AAN8346

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

"DESARROLLO DE UN SISTEMA ESTRATÉGICO DE PLANIFICACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA PARA LA MANUFACTURA DE TRÉPANOS DE DIAMANTE EN UNA EMPRESA TRANSNACIONAL DEL SECTOR PETROLERO"

TOMO I

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR Baena Marcano, Maria de los Angeles

Ortiz Abi Saab, Armando Jesús

PROFESOR GUIA Ing. Jóvito Chavez

FECHA Junio 2000

TESIS
IID2000
B43
v.1

TESIS
IID 2000
B34
v.1

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

"DESARROLLO DE UN SISTEMA ESTRATÉGICO DE PLANIFICACIÓN DE INVENTARIO DE MATERIA PRIMA PARA LA MANUFACTURA DE TRÉPANOS DE DIAMANTE EN UNA EMPRESA TRANSNACIONAL DEL SECTOR PETROLERO"

TOMO I

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: DIECIOCHO (18)

JURADO EXAMINADOR

FIRMA:	FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE: SEBASTIAN RIBIS	NOMBRE: LUIS CALDERON	NOMBRE: Maria G. Castagnetti

REALIZADO POR	Baena Marcano, Maria de los Angeles Ortiz Abi Saab, Armando Jesús
PROFESOR GUIA	Ing. Jóvito Chavez
FECHA	Junio 2000

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

DEDICATORIAS

A mis padres, Lerys de Baena y José J. Baena:

A quienes le debo la vida y lo que soy.

Por toda la confianza y fe que han depositado en mí desde que comencé esta carrera..

Por todo el apoyo que me han brindado para la realización de este Trabajo Especial de Grado.

Por estar presente en cada uno de los momentos más importantes de mi vida y de mi carrera.

Por todos sus sabios consejos, que han sido mi guía a lo largo de este camino y que sin ellos no hubiera llegado hasta aquí.

Por luchar junto a mí para alcanzar una meta más en mi vida.!!

... por todo el amor que me han brindado,, les dedico este trabajo fruto del esfuerzo y dedicación.

A mi compañero de trabajo, Armando:

Por darme ánimos en los momentos de angustia y desesperación..

Por convertirte en mi apoyo durante esta etapa que nos ha tocado compartir.

Por convertirte en mi mejor amigo, mi confidente y aliado.

... por confiar en mí en los momentos en que más me necesitabas.

A mi familia y amigos, que de una u otra forma estuvieron presente durante esta etapa de mi vida que estoy por culminar.

... y a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para enfrentar todos los obstáculos a lo largo de este camino...

Maria de los Angeles Baena Marcano

A mis padres, Jansa y Armando.

A quienes le debo la vida y todo lo que soy.

Por sus valiosos consejos y apoyo incondicional en los momentos que mas lo necesitaba.

Por estar conmigo y darme la oportunidad de compartir con ustedes los mejores momentos de mi vida.

Por esa mano amiga, esa palmadita en la espalda.

Por su paciencia.

Por brindarme su amor y confianza

Simplemente, porque sin ustedes no hubiera logrado ser quien soy…

A mi hermana, Tití.

Por ser como eres.

Por el apoyo brindado en todo momento.

Por siempre estar allí cuando mas lo necesitaba.

Por darme ánimo cuando estaba decaído.

Por brindarme tu ayuda incondicional, y tu colaboración.

Por depositar tu confianza en mí,

Y por todo lo que hemos compartido....

A mi compañera, Maria de los Angeles.

Por tener la paciencia y comprensión necesaria para soportarme en los momentos mas críticos.

Por confiar en mí.

Por permitirme compartir contigo tantos momentos valiosos.

Por brindarme tu apoyo, tus ideas, tu energía.

Por darme ánimo cuando me sentí desesperado.

Por toda tu colaboración ....

A Dios.

Por darme la oportunidad de estar con mis seres queridos...

Armando Ortiz Abi Saab

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las personas que han formado parte del desenvolvimiento del presente trabajo y que han constituido una pieza fundamental para la realización y culminación del mismo, en especial a:

Ing. Jóvito Chavez, *nuestro tutor industrial, por depositar su confianza en nosotros y brindarnos su mayor receptividad dentro de la empresa.*

Ing. Sebastián Ribis, *nuestro tutor académico, por su colaboración y apoyo incondicional en el desarrollo de nuestro trabajo.*

A nuestros profesores y asesores, por brindarnos las herramientas y mecanismos que representan la base esencial del desarrollo del trabajo.

A nuestros compañeros de trabajo, por su colaboración y dedicación durante el tiempo que permanecimos en la empresa.

A todas aquellas personas que de una u otra forma pusieron su granito de arena e hicieron posible este proyecto.

A nuestros padres, por convertirse en pilares fundamentales de este proyecto, sin ustedes no lo hubiéramos logrado!!!

A todos ustedes, muchas gracias!!

Maria de los Angeles y Armando

INDICE GENERAL

Pag.

Introducción 1

Sinopsis 2

Capitulo I: Estudio Preliminar

I.1.- Planteamiento del problema 5

I.2.- Objetivos 7

I.2.1.- Objetivo general 7

I.2.2.- Objetivos específicos 7

I.3.- Alcance y limitaciones del estudio 8

Capitulo II: Antecedentes de la empresa

II.1.- Presentación de la Empresa 9

II.1.1.- Reseña histórica 9

II.1.2.- Visión de la empresa 10

II.1.3.- Misión de la empresa 10

II.1.4.- Estructura organizativa 11

II.2.- Administración de los Inventarios 11

II.2.1.-Gestión de los materiales 12

II.2.1.1.- Planificación 12

II.2.1.2.- Almacenamiento 13

II.2.1.3.- Sistemas de información 14

II.2.1.4.- Control de los materiales 15

II.3.- Evaluación de la administración de inventarios 15

II.3.1.- Gestión de compras 15

II.3.2.- Matriz D.A.F.O. 18

II.3.3.- Plan de Acción 19

Capitulo III: Marco Metodológico

III.1.- Metodología a seguir en el estudio de los materiales 21

III.2.- Metodología a seguir en el estudio de los proveedores 22

III.3.- Metodología a seguir en el estudio de la demanda 22

III.4.- Metodología a seguir en el estudio de los costos 23

III.5.- Metodología a seguir para el desarrollo del sistema de planificación .. 23

Capitulo IV: Las Mechas de Perforación y sus materiales

IV.1.- Estructura de los trépanos 26

IV.2.- Materiales de los trépanos 27

IV.3.- Estudio de los materiales 28

IV.3.1.- Recorrido de Materia Prima 28

IV.3.2.- Organización y distribución de los almacenes 29

IV.3.3.- Clasificación general de los materiales 30

IV.3.3.1.- Análisis ABC 31

IV.3.3.2.- Análisis de criticidad 35

IV.3.3.3.- Análisis combinado 36

IV.3.4.- Niveles de inventario y carga financiera 38

IV.3.4.1.- Establecimiento de Indicadores 38

IV.3.4.2.- Evaluación de situación actual 39

IV.3.4.3.- Análisis y propuestas de mejora 40

Capitulo V: Estudio de los Proveedores

V.1.- Características 42

V.2.- Ordenes de compra 45

V.2.1- Clasificación de ordenes de compras 45

V.2.2- Ordenes perfectas 47

V.2.3- Tiempos de entrega 48

Capitulo VI: Estudio de la Demanda de los materiales

VI.1.- Características de la demanda 50

VI.2.- Pronósticos de la demanda 51

VI.3.- Precisión del Pronóstico 52

Capitulo VII: Estudio de los Costos Asociados al Inventario

VII.1.- Costos de los materiales 55

VII.2.- Costos de colocación 57

VII.3.- Costos de aprovisionamiento 57

VII.4.- Costos de penalización 58

Capitulo VIII: Desarrollo del sistema de inventario

VIII.1.- Selección y descripción del Modelo de Planeación 60

VIII.1.1.- La gestión de los materiales 61

VIII1.2.-Tiempo de reposición 63

VIII.1.3.-Niveles de inventario 63

VIII.1.3.1.-Nivel mínimo 64

VIII.1.3.2.-Nivel máximo 64

VIII.1.3.3.-Cuándo ordenar 64

VIII.1.3.4.-Cuánto ordenar 65

VIII.1.3.-Planificación 65

VIII.1.4.-Mecanismos de control 66

Capitulo IX: Análisis Costos-Beneficios 68

Conclusiones y Recomendaciones 69

Referencias Bibliográfica 71

INDICE DE FIGURAS

		pag.
Figura II.1.-	Estructura Organizativa	11
Figura II.2.-	Diagrama Causa-Efecto	20
Figura IV.1.-	Valor Anual de uso de Materia Prima	31
Figura IV.2.-	Valor Anual de uso de Cortadores(PDC)	32
Figura IV.3.-	Valor Anual de uso de Polvos y Binder	33
Figura IV.4.-	Valor Anual de uso de Diamante Natural	34
Figura IV.5.-	Análisis Combinado	37
Figura IV.6.-	Niveles de Inventario	40
Figura V.1.-	Clasificación de las Ordenes de compra según Proveedor ...	46
Figura V.2.-	Clasificación de Ordenes de compra según Transporte	46
Figura V.3.-	Clasificación de Ordenes Perfectas	47
Figura VIII.1.-	Representación Gráfica del Punto de Pedido	63

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el mercado de los trépanos o mechas de perforación ha crecido mucho. Ya no se trata de sólo de trépanos especializados, cada vez hay más secciones y más situaciones de perforación y en éstas, los trépanos de diamante son los más rentables.

Los productos en sí; sus diseños, materiales y procesos de fabricación, han mejorado enormemente y continúan mejorando a un ritmo muy veloz. El mercado cada vez más amplio para los trépanos o mechas de perforación de diamante es resultado tanto de los avances tecnológicos en la línea de productos de PDC ("policrystalline diamond compact"), como de los cambios en la forma en que se perforan los pozos. Sin embargo, también se relaciona con el aumento del costo de los equipos de perforación.

En la actualidad, *Hughes Christensen Company* se encuentra en una posición favorable, respecto al mercado internacional de los trépanos de diamante para la industria petrolera, gracias a su constante investigación, desarrollo y mejoramiento continuo durante el proceso productivo, y a que brinda capacitación técnica a su personal de ventas, comercialización y gerencia con respecto a la tecnología de trépanos de diamante.

Bajo este concepto la gerencia perteneciente a la planta de *Hughes Christensen Company,* ubicada en Maracaibo, Vzla., ha identificado la necesidad de implantar un sistema de inventarios que le permita planificar, de manera acertada el manejo de sus inventarios, con la finalidad de reducir los costos que este proceso acarrea y un mejor funcionamiento del sistema producción-inventario.

SINOPSIS

El control y mantenimiento de un inventario de bienes físicos es un problema común a todas las empresas. En el caso de las industrias de manufactura, los inventarios representan un importante porcentaje del capital de trabajo. Las razones por las cuales hay que mantener un inventario incluyen, protección contra variaciones en la demanda, mantenimiento de un flujo constante de producción y la reducción del costo global de materiales al aprovechar los descuentos por volumen. Además, los inventarios pueden realmente ayudar a incrementar la tasa de producción y a reducir los costos de manufactura si, a través de un uso prudente, se evita un aparato excesivo en la etapa de los cuellos de botella de la producción. Por lo que, si se utiliza un procedimiento racional para la administración de inventarios, se pueden obtener ahorros sustanciales. Estos ahorros se obtienen de varias formas distintas, dependiendo de la situación particular de cada empresa. Algunas fuentes comunes para dichos ahorros son un menor costo de compra, menores gastos de intereses o un aumento en la disponibilidad de fondos internos, menores costos de operación (administrativos, de expeditación, de transporte, de recepción, etc.), menor costo unitario de producción, confiabilidad en la entrega por parte de producción y un mejor servicio a los clientes en el suministro de productos.

En las situaciones de manufactura, el sistema de producción-distribución comienza desde la requisición de materias primas y suministros, pasando por el proceso productivo y culminando con la disponibilidad de producto terminado para su consumo. En la parte inicial del sistema se requiere contar con existencias de materias primas y suministros con el fin de llevar a cabo el proceso productivo con un costo mínimo y dentro del programa establecido. Por lo que se deben desarrollar políticas de inventarios para determinar cuándo deben reabastecerse estos inventarios y qué cantidades ordenar en un momento dado. La demanda de materia prima, componentes, subensambles y otros

materiales dependen del plan de producción para el producto final. Por tanto es posible determinar qué cantidad de componentes serán necesarios en cada período de tiempo futuro incluido en el horizonte de planeación una vez que se conocen los requerimientos de producción para el producto final. Los requerimientos de producción para el producto final son a su vez determinados por los pronósticos de ventas. Los métodos para planeación de requerimientos de materiales explotan ésta información acerca de la dependencia en la demanda para administrar los inventarios y controlar el tamaño de los lotes de producción de las numerosas partes que intervienen en la fabricación del producto final.

El manejo de inventarios ha llegado a la cima de la administración de las empresas debido a que representa un componente fundamental de la productividad. Por esta razón se recurre a un *diseño Estratégico de Planificación de Inventarios*, el cual contemple las gestiones y políticas que permitan a la empresa la planificación de los mismos

. En la planificación, siempre se deben de cumplir:

- La definición de objetivos
- La determinación de las políticas
- Los planes de ejecución
- Los procedimientos o metodología
- El desarrollo de estrategias

Para lograr esto, se procedió a estudiar los puntos, que se consideran más relevantes dentro del ámbito de la planificación de inventarios y que constituyen cada una de las partes que conforman el presente trabajo especial de grado:

- *Estudio Preliminar*: contempla el planteamiento del problema, objetivos y alcance del trabajo.

- *Antecedentes de la Empresa*: comprende la presentación, origen y características de la empresa, así como la descripción y evaluación de la forma de administrar los inventarios, por parte del departamento encargado.
- *Marco Metodológico*: son los pasos a seguir para el estudio de cada una de las variables que definen el proceso de planificación.
- *Las Mechas de Perforación y sus materiales*: breve descripción de la estructura y materiales que conforman el producto, así como el estudio detallado de todos los factores que inciden directa e indirectamente en el desenvolvimiento de los mismos.
- *Estudio de los Proveedores:* características relevantes que comprenden el proceso de adquisición de materia prima, desde su requisición hasta la recepción.
- *Estudio de la Demanda de los materiales:* comprende el análisis de los pronósticos de la demanda del producto y su incidencia sobre los materiales.
- *Estudio de los costos asociados al inventario:* descripción de los costos que influyen en la estrategia de inventarios.
- *Desarrollo del Sistema de Planificación de Inventario:* es la parte más importante del trabajo y contempla la selección y desarrollo del Modelo de Planificación, así como los factores que determinan el estudio del mismo.
- *Análisis de Beneficios y Costos:* se refleja el impacto económico de la implantación del Sistema de Planificación en el desenvolvimiento del inventario.

CAPITULO I

ESTUDIO PRELIMINAR

I.1.- Planteamiento del problema

Hughes Christensen Company es una empresa líder en la industria petrolera en la fabricación y comercialización de Trépanos Triconos, PDC, de Diamante Natural e impregnados de alta calidad y de tecnologías asociadas, como el sistema RWD (Ensancha Mientras Perfora) de multi-aplicación. *Hughes Christensen* es la compañía comprometida con la creación de tecnologías para optimizar la eficiencia y reducir los costos de perforación.

Actualmente la cultura de la empresa se basa en una filosofía de mejoramiento continuo, encontrándose constantemente en la búsqueda de vías más efectivas para proveer a sus clientes los productos de más alta calidad y servicios que dan valor agregado para mejorar sus programas de perforación.

La compañía *BAKER HUGHES* tiene ya cinco (5) años aplicando Calidad Total en todas sus divisiones, y una de ellas es la división de *Hughes Christensen Company,* ubicada en Maracaibo, Edo. Zulia. Esta cultura organizacional busca el mejoramiento continuo en todas las actividades, lo que conlleva a la identificación del área de inventarios, en el ámbito corporativo, como una posibilidad de mejora.

Debido a esto, la gerencia de la planta de, llevó a *Hughes Christensen Company* cabo una evaluación de la administración y el manejo de su inventario, logrando así, identificar distintos problemas presentes en el mismo; entre los cuales se pueden mencionar existencias excesivas de unos artículos y existencias muy reducidas de otros. Todo esto provoca la interrupción o retrasos

en las entregas a los clientes; además los costos de mantenimiento de inventario son elevados, algunos artículos presentan diferencias considerables entre los niveles reales y los manejados por el sistema y proporción de obsolescencia elevada.

El Inventario de materia prima manejado por la planta consta de 220 artículos aproximadamente distribuidos principalmente en:

- ✓ Cortadores de Diamante Sintético (PDC)
- ✓ Diamantes Naturales
- ✓ Polvos de Carburo de Tungsteno
- ✓ Binder
- ✓ Barras de Grafito
- ✓ Barras de Acero

Todos estos, utilizados en la manufactura de los trépanos de diamante, son importados lo que trae como consecuencia tiempos de entrega elevados.

Actualmente, se tienen indicios de un inventario mal administrado, lo que implica el desarrollo de un sistema de planificación de inventario de materia prima mediante el cual se puedan obtener ahorros sustanciales para la empresa; mediante menores gastos de intereses o un aumento en la disponibilidad de fondos internos, así como menores costos de compra, costos de operación, etc.

El desarrollo de este sistema le permitirá a la empresa conocer en cualquier momento qué cantidad de artículos se deben pedir y en qué momento hacerlo, logrando así, mantener un nivel de inventario que le garantice a la empresa atender en forma satisfactoria a los clientes, evitando la reducción de ganancias y pérdida de mercado, y a su vez, que este nivel no sea tan alto como para generar problemas financieros, lo que conlleva a la empresa a mejorar su productividad.

I.2.- Objetivos

I.2.1.- Objetivo General:

Desarrollar un sistema estratégico de planificación de inventario de materia prima para la manufactura de trépanos de diamante en una empresa transnacional del sector petrolero.

I.2.2.- Objetivos Específicos:

- ✓ Determinar y analizar las rutas de recorrido de la materia prima, de manera de establecer una alternativa de mejora.
- ✓ Determinar y analizar la organización y distribución del almacén de materia prima, de manera de establecer una alternativa de mejora.
- ✓ Evaluar los niveles de inventario de materia prima para la manufactura de trépanos de diamante:
    1. Establecer indicadores
    2. Evaluación de la situación actual
    3. Análisis y propuestas de mejoras
- ✓ Evaluar la carga financiera que representa el inventario:
    1. Establecer indicadores
    2. Evaluación de la situación actual
    3. Análisis y propuestas de mejoras
- ✓ Establecer un modelo de balance entre los gastos de aprovisionamiento y los gastos de inventario.
- ✓ Establecer mecanismos de control físico del inventario, de manera de obtener datos reales y actualizados del mismo.

I.3.- Alcance y Limitaciones

Debido a la magnitud del tema, el trabajo de grado a desarrollar se delimitará al diseño del "sistema estratégico de planificación de inventarios", para lo cual se realizará el estudio de los antecedentes de la planificación de los inventarios, el estudio de los proveedores y de la materia prima, así como los costos asociados al inventario. A través del sistema, la gerencia de la planta *Hughes Christensen Company,* en Maracaibo, Edo. Zulia, pretende lograr un mejor aprovechamiento de los recursos y mejoras en la productividad, con el fin de seguir siendo competitiva dentro de su ramo. El estudio abarca desde el levantamiento de la información hasta el análisis e identificación de la problemática existente en el área de inventario de materia prima de dicha planta y el planteamiento de la planeación de los inventarios.

CAPITULO II

ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

II.1.- Presentación de la empresa:

II.1.1.- Reseña Histórica

Hughes Christensen Company es una de las siete divisiones pertenecientes a la *Baker Hughes Incorporated*. Es considerada como la compañía líder en la manufactura y mercadeo de trépanos (mechas de perforación) tríconos, PDC, núcleo y de diamante natural, para la industria del petróleo, gas y geotérmica a nivel mundial con un 38% del mercado.

Las raíces de *Hughes Christensen Company* datan desde principios del siglo veinte (XX) y engloba los legados de los pioneros en la industria petrolera, los nombres de Howard Hughes y Carl Baker son sinónimo de la perforación rotatoria. Las patentes de sus invenciones obtenidas a principios de 1900, emprendieron negocios que noventa años después llevaron a la creación y desarrollo de *Baker Hughes Incorporated*, compañía matriz de *Hughes Christensen Company*. Los legados anteriores fueron unidos a los de Frank Christensen, la fuerza principal detrás de los Productos de Diamante Christensen en los años cuarenta.

Hughes Christensen Company produce trépanos en Woolands (Texas, U.S.A.), Belfast (Irlanda del Norte), Maracaibo (Venezuela), Lafayette (Lousiana, U.S.A.), Singapore y China. Estas posiciones estratégicas han sido actualizadas con las maquinarias, herramientas y procesos más avanzados, asegurando una rápida respuesta y calidad inigualable.

En Venezuela, *Hughes Christensen Company,* inició sus operaciones en el año de 1991 en la ciudad de Maracaibo, Edo. Zulia. Se estableció como un Joint Venture entre Eastman Christensen y un grupo privado venezolano denominado Fabriven. Las actividades desarrolladas por las empresas eran la terminación de trépanos de diamante semielaborados para la industria petrolera venezolana. A partir del año de 1993 la compañía Hughes Tool, adquiere a la corporación Eastman Christensen transformándose en *Hughes Christensen Company*, quien adicionalmente compra la mitad de las acciones del Joint Venture en conjunto con Fabriven. Por último, en 1994, adquiere la totalidad de las acciones de Fabriven y reinicia las operaciones de la compañía con un solo dueño y fue a partir de ese momento cuando se desarrolló el proceso integral de manufactura de trépanos de perforación en la ciudad de Maracaibo.

Al agrupar los más importantes suplidores de servicios para campos petroleros, de toda la industria, *Hughes Christensen Company* puede atender necesidades de los clientes que pueden ir desde un simple producto o servicio, hasta la gerencia de proyectos y operaciones para todo campo.

Además de las operaciones en campos petroleros, *Hughes Christensen* tiene una División de Productos Metalúrgicos (Metallurgical Products Division, MPD), ubicada en Houston, Texas EE.UU, que han proporcionado grados de tungsteno al carburo y procesos específicamente diseñados para aplicaciones en las industrias petroleras.

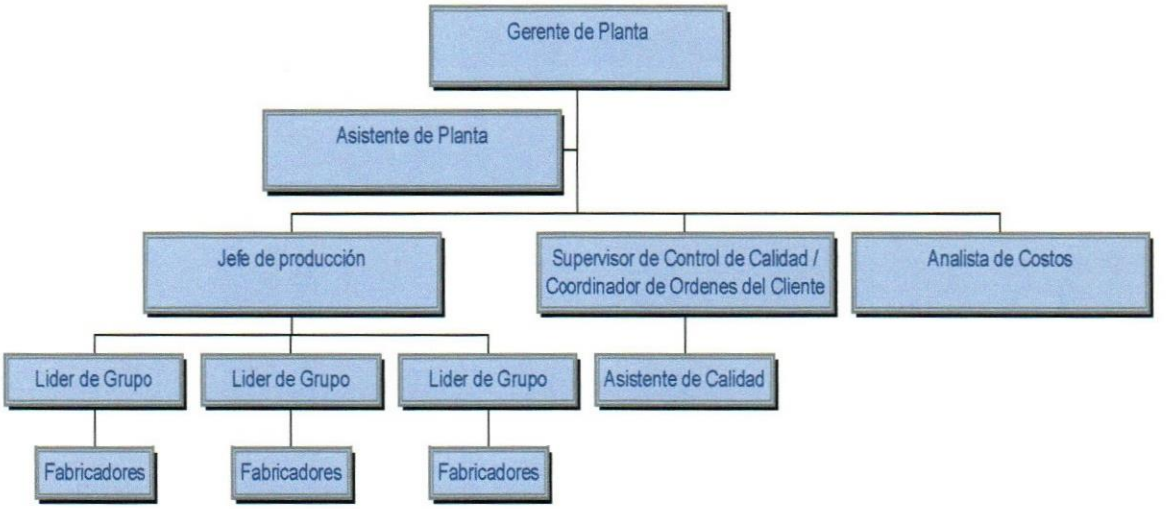
II.1.2.- Visión de la Empresa

"Fabricación de mechas de perforación rápidas según estándar corporativo de *Hughes Christensen Company*".

II.1.3.- Misión de la Empresa

"La Calidad de los Productos, la Seguridad del Empleado, Entrega y Valor".

II.1.4.- Estructura Organizativa



FiguraII.1

II.2.- Administración de los Inventarios

II.2.1.- Gestión de los Materiales

El Supervisor de Control de Calidad y Coordinación de Ordenes del Cliente (COC/QC) es responsable de asegurarle a la compañía, a través de la adecuada planificación, que los productos que se elaboran, son de la mejor calidad dentro de las especificaciones establecidas por la casa matriz, para mantener ante los clientes, el prestigio de la calidad *Hughes Christensen*. Asimismo, es responsable por asegurar el cumplimiento de los planes de producción proporcionando a la planta los respectivos programas; así como la materia prima necesaria, para mantener adecuados niveles de inventario y buenas prácticas de almacenes para satisfacer los requerimientos de ventas al menor costo. Además, es responsabilidad de este cargo atender todas las peticiones de ordenes de compra por parte de los clientes y negociar el mejor tiempo de entrega posible.

El titular, además de dirigir a sus subordinados, debe controlar los resultados a través de informes de control hechos por el inspector o designado sobre la materia prima y productos aprobados, así como el material de desecho en cada una de las diferentes etapas del proceso de fabricación. Estos resultados, analizados y evaluados por el titular sirven de base para el informe mensual de control de calidad.

Dentro de la planificación de dicho departamento se deben tomar en cuenta los distintos factores que influyen en la gestión de los materiales entre los cuales se pueden mencionar los costos de almacenamiento y de gestión de inventario, costos de penalización por inexistencia de los materiales, demanda estimada del producto y proveedores.

La calidad de la gestión de materiales puede ser medida a través del factor de servicio, o índice de atención (la relación entre la cantidad de renglones debidamente atendidos y la cantidad requerida). Por lo que es evidente que existen compromisos aceptables entre la calidad de la gestión de los materiales y las consecuencias que ella genera, por lo que se tratará de buscar un equilibrio y contestar dos preguntas básicas: cuándo reponer el inventario y en qué cantidad hacerlo.

II.2.1.1.- La planificación

La planificación de los inventarios de materia prima debe tomar en cuenta ciertos elementos importantes: conocimiento real de la demanda, el comportamiento de los proveedores, los niveles de inventario adecuados y sus costos asociados.

El proceso de planificación de la planta contempla los siguientes puntos:

1. Establecer el número de mechas a fabricar en un mes
2. Clasificación de las mechas según sus especificaciones
3. Realizar la explosión de materiales por mecha
4. Verificar los niveles mínimos de inventario
5. Consolidar los materiales a solicitar
6. Contactar proveedor
7. Emitir solicitud de orden de compra

II.2.1.2.- Almacenamiento

Las áreas de almacenajes se distribuyen de la siguiente manera:

1. Área de almacenaje de materia prima de poco tamaño: Ubicada dentro de la planta.
2. Área de almacenaje de Insumos: Ubicada dentro de la planta.
3. Área de almacenaje de aglomerantes (Binder): Ubicada en el área de horneado.
4. Área de almacenamiento de Acero: Ubicado dentro de la planta.
5. Área de almacenamiento de Barras de Grafito: Ubicado dentro de la Planta

El almacén de materia prima consta de estanterías metálicas con varios niveles para aprovechar el espacio vertical, y de dos gabinetes metálicos cerrados, utilizados para guardar los materiales de menor tamaño. Estos últimos, se mantienen bajo llave y solamente los líderes de los grupos de trabajo tienen acceso, para así tener mas control sobre el mismo.

Los materiales correspondientes a las barras de acero y de grafito están ubicados en estantes metálicos, fuera del almacén de materia prima, lo cual permite un fácil acceso para el montacargas utilizado para su movilización. Otro material ubicado fuera del almacén es el binder o aglomerado, el cual se mantiene en pipotes cercanos a los estantes de las barras de grafito y de acero.

Vale la pena destacar que parte de esto artículos están ubicados estratégicamente a lo largo del proceso productivo para su mejor manipulación.

Dentro del almacén los materiales tienen localizaciones físicas específicas que permiten las actividades normales, como son la entrada y salida de inventario y la realización de inventarios físicos.

El almacén de materia prima no cuenta con una persona encargada como tal, la recepción de los materiales los lleva a cabo el asistente de calidad, quien revisa que éstos cumplan con los estándares de la empresa y que las cantidades coincidan con las facturas.

Los materiales que requieren condiciones especiales de almacenamiento, como son los diamantes naturales, están ubicados en sitios estratégicos y de mayor seguridad, fuera del almacén de materia prima. Además, la planta cuenta con un almacén de insumos menores, el cual no se incluye en el estudio, y un almacén de producto terminado el cual pertenece a la División de Mercadeo de *Hughes Christensen Company*, que no corresponde al estudio.

II.2.1.3.- Sistemas de Información

Hughes Christensen cuenta con una tecnología de punta la cual le permite a todas las plantas, a nivel mundial, estar interconectadas entre sí; de este modo, si en una de ellas se coloca una orden de producción para un trépano o mecha de perforación, todas las demás plantas tienen conocimiento de lo mismo. El sistema utilizado en este caso es el ASI-400, el cual registra todos los movimientos en las plantas: recepción de materia prima, consumo de ésta, listado de materiales, niveles de inventario, identificación de los materiales mediante su número de parte y solicitudes de órdenes de compra. Además permite la emisión de reportes diversos, que son útiles para la gerencia; por otro

lado cuentan con una red interna (Intranet) llamada "Intr@bit", la cual complementa la información suministrada por el ASI-400, que contiene información referente a cada una de las plantas, y de todas las divisiones de *Baker Hughes.*

II.2.1.4.- Control de materiales

El control de los materiales es un elemento muy importante a la hora de manejar un inventario; actualmente se realizan tomas de inventario físicos por lo menos una vez al mes de los materiales en existencia, y se hace un conteo físico general cada cuatro meses. Además, la actualización de los niveles mínimos de inventario en el sistema se lleva cabo cada tres meses.

II.3.- Evaluación de la administración de inventarios

El departamento encargado de administración de inventarios, cuenta con un sistema, que contempla el modelo de control de inventarios denominado máximos y mínimos, el cual forma parte de los sistemas de información de la planta.

II.3.1.- Gestión de compras

Cuando se actualizan o revisan los niveles mínimos de inventario, o se hacen tomas físicas del mismo, y se nota que los valores se encuentran por debajo del mínimo, se emite una orden de compra por estos materiales, la cantidad a pedir la estima el Coordinador de Ordenes al Cliente (COC/QC), quien es el encargado de realizar el proceso de compra.

El procedimiento es el siguiente:

1. El proceso de compra de artículos relacionados con el producto, partes y suministros no estándares y partes de manufactura de *Hughes Christensen*, son manejadas y aprobadas basados en lo siguiente:

   1.1. Cuando surge la necesidad de compras, el coordinador de ordenes al cliente prepara la emisión de la orden de compra.

   1.2. El coordinador de ordenes al cliente es el responsable de desarrollar las ordenes de compra, incluyendo cualquier anexo necesario para identificar materiales/productos de fuentes externas. La orden de compra es enviada al gerente de planta para su aprobación.

   1.3. Requisiciones de Compra de Renglones Relacionados con el Producto:

   Cuando se ordenan renglones relacionados con el producto, es generada una Orden de Compra (HCC QA0015) en el ASI/400 por el Coordinador de Ordenes del Cliente. Es responsabilidad de éste asegurarse de que dicha orden contenga toda la información completa y precisa. Todas las ordenes de compra son revisadas y aprobadas por el Gerente de Planta o su designado.

2. Control de las Ordenes de Compra:

   2.1. Cada orden de compra generada en el ASI/400 para la procura de materiales relacionada con el producto contiene suficiente información o de otro modo se hace referencia a especificaciones por medio de anexos o especificaciones o planos que aseguren que los materiales cumplen con los requerimientos de confiabilidad del sistema de calidad o cualquier otro requerimiento especial. Es responsabilidad del Coordinador de Ordenes del

Cliente suministrar un paquete completo de la información requerida al suplidor.

2.2. Cada orden de compra contiene una clara descripción del material y los servicios ordenados, incluyendo lo siguiente, cuando sea aplicable:

2.2.1. El tipo, la clase, el estilo, el grado y otra identificación precisa de los materiales de compra. (Ejemplo: número de parte, revisiones, grados del material, etc.)

2.2.2. El titulo u otra identificación positiva y aspectos aplicables de especificaciones, planos, requerimientos de proceso, instrucciones de calidad y/u otros datos técnicos de relevancia.

2.2.3. Una descripción detallada de todos los renglones comprados, cualquier requerimiento de emisión de documentos y un método de evaluación continuo para ser usado.

2.2.4. Requerimientos de preservación, empaque, manejo especial, limpieza, almacenaje e instrucciones de envío.

2.2.5. Una declaración en la cual se diga que *Hughes Christensen* debe ser notificado de cualquier cambio en los renglones comprados, para ser aprobados antes del embarque.

2.2.6. Códigos de inspección aplicables o notas a las ordenes de compra.

2.2.7. Las partes y/o materiales, los cuales son productos estándares de *Hughes Christensen*, son ordenados directamente del inventario

mundial de la casa matriz. Cuando se ordenen estás partes y estos materiales del inventario de alguna localidad de *Hughes Christensen*, los siguientes requerimientos mínimos de una orden de compra son ser establecidos en la orden de compra: número de parte, descripción y cantidad.

2.3. Las ordenes de compra por materia prima, especifica todos los requerimientos y especificaciones, y puede que requiera uno o mas de los siguientes, basados en los requerimientos de Certificación y/o rastreabilidad. Dichos requerimientos son impuestos por Ingeniería y Calidad de la casa matriz, y/o requerimientos del Cliente:

- Certificación de Material
- Certificación de Conformidad
- Análisis de Laboratorio Certificado

2.3.1. Las ordenes de compra por material que tienen un tiempo de vida limitado, tienen los requerimientos de expiración en la orden de compra.

2.4. Las partes o productos designados o especificados por Hughes Christensen, son clasificados por Ingeniería y Control de Calidad de la casa matriz, como esencial y estándar. Es un requerimiento que todos los productos, procesos o partes esenciales sean comprados a un proveedor aprobado.

II.3.2.- Análisis D.A.F.O.

A la hora de evaluar el departamento encargado de la gestión de los inventarios, resulta de gran utilidad el análisis D.A.F.O., debido a que se comporta como una herramienta de síntesis, donde se reflejan las

características específicas que lo hacen inferior o superior y en posición desfavorable o privilegiada frente a la competencia.

DEBILIDADES	FORTALEZAS
– **El departamento:** debido a la ausencia de una logística de inventario, el departamento encargado ha tenido que extender sus funciones con el fin de poder cubrir con la mayoría de las exigencias del proceso de planeación. – **Los materiales:** no existe una clasificación completa de los materiales, la cual incluya los niveles de consumo, tiempos de reposición y la criticidad de los mismos. – **Costos:** debido al deficiente proceso de planeación de inventarios, se incurre en una serie de costos extras asociados al mismo, como costos de aprovisionamiento, costos de mantenimiento y costos de rotura de stocks. – **Gestión de compra de materiales:** no existe un procedimiento capaz de controlar los niveles de existencias periódicamente y la emisión de órdenes de compras, cuando los inventarios alcanzan niveles predeterminados de reabastecimiento.	– **Recursos:** posibilidad de asignar recursos de instrucción tecnológica y de formación dentro del ámbito de la planeación de inventarios, debido al soporte proveniente de la casa matriz. – **Clientes:** estrecha relación entre el departamento de administración de los inventarios y sus clientes con el fin de identificar y satisfacer las necesidades de los mismos. – **Unión:** la gerencia general de la planta y el departamento mantienen una estrecha comunicación a fin de lograr un trabajo en equipo y tomar las decisiones pertinentes según el caso.
AMENAZAS	**OPORTUNIDADES**
– **Competencia:** la falta de un sistema de planeación de inventarios incide directamente en las dimensiones de la competitividad que permiten medir la efectividad de la función de operaciones: costos, calidad, confiabilidad como proveedor, flexibilidad/ nivel de servicio.	– **Productividad:** a través de la implantación de una planificación adecuada de los inventarios, el departamento tiene la oportunidad de lograr grandes mejoras en la productividad. – **Reducción de costos:** existe la oportunidad de disminución de los costos operativos de la planta, a través de la implantación de mejoras en el tiempo del ciclo del proceso, disminución de la carga financiera de los niveles de inventario, mejoras en el manejo de los materiales, etc.

Figura II.2

II.3.3.- PLAN DE ACCION

Los inventarios surgen en el canal logístico porque, normalmente, permiten reducir los costes de alguna otra actividad dentro de la empresa, por lo

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

III.1.- Metodología a seguir en el estudio de los materiales:

Con el fin de llevar a cabo una evaluación de la gestión de los materiales utilizados en la manufactura de trépanos de diamante se procede a seguir la metodología descrita a continuación:

1. Identificar los factores que intervienen en la gestión de materiales
2. Identificar la información requerida para llevar a cabo la evaluación de dichos factores.
3. Identificar las fuentes de información existentes.
4. Levantamiento y procesamiento de información.
5. Estudio de recorrido de materia prima.
6. Estudio de la organización y distribución de los almacenes.
7. Explosión de materiales.
8. Clasificación general de los materiales.
   - 8.1. Análisis ABC.
   - 8.2. Análisis de criticidad.
   - 8.3. Análisis combinado.
9. Estudio de los niveles de inventario y la carga financiera.
   - 9.1. Establecimiento de indicadores.
   - 9.2. Evaluación de la situación actual
   - 9.3. Análisis y propuestas de mejora
10. Establecimiento de mecanismos de control de inventario.

III.2.- Metodología a seguir en el estudio de los proveedores:

Con el fin de llevar a cabo una evaluación de los proveedores de la materia prima utilizada en la manufactura de trépanos de diamante se procede a seguir la metodología descrita a continuación:

1. Identificar los factores que intervienen en la gestión de los proveedores.
2. Identificar la información requerida para llevar a cabo la evaluación de dichos factores.
3. Identificar las fuentes de información existentes.
4. Levantamiento y procesamiento de información.
5. Establecimiento de las características de los proveedores.
6. Estudio de las ordenes de compra emitidas
   6.1. Clasificación de las ordenes de compra.
   6.2. Ordenes perfectas.
   6.3. Tiempos de entrega.

III.3.- Metodología a seguir para el estudio de la demanda:

Con el fin de llevar a cabo una evaluación de los proveedores de la materia prima utilizada en la manufactura de trépanos de diamante se procede a seguir la metodología descrita a continuación:

1. Identificar los factores que intervienen en la demanda de los materiales.
2. Identificar la información requerida para llevar a cabo la evaluación de dichos factores.
3. Identificar las fuentes de información existentes.
4. Levantamiento y procesamiento de información.
5. Estudio de la demanda:
   5.1. Características de la demanda.
   5.2. Pronósticos de la demanda.

5.3. Precisión del pronóstico.

III.4.- Metodología a seguir para el estudio de los costos:

Con el fin de llevar a cabo una evaluación de los costos referentes a la gestión de inventarios de materia prima utilizada en la manufactura de trépanos de diamante se procede a seguir la metodología descrita a continuación:

1. Identificar los costos que intervienen en la gestión de inventarios.
2. Identificar la información requerida para llevar a cabo la evaluación de dichos costos.
3. Identificar las fuentes de información existentes.
4. Levantamiento y procesamiento de información.
5. Estudio de costos:
   5.1. Costos de Materiales
   5.2. Costos de colocación de las ordenes de compra.
   5.3. Costos de aprovisionamiento.
   5.4. Costos de mantenimiento del inventario.
   5.5. Costos de penalización.

III.5.- Metodología a seguir para el desarrollo del sistema de planificación:

Con el fin de desarrollar un sistema de planificación de inventarios de materia prima, que le permita al departamento encargado de realizar la gestión de los materiales, cumplir sus funciones de una forma más efectiva y que pueda asociar las variables que influyen en dicha planificación, se procedió a seguir la siguiente metodología:

1. Identificar los factores que intervienen en la planificación.

2. Realizar una evaluación estratégica de los procesos vinculados a la planificación.
3. Selección y descripción del modelo de planeación.
4. Desarrollo del sistema.
5. Establecimiento de mecanismos de control de inventario.

CAPITULO IV

LOS TREPANOS Y SUS MATERIALES

IV.1.- Estructura

El diseño de los trépanos o mechas de perforación de diamante se basa en un profundo conocimiento de la tecnología de los trépanos de arrastre, la mecánica de las rocas y la mecánica de los mismos. El término "trépanos de diamante" se refiere a todos las mechas de cortadores fijos que actualmente fabrica *Hughes Christensen*. La prueba final para cualquier diseño descansa en el usuario final, en el campo. Los cambios y las mejoras que se realizan, muchas veces provienen del campo-clientes y representantes de compañías.

A continuación se explican las diferentes partes y los términos que más se utilizan para describir un trépano:

- **Cortadores:** El término "cortadores" describe los materiales de diamante fijados a la cara del trépano. Para perforar la formación se pueden utilizar cortadores de diamante tanto sintéticos como naturales. La selección del cortador depende de los requisitos de la aplicación. Todos los cortadores se fijan; no existe ningún movimiento relativo entre los cortadores y el cabezal del trépano.
- **Perfil:** El término "perfil" se refiere a la forma que identifica al cabezal del trépano cuando éste se observa desde uno de sus lados. El perfil de un trépano de diamante comienza en la parte central del trépano y continúa hasta el punto de calibre. *Hughes CHristensen* utiliza una variedad de formas y longitudes de perfiles para optimizar el rendimiento del trépano.
- **Calibre:** La porción del calibre en el trépano está situada inmediatamente sobre el perfil. La forma vertical y cilíndrica del calibre permite estabilizar el trépano y mantiene el diámetro completo de la perforación.
- **Shank:** El shank (unión) de un trépano de diamante, fija la mecha a la sarta de perforación. Las conexiones de los trépanos de diamante de

Hughes Christensen se fabrican en varios tamaños y según las especificaciones del API (Instituto Estadounidense del Petróleo).

- **Boquillas, vías de agua, junk slots y trayectorias de fluidos:** Estas partes proporcionan un esquema de salida para la evacuación de los líquidos de la perforación en el vástago de perforación y fluyen a través de la cara del trépano. Están diseñados para hacer un uso óptimo de la energía hidráulica disponible para maximizar la limpieza y refrigeración del trépano.

IV.2.- Materiales

En los trépanos de diamante se utilizan diversos tipos de materiales. Cada una de éstos fue elegido para brindar máxima eficiencia de perforación y resistencia al desgaste en una determinada aplicación. El resultado es una mayor velocidad de la penetración y más duración del trépano.

- **Elementos cortadores:** La estructura de corte de un trépano de diamante consta de diamantes naturales sintéticos o de diamantes con calidad industrial que se producen naturalmente. El tipo de elemento cortador que se emplea depende de la formación que se debe cortar y otros criterios de la aplicación. En la actualidad, se utilizan piedras naturales; sin embargo, los materiales de los diamantes fabricados por el hombre se han convertido en los principales elementos cortadores para las aplicaciones. En los trépanos de diamante de *Hughes Christensen* se emplea básicamente un tipo de elemento cortador sintético: el cortador compacto de diamante policristalino(PDC). Otra categoría de elementos cortadores para trépanos de diamante es el segmento impregnado. Este utiliza granos muy pequeños de diamantes sintéticos encerrados en una matriz de carburo de tungsteno.
- **Carburo de tungsteno:**

  Cuerpo de la matriz: Todos los trépanos de diamante de *Hughes Christensen* de hasta 18 pulgadas de diámetro, se fabrican con un cuerpo de trépano de matriz de carburo de tungsteno fundido. El carburo de tungsteno resiste la

erosión y la abrasión, ofrece mayor flexibilidad de diseño que los trépanos con cuerpo de acero y permite combinar tipos de cortadores y métodos de fijación. Protege y soporta los cortadores de los fluidos (y de las vías de agua) y las zonas de los "junk slots". La desventaja del carburo de tungsteno es su baja potencia de impacto. Esto genera la necesidad de reforzar las aletas con almas de acero. Estas almas de también permiten sustituir una parte de la costosa matriz.

Aglomerante de carburo de tungsteno: Las boquillas intercambiables que se utilizan en los trépanos de PDC se fabrican de aglomerante de carburo de tungsteno. Este se forma bajo presión y fue creado para proporcionar solidez y resistencia a la erosión. En su fabricación se utiliza polvo de carburo de tungsteno y cobalto.

- **Cobalto:** Se utiliza acero dúctil para el blank, el esqueleto de acero del trépano. El acero duro, tratado con calor, se utiliza para el shank. Una vez fundido el cuerpo del trépano, las dos piezas de acero se atornillan entre sí y luego se sueldan para formar una sola pieza.
- **Otros materiales:** En la mayoría de los trépanos que se utilizan en el campo, también se emplean otros materiales. El aglomerante o "Binder", que permite compactar el polvo de carburo de tungsteno. Un trépano de PDC tiene soldaduras en los lugares donde el cortador se fija a la matriz del trépano. En la fábrica se instalan aros tóricos de goma en el interior de los bolsillos de las boquillas. Para el transporte, se utilizan protectores de material plástico en el hueco de las boquillas con el fin de llenar los bolsillos vacíos cuando posteriormente se instalarán boquillas intercambiables. Se utiliza el compuesto para rosca para impedir que vibren las boquillas. Se adhieren etiquetas y rótulos para identificar el producto y dar aviso de las patentes, cada trépano se recubre con una pintura siguiendo el esquema exclusivo de color oro y negro para ofrecer un aspecto acabado y atractivo, y por último se embalan en cajas de madera o plásticas, dependiendo del destino a donde van a ser enviadas.

IV. 3.- Estudio de los materiales

IV.3.1.- Recorrido de la materia prima.

Al momento de hacer una evaluación completa de todo lo referente a la materia prima, surge una factor que vale la pena considerar, como es el caso del recorrido de los materiales; ya que cuando se traslada un material de un lado a otro de una manera incorrecta se incurre en excesos de tiempo, y excesos de recorrido, por consiguiente se producen retrasos en lo que respecta a la producción.

Cabe destacar que la planta cuenta un manual de procedimientos de control de calidad donde se contempla el manejo, almacenamiento, preservación y despacho de bienes para proteger su calidad y prevenir daños.[1]

Actualmente, el procedimiento utilizado para la requisición del material es el siguiente:

El (COC/QC) después de recibir una orden para fabricar una mecha de perforación, revisa la existencia de los materiales en stock y envía al líder de grupo una requisición por los materiales a utilizar. El líder se dirige al almacén de materia prima y toma los materiales listados en dicha requisición y los guarda en la caja correspondiente, que también aparece como uno de los materiales. Luego se trasladan al almacén de insumos y de allí se distribuyen a lo largo de todo el proceso productivo. Este proceso es un poco tedioso, pero ofrece la seguridad de que los materiales no se extravíen, ya que están cerrados bajo llave en el almacén de insumos, y cada vez que se necesite uno de los artículos el líder del grupo debe ir con el operario a extraerlo de este almacén por razones de seguridad.

[1] Ver Anexos Manual de Procedimientos de Control de Calidad.

Para evaluar el recorrido de estos materiales se empleó un diagrama de hilos, a fin de determinar posibles mejoras en el mismo. [2]

IV.3.2.- Organización y distribución de los almacenes

Una buena gestión de inventarios no estaría completa si no tomara en cuenta la organización y la distribución de sus almacenes, ya que este es un elemento primordial en el manejo de materiales.

La planta cuenta con una buena distribución de sus almacenes, ya que existe una descentralización adecuada de los mismos. Los elementos que requieren ser movilizados con el montacargas se encuentran cerca del área de recepción, como es el caso de las barras de grafito y de acero, y los toneles de binder o aglomerante, pero a su vez hay almacenes temporales de estos mismos productos ubicados a lo largo del proceso productivo, dependiendo de su utilización. En el área de grafito en donde se fabrican los moldes de este material, se encuentran ubicadas algunas barras de dicho componente(las mas utilizadas). En el área del blank, en la cual se fabrica el alma de acero de las mechas, se ubican las barras de acero mas utilizadas; y el binder se encuantra cerca del área de horneado.

En el almacén de materia prima, los materiales se encuentran debidamente identificados, lo que facilita la búsqueda de los mismos, con una buena iluminación, protegidos, y además cuenta con un extintor de incendios en la entrada del almacén. El mismo se encuentra cerrado con llave y solo tienen acceso los lideres de grupo, por lo que se puede decir que en lo que respecta a seguridad el almacén esta calificado para operar.

---

[2] Ver anexos Diagrama de Recorrido de Materia Prima.

IV.3.3.- Clasificación general de los materiales

La administración de los materiales debe cumplir los objetivos básicos de contribuir con el proceso de manufactura de los trépanos de diamante de la manera más económica posible. De esta forma deben definirse los elementos sobre los cuales debe centrarse el control de inventarios.

Sólo un número relativamente pequeño de artículos suele incurrir en una parte importante de los costos de capital, por lo que estos materiales deberán estar sujetos a un control de inventarios más estricto. Este número de materiales se determina mediante la clasificación ABC, por lo que el grupo A representa la mayor parte del valor de uso de los mismos.

Dentro de este grupo de artículos, llamado A, existe un número aún mas pequeño sobre los cuales recae un porcentaje bastante elevado de los costos de capital; es por eso que se decide hacer una sub-clasificación ABC dentro de este grupo A, para así establecer con mayor precisión el grupo de materiales que necesitará de un control mas riguroso de inventario.

Sin embargo, el hecho de que un insumo no represente un alto impacto sobre el capital, no es motivo suficiente para desvincularlo del grupo control de materiales, ya que este artículo, puede poseer un nivel de criticidad asociado, el cual obliga a analizarlo bajo otro punto de vista.

Por esta razón, es necesario combinar el significado económico que pueda tener un artículo sobre el capital de la empresa, con su nivel de criticidad en relación con el proceso productivo o de servicio. Esto es con la intención de obtener, de una forma mas objetiva, el grupo de materiales que será sometido a un control mas estricto de inventario.

IV.3.3.1.- Análisis ABC

El análisis ABC, se obtiene del valor de uso de los materiales, entendiéndose como valor de uso el consumo de un material en un periodo (por lo general un año) por el precio ponderado del mismo.[3]

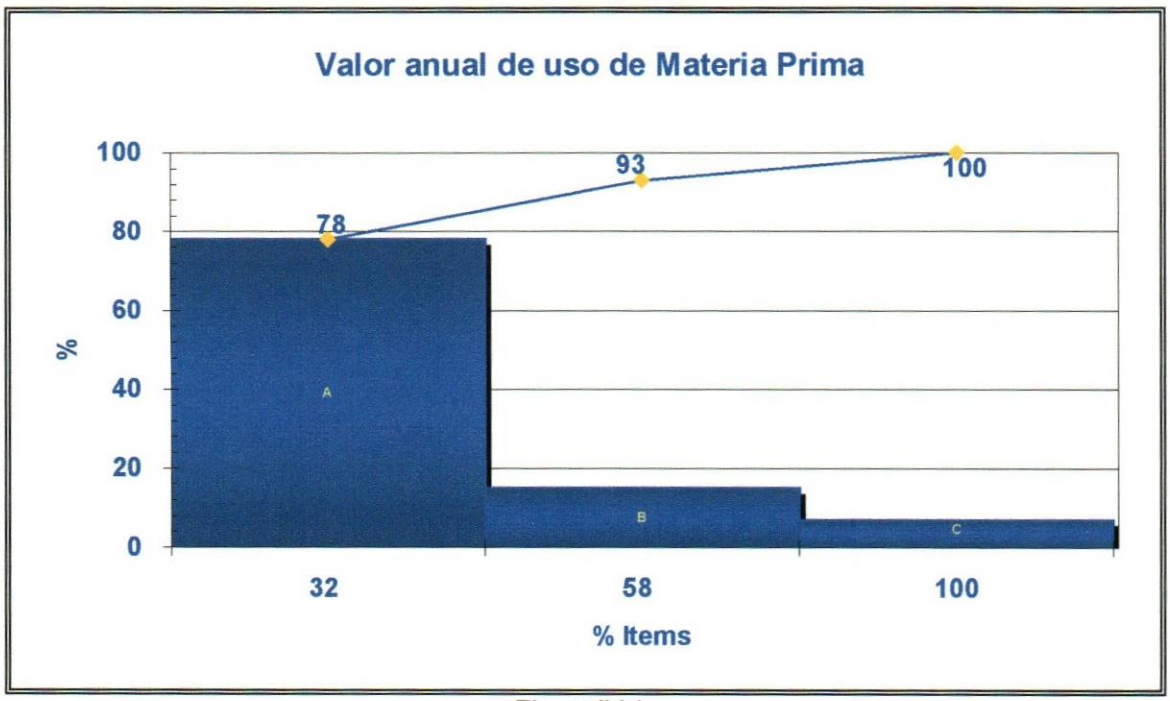


Figura IV.1

Clasificación	Materiales	%items	% Valor de uso
A	Cortadores , Polvos & Binder	32	78
B	Grafitos, Diamante, Segmentos	26	15
C	Otros, Shanks, Cajas	42	7

Tabla IV.1

De esta clasificación se observan cuales son los elementos cuyo valor de uso representa la mayor parte de todas las materias primas.

[3] Díaz Matalobos, Angel. Gerencia de Inventarios

El número total de items de materia prima utilizada actualmente en la manufactura de trépanos de diamante es de aproximadamente 240 artículos, de los cuales aproximadamente 66 de ellos pertenecen al grupo de cortadores, y unos diez (10) a los polvos & binder; entonces se puede ver como se cumple el Bprincipio de Pareto, ya que aproximadamente el 30% de los materiales son los responsables de casi el 80% del valor de uso.

Sub-clasificación ABC del grupo A.

En el grupo denominado A se encuentran dos tipos de artículos, los cortadores de diamante sintético o PDC, y los Polvos & Binder; con el fin de determinar con mayor exactitud cuales son los elementos que requieren un mayor control de inventarios, se utiliza el mismo principio de clasificación ABC para cada uno de estos grupos, y de esta manera se obtienen unos sub-grupos denominados A1, A2 y A3 para los cortadores y, A1 y A2 para los Polvos & Binder. Un caso especial es el de los diamantes naturales, los cuales pertenecen al grupo B, y se in cluyen en la sub clasificación ABC, obteniendose los sub-grupos B1, B2 y B3.

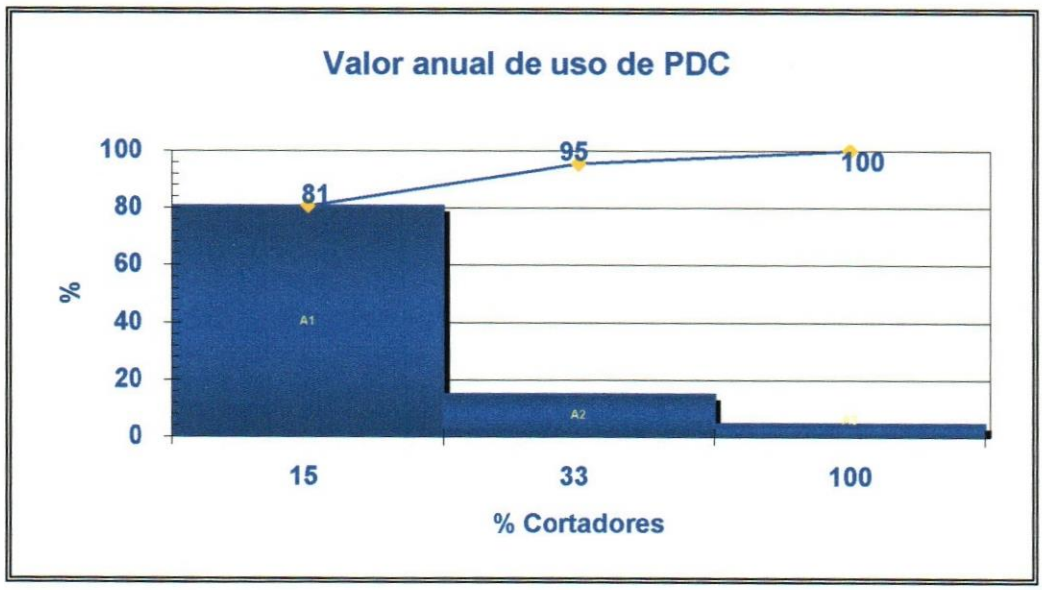


Figura IV.2

Clasificación	% cortadores	% Valor de uso
A1	**15**	81
A2	**18**	15
A3	**67**	5

Tabla IV.2

En el caso de los cortadores se puede apreciar como un 15% de lo cortadores son los responsables del 80% del valor de uso de los cortadores como tal, por lo que sería razonable el establecer un mayor control sobre estos cortadores que sobre el resto.

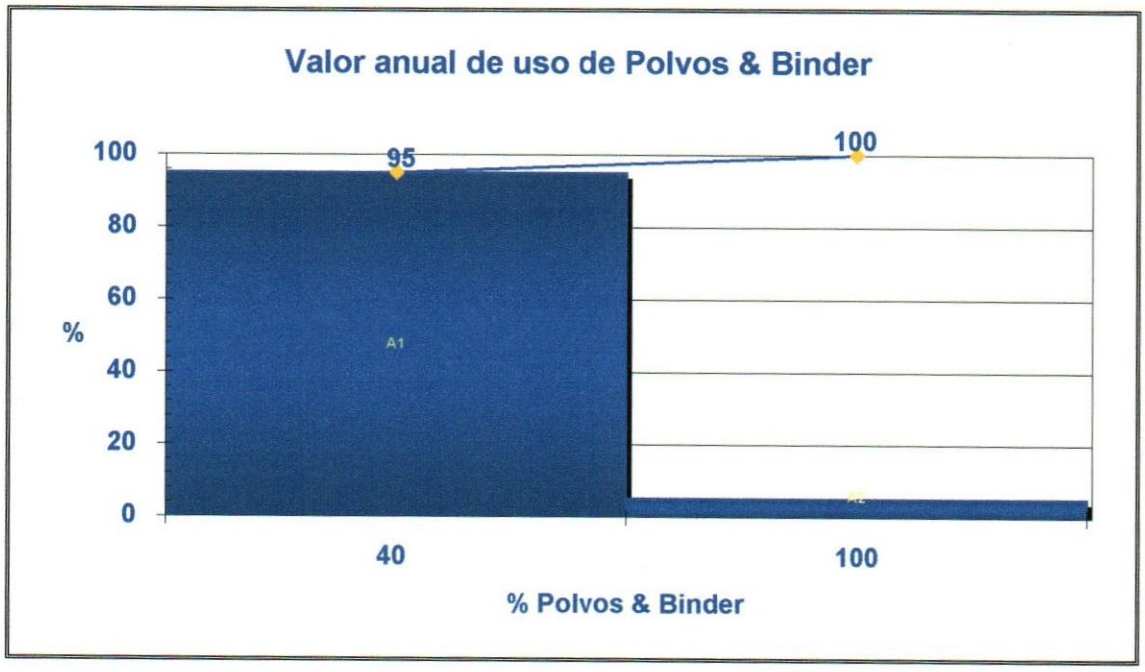


Figura IV.3

clasificación	% polvos & binder	% Valor de uso
A1	**40**	95
A2	**60**	5

Tabla IV.3

Al ver dicha clasificación se puede ver como de diez (10) tipos de polvos & binder, solo cuatro (4) de ellos consumen el 95% del valor de uso de los mismos, por lo que al igual que los cortadores, a este grupo se le debe aplicar mayor control.

Aplicar el análisis ABC al consumo de materias primas, nos da los datos para controlar las compras y donde concentrar el control del inventario pero, para efectos de la gestión de inventarios resulta insuficiente, por lo que debemos efectuar un análisis del grado de criticidad de los materiales.

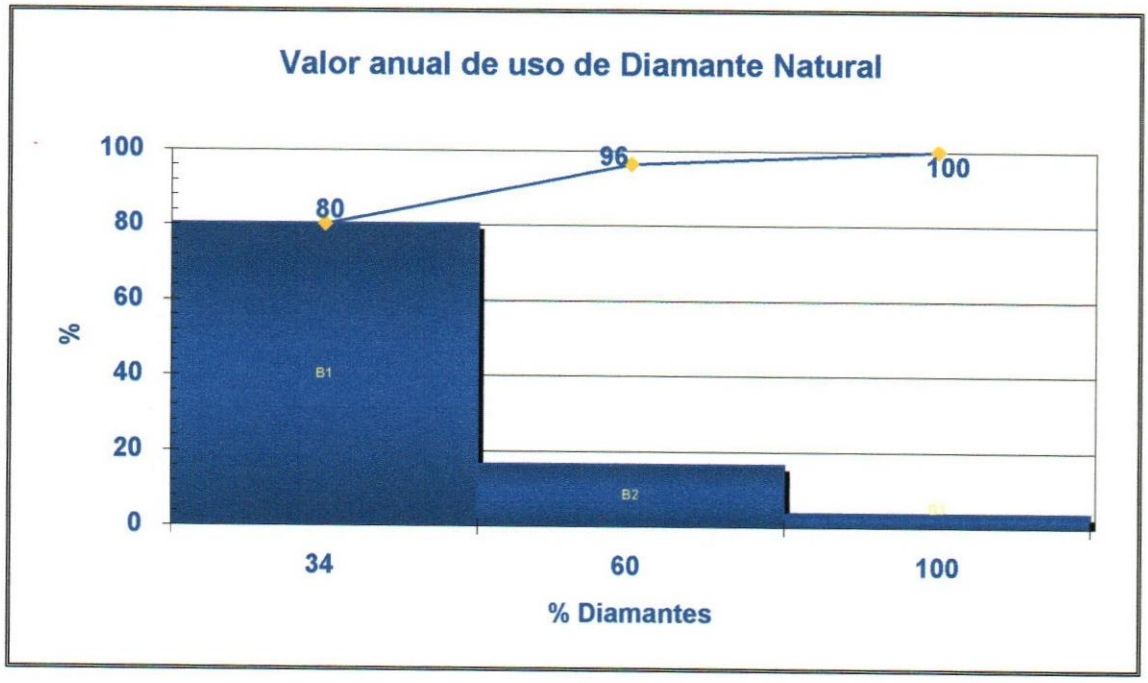


Figura IV.4

clasificación	*% diamantes*	*% Valor de uso*
B1	34	80
B2	60	16
B3	100	4

Tabla IV.4

IV.3.3.2.- Análisis de criticidad

Un factor adicional que se debe tomar en cuenta a lo hora de diseñar un sistema de gestión de inventarios es la criticidad de los materiales y el impacto que produce la carencia del material sobre el producto final de cada empresa.[4]

Existen otras formas de determinar la criticidad de un material, como la dificultad para adquirirlo, su valor monetario, o por su misma naturaleza.

El asignar a cada material un orden de prioridades permitirá:

- Fijar altos factores de servicio deseados solo a materiales críticos, compensando los altos costos que esto conlleva, y asignar factores de servicios más bajos a materiales menos críticos.
- Hacer matrices de valor uso-criticidad, de manera de obtener elementos de decisión a la hora de escoger las políticas más adecuadas de gestión de inventarios

Los niveles de criticidad de los materiales utilizados en la planta fueron suministrados por la gerencia de la empresa; con el fin de definir un nivel mas exacto de criticidad para los materiales del grupo A, se realizó un análisis ABC a los artículos de este grupo, haciendo lo mismo para los diamantes naturales pertenecientes al grupo B, obteniéndose así, unos sub-niveles para cada conjunto de artículos, y de esta manera se definió el grupo de materiales con criticidad 1, 2 y 3 en estas categorías.

% Items	Nivel de criticidad
11%	1
30%	2
59%	3

Tabla IV.5

[4] Díaz Matalobos, Angel. Gerencia de Inventarios.

Puede observarse como aproximadamente solo un 10% de todos los artículos tienen un nivel de criticidad 1.

IV.3.3.3.- Análisis combinado (ABC-Criticidad)

Es importante relacionar las clasificaciones de materiales por criticidad con la clasificación por ABC. Esta clasificación produce la matriz ABC- criticidad, en la que la densidad de artículos es por lo general mucho más elevada hacia la periferia, tomando A1 como origen. Con esta clasificación los materiales A1 representan un porcentaje bastante bajo del total, lo que permite concentrar el esfuerzo de gestión en estos ítems.

Basado en esto, los materiales se pueden clasificar en tres grupos (3) de criticidad combinada:

- Grupo (Alfa) α: Es el grupo mas critico, y estará formado por lo artículos de criticidad combinada A1, A2 y B1.
- Grupo (Beta) β: Es el grupo de criticidad media, y estará formado por los artículos de criticidad C1, B2 y A3.
- Grupo (Gamma) γ: Es el último grupo, y estará formado por los artículos de criticidad C2, B3 y C3.

Una visualización gráfica de la matriz valor de uso-criticidad permite identificar mas claramente los grupos definidos.

	1	2	3
A	A1	A2	A3
B	B1	B2	B3
C	C1	C2	C3

	α
	β
	γ

Tabla IV.6

	1	2	3
A	14	12	50
B	12	27	23
C	0	33	68

Tabla IV.7

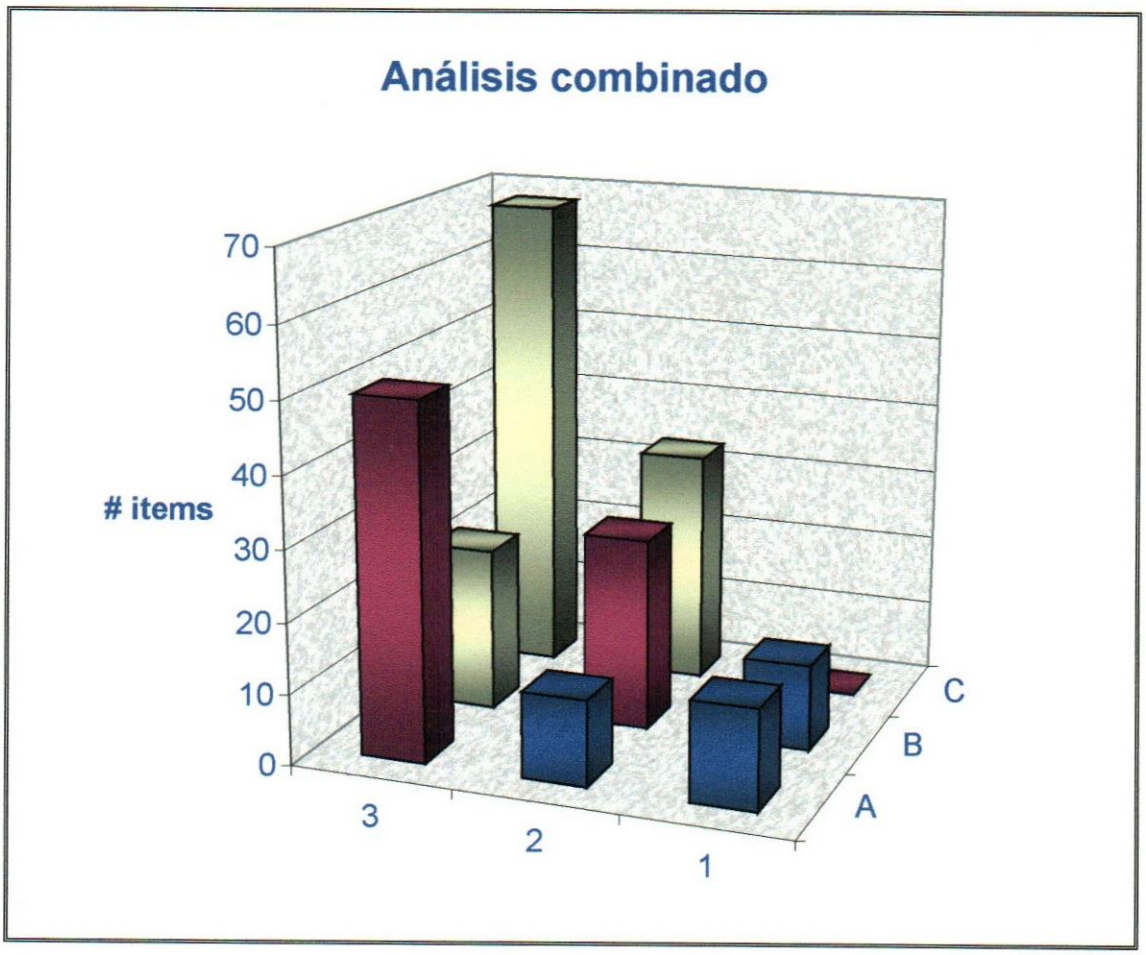


Figura IV.5

Se puede observar como se reduce en forma considerable el número de artículos a analizar, permitiendo así, distribuir de mejor manera los recursos utilizados para desarrollar el estudio.

IV.3.4.- Niveles de Inventario y carga financiera

Con el fin de poder hacer un seguimiento al comportamiento de la materia prima de la planta, se realiza una evaluación completa de sus niveles de inventario y la carga financiera que estos representan a la empresa; tomando como carga financiera el costo de tenencia de dichos niveles. Este costo equivale a un 25% del valor de la cantidad en mano (existencia físicamente disponible en ese mes). [5]

IV.3.4.1.- Establecimiento de indicadores

En cualquier tipo de gestión resulta imprescindible para la gerencia contar con sistemas de indicadores de gestión que le permitan evaluar, en cualquier momento, el estado de sistema. El principio común en el control de gestión es la necesidad de conocer objetivos (hacia donde queremos ir), para poder evaluar el desempeño (dónde estamos) y así comparar y corregir tendencias.

Partiendo de esta idea se decide utilizar algunos indicadores de gestión que puedan ser utilizados por la gerencia para soportar decisiones.

El principal indicador a utilizar es la *rotación de inventarios,* este se calcula dividiendo el consumo anual en unidades monetarias entre el promedio de inventarios de ese mismo período. Puede calcularse con base a los últimos doce meses, para un año calendario, o proyectando el consumo del mes en un año.

[5] La obtención de este valor se explica en el Capitulo VI.

Otro indicador a tomar en cuenta es el *índice de atención*, el cual expresa la probabilidad de que haya ruptura de inventario en un período cualquiera. Se puede estimar dividiendo las solicitudes de materiales debidamente satisfechas entre el total. Debe descomponerse por niveles de criticidad para comparar lo obtenido con el estándar.

Estos indicadores resultan particularmente importantes, ya que muestran respectivamente, la efectividad de la gestión (qué resultados se obtuvieron) y su eficiencia (cómo se utilizaron los recursos para alcanzar esos resultados).

IV.3.2.- Evaluación de la situación actual

Actualmente la planta maneja niveles de inventario de materia prima bastante elevados, de unos 700.000,00$ aproximadamente, los cuales no se encuentran debidamente distribuidos entre sus componentes, es decir, hay existencias exageradas de unos artículos de poca relevancia para la gestión, y pocas existencias para artículos de gran importancia, lo que conlleva a realizar compras no planificadas ("*hand carry*") para éstos componentes, induciendo así, un incremento en los costos de la gestión ya que las mismas tienen un valor aproximado de 1000,00$.

A continuación se puede observar en la Figura IV.6, los niveles de inventario del año 1.999, con la carga financiera representada por éstos, y la rotación de inventario de cada mes.

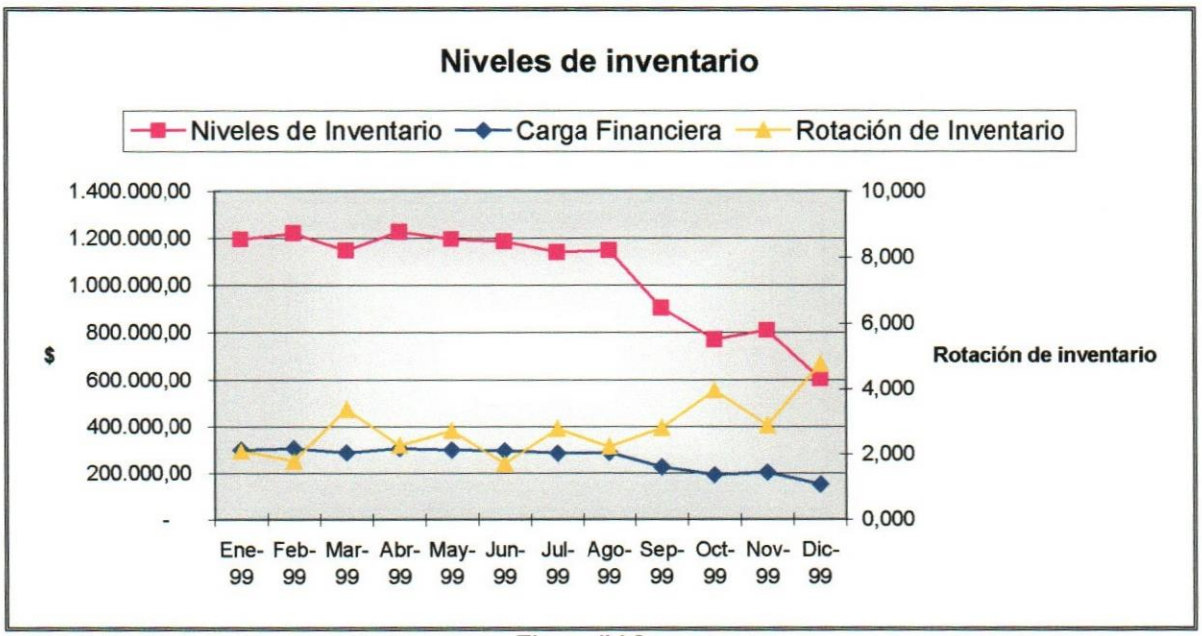


Figura IV.6

IV.3.3- Análisis y propuestas de mejora

Después de analizar los niveles de inventario manejados por la planta, y la carga financiera que estos representan, se pueden identificar una serie de factores determinantes en una gestión de inventarios.

Los inventarios al principio del año estaban en el orden de 1.200.000,00$, lo que representa una gran carga financiera (alrededor de 300.000,00$ para un solo mes), producto de varios factores como la inmovilización de capital, gastos de mantenimiento, seguro, etc.; el mantener niveles tan altos conlleva a que la rotación de inventarios sea tan baja (alrededor de 2 rotaciones al año), ya que este indicador es una relación del consumo de materiales con respecto a dichos niveles, lo que indica que no se está realizando una buena gestión de materiales.

Una consecuencia directa de los altos niveles de inventario es la gran cantidad de artículos que no se consumen durante el año en cuestión, los

cuales se pueden determinar mediante el porcentaje de obsolescencia (*slow moving*)[6], que indica la proporción de inventario que no se ha consumido durante un periodo de tiempo, el cual es representativo sobre todo en una empresa con éstas características donde la tecnología juega un papel primordial.

Luego de realizar una evaluación estratégica del proceso de manufactura desarrollado en la planta de *Hughes Christensen,* se obtuvo una visión general de las necesidades del inventario y de las áreas críticas asociadas al mismo. Una vez acopladas las necesidades al perfil de la organización y clasificados los artículos, se procedió a realizar una evaluación de las capacidades de la organización para escoger un sistema de planificación adecuado, utilizando mecanismos de control y los indicadores de gestión anteriormente descritos.

[6] Ver Anexos: Analisis Slow Moving

CAPITULO V:

ESTUDIO DE PROVEEDORES

IV.1.- Características

El estudio de los proveedores juega un papel muy importante a la hora de hablar sobre la planificación, debido a que éstos representan la fuente de suministro de la materia prima requerida para el proceso productivo, por lo que es necesario conocer la efectividad con que estos operan: si cumplen con las ordenes de compras asignadas, si entregan a tiempo la mercancía, cuánto tardan en entregar los materiales, si la calidad de sus productos va acorde con los requerimientos de la empresa, etc.

Los proveedores de partes y/o materiales "esenciales", generalmente estan definidos como proveedores que suplen materia prima a *Hughes Christensen* y materia prima procesada (ej., partes diseñadas por *Hughes Christensen*) o que ejecutan procesos los cuales cambian o alteran las propiedades de la materia prima suplida para *Hughes Christensen* (ej., tratamiento térmico).

Los proveedores de partes "estándar" son generalmente todos esos otros que suplen materiales o partes de su inventario o partes de especificaciones generales de la industria, los cuales pueden ser rápidamente obtenidos de un número de fuentes.

En este caso en particular, el principal proveedor de la planta es la casa matriz, la cual se encuentra ubicada en el exterior del país, específicamente en EE.UU. Esta medida de suplir directamente desde la sede principal se debe a políticas de la empresa, ya que de esta manera se aseguran que los materiales utilizados en la manufactura de los trépanos de diamante cumplan con las

especificaciones exigidas por la compañía, y que todas las plantas trabajen con materiales de igual calidad, estandarizando así, el proceso productivo en todas las plantas y de esta manera garantizar que los productos fabricados tengan la misma calidad y cumplan con los estándares corporativos de *Hughes Christensen*, sin importar la planta donde hayan sido fabricados.

El resto de los suplidores de la planta los constituyen, un proveedor local, ubicado en Maracaibo, el cual se encarga de fabricar las cajas en donde se van a transportar las mechas para clientes nacionales, ya que las cajas para las mechas de exportación las provee la casa matriz. La idea de tener éste suplidor local es la de disminuir costos y tiempos de entrega en éste rubro. El otro proveedor se trata de una empresa localizada en EE.UU encargada de suplir las barras y láminas de acero según las especificaciones de *Hughes Christensen Company*.

El hecho de que la mayoría de los materiales vengan del exterior trae como consecuencia variaciones considerables en los tiempos de entrega, ya que estos dependen de distintos factores los cuales no pueden ser controlados por la empresa, como es el proceso de nacionalización de los materiales, el cual no tiene un tiempo definido, que trae como consecuencia retrasos en el proceso productivo.

Por tal razón, se consideró conveniente realizar la clasificación de los proveedores, según su localización y así poder evaluar de manera más efectiva sus respectivas características de acuerdo a los materiales que proveen.

MATERIA PRIMA	PROVEEDOR	LOCALIZACIÓN
– Cortadores (PDC) – Polvos de Matriz & Binder – Diamantes Naturales – Grafito – Insertos de Carburo de Tungsteno(TCI) – Shank – Chorros o Boquillas – Desplazamientos de chorros – Desplazamientos de Grafito – Otros	Hughes Christensen Company. Casa Matriz	The Woodlands, Texas, EE.UU.
– Acero	Vincent Metal	Houston, Texas, EE.UU.
– Cajas de madera	Carpintería Avila	Maracaibo, Edo. Zulia, Venezuela

Tabla V.1

Cada proveedor que suple partes o materiales a una planta de *Hughes Christensen*, es continuamente evaluado para asegurar la conformidad con los requerimientos de las ordenes de compra y con los contratos, por uno o mas de los siguientes métodos:

1. Análisis e inspección final del material o las partes, ejecutados por *Hughes Christensen* en la planta de los proveedores (Inspección en el origen).
2. Inspección al recibir materiales, partes o servicios.
3. Revisión del material en la planta del proveedor. (El proveedor ejecuta el proceso, las inspecciones y las pruebas, los cuales están vigilados por personal de *Hughes Christensen*).
4. Certificación del proveedor, por el Supervisor de Control de Calidad de *Hughes Christensen*, de que el producto, el material o el servicio entregado cumplen con los requerimientos del Sistema de Calidad, como evidencia de que el historial del proveedor es libre de rechazos.

La calificación de proveedores es documentada y aprobada para cada localidad, como sea aplicable. Los proveedores que están calificados por

Servicio de Materiales de la casa matriz no necesitan soporte de calificación para la planta de Venezuela, a menos que así lo requiera el Supervisor de Control de Calidad.

V.2.- Ordenes de Compra

La evaluación de las ordenes de compra juega un papel muy importante al momento de hablar de planificación, ya que por ello, se puede analizar la influencia que tiene cada uno de los proveedores sobre el proceso productivo, la efectividad en la entrega de los materiales, el tiempo que tarda un material en llegar a la planta, etc.; permitiendo así, que el planificador pueda estimar cuánto inventario debe tener en el almacén para abarcar la demanda durante la llegada de los próximos materiales.

V.2.1.- Clasificación de las ordenes de compra

Las ordenes de compra emitidas por el departamento se pueden clasificar en proporción de solicitudes de compras asociadas a cada proveedor y proporción de modo de transporte utilizado.

Al momento de hablar de la clasificación de las ordenes de compra según su proveedor, se hace con la intención de tener una idea global de la proporción que abarca cada uno de estos del total de las órdenes emitidas

Figura V.1

Cuando se habla de una logística de inventarios, el transporte cumple una función importante en el proceso de reabastecimiento de materia prima. Al tratarse de proveedores internacionales, los costos de transporte y los tiempos de entrega tienden a ser muy importantes. Los medios de transporte utilizados por los proveedores de la planta se clasifican en: aéreo, marítimo y terrestre(en el caso del suplidor local).

La clasificación del medio de transporte empleado según las ordenes de compra emitidas es la siguiente:

Figura V.2

Figura V.1

Cuando se habla de una logística de inventarios, el transporte cumple una función importante en el proceso de reabastecimiento de materia prima. Al tratarse de proveedores internacionales, los costos de transporte y los tiempos de entrega tienden a ser muy importantes. Los medios de transporte utilizados por los proveedores de la planta se clasifican en: aéreo, marítimo y terrestre(en el caso del suplidor local).

La clasificación del medio de transporte empleado según las ordenes de compra emitidas es la siguiente:

Figura V.2

Aunque la vía aérea proporciona mayor confiabilidad de entrega a los materiales, representa la opción más costosa ante la marítima. Cabe destacar que la escogencia de la vía de transporte de la materia prima importada depende en parte de la naturaleza de la misma, ya que existen materiales los cuales no se les permite ser transportados por vía aérea, como es el caso de los polvos de matriz.

V.2.2.- Ordenes Perfectas

Con el fin de avaluar la efectividad de entrega de los proveedores, se hace un análisis de la cantidad pedida de materiales y la cantidad suministrada por cada uno de ellos.

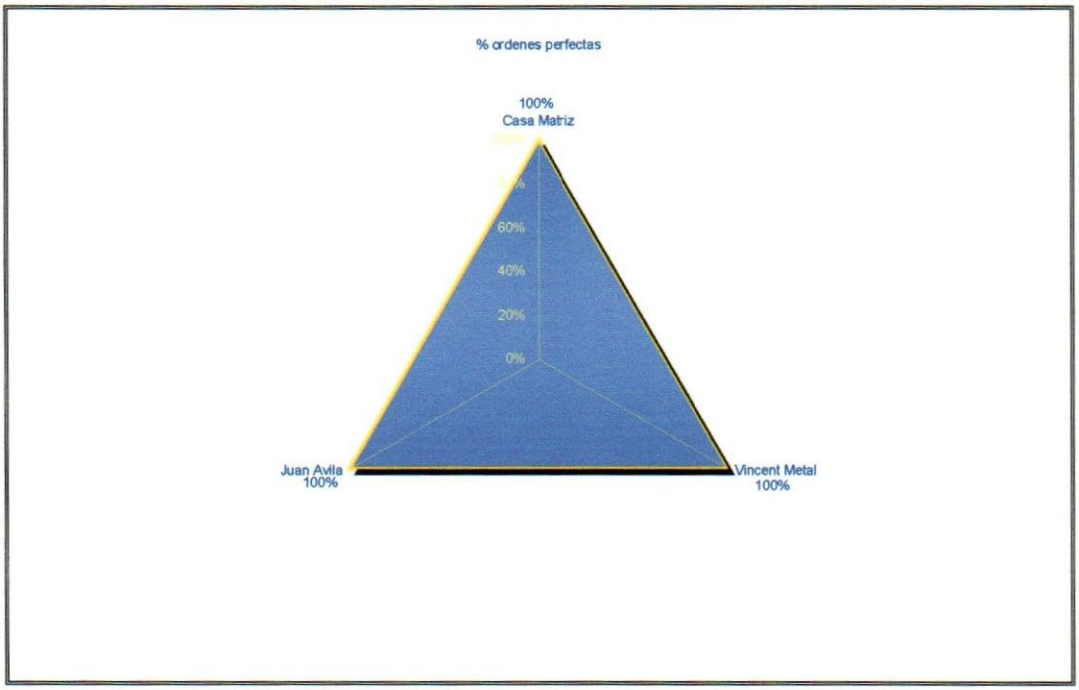


Figura V.3

V.2.3.- Tiempos de entrega

Este es uno de los puntos más importantes a la hora de hablar de la planeación de inventarios, debido a que si éste tiempo de entrega para la manufactura del producto es muy variable, entonces pueden presentarse faltantes en una corrida de producción si no se programa con la suficiente anticipación respecto a los requerimientos necesarios, de ahí surge la necesidad de los inventarios de materia prima.

Este tiempo de entrega transcurre desde el momento en que se emite la orden de compra hasta la recepción física del material y es una variable de gran importancia en las compras internacionales; por lo que es gran utilidad estimar el tiempo medio de espera, con respecto a la vía de transporte utilizada y con un intervalo de confianza del 95%.

Transporte	Tiempo medio (días)	Limite Superior (días)	Limite Inferior (días)	Tiempo medio (meses)	Limite Superior (meses)	Limite Inferior (meses)
Aéreo	22	24	20	¾	¾	2/3
Marítimo	54	61	48	1 4/5	2	1 2/3
Terrestre (proveedor local)	5	6	4	1/6	1/5	1/7

Tabla V.2

Se puede observar que la amplitud de los intervalos de confianza, para los tiempos de entrega, es bastante aceptable para las entregas por vía aérea y terrestre, en el caso del proveedor local, con excepción de las entregas por vía marítima. Esto se debe a la variabilidad en los períodos de arribo de mercancía al almacén.

En el caso particular, la empresa necesita estar preparada para el futuro, por lo que debe asegurar que todos los materiales estén disponibles al momento de fabricar una mecha.

VI.2.- Pronósticos de la Demanda

Los pronósticos se basan en el uso de datos anteriores de una variable para predecir su desempeño futuro. A este respecto, los datos anteriores se dan generalmente en la forma de series de tiempo, que resumen los cambios en los valores de las variables como una función del tiempo.[2]

La demanda de un material supone un valor discreto y estos valores conforman en el tiempo la serie temporal. Por lo que se recurre a técnicas que permiten obtener el valor más representativo de la serie, así como predicciones de los valores que la variable puede tomar en el futuro.[3]

Para realizar el pronóstico de los materiales utilizados para la fabricación de mechas de perforación, se obtuvo la data histórica correspondiente al año 1999 y se utilizó la técnica de *suavizado exponencial*, que consiste en la utilización de un factor de "descuento" potencial en el peso de las observaciones anteriores. El efecto de suavizado es precisamente el de amortiguar las oscilaciones que produce el hecho de que las observaciones más antiguas sean consideradas con el mismo peso que las más recientes. El método permite atenuar su efecto a medida que sea mayor su antigüedad.

El método de *suavizado exponencial* es particularmente atractivo para aplicaciones de producción y operaciones que incluyen la elaboración de

---

[2] Taha, Hamdy. Investigación de Operaciones.

[3] Ver apéndice Complemento del estudio de la demanda.

En la siguiente tabla se reflejan los valores de la demanda de los materiales, pertenecientes al grupo control o grupo α y los respectivos errores de los pronósticos, para el año de 1999.

	# Parte	Error relativo del Pronóstico	MAD	Señal monitoria
Polvos & Binder	001157000	0,02	0,02	0,02
	001516000	0,01	0,01	0,00
	001143000	0,04	0,04	0,02
	001121000	-0,05	0,05	0,11
		0,01	0,03	0,04
Cortadores PDC	005050135	0,07	0,07	-0,04
	005050529	0,05	0,05	-0,06
	005050143	0,13	0,13	0,01
	005050139	0,00	0,00	0,07
	005050147	0,03	0,03	0,00
	005050145	-0,01	0,01	0,03
	005050526	-0,13	0,13	0,20
	005050522	-0,19	0,19	0,39
	005050137	0,09	0,09	0,11
	005050521	-0,05	0,05	0,15
	005050523	-0,17	0,17	0,46
	005050141	0,18	0,18	0,28
	005520860	0,85	0,85	0,75
	005050528	0,11	0,11	0,14
	005050547	0,12	0,12	0,39
	005050524	0,47	0,47	0,47
	005050527	0,26	0,26	0,56
	005050340	-0,14	0,14	0,20
		0,07	0,20	0,31
Diamantes naturales	005140005	0,00	0,00	0,35
	005140003	0,61	0,61	0,40
	005300100	0,13	0,13	0,07
	005110005	0,71	0,71	0,77
	005191000	-0,11	0,11	0,13
	005450015	-0,04	0,04	0,61
	005300021	2,19	2,19	0,82
	005400007	0,16	0,16	0,19
	005450012	0,14	0,14	0,67
	005050476	0,02	0,02	0,39
	005180080	0,19	0,19	0,12
	005120008	0,52	0,52	0,42
	005130003	1,40	1,40	0,88
	005110060	0,64	0,64	0,83
	005135012	0,52	0,52	0,23
	005010165	2,74	2,74	0,87
	005130008	-0,03	0,03	0,49
	005110012	1,39	1,39	0,77
	005010187	0,33	0,33	0,72
		0,64	0,66	0,52
Total		0,31	0,38	0,37

Tabla VI.1

El error relativo, la desviación media absoluta y la señal de monitoreo calculados para los polvos, binder y cortadores, corresponden a valores entre 1% y 31% lo cual refleja un buen nivel precisión en el pronóstico. Mientras que para los diamantes naturales existe mayor variabilidad en la estimación de su demanda.[4]

[4] Ver Apéndice Complemento del estudio de la demanda. Precisión del pronóstico

CAPITULO VII:

ESTUDIO DE LOS COSTOS ASOCIADOS AL INVENTARIO

El desarrollo de cifras relevantes de costos, constituye uno de los aspectos más difíciles del control de inventarios. Los costos requeridos no son los que se encuentran normalmente en los estados financieros y no están inmediatamente disponibles, sobre todo cuando no se han empleado controles formales para el inventario. La implantación de una buena estrategia, es la que permite minimizar los costos que influyen en la planificación de inventarios, o sea, aquellos que intervienen en el proceso de decidir cuándo y cuánto reordenar. Dentro de los costos más relevantes dentro de la gestión de inventarios se pueden mencionar: costos de los materiales, costos de colocación, costos de aprovisionamiento, costos de mantenimiento y los costos de penalización.

VII.1.- COSTO DE LOS MATERIALES

Es necesario conocer el costo de cada material en inventario a fin de:

- Prever el monto de las órdenes de compra que se emitan.
- Presupuestar las partidas de materiales.
- Ajustar el presupuesto con el consumo de materiales.
- Alimentar el sistema de contabilidad de costos.
- Valorizar los inventarios.
- Determinar las cantidades óptimas de compra.

El costo de cada artículo se determina la primera vez que éste se adquiere y el mismo incluye las posibles modificaciones en el tiempo debido a factores como inflación, variaciones de precio y cambios en la tecnología. A continuación se muestran los costos de adquisición de los respectivos materiales

pertenecientes al grupo control(α), suministrados por el departamento de costos de la planta:

Materiales	Criticidad	# Parte	Descripción	Costo
Cortadores PDC	A1	005050135	PC0529X0315TL-45B010-P050-10C080-DB	91.50
		005050529	PC0750X0642RX-45B019-P062-10C080-US	184.00
		005050143	PC0750X0642TL-45B010-P048-10C080-DB	175.50
		005050139	PC0529X0315AX-45B010-P043-10C080-GE	84.00
		005050147	PC0750X0642AX-45B010-P055-10C080-GE	189.00
		005050145	PC0750X0642AX-45B010-P059-00C000-GE	183.00
		005050526	PC0750X0642RX-45B019-P063-00C000-US	184.00
		005050522	PC0529X0315RX-45B016-P061-10C080-US	94.00
		005050137	PC0529X0315AX-45B010-P046-00C000-GE	80.00
		005050521	PC0529X0315GH-45B010-P096-10C080-US	100.00
	A2	005050523	PC0529X0315RX-45B016-P053-00C000-US	90.00
		005050141	PC0750X0642TL-45B010-P050-00C000-DB	169.50
		005520860	OBSOLETE-REPLACED BY 005-520-759	162.00
		005050528	PC0750X0642DX-45B050-P094-00C000-US	200.00
		005050547	PC0750X0500RX-45B019-P063-00C000-US	191.00
		005050524	PC0529X0315GH-45B050-P078-00C000-US	100.00
		005050527	PC0750X0642RX-45B004-P063-00C000-US	178.00
		005050340	PC0529X0315ST-45B010-N035-00C000-HC	17.00
Polvos & Binder	A1	001157000	MATRIX POWDER NUMBER 157	9.81
		001516000	MATRIX BINDER NUMBER 516	3.40
		001143000	MATRIX POWDER NUMBER 143	11.16
		001121000	POWDER,121	9.47
Diamates naturales	B1	005140005	DIAMOND CUBES 5/CT	4.38
		005140003	DIAMOND CUBES 3/CT	4.38
		005300100	GRIT-DSN47 OR MBS960 25-35 MESH UNC	2.20
		005110005	DIAMOND N-QUALITY 5/CT	12.82
		005191000	SCRAP/+2 UNSIZED MATERIAL	1.00
		005300021	SDA 100+T 18/20 MESH	6.65
		005400007	CTR-BLS-RECT 3/CT SYNDRIL (2X2X6)	4.90
		005450012	BALLAS USED 3/CT 2 PT	1.00
		005050476	GEOSET 2102N COATED 3/CT STD	5.50
		005180080	NAT. GRIT CSS 80/100	0.78
		005120008	DIAMOND P-QUALITY 8/CT	3.50
	B2	005130003	DIAMOND R-QUALITY 3/CT	2.85
		005400015	BALLAS USED 1/CT 2PT	2.50
		005110060	DIAMOND N-QUALITY 60/CT	9.50
		005135012	DIAMOND K-QUALITY 12/CT	2.53
		005010165	CUTR-BLS-RND 1/CT UNCTD-2164N+	13.00
		005130008	DIAMOND R-QUALITY 8/CT	2.85
		005110012	DIAMOND N-QUALITY 12/CT	12.82
		005010187	CTR-BALLAS-CUBE-2124-COAT (3.5X3.5X	21.20

Tabla VII.1

VII.2.- COSTOS DE COLOCACIÓN

Representan los gastos realizados al emitir una orden de compra, se incluyen los gastos en llamadas telefónicas, sistemas de comunicación o medios electrónicos y los costos de la mano de obra encargada de la gestión de compra, y el tiempo total del tramite.

Costos de colocación	
Salario (Bs/h)	2840,91
Servicios($/h)	9,72
Tiempo global del trámite (hr)	½
total salario (Bs/h)	1420,45
total salario ($/h)	2,09
total servicios	4,86
Solicitud ($)	***6,95***

Tabla VII..2

VII.3.- COSTOS DE APROVISIONAMIENTO

Los costos asociados a la adquisición de mercancías para la reposición de los inventarios tienen una importancia tal que determinan el tamaño de los pedidos. Estos costos incluyen las tasas de transporte y el costo de cualquier manipulación de materiales o procesamiento del pedido durante su nacionalización.

Costos de aprovisionamiento	*Costos de*	*Costos de aprovisionamiento*	*Marít*
Arancel	5,00%	5,00%	
Servicio	2,00%	2,00%	
Agente aduanal	1,00%	1,00%	
Tasa aduanera	5,00%	5,00%	
Expediter (Miami)	1,50%	1,50%	
C.I.F.	1,00%	5,00%	
Total aprovisionamiento	***18,5%***	***22,5%***	

Tabla VII.3

VII.4.- COSTOS DE MANTENIMIENTO

Se incurre en ciertos costos cuando se mantiene un inventario. Estos se derivan del cuidado de las existencias que se mantienen por algún tiempo, los fondos empleados en esos inventarios, el espacio ocupado por los mismos y los costos de seguros e impuestos sobre esa partida de la propiedad.

Cabe destacar que resulta complicado conocer con precisión el impacto del costo de mantenimiento de inventario sobre el capital, por lo que se decidió emplear la información suministrada por la gerencia de planta.

El costo aproximado es del 25% del valor del material, ésta cantidad ya incluye el costo de inmovilización financiera (12,5%), la cual es producto de la tenencia de los inventarios, tomando como referencia el indicador B.V.A. (Baker Value Added). Este indicador mide el desenvolvimiento de las finanzas de la empresa en relación con los costos de capital invertido e incluye los activos, inventarios y cuentas por cobrar.

VII.5.- COSTOS DE PENALIZACION

Están representados por los ingresos no percibidos por la insuficiencia de los inventarios o ruptura de stock, al momento de fabricar el producto. El costo, es el beneficio que se hubiera obtenido con la venta y un costo adicional para recoger el efecto negativo que estas situaciones pueden ejercer en las ventas futuras.

Para este caso, el costo de penalización está dado por cada mecha que se deja de facturar y representa el valor promedio del costo de la misma, estimado por el departamento administrativo de la planta. A grandes rasgos una

mecha de perforación se puede facturar en 40.000$ como estimado del costo de penalización anual.

Otro costo que se puede considerar en este punto es el que resulta de realizar compras no planificadas o "*hand carry*", cada vez que haya una ruptura de stock en ciertos artículos; este medida consiste en enviar a una persona hasta el exterior a buscar los materiales, y traerlos el mismo hasta la planta. Estas compras tienen un costo estimado en aproximadamente 1.000,00$.

CAPITULO VIII:

DESARROLLO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE INVENTARIOS

Los sistemas de planificación de inventarios permiten la retroalimentación de la información acerca del manejo de los materiales, de manera de ir ajustando en un momento determinado, las estrategias de planeación que se adaptan a las necesidades de la empresa.

La identificación de los factores que afectan la planificación[1], juega un papel fundamental a la hora de seleccionar el modelo que mejor se adapte a los propósitos de la gerencia. Debido a esto, el sistema debe contener, entre otros, información actualizada sobre los niveles de inventario de cada artículo, de manera de poder identificar en forma precisa la disponibilidad de cada uno, cuántos artículos se necesitan y la cantidad a pedir en cada período.

Todo sistema de gestión requiere un sistema de documentos que garantice evidencia de las transacciones realizadas por una parte, y por otra, la alimentación de datos confiables a los sistemas de gestión utilizados.

VIII.1.- Selección y descripción del Modelo de Planeación

El proceso de selección se puede sintetizar en tres etapas fundamentales:

- En primer lugar se realiza una evaluación estratégica de los procesos de manufactura, de manera de identificar las necesidades de inventario y de las áreas críticas.

[1] Ver capitulo II

- Clasificar los artículos de acuerdo a su criticidad y clasificación ABC, de manera de obtener un grupo control, con el cual se desarrollará el proceso de planeación.
- Acoplar las necesidades del inventario con el perfil de la organización, de manera de evaluar las capacidades de la organización para escoger el modelo adecuado.

Como consecuencia de lo anterior, surgió la idea de aplicar una variación del modelo tradicional de máximos y mínimos, el cual resulta de fácil aplicación. Esta variación consiste en definir el mínimo como el punto de pedido y el máximo como el punto de pedido más la cantidad óptima.

Este modelo de máximos y mínimos, es a su vez una variación del modelo de punto de pedido, también conocido como modelo de cantidad de pedido fijo o fórmula de Wilson que consiste en establecer un punto de pedido, y cada vez que las existencias llegan a este nivel se emite una orden de compra por una cantidad que se estima como óptima.

Este sistema surge de la necesidad de crear un balance entre los gastos de aprovisionamiento y los gastos de inventario, a través de una visión de planificación estratégica orientada a la planificación de los requerimientos de los materiales.

VIII.1.1- La gestión de los Materiales

El sistema, permite a la empresa en condiciones de alto costo de tenencia de inventario, tratar de reducir los costos de compra, racionalizando las operaciones de esta unidad, y mantenerse cerca del óptimo de Wilson a fin de reducir, en lo posible, los inventarios. El efecto de esta política, cuando los tiempos de reposición son importantes, es transferir los inventarios a cantidad en

tránsito, lo que aumenta el número de pedidos en tránsito y reduce las existencias en mano. Al extremo, esta política conduce a un Justo a Tiempo o reemplazo directo. Cabe destacar que los riesgos de ruptura de inventario al ocurrir variaciones bruscas de demanda, también aumentan, pero se pueden controlar a través de un adecuado manejo del sistema.

El modelo consiste en lanzar un pedido de compra por una cantidad Q_0 cada vez que[2]:

$$CEM + CET \leq De\ S_t\ Tr + k\sigma_{Tr}$$

Donde *CEM* es la cantidad en mano o existencia física disponible, y *CET* la cantidad en tránsito o solicitada y no recibida. En la expresión anterior, DeS_tTr, demanda suavizada en el período *t* por el tiempo de reposición, representa la esperanza matemática de uso del material durante ese período. El segundo término, $k\sigma_{Tr}$, es el intervalo de seguridad calculado como un intervalo de confianza, es decir, multiplicando *k*, el valor de la variable reducida *z* (en distribuciones normales de demanda) para el valor de probabilidad asignado al nivel de servicio proyectado, por la variación de la demanda en el tiempo de reposición.

Esta variación de la demanda sobre el tiempo de reposición será $\sigma_D\sqrt{Tr}$ si la distribución de la demanda es normal, ya que, en virtud del teorema del límite central, una serie de distribuciones independientes cualquiera(la demanda de cada mes, en este caso) tiende a producir una varianza igual a la suma de las varianzas. Como la varianza se supone igual para cada mes, la varianza para *Tr* meses será $Tr(\sigma_D)^2$ y su desviación, obviamente, la raíz cuadrada de esta expresión.

[2] Diaz Matalobos, Angel.Gerencia de Inventarios.

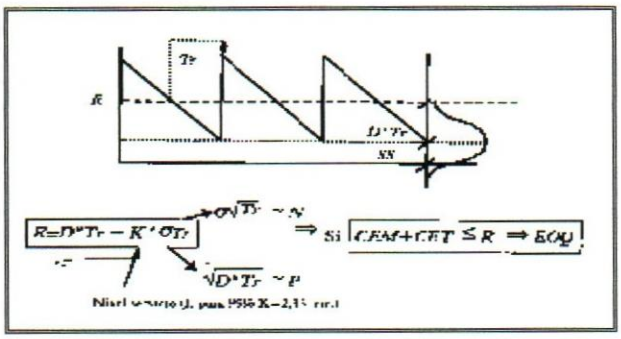


Figura VIII.1

VIII.1.2.- Tiempo de Reposición

A fin de compensar la variabilidad en los tiempos de entrega, el tiempo de reposición viene dado por la cota superior del intervalo de confianza para la entrega de los materiales, dependiendo del la vía de transporte utilizada. Tomando 2 meses para las entregas marítimas, y ¾ de mes para las entregas aéreas

VIII.1.3.- Niveles de Inventario

Los niveles de inventarios vienen definidos por la cantidad en mano (CEM) ó fisicamente disponible, mas la existencias en transito(CET), aquellas que han sido solicitadas y que aún no han sido recibidas. Estos niveles de inventario deben manejarse entre dos valores, un mínimo y un máximo.

$$CEM_i = CEM_{i-1} + Rec_i - De_j$$

$$CET_i = CEM_{i-1} + OCL_{i-1} - Rec_i$$

Donde,

CEM_i: Cantidad en mano en el período i

CET_i: Cantidad en transito en el período i

De_i: Demanda de materiales en el período i.

Rec_i : son las recepciones en el período i

OCL_{i-1}: Ordenes de compra emitidas durante el período i-1

VIII.1.3.1.- Nivel mínimo

El valor mínimo viene dado por el punto de pedido:

$$R = De * Tr + K * \sigma_{Tr}$$

Donde:

De: Demanda esperada en cada período

Tr: Tiempo de reposición

$K*\sigma_{Tr}$: Inventario de seguridad expresado en intervalo de confianza

VIII.1.3.2.- Nivel máximo

El nivel máximo se define como el valor mínimo mas la cantidad óptima a pedir:

$$Max = R + Q_o$$

Donde:

R: Nivel mínimo

Q_o: Cantidad óptima

VIII.1.3.3.- Cuándo ordenar

Cuando el nivel de inventario cae por debajo del nivel mínimo:

$$CEM + CET \leq R$$

Entonces, se ordena una cantidad Q estimada como óptima.

VIII.1.3.4.- Cuánto ordenar

El tamaño del lote económico Q_0 o expresión de la fórmula de Wilson, el cual minimiza los costos totales anuales, obteniendo así un balance entre los gastos de aprovisionamiento y los gastos de inventario[3]:

$$Q_0 = \sqrt{\frac{200 \times Y \times Cs}{Ca \times C}}$$

Siendo:

- *Y*: consumo o demanda anual de un artículo, considerada 12* SCD(demanda suavizada corregida).
- *C*: costo unitario de un artículo.
- *Ca*: costo anual de almacenamiento de una unidad de un artículo, expresado como un porcentaje de su costo unitario.
- *Cs*: costo de solicitar un artículo.

VIII.1.3.5.- Planificación[4]

El proceso de planificación comienza por estimar la demanda de los materiales mediante *suavizados exponenciales*, partiendo de valores reales de la demanda; a partir de este prónostico y confiando en el mismo, se calculan los distintos valores que rigen el sistema; el nivel mínimo, la cantidad en mano, la cantidad en transito, el número de pedidos, etc, y el mismo sistema indica cuando realizar un pedido y por cuanto.

[3] Ver Apéndice: Complemento de la planificación
[4] Ver Apéndice: Complemento de la planificación

El sistema de planificación indica mes a mes que artículos deben comprase, por lo que le permite al planificador decidir si consolidar las ordenes de un mes en una sola o hacerlas por separado.

Obviamente aquí se habla de un proceso iterativo, donde hay que introducir las demandas reales a medida que se vayan conociendo, para así detectar a la mayor brevedad cuando el nivel de inventario esta por debajo del mínimo.

El sistema le permite al planificador manejar las distintas variables presentes en el proceso, es decir, el puede variar el factor de ponderación si la estimación es errada y así obtener un mejor pronóstico de las demandas; si los tiempos de entrega de los materiales llegasen a cambiar, el planificador puede adaptar el sistema a los nuevos valores, y así, seguir planeando; puede escoger entre los distintos niveles de servicio para manejar el inventario, y ver como influye en los costos totales el adoptar una politica de servicio determinada; si alguno de los costos (material, almacenamiento, colocación, etc.) varía, también puede adaptar estos cambios a la planificación.

VIII.1.3.6.- Mecanismos de control

En todo sistema de planificación es primordial confiar en la información manejada, razón por la cual, se hace necesario el establecimiento de mecanismos que controlen las variables que influyen de alguna u otra manera a que la información en el sistema no sea la misma que en la realidad. Al analizar estas variables se detectaron alternativas de mejora que permiten llevar a cabo una mejor gestión de los materiales.

El recorrido de materia prima puede ser mejorado de distinas formas, entre las cuales se tiene el colocar un almacén para productos en proceso en un

área más céntrica de la planta y con la misma seguridad del almacén de insumos[5], disminuyendo así, el recorrido total de los materiales.

En lo referente a la ubicación de los materiales dentro del almacén, descrito en elcapítulo II, cabe destacar que ésta no cuentan con un patrón bien definido, lo que representa una posibilidad de mejora. Estos materiales pueden ubicarse según su rotación, su peso, o volumen. Los que tengan mayor nivel rotación pueden colocarse mas cerca del usuario, los artículos mas pesados y difíciles de mover deberán almacenarse en la parte más baja de la estantería, basando dicha distribución en la clasificación ABC.

Los materiales que más afectan la gestión de inventarios son los polvos de carburo de tungsteno, los cuales vienen en envases de 55 lb, por lo que se hace incomodo su traslado. Por su naturaleza, se presentan diferencias entre los valores reales y los valores del sistema, debido a desperdicios durante su utilización en el proceso. Los polvos de carburo de tungsteno son unos de los materiales más utilizados en la fabricación de los trépanos de diamante, por lo que una posible mejora, es la de colocar unos toneles elevados en el área de cargado, y mediante unas tolvas descargar la cantidad de polvo a utilizar en las mechas[6]; de esta manera se aprovecha la gravedad en el proceso de cargado y se disminuyen así los desperdicios por exceso en la manipulación de estos. Para medir la cantidad de polvo utilizada, se emplea una balanza de plataforma de alta capacidad ubicada debajo de la mesa de cargado, para así, determinar cuántas libras se le han suministrado a la mecha. Los toneles deberán ser de acero inoxidable, para así, evitar reacciones químicas entre los materiales y los mismos. Sus capacidades se determinarán de acuerdo al consumo semanal de los polvos,con la finalidad de realizar el cargado un vez por semana.

---

[5] Ver Anexo: Diagrama de hilos.

[6] Ver Anexos: Area de cargado

CAPITULO IX

ANALISIS COSTOS-BENEFICIOS

IX.1.- Costos de manejo de inventario (grupo control)

Año 1999	Niveles de Inventario (Anual)			Costo de manejo de Inventario		Ahorro	
	Real ($)	Planeado ($)	Reducción ($)	Real ($)	Planeado ($)	Total ($)	%
Cortadores (PDC)	3,550,155.00	3,854,651.52	-304,496.52	887,538.75	963,662.88	-76,124.13	-9
Polvos& Binder	943,834.36	347,508.76	596,325.60	235,958.59	86,877.19	149,081.40	63
Diamantes Naturales	630,195.76	380,928.60	249,267.16	157,548.94	95,232.15	62,316.79	40
TOTAL	5,124,185.12	4,583,088.88	541,096.24	1,281,046.28	1,145,772.21	135,274.07	11

IX.2.- Costos de solicitudes de ordenes de compra (grupo control)

Año 1999	Numero de ordenes		Costo de solicitudes		Ahorro	
	Real	Planeado	Real($)	Planeado ($)	Total ($)	%
Cortadores (PDC)	87	12	609.00	84.00	525	86
Polvos& Binder	24	12	168.00	84.00	84	50
Diamantes Naturales	35	8	245.00	56.00	189	77
TOTAL	146	32	1,022.00	224.00	798	78

IX.1.- Reducción total de costos (grupo control)

Costo	$
Almacenamiento	798.00
Solicitudes de ordenes de compra	135,274.07
Total	136,072.07

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez culminada cada una de las fases que comprende el desarrollo y evaluación del sistema estratégico de planificación y tras haber cumplido con cada uno de los objetivos planteados, se procedió a puntualizar las siguientes conclusiones y recomendaciones que resultaron del estudio:

- ✓ Se lograron establecer, según las políticas y características de la empresa, las estrategias y recomendaciones de planificación de los inventarios a través de la estimación y manejo de las variables inherentes al proceso.

- ✓ El sistema propuesto proporciona herramientas que permiten llevar un control en el manejo de los materiales, mes a mes. Esto permite al planificador entre otras cosas decidir si consolidar o no, los pedidos en cada período, como una forma de reducir los costos de colocación y lograr una mejor logística en el proceso.

- ✓ La aplicación del sistema conlleva, progresivamente, a reducir los niveles de inventario y por ende aumentar las rotaciones de los mismos, logrando así, disminuir los costos de tenencia de inventario y aumentar el nivel de productividad de la empresa.

- ✓ El sistema proporciona los métodos de planeación de los requerimientos de materiales, reflejando así la dependencia entre el consumo de los mismos y el tamaño de los lotes de pedido.

- ✓ Se recomienda la implantación del sistema propuesto en una fase experimental, para los materiales pertenecientes al grupo control, como una forma de medir los niveles de servicio requeridos para la gestión de

estos materiales y a su vez sirve para monitorear su comportamiento en cuanto a los pronósticos de la demanda, niveles de inventario y costo asociados.

- ✓ Se considera conveniente la implantación de los mecanismos de control de materia prima propuestos, con el fin de lograr la disminución de las variaciones entre las cantidades físicas de la materia prima y las reportadas en el sistema, y así, generar mejoras al proceso productivo en general.

- ✓ Crear, en el planificador, el compromiso de realizar revisiones del sistema cada quince días y actualización de los valores reales de la demanda, mes a mes. De esta manera se garantiza el mejor desenvolvimiento del sistema y a la vez permite a la gerencia, tomar medidas y decisiones ante cualquier variacíon del mercado.

- ✓ Se recomienda el constante uso de los indicadores que permiten medir el desarrollo de la logística de los inventarios y así establecer el nivel que ocupa la planta en el mercado competitivo, como una forma de incentivar el mejoramiento continuo.

- ✓ Se sugiere, evaluar alternativas que permitan el mejor desarrollo del sistema. Como son, el uso de herramientas complementarias de computación, uso de los recursos empleados para la planificación y adiestramiento al personal involucrado, etc.

- ✓ Por último se recomienda unificar cada uno de los procesos y acciones referentes al manejo de los materiales, en un Manual de Normas y Procedimientos que contemple el uso, control, medición, y responsables involucrados en la gestión de los inventarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1.- **ARVELO, Francisco.** Guía de Muestreo Aleatorio. U.C.A.B.

2.- **BUFFA, Elwood y SARIN, Rakesh.** Administración de la Producción y de las Operaciones. Editorial Limusa. México, D.F. 1992.

3.- **BUFFA, Elwood y Taubert, William.** Sistemas de Producción e Inventario. Planeación y Control. Editorial Limusa. México, D.F.1997.

4.- **DIAZ MATALOBOS, Angel.** Gerencia de Inventarios. Ediciones IESA. Venezuela 1999.

5.- **FREUND, John E. y WALPOLE, Ronald.** Estadística Matemática con Aplicaciones. Prentice-Hall Hispanoamericana. México 1990.

6.- **HUGHES CHRISTENSEN.** Tecnología de Trépanos de Diamante.

7.- **MEYER, Paul.** Probabilidad y Aplicaciones Estadísticas. Fondo Educativo Interamericano, S.A. México 1973.

8.- **ROSALER, Robert C.** Manual del Ingeniero de Planta, Tomo III. McGraw-Hill

9.- **TAHA, Hamdy.** Investigación de Operaciones. Alfaomega Grupo Editor. México 1992.