

Actividad: Procedimiento con sus respectivos formatos.

Resultado: Documentación del sistema de gestión de inventarios.

6.4 Cronograma De Actividades

ACTIVIDADES		TIEMPO															
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
1	Describir y evaluar la situación actual del almacén de materia prima de la empresa cmd s.a.s	■	■														
2	Analizar y seleccionar las materias primas más representativas en la fabricación de los productos.		■	■													
3	Identificar y analizar el comportamiento de la demanda de las materias primas más representativas del subproceso de fabricación.				■	■											
4	Identificar y analizar el lead time (tiempo de entrega) por parte de los proveedores de materias primas más representativas en el subproceso de fabricación.						■	■									
5	Diseñar el sistema de gestión de inventarios para las materias primas más representativas.							■	■	■	■						
6	Elaborar una propuesta de rediseño para el area de almacenamiento.											■	■				
7	Definir y generar un sistema de información que consolide la gestión de inventarios; su ubicación y cantidad de artículos almacenados.													■	■		
8	Documentar el sistema de gestión de inventarios.															■	■

Figura 5. Cronograma ejecución de proyecto (Fuente: Elaboración propia)

7. Desarrollo de la Propuesta de Gestión de Inventarios

7.1 Describir Gestión Actual de Inventario

La decisión de hacer dicho estudio, surgió principalmente de la necesidad de conocer como la empresa CMD S.A.S, realizaba la gestión de su inventario y de cómo lo almacenaban; fue así como contacte a la señora Sandra Pérez, para pedirle que me permitiera realizar el estudio, quien a su vez mostro demasiado interés, ya que no lo habían considerado anteriormente.

Comencé a indagar a las personas involucradas en el subproceso de fabricación, quienes coincidían en sus respuestas, diciendo que realizaban los pedidos de manera empírica y que los almacenaban donde hubiera espacio, es decir, no tenían una bodega de almacenamiento adecuada.

Las causas se han determinado en base a la observación y a la opinión de personal vinculado al subproceso y las causas que podrían estar teniendo un efecto negativo son:

- No se cuenta con una gestión de inventario ni de almacenamiento.
- No cuentan con un sistema de información que consolide las cantidades reales en existencia disponibles.
- No existe pleno conocimiento de los sobrecostos inherentes a la falta de una gestión de inventarios acorde a las necesidades de la empresa.
- Falta de socialización y comunicación de los proyectos entre las distintas dependencias de las empresa.

7.2 Medir la Situación Actual

Lo primero que se hizo fue un trabajo de campo, observando cómo se ejecutaban las labores de recepción, almacenamiento, entrega, requisición y compra de los materiales e insumos de la

empresa. Acto seguido fue entrevistar a las personas vinculadas en dichas actividades. Por último se procede a recolectar toda la información del consumo de los materiales e insumos para el subproceso de fabricación y así analizar el comportamiento de la demanda. Con esta información nos basamos para realizar las respectivas mediciones, estándares e investigaciones para consolidar la propuesta del sistema de gestión de inventarios de materiales del almacén y el rediseño de la bodega de almacenamiento. A continuación se presenta el paso a paso:

1. Para la recopilación de los datos, se utilizaron las facturas de compra, de materiales, insumos y elementos de protección personal durante los periodos comprendidos entre el 1 de enero de 2012 al 31 de diciembre de 2013 y del 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre del 2016; esta información fue organizada mensualmente y categorizada; con el fin de construir una base de datos.
2. Clasificación de los productos, quedando de la siguiente manera:
 - **Perfileria:** Angulo, Canal, Platina, Tubo cuadrado, Tubo SCH, Viga IPE y Viga HEA.
 - **Lamina:** Lamina HR, lamina alfajor y lamina inoxidable
 - **Soldadura:** Soldadura Niquel 100, 7018 x 1/8 y 6010 x 1/8.
 - **Plataforma, escaleras y barandas:** Peldaños, Rejillas, Grapas de fijación y Tubo 1 1/4" cal 90 y accesorios SCH de 1-1/4".
 - **Accesorios:** Empaques, válvulas, codos, uniones, T, universales, reducciones, flanches.
 - **Pintura:** Pintura anticorrosivo y pintura de esmalte.
 - **Insumos:** Discos de pulir, discos de corte de 14", guantes manga soldador y de vaqueta, cascos y alambre.

3. Por medio de una tabla dinámica se realizó la clasificación ABC, para poder realizar el diagrama de Pareto, el cual mostro como resultado, cinco familias representativas dentro de las fabricaciones de los proyectos, las cuales tienen una participación de más del 83,9%, entre las cuales se encuentra: Perfilera, Lamina, Soldadura, Insumo y Pintura. Por tal razón serán las familias objeto de estudio y análisis. *Ver Anexo A, hoja Pareto.*

Tabla 1. Familias Seleccionadas con Porcentaje Acumulado

TIPO DE MATERIAL	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Perfilera	41,2%	41,2%
Lamina	17,8%	59,0%
soldadura	9,9%	68,9%
Insumo	7,8%	76,7%
pintura	7,2%	83,9%
Accesorios	6,3%	90,1%
plataforma-escalera- barandas	5,9%	96,0%
Brida	2,3%	98,3%
Accesorios especiales	1,5%	99,8%
Maquinas	0,2%	100,0%

Datos obtenidos ABC (Fuente: Elaboración propia)

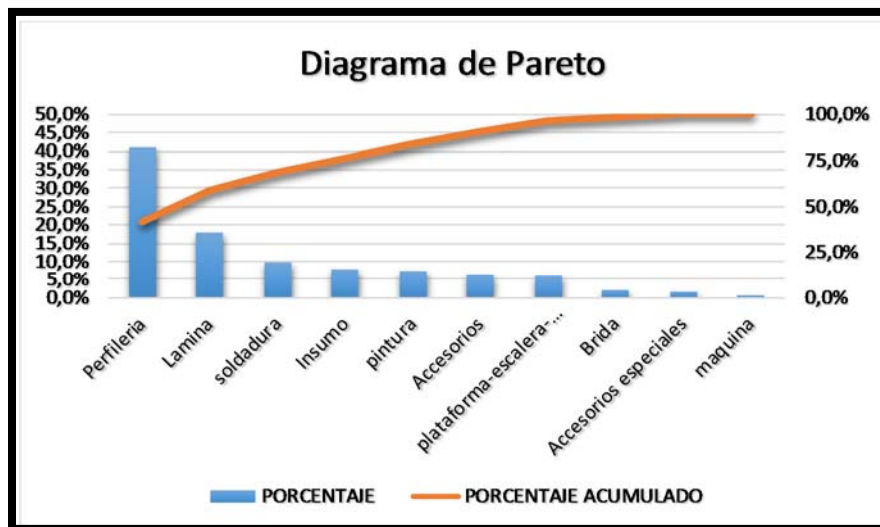


Figura 6. Diagrama de Pareto (Fuente: Elaboración propia)

4. Luego de conocer las 5 familias, procedemos a generar una tabla donde sumamos las unidades de compra mensuales de los diferentes productos en cada periodo.
5. Después de tener dicha información, se hace el mismo conteo pero cada trimestre, se observan los resultados y el producto que tenga mayor demanda por año será aceptado.
6. Una vez se conozcan los productos representativos en cada una de las familias, procedemos a realizar el análisis estadístico por medio de distribuciones de frecuencias.
7. El lead time para la entrega de los pedidos es de 2 días (LT=2), según acuerdo con los proveedores locales seleccionados.

7.3 Costos Gestión de Inventarios

A continuación procedemos a realizar el “cálculo de costos” según (Ballou H., 2004, p. 362), teniendo en cuenta que exclusivamente son los costos de ordenar y almacenamiento, ya que el modelo no faltante, por ende dicho costo no se tendrá en cuenta. *Ver Anexo A, hoja costos.*

7.3.1 Costo de ordenar.

El primer costo es el de Ordenar, donde tomamos los salarios de cada uno de los trabajadores involucrados, a su vez el tiempo y los recursos que cada uno invierte para ejecutar la labor de colocar el pedido. Obteniendo un costo de ordenar de \$25.563, es decir, este el valor que cuesta colocar un pedido.

Tabla 2. Costo de Ordenar

GASTOS INVOLUCRADOS	\$/mes	\$/día	\$/hora	Tiempo utilizado (hrs)	Costo
Salario Administrativo	1100000	36667	4583	2	9167
Salario Técnico	1400000	46667	5833	2	11667
Salario Operativo	1000000	33333	4167	1	4167
Telecomunicaciones	80000	2667	333		333
Papelería	55000	1833	229		229
total					25563

Datos obtenidos por cálculo de investigación (Fuente: Elaboración Propia)

7.3.2 Costo de almacenamiento.

El segundo es el costo de almacenamiento, el cual se halló sumando el costo de mano de obra, servicios e impuestos y dividiéndolo por el costo promedio del inventario actual, a este valor le sumamos el índice de costo de capital, el de pérdidas y/o deterioro, y como resultado obtenemos un 6,64% como costo de almacenamiento.

Tabla 3 Costo de Almacenamiento

GASTOS INVOLUCRADOS	\$/mes	
M.O Operación (descargue - ubicación)	500000	
Servicios	100000	
Impuestos	40000	0,0064
Perdidas y deterioro	1%	0,01
Costo de Capital	5%	0,05
Porcentaje Costo Almacenamiento	6,64%	0,0664

Datos obtenidos por cálculo de investigación (Fuente: Elaboración Propia)

7.4 Análisis Información de la Demanda

Utilizaremos un análisis descriptivo para conocer el comportamiento de los productos seleccionados en cada una de las familias. Información correspondiente a la demanda durante 4 años con periodos trimestrales.

7.4.1 Familia perfilera.

Los ítems que se incluyen en la familia perfilera son:

- Angulo de 1-1/2" x 1/4" x 6mt.
- Angulo de 2" x 1/4" x 6mt.
- Angulo de 3" x 1/4" x 6mt.
- Canal de 6" x 8,2 l/p x 6mt.
- Platina de 4" x 1/2" x 6mt.

A continuación veremos la estadística descriptiva de cada uno de ellos:

- *Angulo de 1-1/2" x 1/4" x 6mt.*

J	LI	LS	Yj	nj			
					MEDIA	$\bar{Y} = 19$	
1	0	10	5	6			
2	10	20	15	5	VARIANZA	$Sy^2 = 210$	
3	20	30	25	0			
4	30	40	35	3	DESV. ESTANDAR	$Sy = 14,5$	
5	40	50	45	2			
				SUMA	16	COEFICIENTE	
						VARIANZA	$CVy = 77\%$

Figura 7. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

- *Angulo de 2" x 1/4" x 6mt.*

J	LI	LS	Yj	nj			
					MEDIA	$\bar{Y} = 37$	
1	0	20	10	5			
2	20	40	30	6	VARIANZA	$Sy^2 = 691$	
3	40	60	50	0			
4	60	80	70	4	DESV. ESTANDAR	$Sy = 26,3$	
5	80	100	90	1			
				SUMA	16	COEFICIENTE	
						VARIANZA	$CVy = 70\%$

Figura 8 Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

- *Angulo de 3" x 1/4" x 6mt.*

J	LI	LS	Yj	nj			
					MEDIA	$\bar{Y} = 40$	
1	0	24	12	5			
2	24	47	35	5	VARIANZA	$Sy^2 = 639$	
3	47	71	59	5			
4	71	94	82	0	DESV. ESTANDAR	$Sy = 25,3$	
5	94	118	106	1			
				SUMA	16	COEFICIENTE	
						VARIANZA	$CVy = 64\%$

Figura 9. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

- *Canal de 6" x 8.2l/p x 6mt.*

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	22	11	7	MEDIA	$\bar{Y} = 36$
2	22	44	33	5	VARIANZA	$Sy^2 = 896$
3	44	66	55	1	DESV. ESTANDAR	$Sy = 29,9$
4	66	88	77	1	COEFICIENTE	
5	88	110	99	2	VARIANZA	$CVy = 84\%$
SUMA				16		

Figura 10. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

- *Platina de 4" x 1/2" x 6mt.*

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	9	5	8	MEDIA	$\bar{Y} = 14$
2	9	18	14	4	VARIANZA	$Sy^2 = 163$
3	18	28	23	1	DESV. ESTANDAR	$Sy = 12,8$
4	28	37	32	1	COEFICIENTE	
5	37	46	41	2	VARIANZA	$CVy = 89\%$
SUMA				16		

Figura 11. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

7.4.2 Familia lámina.

Los ítems que se incluyen en la familia lámina son:

- Lamina HR A-36 de 1/4" de 1,20 x 6mt (6 mm).
- Lamina HR. A-36 de 5/8" de 1,20 x 6mt (15mm).

A continuación veremos la estadística descriptiva de cada una de ellas:

- *Lamina HR A-36 de 1/4" de 1,20 x 6mt (6 mm).*

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	2	1	4	MEDIA	$\bar{Y} = 4$
2	2	4	3	3	VARIANZA	$Sy^2 = 7$
3	4	6	5	5	DESV. ESTANDAR	$Sy = 2,6$
4	6	8	7	2	COEFICIENTE	
5	8	10	9	2	VARIANZA	$CVy = 60\%$
SUMA				16		

Figura 12. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

- *Lamina HR. A-36 de 5/8" de 1,20 x 6mt (15mm).*

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	1	1	6	MEDIA	$\bar{Y} = 3$
2	1	3	2	4	VARIANZA	$Sy^2 = 3$
3	3	4	3	2	DESV. ESTANDAR	$Sy = 1,8$
4	4	6	5	3	COEFICIENTE	
5	6	7	6	1	VARIANZA	$CVy = 72\%$
SUMA				16		

Figura 13. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

7.4.3 Familia soldadura.

Los ítems que se incluyen en la familia soldadura son:

- Soldadura 6010 x 1/8 X (Kg).
- Soldadura 7018 x 1/8 X (Kg).

A continuación veremos la estadística descriptiva de cada uno de ellos:

- **Soldadura 6010 x 1/8 X (Kg)**

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	459	230	2	MEDIA	$\bar{Y} = 1205$
2	459	918	689	4	VARIANZA	$Sy^2 = 391919$
3	918	1377	1148	4	DESV. ESTANDAR	$Sy = 626$
4	1377	1836	1607	2	COEFICIENTE	
5	1836	2296	2066	4	VARIANZA	$CVy = 52\%$
SUMA				16		

Figura 14. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

- **Soldadura 7018 x 1/8 X (Kg)**

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	423	212	1	MEDIA	$\bar{Y} = 1137$
2	423	846	635	5	VARIANZA	$Sy^2 = 273515$
3	846	1270	1058	3	DESV. ESTANDAR	$Sy = 523$
4	1270	1693	1481	4	COEFICIENTE	
5	1693	2116	1904	3	VARIANZA	$CVy = 46\%$
SUMA				16		

Figura 15. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

7.4.4 Familia insumos.

En la familia insumos solo se incluye los guantes manga soldador y de vaqueta.

- **Guantes manga soldador y de vaqueta**

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	22	11	2	MEDIA	$\bar{Y} = 59$
2	22	43	32	3	VARIANZA	$Sy^2 = 784$
3	43	65	54	3	DESV. ESTANDAR	$Sy = 28$
4	65	86	75	5	COEFICIENTE	
5	86	108	97	3	VARIANZA	$CVy = 47\%$
SUMA				16		

Figura 16. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

7.4.5 Familia pintura.

Los ítems que se incluyen en la familia soldadura son:

- Pintura anticorrosivo x (galón).
- Pintura en esmalte x (galón).

A continuación veremos la estadística descriptiva de cada uno de ellos:

- *Pintura Anticorrosivo x (galón)*

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	50	25	6	MEDIA	$\bar{Y}= 78$
2	50	100	75	6	VARIANZA	$Sy^2= 3259$
3	100	150	125	2	DESV. ESTANDAR	$Sy= 57,1$
4	150	200	175	1	COEFICIENTE	
5	200	250	225	1	VARIANZA	$CVy= 73\%$
SUMA				16		

Figura 17. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

- *Pintura en Esmalte x (galón)*

J	LI	LS	Yj	nj		
1	0	56	28	5	MEDIA	$\bar{Y}= 93$
2	56	112	84	8	VARIANZA	$Sy^2= 5496$
3	112	168	140	1	DESV. ESTANDAR	$Sy= 74,1$
4	168	224	196	0	COEFICIENTE	
5	224	320	272	2	VARIANZA	$CVy= 79\%$
SUMA				16		

Figura 18. Distribución de Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)

Debido a que el valor del coeficiente de varianza es mayor a 0,3 ($CVy > 0,3$), podemos determinar que los datos tienen un comportamiento Probabilístico.

8. Modelo Gestión de Inventarios

Analizando el comportamiento de los datos y los resultados de los cálculos estadísticos, podemos decir que es un modelo probabilístico con Revisión Periódica y sin Faltante.

Las fórmulas utilizadas son las siguientes”: (Ballou H., 2004, p. 362)

- Tiempo de Revisión: Es el tiempo de revisión para cada uno de los artículos. (Ballou H., 2004, p. 362)

$$Tc = \sqrt{\frac{2 * (S + \sum Si)}{I * \sum_i^n Ci * Di}}$$

Donde:

$$S = 0$$

Si = Costo de Pedir

I = interés

Ci = Costo por articulo

Di = Demanda

La multiplicación de estas dos variables, me da como resultado el AS

- En enfoque de Pedir, nos iremos por inventario máximo. (Ballou H., 2004, p. 362)

$$Cpi = Mi - EDi$$

$$Mi = Di * (Tc + LT) + ES$$

$$ES = Za * S'd$$

$$S'd = Sd * \sqrt{Tc + LT}$$

Donde:

Cpi = Cantidad a pedir

Mi = Nivel máximo de cada articulo

EDi = Existencias disponibles en almacén

ES = Existencias de seguridad

S'd = Desviación de la demanda en el tiempo de amortización

Sd = Desviación estándar

Los resultados en cada una de las familias son los siguientes:

8.1 Familia # 1 Perfilera

Tabla 4. Cálculos del modelo

PRODUCTO	A\$	S´d	ES	Mi	Tc	
Angulo de 1-1/2 x 1/4" x 6mt	941782	10,8	17,7	28,0	0,48	mes
Angulo de 2 x 1/4" x 6mt	2555607	19,5	32,1	52,7	15	días
Angulo de 3 x 1/4" x 6mt	4189212	18,8	30,9	52,7		
Canal de 6" x 8.2 l/p x 6mt	6888219	22,2	36,5	56,2		
Platina de 4" X 1/2" x 6mt	1892671	9,5	15,6	23,5		
	16.467.491					

Datos obtenidos por cálculo de investigación (Fuente: Elaboración Propia)

El análisis de resultados de la tabla nos dice que:

- El Tc=15 días; es decir, debo ordenar el pedido de la familia perfilera cada 15 días.
- La cantidad a pedir (Cpi) de cada SKU se determina por $CPI = Mi - EDi$, a partir de los (Mi) niveles máximos de cada artículo menos (-) las (EDi) existencias disponibles en el almacén.

8.2 Familia # 2 Lamina

Tabla 5. Cálculos del modelo

PRODUCTO	A\$	S´d	ES	Mi	Tc	
Lamina HR A-36 de 1/4"x 1,20 x 6mt (6 mm)	4419783	1,7	2,9	5,3	0,38	mes
Lamina HR. A-36 de 5/8" x 6mt (15mm)	6485228	1,2	2,0	3,4	11	días
	10.905.011					

Datos obtenidos por cálculo de investigación (Fuente: Elaboración Propia)

El análisis de resultados de la tabla nos dice que:

- El Tc=11 días; es decir, debo ordenar el pedido de la familia lámina cada 11 días.
- La cantidad a pedir (Cpi) de cada SKU se determina por $CPI = Mi - EDi$, a partir de los (Mi) niveles máximos de cada artículo menos (-) las (EDi) existencias disponibles en el almacén.

8.3 Familia # 3 Soldadura

Tabla 6. Cálculos del modelo

PRODUCTO	A\$	S´d	ES	Mi	Tc	
Soldadura 6010x1/8kg	7833522	391	644	1307	0,32	mes
Soldadura 7018x1/8kg	6823735	327	538	1164	10	días
	14.657.258					

Datos obtenidos por cálculo de investigación (Fuente: Elaboración Propia)

El análisis de resultados de la tabla nos dice que:

- El $T_c=10$ días; es decir, debo ordenar el pedido de la familia soldadura cada 10 días.
- La cantidad a pedir (C_{pi}) de cada SKU se determina por $C_{pi} = M_i - E_{Di}$, a partir de los (M_i) niveles máximos de cada artículo menos (-) las (E_{Di}) existencias disponibles en el almacén.

8.4 Familia # 4 Insumos

Tabla 7. Cálculos del modelo

PRODUCTO	A\$	S´d	ES	Mi	Tc	
Guantes de Soldador y vaqueta (par)	1559189	25	40	86	0,70	mes
	1.559.189				21	días

Datos obtenidos por cálculo de investigación (Fuente: Elaboración Propia)

El análisis de resultados de la tabla nos dice que:

- El $T_c=21$ días; es decir, debo ordenar el pedido de la familia perfilieria cada 21 días.
- La cantidad a pedir (C_{pi}) de cada SKU se determina por $C_{pi} = M_i - E_{Di}$, a partir de los (M_i) niveles máximos de cada artículo menos (-) las (E_{Di}) existencias disponibles en el almacén.

8.5 Familia # 5 Pintura

Tabla 8. Cálculos del modelo

PRODUCTO	A\$	S'd	ES	Mi	Tc	
Pintura anticorrosivo (Galón)	2105283	44	73	116	0,54	mes
Pintura Esmalte (Galón)	3267509	58	95	146	16	días
	5.372.792					

Datos obtenidos por cálculo de investigación (Fuente: Elaboración Propia)

El análisis de resultados de la tabla nos dice que:

- El Tc=16 días; es decir, debo ordenar el pedido de la familia perfileria cada 16 días.
- La cantidad a pedir (Cpi) de cada SKU se determina por $CPI = Mi - EDi$, a partir de los (Mi) niveles máximos de cada artículo menos (-) las (EDi) existencias disponibles en el almacén.

Los tiempos de revisión obtenidos se ajustan de acuerdo a la demanda, en resumen tenemos:

Tabla 9 Resumen Tc por familias

Familia	Tc
Perfileria	15 días
Lámina	11 días
Soldadura	10 días
Insumos	21 días
Pintura	16 días

Datos Resumen Tc por familias (Fuente: Elaboración Propia)

9. Sistematizar Información

Se realizó una parte documental en la cual se definen los mecanismos para un correcto desarrollo de la Gestión de Inventario en la empresa CMD s.a.s; comprendido desde la lista de materiales e insumos requeridos para el desarrollo de los proyectos, pasando por la orden de compra, la actualización magnética del inventario hasta la recepción, almacenamiento y entrega de los materiales. Fueron generados los siguientes documentos:

- Procedimiento Gestión de Inventarios. *Ver Anexo B*
- Formato Control Recepción de Materiales. *Ver Anexo C*
- Formato Inventario de Materiales. *Ver Anexo D*
- Formato de Inspección Almacén de Materiales. *Ver Anexo E*

10. Propuesta de Almacenamiento

Para el sistema de almacenamiento primero se realizó un trabajo de campo, donde se comprobó junto al personal encargado del almacén de la empresa, las dimensiones disponibles de la bodega, las cuales son de 7 mt de largo por 7,30 mt de ancho, para un área de la bodega 51 m².

Para realizar un correcto almacenamiento de materiales, insumos y herramientas que garantice la preservación de los mismos y de los trabajadores, es necesario tener un previo conocimiento de izaje de cargas, normas de seguridad y salud en el trabajo, normas de calidad y medio ambiente, para lograr el mínimo daño en los mismos.

10.1 Lineamientos de Seguridad Ocupacional para Estanterías de Almacén

Instalaciones locativas.

- La anchura de los pasillos principales de sentido único debería ser como mínimo el del ancho del elemento de transporte con carga (gato hidráulico, montacargas) aumentado en 1 m. En caso de circulación en ambos sentidos debe ser mínimo el ancho del elemento de transporte con carga más 1.40 m. El ancho de estos pasillos no será inferior a 1.20 m. (NTP, 298 - NTP 618).
- La anchura de los pasillos secundarios será de como mínimo 1,00 m. (NTP 298).
- Como norma general las luminarias se deben situar fuera del alcance de los elementos de transporte y sus cargas. (NTP 618).
- Se deben situar los sistemas de iluminación en los pasillos y a techo de forma que se tenga una iluminación suficiente sobre las zonas de trabajo y evitar el deslumbramiento de los operarios. (NTP 618).

- Si existe un área específica para la preparación de los pedidos y el acondicionamiento de las cargas, esta debe estar señalizada.
- Si se debe almacenar fuera del estante, la zona para dicho almacenamiento debe estar demarcada
- El punto más alto de la estantería debe estar mínimo a un metro por debajo del techo, viga o luminaria más saliente.
- En estanterías se deben disponer de protecciones en las esquinas exteriores o que coincidan con pasillos de tránsito, consistentes en una protección anti-embestidas mínimo de 0,3 m de altura, y que cubra los lados del paral, adicionalmente deben estar pintadas con franjas amarillas y negra. (NTP 298)

10.2 Señalización y Demarcación en el Piso de las Áreas de Almacenamiento

- Los pasillos deben estar demarcados mediante una línea blanca de 0.1 m. de ancho, delimitando las zonas de paso. (Resolución 2400).
- Es necesario delimitar el área donde se encuentre armando la estructura de la estantería; esta línea debe ser de color amarillo y debe salir aproximadamente 0.30 m de la superficie más saliente de la estantería. (NTP 618)
- En las estanterías se deben colocar señales en lugares visibles, preferiblemente en las cabeceras, donde se indiquen las cargas máximas por nivel y el nombre del producto a almacenar.

10.3 Lineamientos Para El Manejo Seguro De Estantes Para Almacén

- Antes de comenzar el montaje de las estanterías se debe revisar visualmente el piso de sustentación y subsanar cualquier anomalía que pudiera existir. Las estanterías se

fijaran únicamente al piso, no debiendo fijarse a ningún otra estructura del edificio (paredes, vigas, etc.), salvo que así este explícito en la documentación de diseño que no afecte la estructura. (NTP 618).

- Las cargas se deben organizarse reservando las partes bajas para las cargas más pesadas y a los materiales frágiles en las partes altas. (NTP 618).
- No se realizaran almacenamientos, aunque sea transitoriamente, en los pasillos de circulación. (NTP 618)
- Las zonas de preparación de pedidos y almacenamiento temporal fuera de las estanterías, deben estar señalizadas por medio de una cinta amarilla (NTP 618)
- Para las cargas más pesadas que no se pueden ubicar sobre los estantes, deben disponerse sobre elementos normalizados, preferentemente estibas, que resistan la carga depositada sin deformarse y que permitan el almacenamiento seguro. (NTP 618)
- Se recomienda establecer un plan de inspecciones periódicas para la detección, comunicación y registro de anomalías fácilmente visibles tales como: orden y limpieza de las áreas de almacenamiento y vías de circulación, elementos deformados, defectos de verticalidad, debilitamiento del suelo, falta de clavijas de seguridad, cargas deterioradas, etc., para proceder a su inmediata reparación (NTP 618) 3.4.21
- Para organizar las cargas en los estantes, el levantamiento manual de los mismos no debe superar 12.5 Kg para mujeres y 25 Kg para hombres. Para organizar las cargas en los estantes, el transporte manual de los mismos no debe superar 25 kg para mujeres y 50 kg para hombres.

A continuación una imagen del cambio de las estanterías.

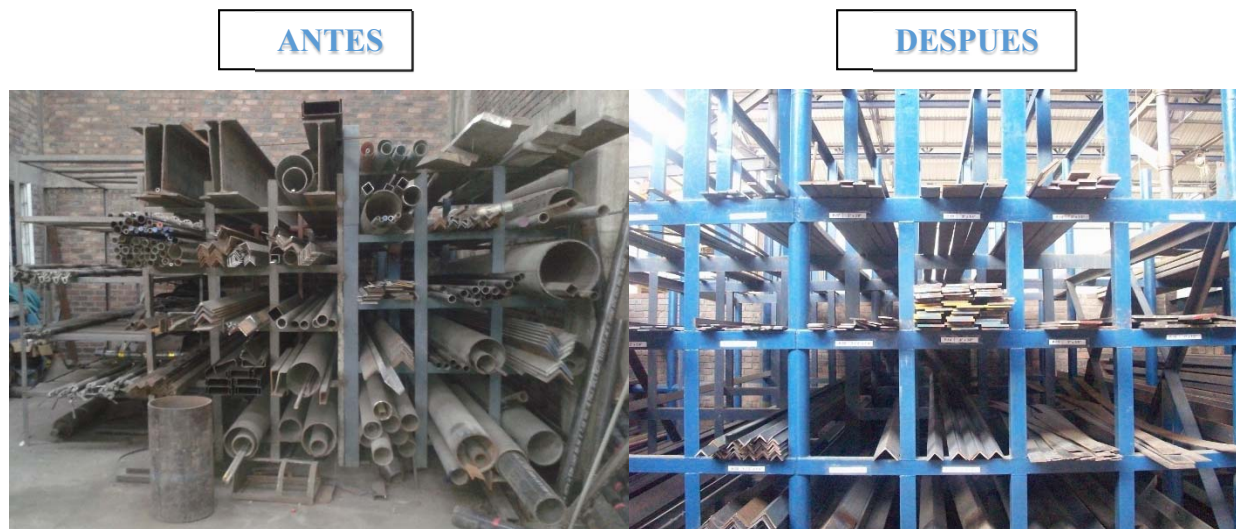


Figura 19. Cambio de estanterías (Fuente: Elaboración propia)

11. Conclusiones

- Es necesario realizar una gestión de inventarios acorde, para evitar sobrante en cada uno de los proyectos a ejecutar; ya que dicha gestión se realiza empíricamente.
- Con la ayuda de diagrama de Pareto se pudo definir los materiales e insumos más representativos en la fabricación de las piezas, obteniendo así cinco familias distintivas y de esta manera tomarlas como objeto de estudio y análisis.
- Se obtuvo como uno de los principales resultados, aplicar una política de inventarios que muestra a la empresa:
 1. La estimación de costos de la gestión de inventarios, CO y CA
 2. El tiempo conjunto de pedido T_c por familias
 3. La cantidad optima de pedido C_{pi} por familias
- Se elaboró una propuesta de mejora para el correcto almacenamiento de los materiales e insumos, bajo la norma NTP 618.
- Contar con un procedimiento y metodología para la gestión de inventarios de materiales e insumos, que permite al personal involucrado en dicha actividad realizarlo de acuerdo a lo establecido por la empresa.
- Con el sistema de información la empresa consolida la gestión de inventario y la gestión de almacenamiento, mejorando los procesos operativos y administrativos.

12. Recomendaciones

- Implementar un sistema de gestión de inventarios multiproducto de revisión periódica sin faltantes, que permita tener actualizada la información acerca de las cantidades de producto, para ofrecer un excelente y eficiente servicio al cliente.
- Aumentar la inversión en cuanto al rediseño del almacén y la fabricación de nuevas estanterías para el correcto almacenamiento, teniendo en cuenta que los materiales e insumos con alta rotación deben quedar de fácil y rápido acceso para garantizar el uso de su capacidad.
- Implementar el etiquetado de cada una de las estanterías para identificar fácilmente los materiales e insumos y así poder disminuir el tiempo que se tardan en localizarlos.
- Codificación y descripción de los ítem por familias.
- Implementar procesos de formación que cumplan con las habilidades de mantener los procesos eficaces en la empresa, para que de esta manera se tenga el óptimo desempeño de los trabajadores en la implementación de nuevos sistemas.

13. Conclusiones

- Es necesario realizar una gestión de inventarios acorde, para evitar sobrante en cada uno de los proyectos a ejecutar; ya que dicha gestión se realiza empíricamente.
- Con la ayuda de diagrama de Pareto se pudo definir los materiales e insumos más representativos en la fabricación de las piezas, obteniendo así cinco familias distintivas y de esta manera tomarlas como objeto de estudio y análisis.
- Se obtuvo como uno de los principales resultados, aplicar una política de inventarios que muestra a la empresa:
 1. La estimación de costos de la gestión de inventarios, CO y CA
 2. El tiempo conjunto de pedido T_c por familias
 3. La cantidad optima de pedido C_{pi} por familias
- Se elaboró una propuesta de mejora para el correcto almacenamiento de los materiales e insumos, bajo la norma NTP 618.
- Contar con un procedimiento y metodología para la gestión de inventarios de materiales e insumos, que permite al personal involucrado en dicha actividad realizarlo de acuerdo a lo establecido por la empresa.
- Con el sistema de información la empresa consolida la gestión de inventario y la gestión de almacenamiento, mejorando los procesos operativos y administrativos.

14. Recomendaciones

- Implementar un sistema de gestión de inventarios multiproducto de revisión periódica sin faltantes, que permita tener actualizada la información acerca de las cantidades de producto, para ofrecer un excelente y eficiente servicio al cliente.
- Aumentar la inversión en cuanto al rediseño del almacén y la fabricación de nuevas estanterías para el correcto almacenamiento, teniendo en cuenta que los materiales e insumos con alta rotación deben quedar de fácil y rápido acceso para garantizar el uso de su capacidad.
- Implementar el etiquetado de cada una de las estanterías para identificar fácilmente los materiales e insumos y así poder disminuir el tiempo que se tardan en localizarlos.
- Codificación y descripción de los ítem por familias.
- Implementar procesos de formación que cumplan con las habilidades de mantener los procesos eficaces en la empresa, para que de esta manera se tenga el óptimo desempeño de los trabajadores en la implementación de nuevos sistemas.

15. Bibliografía

- Ingeniería industrial online.com (consulta 11 de octubre de 2017), BASTIDAS BONILLA Edwin. Énfasis en logística y cadena de abastecimiento, Guía 11. Facultad de Ingeniería. 2010
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/...ingeniero.../administración-de-inventarios/>
- MONTERO, Rodrigo (2012). La importancia de un eficiente control de inventario (consulta 18 de octubre del 2017)
(<http://latinamerica.infor.com/rodrigonegociosfinal.pdf>)
- RONALD H. BALLOU. Logística Administracion de la Cadena De Suministro. (2004) México, Pearson Educación, quinta edición Decisiones sobre política de inventarios, Capitulo 9 pag.332, 333, 348, 349,
- FERNANDEZ, Leoncio (2010) Logística de Operaciones (consulta: 8 de octubre del 2017)
www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r44626.PPT
- MAC GRAW HILL (2012) Gestión de Stocks (consulta: 8 de octubre del 2017)
(<http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448199316.pdf>)
- ITESCAM (2010) Gestión stocks. Estrategias en la gestión de inventarios. (consulta: 28 de septiembre del 2017)
<http://www.lrmconsultorialogistica.es/blog/feed/9-articulos/50-gestionaprovisionamiento-inventario.html>
- OSORIO Carlos, ARANGO Carolina, RUALES Christian (2011) Selección de proveedores usando el despliegue de la función de calidad difusa. (consulta: 21 de septiembre de 2017)
<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=75638929-2871-44c9-a0a9-0e8736b4a3f3%40sessionmgr111&vid=2&hid=122>
- TEUNTER Ruud, BABAI Zied, SYNTETOS Aris (2009) ABC Classification: Service Levels and inventory Costs (consulta: 25 de octubre del 2017)
<http://search.proquest.com/docview/356625322/fulltextPDF/138B60BEF3A20B86C41/1?accountid=43860>)
- SOCIEDAD LATINOAMERICANA (2010) Diagrama de Pareto (consulta: 15 de marzo del 2018), http://www.economicasunp.edu.ar/02-EGrado/materias/trelew/analisis_sistemas%20II/info/pareto.pdf)

- SEC (2009) Procedimiento para hacer procedimientos (consulta: 18 de abril del 2018)
<http://www.seconora.gob.mx/dges/uploads/procerges/iso/procedimientosparaprocedimientos.pdf>
- RONALD H. BALLOU. Logística Administración de la Cadena De Suministro. (2004) México, Pearson Educación, quinta edición Decisiones sobre política de inventarios, Capítulo 11 pag.469, 472, 473, 477, 486, 487
- Norma Técnica de Prevención- NTP 618, (consulta 30 de abril 2018)
http://personal.unal.edu.co/fileadmin/user_upload/Manual_Adquisicion_Estanterias.pdf

16. Glosario

- **Inventario:** Operación que permite conocer exactamente el número de artículos que hay en el almacén. Además, esta operación puede también determinar los emplazamientos de los artículos.
- **Manejo del inventario:** El proceso de asegurar la disponibilidad de los productos a.
- **Gestión de Almacén:** La gestión de almacén concierne a todo lo relativo a los flujos físicos de los artículos en almacén: direcciones físicas de almacenamiento, preparación de pedidos, etc.
- **Gestión de Stock:** La gestión de la existencia define lo que debe estar Almacenado y lo valora.
- **Punto de reorden:** Nivel de inventario de un artículo que señala la necesidad de realizar una orden de reabastecimiento.
- **Costo:** Valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio.
- **Cliente:** organización o persona que recibe un producto.
- **Proveedor:** organización o persona que proporciona un producto.
- **Producto:** resultado de un proceso.
- **Mejora Continua:** actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.
- **Pronostico de Ventas:** es la estimación o previsión de las ventas de un producto (bien o servicio) durante determinado período futuro.

- **Lead Time:** es la cantidad de tiempo que transcurre entre la emisión del pedido y la disponibilidad renovada de los artículos ordenados una vez recibidos, y es un factor clave a la hora de intentar optimizar el inventario.

ANEXOS

Anexo A. Libro de Excel con Listado de Materiales e Insumos, Diagrama de Pareto, Cálculos de Distribución de Frecuencia y Cálculo de Costos.

Anexo B. Procedimiento de Gestión de Inventarios.

Anexo C. Formato de Recepción de Materiales

Anexo D. Formato de Inventario de Materiales

Anexo E. Formato de Inspección del Almacén de Materiales