

**DISEÑO DE UN MODELO DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS PARA  
UNA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS PETROLEROS**

**ARNELY CORREA OSORIO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS  
BOGOTÁ  
2016**

**DISEÑO DE UN MODELO DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS PARA  
UNA EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS PETROLEROS**

**ARNELY CORREA OSORIO**

**Monografía para optar por el título de Especialista en  
Gerencia de Empresas**

**Orientador  
RAFAEL VARGAS BARRERA  
Máster en Finanzas**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE EMPRESAS  
BOGOTÁ  
2016**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director de la Especialización

---

Firma del Calificador

Bogotá, D.C., agosto de 2016

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director Especialización en Gerencia de Empresas

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

## **DEDICATORIA**

A mis hijos Valentina y Felipe, porque son el mejor regalo que me ha dado Dios, quienes me motivan cada día a seguir adelante y a ser mejor profesional.

A mi esposo por acompañarme durante este tiempo y motivarme para cumplir mis sueños.

A mi madre por estar siempre presente y alegrarse con cada nuevo logro en mi vida.

A mis hermanos que en la distancia me apoyan y se enorgullecen de mí.

A mis amigos Andrés, Delfín, Alejandra y Fernando, quienes están presentes en mi vida y siempre me apoyan y ayudan en todo momento.

A quienes hicieron parte de la creación del Departamento de Planeación y Control de Inventarios, Samuel, Aleja, Luis Fernando, Carlos y Jenny, sus triunfos forjaron los míos. Los extraño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar este nuevo logro en mi vida, para convertirme en una mejor profesional.

Especial agradecimiento a la empresa TDA Supply & Service S.A. que por tantos años me acogió y me brindó infinitas posibilidades para mejorar mi vida profesional y personal. A sus directivos, Ing. Juan Pablo Andrade y Daniel Ortega, quienes siempre me apoyaron en este proyecto.

A todos los que de alguna manera participaron en este proyecto.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
OBJETIVOS	16
JUSTIFICACIÓN	17
1. GENERALIDADES DEL MANEJO DE INVENTARIOS	18
1.1 ADMINISTRACION DE INVENTARIOS	18
1.1.1 Factores en la administración de inventarios	19
1.1.2 Política de Inventarios	19
1.1.3 Tipos de Inventarios	20
1.2 CADENA DE VALOR DE UN PROCESO DE COMPRA	24
1.3 COSTOS DE LA ADMINISTRACION DE UN INVENTARIO	26
1.3.1 Costos de adquisición	28
1.3.2 Costos de emisión de pedidos	28
1.3.3 Costos de almacenaje	29
1.4 MODELOS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS	30
1.4.1 Modelos Estocásticos o Clásicos	31
1.4.2 Modelos Determinísticos	34
2. DISEÑO METODOLOGICO	41
3. ANALISIS ESTADISTICO DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS	42
3.1 GENERALIDADES DE LOS INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS	42
3.2 MANEJO Y PROYECCIÓN DE LOS INVENTARIOS DENTRO DE UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS	45
3.2.1 Cálculo de costos de la administración del inventario	45
3.2.2 Cálculo de cantidad de pedido	47
4. DETERMINACIÓN DEL MODELO ADECUADO PARA EL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS.	53
5. SOFTWARES DISPONIBLES EN EL MERCADO PARA LA APLICACIÓN DEL MODELO DE MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS.	54
5.1 WMS SISLOGIC	54
5.2 WMS – LAB SOFTWARE	54
5.3 SAP Business One	55
5.4 SIIGO	56



6. ANALISIS ECONOMICO DE LOS SOFTWARES PARA INVENTARIO	58
6.1 ANALISIS ECONOMICO WMS SISLOGIC	58
6.2 ANALISIS ECONOMICO WMS – LAB SOFTWARE	58
6.3 ANALISIS ECONOMICO SAP Business One	59
6.4 ANALISIS ECONOMICO SIIGO	60
7. CONCLUSIONES	61
8. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFIA	63

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Esquema de tipos de inventarios de acuerdo a su forma	21
<b>Figura 2.</b> Esquema de cadena de valor para una empresa prestadora de servicios petroleros	24
<b>Figura 3.</b> Esquema del proceso de Inventarios en una empresa prestadora de servicios petroleros	25
<b>Figura 4.</b> Esquema de costo del inventario	26
<b>Figura 5.</b> Representación de costos de un inventario según Suárez	27
<b>Figura 6.</b> Esquema de modelo estocástico o clásico	32
<b>Figura 7.</b> Esquema de modelo determinístico de producción con déficit	35
<b>Figura 8.</b> Esquema de modelo determinístico de producción sin déficit	36
<b>Figura 9.</b> Esquema de modelo determinístico de compra con déficit	37
<b>Figura 10.</b> Esquema de modelo determinístico de compra sin déficit	38
<b>Figura 11.</b> Esquema de modelo determinístico de compra sin déficit para un equipo específico	53

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Detalle de ventas de equipos durante el año 2015	43
<b>Tabla 2.</b> Detalle de costos anuales de emisión de pedidos	46
<b>Tabla 3.</b> Detalle de costos anuales de almacenamiento	47
<b>Tabla 4.</b> Detalle de cálculo de variables de inventarios para todos los equipos vendidos por una empresa prestadora de servicios petroleros durante el año 2015	51
<b>Tabla 5.</b> Análisis económico WMS Sislogic	58
<b>Tabla 6.</b> Análisis Económico Venta WMS – LAB SOFTWARE	59
<b>Tabla 7.</b> Análisis Económico Renta WMS – LAB SOFTWARE	59
<b>Tabla 8.</b> Análisis Económico SAP Business One	60
<b>Tabla 9.</b> Análisis Económico SIIGO	60

## LISTA DE ABREVIATURAS

- A:** Costo de almacenamiento físico unitario
- A\$:** Valor monetario anual de todos los artículos del grupo pedido
- a\$:** Valor monetario anual de cada equipo  $i$  del grupo pedido
- CA:** Costo anual de adquisición
- CE:** Costo anual de la emisión de pedidos
- C<sub>i</sub>:** Costo unitario del equipo  $i$
- CL:** Consumo previsto durante el lead time o tiempo de reabastecimiento
- CP:** Costo anual de la almacenamiento de pedidos o de posesión
- CT:** Costo total anual del inventario
- D:** Demanda anual del artículo
- D<sub>i</sub>:** Demanda anual de cada equipo  $i$  en número de unidades
- $\bar{D}$ :** Demanda promedio
- E:** Costo de la emisión de un pedido
- I:** Cargo por mantener inventarios expresado como un decimal, que incluye el costo de oportunidad del capital, los seguros y el deterioro.
- $i$ :** Rentabilidad media de la empresa o interés medio del mercado
- LT:** Lead time o tiempo de reabastecimiento
- N:** Número de ciclo por año
- NE:** Intervalo entre reaprovisionamiento
- P:** Precio o costo unitario de un artículo
- PP:** Punto de pedido
- Q:** Cantidad de unidades que componen un pedido
- Q<sub>máx</sub>:** cantidad máxima a mantener en stock
- Q\$:** Valor total en dinero de todos los artículos que se piden durante un ciclo.
- Q\$<sub>i</sub>:** Valor en dinero del artículo  $i$  que se pide durante un ciclo
- Q:** Cantidad del artículo  $i$  que se pide durante un ciclo
- R:** Rata de producción
- S:** Cantidad faltante de pedido
- s<sub>i</sub>:** Costo marginal dependiente de cada equipo o costo relacionado con pedir una unidad adicional
- SS:** Stock de seguridad establecido
- T:** Tiempo que transcurre entre pedidos
- T<sub>m</sub>:** Tiempo entre corrida de máquinas
- T1:** Tiempo de procesado
- T2:** Tiempo máquina apagada
- T':** Tiempo del sistema
- T1':** Tiempo en que se agota el inventario
- T2':** Tiempo en permanecer sin existencias

## **GLOSARIO**

**INVENTARIO:** Relación detallada, ordenada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una persona o empresa en un momento determinado. Conjunto de materiales o artículos que se almacenan, tanto aquellos que son necesarios para el proceso productivo como los destinados a la venta.

**INVENTARIO PETROLERO:** Relación de equipos y accesorios que posee una empresa, con el fin de efectuar ventas en el sector específico de los hidrocarburos.

**LEAD TIME:** tiempo de reabastecimiento. Es el tiempo que transcurre desde que se detecta la necesidad de pedir, hasta que se tiene el inventario disponible para las operaciones.

**PUNTO DE PEDIDO:** también llamado punto de reorden. Es el momento en el cual debe emitirse un pedido de un equipo para evitar desabastecimiento del mismo.

**COSTOS:** es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.

**STOCK DE SEGURIDAD:** es aquella parte del inventario total que se mantiene en almacén por encima del stock activo y como complemento del mismo para hacer frente a las posibles demoras en los suministros de los proveedores y a las demandas anormalmente altas en determinados días o temporadas. Nivel de existencias mínimo que es necesario mantener para el desarrollo normal de la explotación de una empresa.

## RESUMEN

En la presente monografía se realiza el cálculo detallado de las variables del inventario de una empresa prestadora de servicios petroleros, con el fin de optimizar los costos y tiempos para cumplirlos efectivamente a los clientes, y así la empresa pueda ser competitiva a nivel nacional, partiendo de la identificación del tipo de inventario manejado.

Adicionalmente, se revisan las opciones de software aplicables para el caso, que proporcionen una alternativa viable en todo sentido para el manejo de dicho inventario.

**Palabras claves:** Inventario petrolero, modelo de administración de inventarios, software para manejo de inventarios.

## INTRODUCCIÓN

Tanto el inventario como las cuentas por cobrar, representan una proporción significativa de los activos en la mayoría de las empresas que requieren de inversiones sustanciales. Por ello, las prácticas administrativas que dan como resultado minimizar el porcentaje del inventario total, pueden representar grandes ahorros en dinero.

Desafortunadamente, en la actualidad los inventarios se han convertido en un dolor de cabeza para las empresas, dado que se convierten en recursos monetarios inmovilizados, que para que produzcan es necesario incurrir en costos de almacenamiento, mano de obra y otros insumos que representan dinero. Es por ello que deben administrarse eficientemente, de tal manera que la inversión en los mismos no llegue a niveles excesivos ni tampoco que sean reducidos al grado de que sitúe a la empresa en peligro de reducir volúmenes de producción y de no satisfacer adecuadamente la demanda y en el peor de los casos, verse obligada a suspender la actividad productiva en su totalidad.

En este caso, se analizará el inventario de una empresa prestadora de servicios petroleros, que desde el año 2000 incursionó en el suministro, diseño e instalación de Sistemas de Bombeo Artificial, y desde entonces ha presentado una curva ascendente en reconocimiento en la industria y ampliación de la empresa. Sin embargo esta incursión trae consigo la adquisición de inventario específico para las aplicaciones, lo que se convierte en un gran riesgo, dado los cambios permanentes en la industria.

Este inventario alcanza un valor de 8.000 millones de pesos en el año 2014, del cual cerca del 40% se convierte en equipos de baja rotación, es decir se encuentran hace más de un año en el inventario y sus probabilidades de rotación son pocas.

Adicionalmente, para mantener la concordancia con el sistema contable manejado, cada año al realizar inventario físico se han realizado ajustes de casi 10%, lo que refleja un manejo inadecuado y la falta de implementación de un modelo apropiado de administración de inventarios.

Para solventar estos inconvenientes buscamos establecer el modelo matemático que mejor se acople al inventario correspondiente y proponer un software que se adecue a sus necesidades, con el fin de mejorar el manejo de los inventarios y así evitar grandes pérdidas económicas anuales, que afectan en gran medida el estado de resultados financieros de la compañía.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un modelo que permita a una empresa prestadora de servicios petroleros, una eficiente administración de los inventarios.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Revisar el entorno conceptual acerca de la administración de inventarios en una empresa prestadora de servicios petroleros.
- Analizar distintos modelos de administración de inventarios que puedan ser aplicables a compañías de servicios petroleros.
- Diseñar el modelo más apropiado para la administración de los inventarios, en una aplicación específica teniendo en cuenta los antecedentes de una compañía prestadora de servicios petroleros.
- Identificar diversos tipos de software disponibles en el mercado, para la administración de inventarios y determinar el que más se ajusta a la operación de la empresa.



## JUSTIFICACIÓN

A finales de 2014 la Gerencia General de una empresa prestadora de servicios petroleros decide crear el área de Planeación y Control de Inventarios, con la cual se ha logrado controlar las existencias, pero se encuentra en búsqueda de un modelo apropiado de administración de inventarios, que le permita planear adecuadamente las compras y así evitar que estos equipos se conviertan en inventario obsoleto de baja rotación, lo cual afecta notablemente las finanzas de la compañía.

Logrando la creación de un modelo apropiado para la compañía, se espera que los ahorros anuales sean considerables, el inventario debería disminuir o por lo menos mantenerse, y estos inventarios ya no deben ser la “arteria rota” que desangra las finanzas de la empresa.

Es aquí donde nos preguntamos: ¿Qué pasaría si la empresa no implementa un sistema adecuado de administración de inventarios? Las pérdidas anuales en ajustes de inventario continuarán, así como la compra de equipos en exceso, y el inventario cada vez será mayor, lo que representará pérdidas de dinero constantes para la compañía.

# 1. GENERALIDADES DEL MANEJO DE INVENTARIOS

## 1.1 ADMINISTRACION DE INVENTARIOS

El inventario de una empresa es el conjunto de equipos y accesorios que se almacenan y que se tienen destinados para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. El inventario comprende las materias primas, productos en proceso, productos terminados, mercancías para la venta, materiales, repuestos y accesorios para consumo en la producción de bienes fabricados para la venta o en la prestación de servicios. “El inventario constituye uno de los activos más grandes existentes en una empresa, y aparece reflejado tanto en el balance general como en el estado de resultados: En el Balance General, el inventario, normalmente, es el activo corriente más grande, y en el estado de resultados, el inventario final se resta del costo de las mercancías disponibles para la venta, determinándose el costo de las mercancías vendidas durante un periodo determinado”<sup>1</sup>.

El inventario tiene como propósito fundamental proveer a la empresa de equipos y materiales necesarios, para su continuo y normal desenvolvimiento, es decir, el inventario tiene un papel vital para funcionamiento de una empresa, ya que esta es la manera más efectiva para afrontar la demanda.

Dada la importancia de los inventarios en el éxito económico de las empresas, es indispensable conocer de forma amplia aspectos relacionados con su administración, y establecer que método de control es el más adecuado para el tipo de empresa.

La administración o gestión de inventarios busca la coordinación y eficacia en la administración de los materiales necesarios para la actividad, lo que consiste en mantener disponibles los equipos, accesorios o bienes al momento de requerir su uso o venta, basados en métodos y técnicas que permiten conocer las necesidades de reabastecimiento óptimas. Requiere de una coordinación entre los departamentos de ventas, compras, producción y finanzas; una falta de coordinación nos podría llevar al fracaso financiero.

La gestión de inventarios se incluye dentro de la rama de la contabilidad de costes ya que los inventarios forman parte del grupo de activos circulantes de toda organización, y su meta es proporcionar los inventarios necesarios para sostener las operaciones en el más bajo costo posible.

---

<sup>1</sup> MULLER Max. El inventario como dinero. En: Fundamentos de Administración de Inventarios. 20. Ed. Traducción por Efraín Sánchez; Revisión técnica Alvaro José Hurtado. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2004. p.22-23. ISBN 958-04-8457-0

### 1.1.1 Factores en la administración de inventarios

Existen tres factores importantes en los inventarios y permiten comprender mejor la importancia de su gestión:

- **Minimización de la inversión en inventarios:** El mantener inventario en stock es un recurso para evitar la escasez y a su vez momentos críticos, por lo cual para la mayoría de empresas resulta imposible no tener equipos en stock, ya que se debe satisfacer de inmediato las demandas de los clientes o en caso contrario el pedido será cubierto por los competidores que puedan hacerlo, o en caso de una empresa de producción se debe contar con inventarios para asegurar los programas de fabricación. Sin embargo la empresa procura minimizar el inventario porque su mantenimiento es costoso.
- **Afrontar la demanda:** Si la finalidad de la administración de inventario fuera solo minimizar las ventas satisfaciendo instantáneamente la demanda, la empresa almacenaría cantidades excesivamente grandes del producto y así no incluiría en los costos asociados con una alta satisfacción ni la pérdida de un cliente etc. Sin embargo resulta extremadamente costoso tener inventarios estáticos paralizando un capital que se podría emplear con provecho. La empresa debe determinar el nivel apropiado de inventarios esperando no incurrir en faltantes y buscando no dejar mercancías como “stock muerto”.
- **Economía de escala:** en el caso de las empresas industriales, es necesario tener en cuenta que el costo de producir cada artículo (costo unitario) disminuye a medida que aumenta el número de estos. Así, la fabricación de grandes cantidades de producto puede servir para abaratar los costos de producción y, finalmente, el precio de venta del producto. No obstante, esto puede suponer un inconveniente si el costo de almacenamiento incrementa tanto que deja de compensar el ahorro obtenido.

### 1.1.2 Política de Inventarios

La política de inventarios consiste en determinar el nivel de existencias económicamente más convenientes para las empresas.

Una política de inventarios se realiza con los siguientes propósitos:

- Definir el nivel deseado de inversión en inventarios
- Mantener los niveles del inventario físico tan cerca como sea posible de lo planificado
- Satisfacer rápidamente la demanda
- Definir categorías para los inventarios y clasificar cada mercancía en la categoría adecuada.

- Mantener el balance entre los costos del inventario y el nivel de servicio a clientes internos y externos.

Para definir la política de inventario correcta es preciso tener en cuenta:

- Los procesos que participan en la producción o servicio
- La interacción entre procesos
- Los criterios y métodos necesarios para el control
- Los métodos de seguimiento, medición y análisis

### 1.1.3 Tipos de Inventarios

Los inventarios se pueden clasificar de acuerdo a diferentes criterios: Forma funcionalidad, gestión, y periodo de realización.

#### 1.1.3.1. Criterio de forma

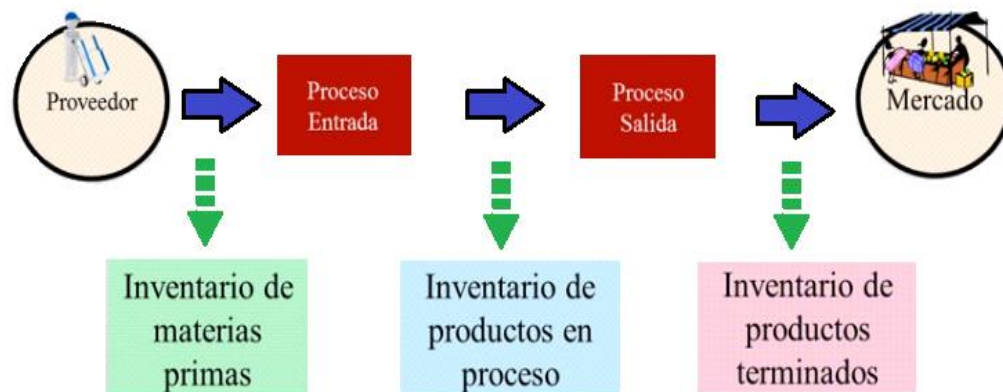
De acuerdo con Castillo<sup>2</sup> los inventarios de acuerdo a su forma se pueden clasificar en:

- **Materias primas:** lo constituyen los materiales que se utilizan para manufactura, fabricación o construcción de productos pero que no han pasado por procesamiento.
- **Productos en proceso de fabricación:** lo constituyen los bienes en proceso de manufactura. Este inventario incluye el total de materiales, gastos de fabricación, y mano de obra antes de la fecha de cierre. Se muestran productos que aún no se han terminado de fabricar, y que les falta algunos procesos o etapas para pasar a ser un producto terminado.
- **Productos terminados:** son todos los productos o mercancías fabricados por la empresa, que son producidos para la venta a los consumidores o empresas, lo que normalmente constituye el objeto de la actividad empresarial de dichas empresas.
- **Suministros de fábrica o aprovisionamientos:** son los materiales empleados en la fabricación de productos y que no pueden ser contabilizados con exactitud. Por ejemplo combustibles para las máquinas, embalajes, etc.

---

<sup>2</sup> CASTILLO GOMEZ Karla Alicia. Inventarios. En: Tesis Propuesta de política de inventarios para productos "A" de la empresa REFA Mexicana S.A. de C.V. México, año 2005. p.15.

**Figura 1.** Esquema de tipos de inventarios de acuerdo a su forma



### 1.1.3.2 Criterio de funcionalidad

De acuerdo con Suárez<sup>3</sup>, de acuerdo a su función los inventarios se pueden clasificar en:

- **Inventario de ciclo:** es el que sirve para atender la demanda normal de los clientes. Se evidencia cuando las mercancías o productos comprados o producidos resultan ser mayores que las necesidades de la empresa, ya que se suelen lanzar órdenes de compra o de producción de volumen superior a las necesidades del momento, para economizar en costos y transportes. Por este motivo los inventarios tienden a acumularse.
- **Inventario de seguridad:** se utilizan para prevenir faltantes debido a demandas inesperadas de clientes o retrasos en las entregas de los proveedores, es decir que protegen contra la incertidumbre.
- **Inventario de presentación:** es el que se tiene expuesto en el almacén, a la vista de los consumidores. Su cantidad depende de la política comercial de la empresa y del tipo de producto.
- **Inventario estacional o inventario de previsión:** sucede cuando la empresa en temporada baja incrementa la producción para satisfacer la demanda alta, creando cierta acumulación de productos o mercancías, lo que se lleva a cabo para hacer frente a aquellas ventas esperadas que se producen en una determinada estación o temporada. Estos inventarios también son utilizados para suavizar el nivel de producción de las operaciones, para que los trabajadores no tengan que contratarse o despedirse frecuentemente.

<sup>3</sup> SUAREZ CERVERA María Luisa. La gestión de stocks. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.57. ISBN 978-958-762-061-0

- **Inventario en tránsito:** es el que se encuentra circulando por las distintas etapas del proceso productivo y de comercialización. Allí se considera el inventario acumulado en los almacenes de tránsito entre el comprador y vendedor, como son las bodegas de las sociedades de intermediación aduanera (SIA).
- **Inventario de recuperación:** son productos usados, pero que pueden ser reutilizados parcial o totalmente.
- **Inventario muerto:** son productos obsoletos, que ya no sirven para ser utilizados o comercializados, por lo cual deben ser desechados.
- **Inventario especulativo:** se produce cuando se prevé un incremento considerable en el precio de un producto, por lo cual se compra una mayor cantidad de inventario cuando no existe aún una demanda para este, pero hace que los productos salgan más económicos.
- **Inventario en consignación:** son aquellos productos que se entregan al vendedor para ser comercializada pero el título de propiedad lo conserva el vendedor.

### 1.1.3.3 Criterio de gestión

Acorde a la gestión los inventarios se pueden clasificar en:

- **Inventario óptimo:** es aquel que se considera para una adecuada atención de la demanda, con una rentabilidad maximizada, y que garantiza que no va a tenerse inventario muerto.
- **Inventario cero:** se lleva a cabo cuando se trabaja bajo demanda, con lo cual solo se produce lo que es necesario para atender una demanda concreta. En este caso se aplica el sistema de producción “Justo a tiempo”.
- **Inventario físico:** es el que se encuentra disponible en las bodegas en un momento determinado, por lo tanto no puede ser negativo.
- **Inventario neto:** corresponde al inventario físico menos la demanda no satisfecha, por lo tanto este inventario puede ser negativo.
- **Inventario disponible:** corresponde al inventario neto más los pedidos en curso de un determinado producto.

#### 1.1.3.4 Criterio de periodo de realización

Acorde al periodo de realización los inventarios se pueden clasificar en:

- **Inventario inicial:** es aquel que se realiza al inicio de un periodo de producción. El inventario inicial refleja el saldo de la empresa antes de que inicie las compras, la producción o antes de que se venda el inventario existente. Este se calcula con la información de los registros contables de la empresa. Con su realización, se puede determinar luego del inventario final cuales fueron las ganancias o pérdidas de la compañía.
- **Inventario periódico:** es el inventario que se lleva a cabo cada determinado tiempo. Se realiza mediante un conteo físico, para conocer con claridad la cantidad de inventario que la empresa posee en un periodo determinado. Con este conteo físico la empresa conoce el inventario exacto que posee y se lleva a cabo al término de cada periodo, ya sea mensual, semestral o anual.
- **Inventario final:** es el inventario físico realizado al final o cierre del ejercicio económico, por lo general se realiza el último día del año fiscal; y sirve para determinar la nueva situación patrimonial de la compañía.
- **Inventario perpetuo:** es el inventario que de manera actualizada demuestra la cantidad de artículos existentes en el almacén de manera detallada. Este lleva un registro de las mercancías en existencia y de las que han sido vendidas con su respectivo valor, por lo tanto lleva un control de las salidas y entrada de mercancías. Este inventario es muy útil para preparar los estados financieros mensuales, trimestrales o provisionales. Este tipo de inventario ofrece un alto grado de control, porque los registros de inventarios están siempre actualizados.
- **Inventario intermitente:** este es el inventario físico efectuado varias veces al año.
- **Inventario físico:** es el inventario real, que consiste en el conteo, peso y medida de todos y cada uno de los artículos existentes en el almacén. Este conteo puede ser de materias primas a transportar para su transformación, o de productos para la venta. Se realiza como una lista detallada y valoradas de las exigencias, y tiene como finalidad dar a conocer a los auditores, que los registros del inventario representan fielmente el valor del activo principal. Se debe llevar como mínimo una vez al año.

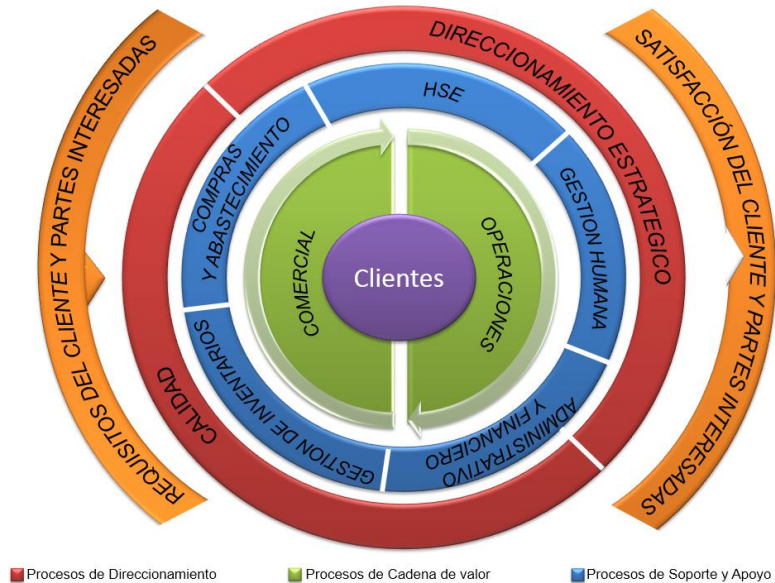
## 1.2 CADENA DE VALOR DE UN PROCESO DE COMPRA

La cadena de valor es una herramienta de análisis utilizada para la planificación estratégica. Por medio de ella podemos describir el desarrollo de las actividades que generan valor al cliente final, nos ayuda a determinar las actividades o competencias distintivas que una compañía tenga una ventaja competitiva.

La cadena de valor está directamente ligada al tipo de compañía, y se encuentra directamente relacionada al desarrollo del modelo de negocio. Esta herramienta considera a la empresa como una serie de actividades primarias y de apoyo que agregan valor a los productos y servicios de una empresa. Las actividades primarias están más relacionadas con la producción y distribución de los productos y servicios de la empresa que crean valor para el cliente. Las actividades primarias incluyen logística de entrada, operaciones, logística de salida, ventas y marketing y servicio. Las actividades de apoyo consisten en la infraestructura (administración y gerencia), recursos humanos, tecnología y adquisiciones de la organización.

Para el caso específico de una empresa prestadora de servicios petroleros se puede manejar un esquema como el siguiente:

**Figura 2.** Esquema de cadena de valor para una empresa prestadora de servicios petroleros



**Fuente:** ANDRADE Juan Pablo. Mapa de procesos TDA Supply & Service S.A. Colombia, año 2016. p.3.

En este esquema se observa que el objetivo final es crear valor para el cliente, y todo gira alrededor de este punto.



En particular, el departamento de Gestión de Inventarios se encuentra dentro de los procesos de soporte y apoyo, ya que permite que las operaciones se lleven a cabo de la mejor forma posible, generando la satisfacción del cliente.

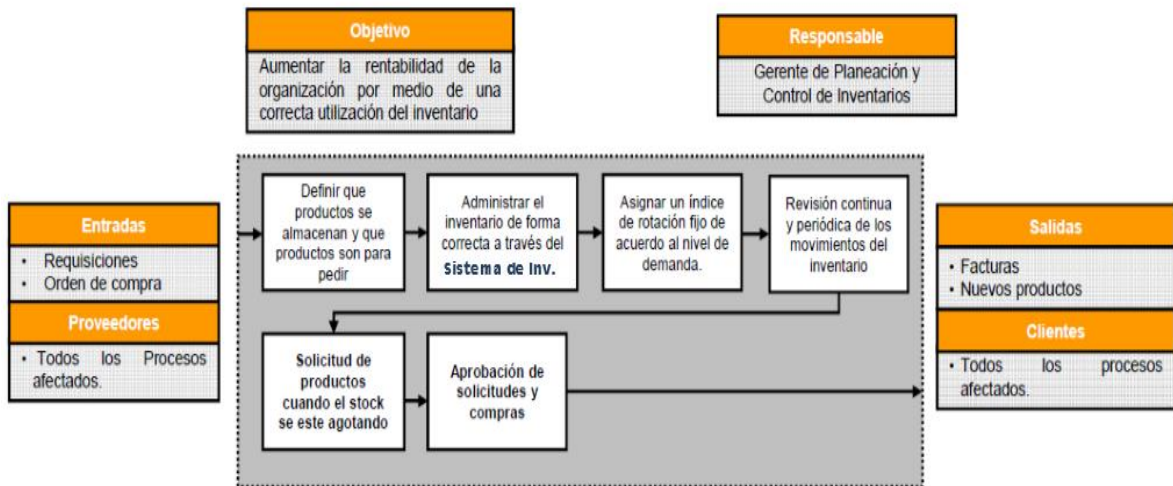
La gestión de inventarios es una de las actividades fundamentales dentro de la gestión de la cadena de suministro, ya que el nivel de stocks puede llegar a suponer la mayor inversión de la empresa, abarcando incluso más del 50% del total del activo en el sector de la distribución.

De aquí la importancia de la existencia de un departamento que controle los inventarios de la compañía, que administre efectivamente este recurso y busque las mejores alternativas para evitarle pérdidas a la compañía.

Para lograr esto, es importante que el departamento de Gestión de Inventarios tenga muy bien definido su objetivo, funciones, datos de entrada y salida, y el proceso correspondiente para llegar al fin deseado.

Para el caso específico de una empresa prestadora de servicios petroleros, se plantea el siguiente esquema, donde se visualiza el proceso propuesto para la Planeación de Inventarios, que comienza con una requisición y culmina con las compras de equipos y/o accesorios acorde con la rotación y demanda.

**Figura 3.** Esquema del proceso de Inventarios en una empresa prestadora de servicios petroleros



**Fuente:** CHOLO Paola. Caracterización del Proceso de Planeación y Control de Inventarios TDA Supply & Service S.A. Colombia, año 2015. p.3.

En este esquema incluimos la administración de los inventarios a través de un sistema de inventarios, que permita controlar efectivamente las entradas y salidas de equipos/accesorios en sistema, el cual debe ser controlado estrictamente por el personal del departamento de Planeación y Control de Inventarios.

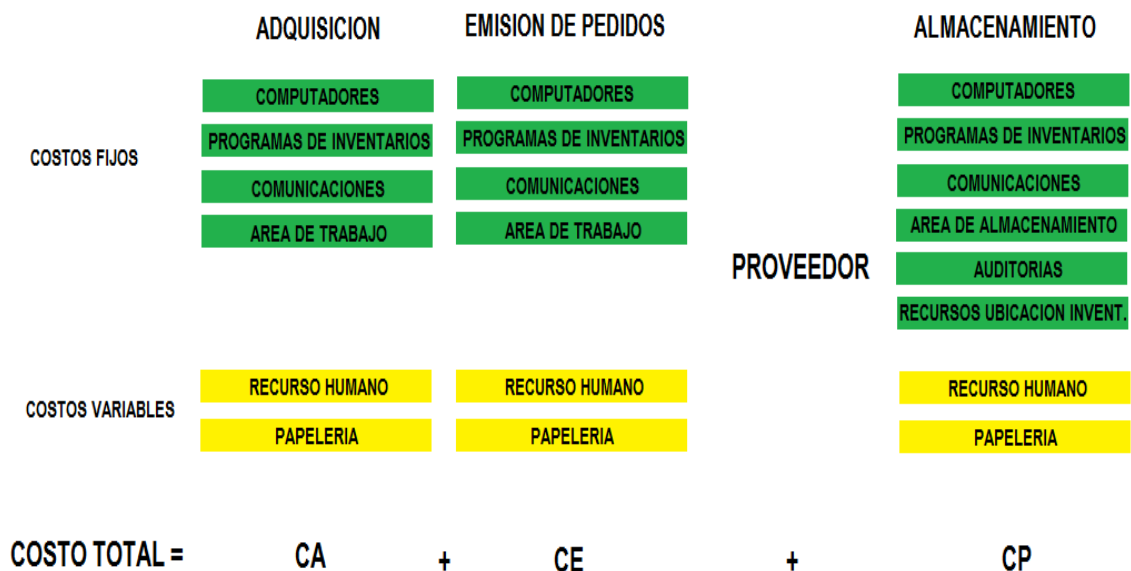
En esta cadena de suministros, la organización relaciona los diversos departamentos, desde los que adquieren los equipos hasta los encargados de la atención al cliente. En consecuencia, la cadena de suministros incluye actividades como manejo de los inventarios, compra de equipos y accesorios, almacenamiento, movimientos, tránsito y entrega a los clientes. Todo esto requiere mantener una excelente logística, que posee los siguientes elementos:

- Gestión de materiales: suministro y recepción de equipos o accesorios para su posterior comercialización.
- Sistema de flujo de materiales: la habilidad de planificar la compra y distribución de equipos, para que estén disponibles.
- Distribución física: la entrega de los equipos/accesorios al cliente.

### 1.3 COSTOS DE LA ADMINISTRACION DE UN INVENTARIO

De acuerdo con Suárez<sup>4</sup>, tener un inventario trae consigo una serie de costos, los cuales van asociados a tener un buen nivel de servicio. Para que la gestión de inventarios sea la adecuada, los costos deben ser óptimos, de tal manera que nos garanticen la máxima rentabilidad.

**Figura 4.** Esquema de costo del inventario



**Nota:** información suministrada por Investigador Rafael Vargas

<sup>4</sup> SUAREZ CERVERA María Luisa. La gestión de stocks. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.64. ISBN 978-958-762-061-0

En concordancia con lo mencionado por Suárez<sup>5</sup>, para calcular los costos totales anuales de un inventario se tienen en cuenta: los costos de adquisición, los costos de emisión de pedidos y los costos de almacenamiento o posesión, dando como resultado:

$$CT = CA + CE + CP$$

Donde:

**CT:** Costo total anual del inventario

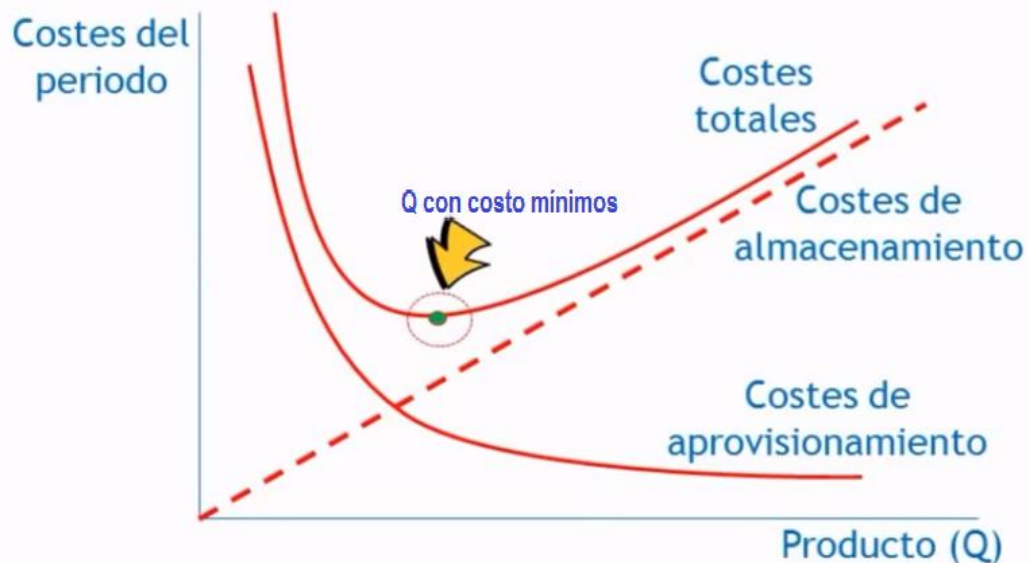
**CA:** Costo anual de adquisición

**CE:** Costo anual de la emisión de pedidos

**CP:** Costo anual de la almacenamiento de pedidos o de posesión

Lo que se busca en un sistema de gestión de inventarios es optimizar los costos, lo que se representa gráficamente con el punto señalado en el esquema siguiente, donde los costos de aprovisionamiento (adquisición y emisión de pedidos) + los costos de almacenamiento, son lo mínimo posible:

**Figura 5.** Representación de costos de un inventario según Suárez



SUAREZ CERVERA María Luisa. Gestión de stocks Modelos deterministas. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.112. ISBN 978-958-762-061-0

Para minimizar estos costos lo más posible, es necesario conocer bien su composición, por lo cual se detallará a continuación cada uno de ellos:

---

<sup>5</sup> SUAREZ CERVERA María Luisa. La gestión de stocks. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.65-75. ISBN 978-958-762-061-0

### 1.3.1 Costos de adquisición

Comprenden todos los costos derivados de su adquisición y transformación, y todos los demás costos en que se haya incurrido para darle a los inventarios su condición y ubicación actuales.

De esta manera, para obtener los costos anuales de adquisición se tiene:

$$CA = D \times P$$

Donde:

**CA:** Costo anual de adquisición

**D:** Demanda anual del artículo

**P:** Precio o costo de adquisición de un artículo = precio de compra + aranceles de importación + otros impuestos (no recuperables en su naturaleza) + otros costos directos

### 1.3.2 Costos de emisión de pedidos

Se producen independientemente del valor real de las mercancías. Tales costos comprenden los salarios de quienes compran el producto, los costos de despacho, etc., es decir los costos asociados con el procedimiento, ejecución, transmisión, manejo y compra del pedido.

Los costos de emisión de un pedido en una empresa prestadora de servicios pueden incluir:

- El costo de procesar un pedido a través de los departamentos de contabilidad y compras.
- El costo de transmitir el pedido al punto de suministro.
- El costo de transportar el pedido cuando los cargos de transporte no están incluidos en el precio de los artículos comprados.
- El costo de cualquier manejo o procesamiento de materiales de los artículos en el punto de recepción.

De esta manera, para obtener los costos anuales de emisión de pedidos se tiene:

$$CE = E \times \text{No. De pedidos} = E \times D/Q$$

Donde:

*CE: Costo anual de la emisión de pedidos*

*E: Costo de la emisión de un pedido*

*D: Demanda anual del artículo*

*Q: Cantidad de unidades que componen un pedido*

### 1.3.3 Costos de almacenaje

Comprenden los costos del capital inmovilizado en el inventario (el costo de oportunidad del dinero), los costos de almacenamiento (si la empresa arrienda un espacio el costo es equivalente a la renta cancelada y si el lugar es propio el costo equivale a la mejor opción de utilización del espacio), y los costos de manejo del producto (Entre ellos el personal de bodegas).

Los costos más relevantes incluidos dentro del almacenaje son:

- **Costo del espacio:** contempla la construcción del almacén o el alquiler. En caso de construcción probablemente se requieran créditos con entidades financieras.

Bajo este esquema se considera dentro de este costo:

- Alquiler: será una cantidad fija por unidad de tiempo y por unidad de superficie. Normalmente se trabaja en meses y metros cuadrados.
- Amortización: cuando se tiene una propiedad, contablemente se destina una cantidad anual a recuperar los fondos invertidos en la adquisición, lo que indica que cada año tendremos en cuenta una parte del costo total de la propiedad.
- Financiación: refleja el rendimiento que se obtendría con las inversiones realizadas en espacio, si se realizaran en el sistema financiero.
- Reparaciones y mantenimiento: se refieren a los arreglos de las propiedades en cuanto a pintura, arreglos eléctricos y locativos en general.
- **Costo de las instalaciones:** considera las inversiones realizadas para almacenar los equipos, con el objeto de mejorar su capacidad de almacenamiento y facilitar el manejo de las descargas (estanterías e instalaciones fijas)
- **Costo de elementos de manipulación y transporte en el almacén:** corresponde a los recursos destinados a realizar esa labor en el almacén o bodega, que incluye recursos técnicos y humanos.

- Los recursos técnicos tienen como objetivo mejorar y racionalizar los sistemas, y ayuda a ahorrar tiempo en los procesos, por ejemplo carretillas elevadoras, carretillas de preparación de pedidos, caminos de rodillos, máquinas de embalar y etiquetar, etc.
- **Costo de Oportunidad o de tenencia de stock:** hace referencia al capital invertido en inmovilizado en forma de materiales y mercancías. El coste de oportunidad es lo que se deja de ingresar a la empresa al invertir el dinero en inventario y no en otras inversiones. En este costo también se incluyen los seguros o primas para cubrir los inventarios contra posibles eventos de pérdida como incendios, robos, desastres naturales, etc.
- **Costos por obsolescencia y deterioro:** representan la disminución de valor de los inventarios debido a cambios de modelo, tecnológicos, antigüedad, etc., que disminuyen la posibilidad de venta del producto. El deterioro representa la disminución en el valor de los inventarios debido a cambios en su calidad física, como daños y roturas.
- **Impuestos:** los gobiernos nacionales y algunos departamentales exigen impuestos a la propiedad y comerciales, el valor de los mismos es el costo atribuible a este ítem.
- **Costos de falta de existencias:** Se incurre en costos por falta de existencias cuando se emite un pedido pero este no puede satisfacerse desde el inventario al cual esta normalmente asignado.

De esta manera, para obtener los costos anuales de almacenamiento se tiene:

$$CP = Q/2 \times (A + iP)$$

Donde:

**CP:** Costo anual de la almacenamiento de pedidos o de posesión

**Q:** Número de unidades que componen un pedido

**A:** Costo de almacenamiento físico unitario

**i:** Rentabilidad media de la empresa o interés medio del mercado

**P:** Precio o costo unitario de un artículo

#### 1.4 MODELOS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS

La Administración del inventario se lleva a cabo por medio de métodos cuantitativos que involucran el uso de un modelo matemático para buscar y llevar a cabo una política de inventario óptima.

Existe diversidad de métodos de gestión de inventarios, que abarcan desde los más simples como los visuales, hasta los más sofisticados que implican la total automatización del sistema. Sin embargo, lo fundamental no es utilizar los métodos más sofisticados, sino utilizar los métodos más adecuados para el negocio particular de la empresa.

Para escoger el método a utilizar, se utiliza principalmente la “memoria histórica” documentada que se encuentre disponible, la variabilidad del comportamiento del aprovisionamiento y demanda, los sistemas de producción, los sistemas comerciales, etc.

- **Componentes de un modelo de inventarios**

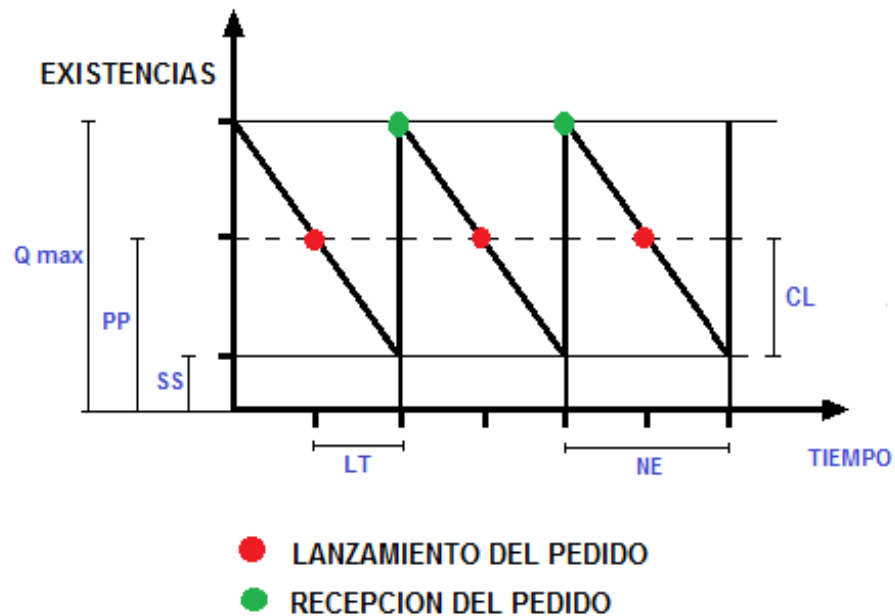
Dentro de los componentes de un modelo de inventarios se pueden enumerar los siguientes:

- Costos: los costos de un sistema de inventarios se generan por la adquisición y mantenimiento de un inventario
- Demanda: es el número de unidades que se proyecta vender en un periodo futuro.
- Tiempo de anticipación: es el tiempo que transcurre entre el momento en que se coloca una orden de producción o compra y el instante en que se inicia la producción o se recibe la compra.

#### **1.4.1 Modelos Estocásticos o Clásicos**

Son modelos para inventarios en los cuales solo se tiene en cuenta un solo periodo en su evaluación y además se considera que la distribución de probabilidad es independiente en el tiempo (no varía de un periodo a otro) y también, es de carácter estacionario (no cambia a través del tiempo). Se trabaja para inventarios con demanda aleatoria, especiales para productos o artículos que se producen una sola vez en el horizonte de planeación, entre los que se encuentran productos de temporada, artículos perecederos o con corta vida útil.

**Figura 6.** Esquema de modelo estocástico o clásico



Contamos con las siguientes convenciones:

***Q<sub>máx</sub>***: cantidad máxima a mantener en stock

***PP***: punto de pedido

***Ss***: Stock de seguridad establecido

***LT***: Lead time o tiempo de reabastecimiento.

***NE***: Intervalo entre reaprovisionamiento

***CL***: Consumo previsto durante el lead time o tiempo de reabastecimiento

***D̄***: Demanda promedio

Como se observa en la gráfica anterior, se debe lanzar el pedido una vez se llegue al punto de pedido (nivel de existencias que exige la formulación de un nuevo pedido, a fin de satisfacer las necesidades de consumo), para evitar desabastecimiento, trabajando siempre con un stock de seguridad para estar cubiertos ante cualquier eventualidad.

Para determinar el punto de pedido hay que consolidar las existencias físicamente disponibles con los pedidos pendientes de recepción. Cuando el stock de algún artículo disminuya por debajo de este punto debemos considerar nuevamente la emisión de un nuevo pedido.

Determinamos el punto de pedido por medio de la siguiente fórmula:

$$PP = \bar{D} * LT + Ss$$



Dentro de los modelos estocásticos o clásicos los más conocidos son:

- Consumo instantáneo sin costo fijo
- Consumo instantáneo con costo fijo
- Consumo uniforme sin costo fijo

#### **1.4.1.1 Modelo de consumo instantáneo sin costo fijo**

Este modelo supone que se puede iniciar o no con un inventario inicial (X) y que en el momento de empezar la temporada de demanda se debe tener en inventario una cantidad Y.

Para ordenar producción o compra se requiere que el nivel de inventario en el periodo anterior (X) sea inferior al inventario proyectado (Y) para el próximo periodo.

Se puede presentar que:

- La demanda sea menor que el inventario existente (Y), en cuyo caso quedan unidades en inventario (unidades mantenidas).
- La demanda sea superior al inventario existente (Y), lo que genera un déficit o demanda insatisfecha (unidades penalizadas).

Bajo este esquema, o que no se vende en el tiempo de demanda difícilmente se venderá en un futuro próximo, y la demanda insatisfecha no se podrá suplir en el futuro, serán ventas perdidas.

- **Consideraciones del modelo**

Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere de los siguientes supuestos:

- Se conoce la distribución de probabilidad de la demanda
- Los costos de producción o compra, mantenimiento y penalización deben ser conocidos y constantes
- Se considera nulo el costo por ordenar o fijo

#### **1.4.1.2 Modelo de consumo instantáneo con costo fijo**

Este modelo es básicamente el mismo anterior, pero considerando que el ordenar producción o compra si causa costo.

### **Consideraciones del modelo**

Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere de los siguientes supuestos:

- Se conoce la distribución de probabilidad de la demanda
- Se conocen y son constantes los costos de producción o compra, mantenimiento y penalización
- Es conocido y uniforme el costo por ordenar

#### **1.4.1.3 Modelo de consumo uniforme sin costo fijo**

Este modelo tiene prácticamente la misma estructura del modelo de consumo instantáneo sin costo fijo, la diferencia es que el consumo del producto es uniforme.

### **Consideraciones del modelo**

Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere de los siguientes supuestos:

- Se conoce la distribución de probabilidad de la demanda
- Son conocidos y constantes los costos de producción o compra, mantenimiento y penalización
- Se considera cero el costo por ordenar

#### **1.4.2 Modelos Determinísticos**

Consiste en realizar el reaprovisionamiento de existencias para cubrir necesidades, en el momento en que las existencias llegan a un nivel mínimo. Están basados en planes de aprovisionamiento de demanda.

Manejar un inventario con un método determinístico sirve para:

- Calcular inventarios donde la demanda es conocida
- Reducir los costos
- Determinar las unidades necesarias que satisfagan la demanda
- Se utiliza para efectuar una eficiente rotación de inventarios

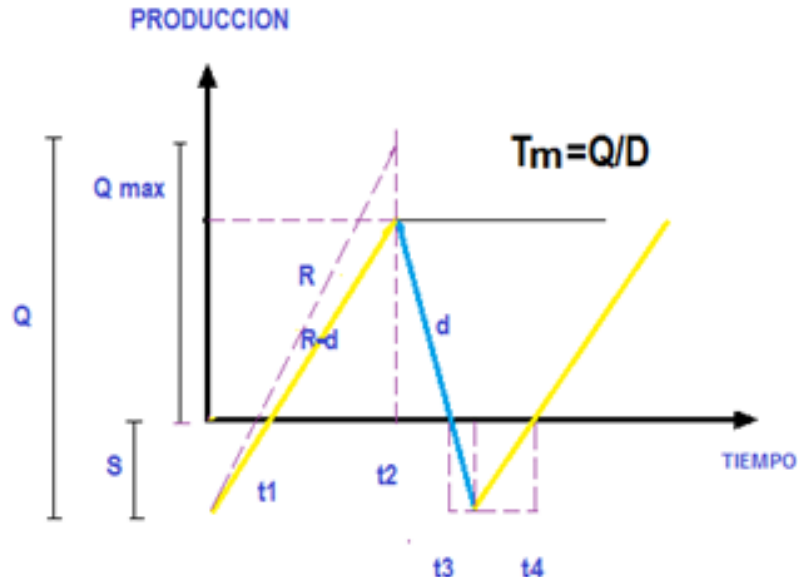
Dentro de estos modelos los más conocidos son:

- Modelo de producción con déficit
- Modelo de producción sin déficit
- Modelo de compra con déficit
- Modelo de compra sin déficit
- Modelo de descuentos por cantidad
- Modelo con restricciones

#### 1.4.2.1 MODELO DE PRODUCCIÓN CON DEFICIT

Guerrero<sup>6</sup> esquematiza este modelo de la siguiente manera:

Figura 7. Esquema de modelo determinístico de producción con déficit



Contamos con las siguientes convenciones:

**Q<sub>máx</sub>**: cantidad máxima a mantener en stock

**PP**: punto de pedido

**D**: Demanda

**R**: Rata de producción

**T<sub>m</sub>**: Tiempo entre corrida de máquinas

**S**: Faltantes

<sup>6</sup> GUERRERO SALAS Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.36-37. ISBN 978-958-648-583-8

## Consideraciones del modelo

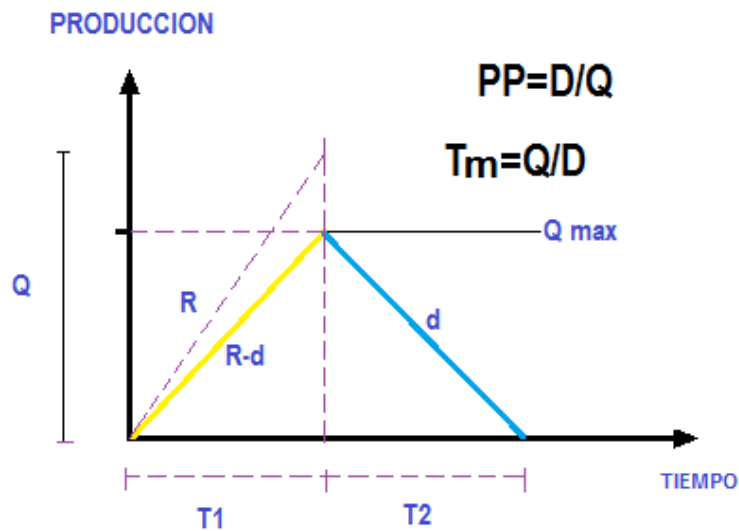
Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere que se cumplan los siguientes supuestos:

- La demanda es conocida 100% y ocurre a una tasa constante
- La tasa de producción también es conocida y ocurre a una tasa constante
- La tasa de producción es mayor a la tasa de demanda
- Los costos de producción, mantenimiento, penalización y fijo o por ordenar deben ser conocidos y constantes

### 1.4.2.2 Modelo de producción sin déficit

Guerrero<sup>7</sup> esquematiza este modelo de la siguiente manera:

**Figura 8.** Esquema de modelo determinístico de producción sin déficit



Contamos con las siguientes convenciones:

**$Q_{máx}$ :** cantidad máxima a mantener en stock

**$PP$ :** punto de pedido

**$D$ :** Demanda

**$R$ :** Rata de producción

**$Tm$ :** Tiempo entre corrida de máquinas

**$T1$ :** Tiempo de procesado

**$T2$ :** Tiempo máquina apagada

<sup>7</sup> GUERRERO SALAS Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.54-55. ISBN 978-958-648-583-8

- **Consideraciones del modelo**

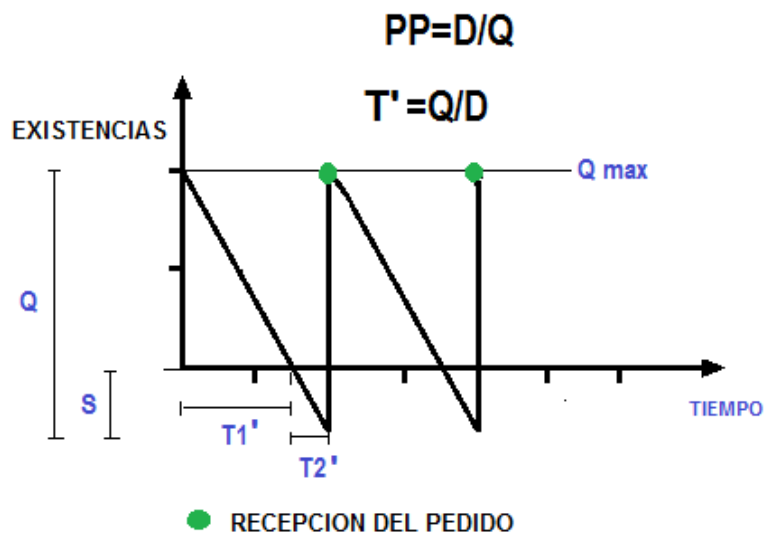
Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere el cumplimiento de los siguientes supuestos:

- Se conoce la demanda con certeza y ocurre a una tasa constante
- La tasa de producción es conocida y también ocurre a una tasa constante
- La tasa de producción es mayor a la tasa de demanda
- Son conocidos y constantes los costos de producción, mantenimiento y fijo o por ordenar
- No es permitido diferir demanda al futuro

### 1.4.2.3 Modelo de compra con déficit

Guerrero<sup>8</sup> esquematiza este modelo de la siguiente manera:

**Figura 9.** Esquema de modelo determinístico de compra con déficit



Contamos con las siguientes convenciones:

**$Q_{m\acute{a}x$** : cantidad máxima a mantener en stock

**$PP$** : punto de pedido

<sup>8</sup> GUERRERO SALAS Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.64-65. ISBN 978-958-648-583-8

**D:** Demanda  
**T':** Tiempo del sistema  
**T1':** Tiempo en que se agota el inventario  
**T2':** Tiempo en permanecer sin existencias  
**Q:** Cantidad de pedido  
**S:** Cantidad faltante de pedido

- **Consideraciones del modelo**

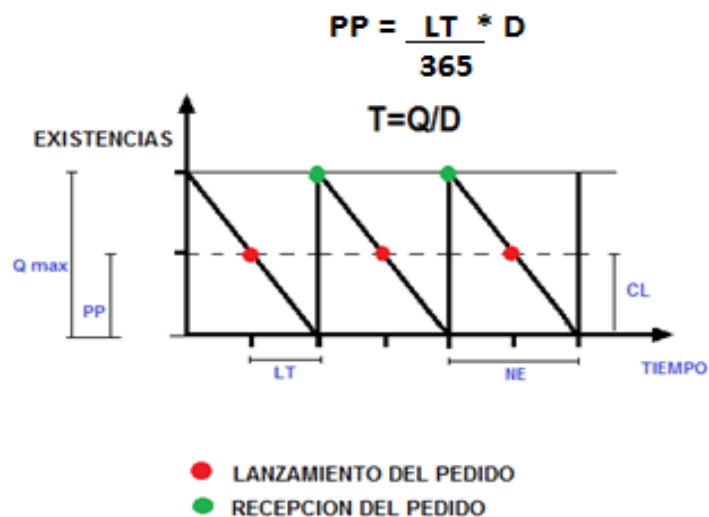
Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere el cumplimiento de los siguientes supuestos:

- Se conoce la demanda con certeza y ocurre a una tasa constante
- Son conocidos y constantes los costos de adquisición de cada unidad, mantenimiento, penalización y fijo o por ordenar
- Se permite diferir demanda al futuro
- La reposición al inventario se hace instantáneamente

#### 1.4.2.4 Modelo de compra sin déficit

Guerrero<sup>9</sup> esquematiza este modelo de la siguiente manera:

**Figura 10.** Esquema de modelo determinístico de compra sin déficit



<sup>9</sup> GUERRERO SALAS Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.59-60. ISBN 978-958-648-583-8

Contamos con las siguientes convenciones:

***Q<sub>máx</sub>***: cantidad máxima a mantener en stock

***PP***: punto de pedido

***LT***: Lead time o tiempo de reabastecimiento.

***NE***: Intervalo entre reaprovisionamiento

***CL***: Consumo previsto durante el lead time o tiempo de reabastecimiento

***D***: Demanda

- **Consideraciones del modelo**

Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere el cumplimiento de los siguientes supuestos:

- Se conoce con certeza la demanda y ocurre a una tasa constante
- Los costos de compra, mantenimiento y fijo o por ordenar son conocidos y constantes
- No se permite diferir demanda al futuro
- Se realiza de manera instantánea la reposición al inventario

#### **1.4.2.5 Modelo de descuentos por cantidad**

- **Consideraciones del modelo**

Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere de los siguientes supuestos según Guerrero<sup>10</sup>:

- Se conoce la demanda con certeza y ocurre a una tasa constante
- Los costos de adquisición de cada unidad, mantenimiento y fijo o por ordenar son conocidos y constantes
- No se permite diferir demanda al futuro
- Se hace de forma inmediata la reposición al inventario
- Se debe utilizar exclusivamente para compras, por lo tanto se basa en la estructura del modelo de compra sin déficit

---

<sup>10</sup> GUERRERO SALAS Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.70-71. ISBN 978-958-648-583-8

### 1.4.2.6 Modelo con restricciones

- **Consideraciones del modelo**

Para que el modelo garantice su funcionalidad requiere el cumplimiento de los siguientes supuestos de acuerdo con Guerrero<sup>11</sup>:

- Se conoce la demanda de cada producto con certeza y ocurre a una tasa constante
- Son conocidos y constantes los costos de adquisición de cada unidad, mantenimiento y fijo o por ordenar
- Se deben conocer con exactitud los recursos disponibles
- La cantidad de recurso necesario por unidad de producto deben estar determinados
- No permite diferir demanda al futuro
- Se realiza de forma instantánea la reposición al inventario
- Se debe utilizar exclusivamente para compras; por lo tanto se basa en la estructura del modelo de compra sin déficit

---

<sup>11</sup> GUERRERO SALAS Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.79-80. ISBN 978-958-648-583-8



## 2. DISEÑO METODOLOGICO

Para el desarrollo del presente estudio se establecieron 6 etapas:

- Recopilación de información conceptual acerca de modelos de manejo de inventarios en general: se revisaron diversas fuentes confiables de información acerca de cada modelo de inventarios, con sus respectivas formulaciones y comportamientos gráficos.
- Recopilación, clasificación y filtración de la información disponible en la base de datos de la compañía, en el año 2015: se recopiló la información de movimientos de los inventarios a nivel nacional durante el año 2015 disponible en el sistema contable de la compañía. Esta información que se encontraba dividida por bases operativas, se compiló para trabajar con una sola base de datos a nivel nacional.
- Diseño y construcción de tablas y gráficos que permitan el análisis de la información en forma adecuada: con las fórmulas correspondientes, se procede a trabajar cada uno de los ítems del inventario, para obtener así las tablas con los resultados finales, que le permitirán a la compañía conocer las cantidades a pedir y los tiempos para cada ciclo de pedido.
- Planteamiento de elección del modelo de manejo de inventarios que mejor aplica para el caso específico: teniendo en cuenta el tipo de empresa, el manejo proyectado del inventario y la información disponible total de los movimientos del inventario durante el año 2015, se procede a determinar el modelo más adecuado para el caso.
- Investigación acerca de softwares disponibles en el mercado para el manejo del inventario mediante el modelo propuesto: se investiga cuáles son los softwares manejados por las empresas del sector, y de acuerdo con ello se revisa en fuentes confiables la información teórica. Se solicitan cotizaciones para la implementación de cada uno de los software en empresas medianas, para así dar una perspectiva objetiva de la posible aplicación de estos en la empresa seleccionada.
- Planteamiento de conclusiones y recomendaciones, de acuerdo al resultado de la monografía: una vez recopilada la información teórica, determinar el tipo de modelo que mejor se acopla al caso y los softwares disponibles para su manejo, se procede a recomendar el software más adecuado para el caso, y se emiten recomendaciones para su implementación.

### **3. ANALISIS ESTADISTICO DEL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS**

Normalmente, durante los primeros años de operación de una compañía, el inventario es un tema de baja importancia, ya que no se evidencia el gran impacto que este tiene dentro de la misma. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, el manejo efectivo del inventario se hace imprescindible, ya que es un activo de la compañía que se refleja en los estados financieros, y de no manejarse en forma adecuada generará que grandes cantidades de dinero se encuentren sin movimiento y generen pérdidas a los accionistas.

De ahí la importancia de definir el tiempo entre pedidos, lead time, cantidad a pedir y punto de pedido para cada uno de los equipos del stock de la empresa, los cuales ayudarán a que el proceso de inventarios de la compañía sea el más adecuado, bajo el menor costo posible.

#### **3.1 GENERALIDADES DE LOS INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS**

Dado que una empresa prestadora de servicios petroleros presenta un amplio inventario especializado para poder solventar la demanda de sus clientes, se analizarán los datos de la totalidad del inventario con ventas en el año 2015.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de dichos equipos son importados, por lo cual se debe tener en cuenta el tiempo de fabricación desde la emisión y envío de la orden de compra, los tiempos de importación y de transporte desde los puertos hasta las bases operativas, situadas en Barrancabermeja y Neiva.

En caso que algunas de estas variables cambien por diferentes motivos (paros camioneros, demoras en pagos de importación o a proveedores, escases de materia prima, demoras en las fábricas, etc), se alterarán los cálculos realizados en este trabajo.

Para el año 2015 se presentaron movimientos de equipos por \$10.219.805.170,95 COP, distribuidos de la siguiente manera:

**Tabla 1. Detalle de ventas de equipos durante el año 2015**

DESCRIPCION	DEMANDA ANUAL (\$) a\$i	COSTO UNITARIO Ci	CANTIDAD DE DEMANDA ANUAL
1-1/2" X 22 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 7/8 P	\$ 840.000,00	\$ 840.000,00	1
1-1/2" X 40 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 1 PIN	\$ 42.584.909,29	\$ 1.851.517,80	23
1-1/2" FIGURE 1 POLISH ROD CLAMP	\$ 6.044.135,80	\$ 177.768,70	34
1-1/2" X 44 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 1 PIN	\$ 14.746.153,80	\$ 1.474.615,38	10
1-1/4" X 36 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 7/8 P	\$ 10.288.944,05	\$ 2.057.788,81	5
1-1/4" X 40 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 7/8 P	\$ 99.307.179,28	\$ 1.360.372,32	73
1-1/4" FIGURE 1 POLISH ROD CLAMP	\$ 6.095.281,15	\$ 138.529,12	44
ANCLA ANTITORQUE TX5-3	\$ 3.326.388,18	\$ 3.326.388,18	1
ANCLA ANTITORQUE TX6-3	\$ 9.895.766,25	\$ 3.298.588,75	3
ANCLA ANTITORQUE TX7-3	\$ 28.786.171,71	\$ 2.878.617,17	10
ANCLA ANTITORQUE TX7-3 - N 80 CASING	\$ 107.519.600,99	\$ 2.986.655,58	36
ANTI BACK SPIN TOOL 2 7/8	\$ 92.400.000,00	\$ 13.200.000,00	7
ANTI BACK SPIN TOOL 3 1/2	\$ 257.837.440,08	\$ 15.166.908,24	17
COLLAR TUBING 2 3/8 EUE	\$ 18.910,00	\$ 18.910,00	1
COLLAR TUBING 2 7/8 EUE	\$ 7.541.542,05	\$ 175.384,70	43
COLLAR TUBING 3 1/2 EUE	\$ 58.576.317,39	\$ 412.509,28	142
COLLAR TUBING 4 1/2 EUE	\$ 2.008.123,25	\$ 401.624,65	5
COLLAR TUBING 4 1/2 LTC BOX X 4 UN BOX	\$ 310.000,00	\$ 310.000,00	1
COLLAR TUBING 4 UN	\$ 16.326.940,49	\$ 333.202,87	49
COLLAR TUBING X-O 2 7/8 BOX X 3 1/2 EUE BOX	\$ 9.524.139,96	\$ 380.965,60	25
COLLAR TUBING X-O 2 7/8 EUE BOX X 3 1/2 EUE PIN	\$ 10.450.000,00	\$ 418.000,00	25
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 EUE BOX X 4 1/2 EUE BOX	\$ 23.037.497,94	\$ 383.958,30	60
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 UN BOX X 3 1/2 EUE BOX	\$ 413.750,00	\$ 413.750,00	1
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 EUE BOX X 4 NU BOX	\$ 38.077.745,03	\$ 494.516,17	77
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 EUE PIN X 4 NU BOX	\$ 351.000,00	\$ 351.000,00	1
COLLAR TUBING X-O 4 1/2 UN BOX X 4 1/2 EUE BOX	\$ 2.350.816,98	\$ 783.605,66	3
COLLAR TUBING X-O 4-1/2 EUE BOX X 4-1/2 LTC BOX	\$ 2.982.256,45	\$ 426.036,64	7
COUPLING P.R. SH 1	\$ 9.525.556,89	\$ 63.503,71	150
COUPLING P.R. SH 1 X 7/8	\$ 10.879.085,91	\$ 67.154,85	162
COUPLING P.R. SH 1 1/8 X 1 H.S.	\$ 17.787.501,47	\$ 171.033,67	104
COUPLING P.R. SH 7/8	\$ 2.686.212,46	\$ 41.326,35	65
COUPLING S.R. SHEAR 1 40000	\$ 124.981.669,60	\$ 560.455,92	223
COUPLING S.R. SHEAR 7/8 4000	\$ 8.256.000,00	\$ 344.000,00	24
COUPLING SH 1 HIGH STRENGTH	\$ 38.805.960,57	\$ 35.342,40	1098
COUPLING FS 7/8 HIGH STRENGTH	\$ 33.413.341,68	\$ 43.058,43	776
COUPLING P.R. SH 7/8 X 3/4	\$ 1.532.755,98	\$ 109.482,57	14
COUPLING SH 1 MEDIUM STRENGTH	\$ 732.082,92	\$ 38.530,68	19
COUPLING SH 1-1/8 HIGH STRENGTH	\$ 11.468.000,00	\$ 61.000,00	188
COUPLING SH 7/8 HIGH STRENGTH	\$ 1.751.491,00	\$ 50.042,60	35
COUPLING SH 7/8 MEDIUM STRENGTH	\$ 2.175.108,60	\$ 22.895,88	95
DRIVE HEAD ELECTRIC 100HP	\$ 438.705.116,67	\$ 43.870.511,67	10
DRIVE HEAD ELECTRIC 60HP	\$ 523.126.257,44	\$ 23.778.466,25	22
DRIVE ROD GR ESPECIAL 1 1/4" X 25 W COUPLING 1	\$ 668.830.498,40	\$ 548.221,72	1220
GASKET RING R 31	\$ 760.801,77	\$ 23.054,60	33
GASKET RING R 45	\$ 2.004.496,93	\$ 50.112,42	40
GUIA ATLAS TIPO TWIST - ON 1 X 3-1/2	\$ 925.697,76	\$ 35.603,76	26
GUIA ATLAS TIPO TWIST - ON 1-1/4 X 3-1/2	\$ 199.539,72	\$ 33.256,62	6
GUIA ATLAS TIPO TWIST - ON 7/8 X 2-7/8	\$ 37.039.150,32	\$ 33.549,96	1104
GUIA ATLAS TIPO TWIST-ON 1 X 3-1/2 ALTA TEMPERATUR	\$ 15.256.394,00	\$ 76.281,97	200
GUIA ATLAS TIPO TWIST-ON 1" X 2-7/8"	\$ 3.440.640,00	\$ 34.406,40	100
GUIA ATLAS TIPO TWIST-ON 7/8 X 3-1/2 ALTA TEMPERAT	\$ 15.256.396,00	\$ 76.281,98	200
KIT ANCLA ANTITORQUE TX5-2 SK	\$ 1.029.022,02	\$ 514.511,01	2
KIT ANCLA ANTITORQUE TX5-3 SK	\$ 577.145,07	\$ 577.145,07	1
KIT ANCLA ANTITORQUE TX6-3 SK	\$ 8.605.304,51	\$ 614.664,61	14

**Tabla 1. (Continuación)**

DESCRIPCION	DEMANDA ANUAL (\$) a\$í	COSTO UNITARIO Ci	CANTIDAD DE DEMANDA ANUAL
KIT ANCLA ANTITORQUE TX7-3 SK	\$ 45.095.799,37	\$ 543.322,88	83
KIT REPAIR SWIVEL 3 1/2 2 WAY	\$ 11.315.789,52	\$ 538.847,12	21
LUBRICANT THREAD SUCKER ROD	\$ 631.027,46	\$ 90.146,78	7
MOTOR 100HP 1200 RPM	\$ 36.547.202,73	\$ 12.182.400,91	3
MOTOR 40 HP 1200 RPM	\$ 29.030.755,46	\$ 5.806.151,09	5
MOTOR 50 HP 1200 RPM	\$ 122.897.670,61	\$ 6.468.298,45	19
MOTOR 75HP 1200 RPM	\$ 20.966.948,78	\$ 10.483.474,39	2
PCP LEVANTAMIENTO 0,6 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 8.000 FT	\$ 117.242.858,97	\$ 13.026.984,33	9
PCP LEVANTAMIENTO 1 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 6.000 FT	\$ 59.334.453,50	\$ 8.476.350,50	7
PCP LEVANTAMIENTO 1.5 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 7.000 FT	\$ 595.040.368,07	\$ 16.082.172,11	37
PCP LEVANTAMIENTO 10 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 5.000 FT	\$ 281.792.895,00	\$ 56.358.579,00	5
PCP LEVANTAMIENTO 2 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 7.000 FT	\$ 111.883.635,00	\$ 22.376.727,00	5
PCP LEVANTAMIENTO 3 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 7.000 FT	\$ 578.539.543,29	\$ 27.549.502,06	21
PCP LEVANTAMIENTO 4 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 6.000 FT	\$ 67.915.443,06	\$ 22.638.481,02	3
PCP LEVANTAMIENTO 5 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 6.000 FT	\$ 1.968.171.987,60	\$ 31.240.825,20	63
PCP LEVANTAMIENTO 7,5 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 5.000 FT	\$ 879.183.979,00	\$ 46.272.841,00	19
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 10'	\$ 7.095.000,00	\$ 645.000,00	11
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 12'	\$ 44.283.205,32	\$ 763.503,54	58
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 2'	\$ 1.512.000,00	\$ 504.000,00	3
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 4'	\$ 7.722.000,00	\$ 594.000,00	13
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 6'	\$ 1.210.000,00	\$ 605.000,00	2
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 8'	\$ 4.312.000,00	\$ 616.000,00	7
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 10'	\$ 670.443,78	\$ 335.221,89	2
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 2'	\$ 3.012.000,00	\$ 251.000,00	12
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 4'	\$ 2.268.955,00	\$ 174.535,00	13
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 6'	\$ 3.848.370,00	\$ 192.418,50	20
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 8'	\$ 2.682.942,00	\$ 223.578,50	12
PONY ROD GR ESPECIAL 7/8" X 4'	\$ 2.914.782,75	\$ 264.980,25	11
PONY ROD GR NORMAL 1" X 2'	\$ 133.400,00	\$ 133.400,00	1
PONY ROD GR NORMAL 1" X 4'	\$ 399.578,70	\$ 199.789,35	2
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 10'	\$ 111.623,75	\$ 111.623,75	1
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 12'	\$ 579.821,30	\$ 115.964,26	5
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 2'	\$ 253.105,86	\$ 253.105,86	1
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 4'	\$ 287.000,00	\$ 287.000,00	1
SUCKER ROD GR ESPECIAL 1" X 25'	\$ 322.858.819,36	\$ 352.465,96	916
SUCKER ROD GR ESPECIAL 7/8" X 25'	\$ 231.596.251,56	\$ 256.758,59	902
SUCKER ROD GR NORMAL 7/8" X 2'	\$ 145.367.240,00	\$ 181.709,05	800
SWIVEL 1W AC 3 -1/2 EUE	\$ 402.746.935,22	\$ 4.152.030,26	97
TUBING PUP JOINT 2 7/8 EUE X 10 FT	\$ 66.189,09	\$ 66.189,09	1
TUBING PUP JOINT 2 7/8 EUE X 2 FT	\$ 167.505,01	\$ 167.505,01	1
TUBING PUP JOINT 2 7/8 EUE X 4 FT	\$ 7.180.222,02	\$ 224.381,94	32
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 12 FT	\$ 257.445,71	\$ 257.445,71	1
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 2 FT	\$ 249.821,82	\$ 83.273,94	3
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 4 FT	\$ 13.041.600,00	\$ 501.600,00	26
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 6 FT	\$ 72.425.697,87	\$ 619.023,06	117
TUBING PUP JOINT 4 1/2 EUE X 6 FT	\$ 17.619.497,65	\$ 734.145,74	24
TUBING PUP JOINT 4 NU X 10 FT	\$ 23.452.109,34	\$ 977.171,22	24
TUBING PUP JOINT 4 NU X 20 FT	\$ 32.300.000,00	\$ 1.900.000,00	17
TUBING PUP JOINT 4 NU X 4 FT	\$ 3.837.274,58	\$ 548.182,08	7
TUBING PUP JOINT 4 NU X 6 FT	\$ 12.777.394,98	\$ 608.447,38	21
TUBING ROTATOR 7-1/16 3K R45	\$ 397.911.377,69	\$ 6.523.137,34	61
ULTIMATE HANGER ROTATYL 7 3-1/2 EUE	\$ 120.709.670,74	\$ 2.321.339,82	52
VARIADOR DE 100 HP + COFRE +FILTRO	\$ 115.519.139,82	\$ 38.506.379,94	3
VARIADOR DE 40 HP + COFRE +FILTRO	\$ 143.152.172,80	\$ 28.630.434,56	5
VARIADOR DE 50 HP + COFRE + FILTRO	\$ 316.289.982,00	\$ 35.143.331,33	9

Como se puede observar, el 46% del inventario que presenta rotación son las Bombas de Cavidades Progresivas (PCP), que constituyen el fuerte de la compañía. Los demás equipos constituyen los accesorios requeridos para realizar la instalación de estas bombas, utilizadas para la extracción de crudo en pozos productores.

### **3.2 MANEJO Y PROYECCIÓN DE LOS INVENTARIOS DENTRO DE UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS**

En muchas ocasiones las empresas no tienen en cuenta el costo de la administración del inventario lo que los lleva, en ocasiones, a tener pérdidas o reducir sus ganancias esperadas, debido al costo final que dicho manejo representa.

Adicional a este cálculo, para una empresa prestadora de servicios petroleros es muy importante realizar una proyección o establecer la cantidad de pedido, con el fin de reducir al máximo los costos totales relevantes para un grupo de equipos que se compran en conjunto, y evitar desabastecimiento, especialmente porque los periodos de lead time son extensos (hasta 45 días).

#### **3.2.1 Cálculo de costos de la administración del inventario**

##### **Costo total anual del inventario**

Recordemos que para hallar el costo total anual del inventario contamos con la siguiente fórmula:

$$CT = CA + CE + CP$$

Donde:

**CT:** Costo total anual del inventario

**CA:** Costo anual de adquisición

**CE:** Costo anual de la emisión de pedidos

**CP:** Costo anual de la almacenamiento de pedidos o de posesión

Por lo tanto procederemos a calcular el costo para el inventario de la compañía de servicios petroleros, hallando cada uno de los costos asociados.

##### **Costo anual de adquisición**

$$CA = D \times P$$

Donde:

**CA:** Costo anual de adquisición

**D:** Demanda anual del artículo

**P:** Precio o costo de adquisición de un artículo= precio de compra + aranceles de importación + otros impuestos (no recuperables en su naturaleza) + otros costos directos

Dado que conocemos el valor del inventario requerido para ventas durante el año, tenemos:

$$CA = \$10.219.805.170,95$$

### Costos anuales de emisión de pedidos

$$CE = E \times \text{No. De pedidos} = E \times D/Q$$

Donde:

**CE:** Costo anual de la emisión de pedidos

**E:** Costo de la emisión de un pedido

**D:** Demanda anual del artículo

**Q:** Cantidad de unidades que componen un pedido

Para este caso contamos con los siguientes costos anuales para la emisión de pedidos (independiente el número de pedidos):

**Tabla 2.** Detalle de costos anuales de emisión de pedidos

CANTIDAD ANUAL	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
12	Salario Gerente de Compras	\$ 8.525.000	\$ 102.300.000
12	Salario Asistente de Compras	\$ 2.325.000	\$ 27.900.000
12	Gastos administrativos adheridos al Dep. Compras	\$ 2.000.000	\$ 24.000.000
12	Alquiler de computador para Gerente de Compras	\$ 100.000	\$ 1.200.000
12	Alquiler de computador para Asistente de Compras	\$ 100.000	\$ 1.200.000
12	Servicios de impresora, papelería	\$ 80.000	\$ 960.000
1	Participación del software en elaboracion de PO	\$ 1.625.000	\$ 1.625.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 159.185.000</b>

Por lo tanto para nuestro caso, **CE = \$159.185.000**

Teniendo en cuenta que se tienen proyectados pedidos trimestrales:

$$E = \text{Costo de la emisión de un pedido} = \$159.185.000 / 4 = \$39.796.250$$

### Costos anuales de almacenamiento

$$CP = Q/2 \times (A + iP)$$

Donde:

**CP:** Costo anual de la almacenamiento de pedidos o de posesión

**Q:** Número de unidades que componen un pedido

**A:** Costo de almacenamiento físico unitario

**i:** Rentabilidad media de la empresa o interés medio del mercado

**P:** Precio o costo unitario de un artículo

**Tabla 3.** Detalle de costos anuales de almacenamiento

CANTIDAD ANUAL	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
12	Salario Gerente de Inventario	\$ 8.525.000	\$ 102.300.000
36	Salario Asistente de Inventario	\$ 2.325.000	\$ 83.700.000
12	Gastos administrativos adheridos al Dep. Inventarios	\$ 2.000.000	\$ 24.000.000
12	Alquiler de computador para Gerente de Compras	\$ 100.000	\$ 1.200.000
36	Alquiler de computador para Asistente de Compras	\$ 100.000	\$ 3.600.000
12	Arrendamiento bodega Barrancabermeja	\$ 10.000.000	\$ 120.000.000
12	Arrendamiento bodega Neiva	\$ 10.000.000	\$ 120.000.000
12	Alquiler montacargas Barrancabermeja	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
12	Alquiler montacargas Neiva	\$ 3.000.000	\$ 36.000.000
12	Servicios de impresora, papelería	\$ 80.000	\$ 960.000
1	Participación del software en los inventarios	\$ 1.625.000	\$ 1.625.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 553.385.000</b>

Con estos datos podemos deducir que:

$$\mathbf{CP = \$553.385.000}$$

Como requerimos calcular el costo total anual del inventario tenemos:

$$\mathbf{CT = CA + CE + CP}$$

$$\mathbf{CT = \$10.439.568.846,72 + \$159.185.000 + \$553.385.000}$$

$$\mathbf{CT = \$11.152.138.846,72 \text{ Cop}}$$

### 3.2.2 Cálculo de cantidad de pedido

Como nuestro inventario se compone de 109 diferentes equipos, es necesario calcular la cantidad requerida para cada uno de ellos. Para este caso vemos que tenemos unas demandas, tiempos de entrega, costos y porcentajes de mantener el inventario específicos, es decir son factores con naturaleza determinística, por lo cual se trabaja con el modelo de reabastecimiento conjunto de tal manera que todos los artículos se pidan cada vez que se hace el pedido. Se trabajará con pedidos trimestrales, es decir 4 pedidos al año, ya que la mayoría son equipos importados.

Para este cálculo utilizaremos la siguiente formulación planteada por el autor Narasimhan<sup>12</sup>:

$E = \text{Costo de la emisión de un pedido} = \$39.796.250$

$s_i = \text{Costo marginal dependiente de cada equipo o costo relacionado con pedir una unidad adicional. Para el caso particular este valor es despreciable dado que los equipos son bastantes costosos y los costos de preparación fueron incluidos dentro de los costos fijos de almacenamiento.}$

$A\$ = \text{Valor monetario anual de todos los artículos del grupo pedido} = \$10.219.805.170,95$

$a\$_i = \text{Valor monetario anual de cada equipo } i \text{ del grupo pedido}$

$C_i = \text{Costo unitario del equipo } i$

$D_i = \text{demanda anual de cada equipo } i \text{ en número de unidades}$

$I = \text{cargos por mantener inventarios expresado como un decimal, que incluye el costo de oportunidad del capital, los seguros y el deterioro. Para el caso particular corresponde a } 0,25$

$Q\$ = \text{valor total en dinero de todos los artículos que se piden durante un ciclo.}$

$Q\$_i = \text{valor en dinero del artículo } i \text{ que se pide durante un ciclo}$

$Q_i = \text{cantidad del artículo } i \text{ que se pide durante un ciclo}$

$N = \text{Número de ciclo por año}$

$T = \text{tiempo que transcurre entre pedidos}$

$LT = \text{lead time o tiempo de anticipo}$

Para hallar el valor total en dinero a pedir en cada ciclo tenemos la siguiente ecuación:

$$Q\$ = \sqrt{\frac{2 * (E + \sum s_i) * A\$}{I}}$$

$$Q\$ = \sqrt{\frac{2 * (39.796.250 + 0) * 10.219.805.170,95}{0,25}}$$

$$Q\$ = \$1.803.795.823,33 \text{ COP}$$

Como cada equipo tiene una participación en este pedido, entonces hallamos la cantidad en dinero a pedir de cada equipo en cada ciclo:

$$Q\$_i = \frac{Q\$ * a\$_i}{A\$}$$

<sup>12</sup> NARASIMHAN Seetharama L.; MCLEAVEY Dennis W. y BILLINGTON Peter J. Modelo de cantidad de pedido para reabastecimiento conjunto. En: Planeación de la producción y control de inventarios. 2. Ed. Traducción por Adolfo Deras Quiñonez; Revisión técnica Guillermo Haaz Diaz. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, año 1996. p.120-121. ISBN 013-186214-6



Por ejemplo para el equipo PCP LEVANTAMIENTO 5 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 6.000 FT, tenemos:

$$Q\$i = \frac{1.803.795.823,33 * 1.968.171.987,6}{10.219.805.170,95}$$

$$Q\$i = 347.382.396,38$$

Como cada unidad de este equipo tiene un costo  $Ci = 31.240.825,2$  la cantidad a pedir en cada ciclo es:

$$Qi = \frac{Q\$i}{Ci}$$

$$Qi = \frac{347.382.396,38}{31.240.825,2}$$

$$Qi = 11$$

Para hallar el número de pedidos por año, tenemos:

$$N = \frac{A\$}{Q\$}$$

$$N = \frac{10.219.805.170,95}{1.803.795.823,33}$$

$$N = 5,67$$

Para hallar el tiempo en días que transcurre entre pedidos:

$$T = \frac{1}{N} * 365$$

$$T = \frac{1}{5,67} * 365$$

$$T = 64,42 \text{ días}$$

Para calcular el stock mínimo en dinero tenemos:

$$\text{Stock min } \$ = \frac{a\$i * LT}{365}$$

$$\mathbf{Stock\ min\ \$ = \frac{1.968.171.987,6 * 45}{365}}$$

$$\mathbf{Stock\ min\ \$ = 242.651.340,94\ COP}$$

Lo que indica que el stock mínimo en unidades es:

$$\mathbf{Stock\ min\ cantidad = \frac{Stock\ min\ \$}{Ci}}$$

$$\mathbf{Stock\ min\ cantidad = \frac{242.651.340,94}{31.240.825,2}}$$

$$\mathbf{Stock\ min\ cantidad = 8}$$

**Tabla 4.** Detalle de cálculo de variables de inventarios para todos los equipos vendidos por una empresa prestadora de servicios petroleros durante el año 2015

DESCRIPCION	TAMAÑO DE LA ORDEN		N (NUMERO DE CICLOS POR AÑO)	T (DIAS PARA INICIAR EL PROCESO DE PEDIDO)	L (DIAS LEAD TIME O TIEMPO DE ANTICIPO)	STOCK MINIMO	
	PESOS COL Q <sub>s</sub>	TAMAÑO CANTIDAD Q <sub>i</sub>				STOCK MINIMO COP	STOCK MINIMO UNIDADES
1-1/2" X 22 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 7/8 P	\$ 148.260,02	1	5,67	64,42	50	\$ 115.068,49	1
1-1/2" X 40 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 1 PIN	\$ 7.516.237,37	4	5,67	64,42	50	\$ 5.833.549,22	3
1-1/2" FIGURE 1 POLISH ROD CLAMP	\$ 1.066.790,09	6	5,67	64,42	45	\$ 745.167,43	4
1-1/2" X 44 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 1 PIN	\$ 2.602.696,45	2	5,67	64,42	50	\$ 2.020.021,07	1
1-1/4" X 36 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 7/8 P	\$ 1.815.998,84	1	5,67	64,42	50	\$ 1.409.444,39	1
1-1/4" X 40 GRADE 4140 POLISHED ROD WITH 7/8 P	\$ 17.527.719,19	13	5,67	64,42	50	\$ 13.603.723,19	10
1-1/4" FIGURE 1 POLISH ROD CLAMP	\$ 1.075.817,25	8	5,67	64,42	45	\$ 751.473,02	5
ANCLA ANTITORQUE TX5-3	\$ 587.107,58	1	5,67	64,42	15	\$ 136.700,88	1
ANCLA ANTITORQUE TX6-3	\$ 1.746.602,95	1	5,67	64,42	15	\$ 406.675,33	1
ANCLA ANTITORQUE TX7-3	\$ 5.080.759,90	2	5,67	64,42	15	\$ 1.182.993,36	1
ANCLA ANTITORQUE TX7-3 - N 80 CASING	\$ 18.977.211,79	6	5,67	64,42	15	\$ 4.418.613,74	1
ANTI BACK SPIN TOOL 2 7/8	\$ 16.308.601,90	1	5,67	64,42	7	\$ 1.772.054,79	1
ANTI BACK SPIN TOOL 3 1/2	\$ 45.508.313,49	3	5,67	64,42	7	\$ 4.944.827,62	1
COLLAR TUBING 2 3/8 EUE	\$ 3.337,62	1	5,67	64,42	30	\$ 1.554,25	1
COLLAR TUBING 2 7/8 EUE	\$ 1.331.082,33	8	5,67	64,42	30	\$ 619.852,77	4
COLLAR TUBING 3 1/2 EUE	\$ 10.338.721,23	25	5,67	64,42	30	\$ 4.814.491,84	12
COLLAR TUBING 4 1/2 EUE	\$ 354.433,80	1	5,67	64,42	30	\$ 165.051,23	1
COLLAR TUBING 4 1/2 LTC BOX X 4 UN BOX	\$ 54.715,01	1	5,67	64,42	30	\$ 25.479,45	1
COLLAR TUBING 4 UN	\$ 2.881.705,33	9	5,67	64,42	30	\$ 1.341.940,31	4
COLLAR TUBING X-O 2 7/8 BOX X 3 1/2 EUE BOX	\$ 1.681.010,90	4	5,67	64,42	30	\$ 782.806,02	2
COLLAR TUBING X-O 2 7/8 EUE BOX X 3 1/2 EUE PIN	\$ 1.844.425,22	4	5,67	64,42	30	\$ 858.904,11	2
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 EUE BOX X 4 1/2 EUE BOX	\$ 4.066.118,86	11	5,67	64,42	30	\$ 1.893.492,98	5
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 UN BOX X 3 1/2 EUE BOX	\$ 73.026,88	1	5,67	64,42	30	\$ 34.006,85	1
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 EUE BOX X 4 NU BOX	\$ 6.720.722,78	14	5,67	64,42	30	\$ 3.129.677,67	6
COLLAR TUBING X-O 3 1/2 EUE PIN X 4 NU BOX	\$ 61.951,51	1	5,67	64,42	30	\$ 28.849,32	1
COLLAR TUBING X-O 4 1/2 UN BOX X 4 1/2 EUE BOX	\$ 414.919,25	1	5,67	64,42	30	\$ 193.217,83	1
COLLAR TUBING X-O 4 1/2 EUE BOX X 4 1/2 LTC BOX	\$ 526.368,32	1	5,67	64,42	30	\$ 245.116,97	1
COUPLING P.R. SH 1	\$ 1.681.260,99	26	5,67	64,42	35	\$ 913.409,57	14
COUPLING P.R. SH 1 X 7/8	\$ 1.920.158,89	29	5,67	64,42	35	\$ 1.043.200,02	16
COUPLING P.R. SH 1 1/8 X 1 H.S.	\$ 3.139.494,38	18	5,67	64,42	35	\$ 1.705.650,83	10
COUPLING P.R. SH 7/8	\$ 474.116,55	11	5,67	64,42	35	\$ 257.582,02	6
COUPLING S.R. SHEAR 1 40000	\$ 22.059.267,26	39	5,67	64,42	35	\$ 11.984.543,66	21
COUPLING S.R. SHEAR 7/8 4000	\$ 1.457.184,17	4	5,67	64,42	35	\$ 791.671,23	2
COUPLING SH 1 HIGH STRENGTH	\$ 6.849.252,84	194	5,67	64,42	35	\$ 3.721.119,51	105
COUPLING FS 7/8 HIGH STRENGTH	\$ 5.897.455,50	137	5,67	64,42	35	\$ 3.204.019,07	74
COUPLING P.R. SH 7/8 X 3/4	\$ 270.531,46	2	5,67	64,42	35	\$ 146.976,60	1
COUPLING SH 1 MEDIUM STRENGTH	\$ 129.212,65	3	5,67	64,42	35	\$ 70.199,73	2
COUPLING SH 1-1/8 HIGH STRENGTH	\$ 2.024.102,24	33	5,67	64,42	35	\$ 1.099.671,23	18
COUPLING SH 7/8 HIGH STRENGTH	\$ 309.138,20	6	5,67	64,42	35	\$ 167.951,19	3
COUPLING SH 7/8 MEDIUM STRENGTH	\$ 383.906,71	17	5,67	64,42	35	\$ 208.572,06	9
DRIVE HEAD ELECTRIC 100HP	\$ 77.431.462,13	2	5,67	64,42	45	\$ 54.086.932,19	1
DRIVE HEAD ELECTRIC 60HP	\$ 92.331.795,22	4	5,67	64,42	45	\$ 64.495.018,04	3
DRIVE ROD GR ESPECIAL 1 1/4" X 25 W COUPLING 1	\$ 118.048.596,75	215	5,67	64,42	45	\$ 82.458.554,60	150
GASKET RING R 31	\$ 134.281,53	6	5,67	64,42	15	\$ 31.265,83	1
GASKET RING R 45	\$ 353.793,75	7	5,67	64,42	15	\$ 82.376,59	2
GUIA ATLAS TIPO TWIST - ON 1 X 3-1/2	\$ 163.385,67	5	5,67	64,42	20	\$ 50.723,16	1
GUIA ATLAS TIPO TWIST - ON 1-1/4 X 3-1/2	\$ 35.218,76	1	5,67	64,42	20	\$ 10.933,68	1
GUIA ATLAS TIPO TWIST - ON 7/8 X 2-7/8	\$ 6.537.410,79	195	5,67	64,42	20	\$ 2.029.542,48	60
GUIA ATLAS TIPO TWIST-ON 1 X 3-1/2 ALTA TEMPERATUR	\$ 2.692.753,86	35	5,67	64,42	20	\$ 835.966,79	11
GUIA ATLAS TIPO TWIST-ON 1" X 2-7/8"	\$ 607.273,03	18	5,67	64,42	20	\$ 188.528,22	5
GUIA ATLAS TIPO TWIST-ON 7/8 X 3-1/2 ALTA TEMPERAT	\$ 2.692.754,21	35	5,67	64,42	20	\$ 835.966,90	11
KIT ANCLA ANTITORQUE TX5-3 SK	\$ 181.622,41	1	5,67	64,42	15	\$ 42.288,58	1
KIT ANCLA ANTITORQUE TX5-3 SK	\$ 101.866,12	1	5,67	64,42	15	\$ 23.718,29	1
KIT ANCLA ANTITORQUE TX6-3 SK	\$ 1.518.836,42	2	5,67	64,42	15	\$ 353.642,65	1

**Tabla 4. (Continuación)**

DESCRIPCION	TAMAÑO DE LA ORDEN		N (NUMERO DE CICLOS POR AÑO)	T (DIAS PARA INICIAR EL PROCESO DE PEDIDO)	L (DIAS LEAD TIME O TIEMPO DE ANTICIPO)	STOCK MINIMO	
	PESOS COL Q <sub>i</sub>	TAMAÑO CANTIDAD Q <sub>i</sub>				STOCK MINIMO COP	STOCK MINIMO UNIDADES
KIT ANCLA ANTITORQUE TX7-3 SK	\$ 7.959.409,52	15	5,67	64,42	15	\$ 1.853.252,03	3
KIT REPAIR SWIVEL 3 1/2 2 WAY	\$ 1.997.237,08	4	5,67	64,42	45	\$ 1.395.097,34	3
LUBRICANT THREAD SUCKER ROD	\$ 111.376,36	1	5,67	64,42	15	\$ 25.932,64	1
MOTOR 100HP 1200 RPM	\$ 6.450.582,04	1	5,67	64,42	45	\$ 4.505.819,51	1
MOTOR 40 HP 1200 RPM	\$ 5.123.928,94	1	5,67	64,42	45	\$ 3.579.134,23	1
MOTOR 50 HP 1200 RPM	\$ 21.691.441,40	3	5,67	64,42	45	\$ 15.151.767,61	2
MOTOR 75HP 1200 RPM	\$ 3.700.666,89	1	5,67	64,42	45	\$ 2.584.966,29	1
PCP LEVANTAMIENTO 0,6 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 8.000 FT	\$ 20.693.367,02	2	5,67	64,42	45	\$ 14.454.599,05	1
PCP LEVANTAMIENTO 1 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 6.000 FT	\$ 10.472.532,27	1	5,67	64,42	45	\$ 7.315.206,60	1
PCP LEVANTAMIENTO 1.5 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 7.000 FT	\$ 105.024.637,23	7	5,67	64,42	45	\$ 73.361.141,27	5
PCP LEVANTAMIENTO 10 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 5.000 FT	\$ 49.736.451,78	1	5,67	64,42	60	\$ 46.322.119,73	1
PCP LEVANTAMIENTO 2 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 7.000 FT	\$ 19.747.463,88	1	5,67	64,42	45	\$ 13.793.872,81	1
PCP LEVANTAMIENTO 3 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 7.000 FT	\$ 102.112.241,32	4	5,67	64,42	45	\$ 71.326.793,01	3
PCP LEVANTAMIENTO 4 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 6.000 FT	\$ 11.987.077,10	1	5,67	64,42	45	\$ 8.373.136,82	1
PCP LEVANTAMIENTO 5 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 6.000 FT	\$ 347.382.396,38	11	5,67	64,42	45	\$ 242.651.340,94	8
PCP LEVANTAMIENTO 7,5 BPD/RPM DESPLAZAMIENTO 5.000 FT	\$ 155.175.990,42	3	5,67	64,42	45	\$ 108.392.545,36	2
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 10'	\$ 1.252.267,65	2	5,67	64,42	30	\$ 583.150,68	1
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 12'	\$ 7.815.986,65	10	5,67	64,42	30	\$ 3.639.715,51	5
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 2'	\$ 266.868,03	1	5,67	64,42	30	\$ 124.273,97	1
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 4'	\$ 1.362.933,16	2	5,67	64,42	30	\$ 634.684,93	1
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 6'	\$ 213.565,02	1	5,67	64,42	30	\$ 99.452,05	1
PONY DRIVE GR ESPECIAL 1 1/4" X 8'	\$ 761.068,09	1	5,67	64,42	30	\$ 354.410,96	1
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 10'	\$ 118.333,34	1	5,67	64,42	30	\$ 55.104,97	1
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 2'	\$ 531.618,06	2	5,67	64,42	30	\$ 247.561,64	1
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 4'	\$ 400.470,60	2	5,67	64,42	30	\$ 186.489,45	1
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 6'	\$ 679.237,38	4	5,67	64,42	30	\$ 316.304,38	2
PONY ROD GR ESPECIAL 1" X 8'	\$ 473.539,32	2	5,67	64,42	30	\$ 220.515,78	1
PONY ROD GR ESPECIAL 7/8" X 4'	\$ 514.459,22	2	5,67	64,42	30	\$ 239.571,18	1
PONY ROD GR NORMAL 1" X 2'	\$ 23.545,10	1	5,67	64,42	30	\$ 10.964,38	1
PONY ROD GR NORMAL 1" X 4'	\$ 70.525,65	1	5,67	64,42	30	\$ 32.842,08	1
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 10'	\$ 19.701,59	1	5,67	64,42	30	\$ 9.174,55	1
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 12'	\$ 102.338,47	1	5,67	64,42	30	\$ 47.656,55	1
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 2'	\$ 44.673,19	1	5,67	64,42	30	\$ 20.803,22	1
PONY ROD GR NORMAL 7/8" X 4'	\$ 50.655,51	1	5,67	64,42	30	\$ 23.589,04	1
SUCKER ROD GR ESPECIAL 1" X 25'	\$ 56.984.588,27	162	5,67	64,42	45	\$ 39.804.511,98	113
SUCKER ROD GR ESPECIAL 7/8" X 25'	\$ 40.876.743,17	159	5,67	64,42	45	\$ 28.552.962,52	111
SUCKER ROD GR NORMAL 7/8" X 2'	\$ 25.657.320,86	141	5,67	64,42	45	\$ 17.921.988,49	99
SWIVEL 1W AC 3-1/2 EUE	\$ 71.084.842,37	17	5,67	64,42	45	\$ 49.653.731,74	12
TUBING PUP JOINT 2 7/8 EUE X 10 FT	\$ 11.682,38	1	5,67	64,42	30	\$ 5.440,20	1
TUBING PUP JOINT 2 7/8 EUE X 2 FT	\$ 29.564,64	1	5,67	64,42	30	\$ 13.767,54	1
TUBING PUP JOINT 2 7/8 EUE X 4 FT	\$ 1.267.309,33	6	5,67	64,42	30	\$ 590.155,23	3
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 12 FT	\$ 45.439,17	1	5,67	64,42	30	\$ 21.159,92	1
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 2 FT	\$ 44.093,56	1	5,67	64,42	30	\$ 20.533,30	1
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 4 FT	\$ 2.301.842,67	5	5,67	64,42	30	\$ 1.071.912,33	2
TUBING PUP JOINT 3 1/2 EUE X 6 FT	\$ 12.783.137,17	21	5,67	64,42	30	\$ 5.952.797,08	10
TUBING PUP JOINT 4 1/2 EUE X 6 FT	\$ 3.109.841,70	4	5,67	64,42	30	\$ 1.448.177,89	2
TUBING PUP JOINT 4 NU X 10 FT	\$ 4.139.297,78	4	5,67	64,42	30	\$ 1.927.570,63	2
TUBING PUP JOINT 4 NU X 20 FT	\$ 5.700.950,67	3	5,67	64,42	30	\$ 2.654.794,52	1
TUBING PUP JOINT 4 NU X 4 FT	\$ 677.279,04	1	5,67	64,42	30	\$ 315.392,43	1
TUBING PUP JOINT 4 NU X 6 FT	\$ 2.255.210,48	4	5,67	64,42	30	\$ 1.050.196,85	2
TUBING ROTATOR 7-1/16 3K R45	\$ 70.231.366,36	11	5,67	64,42	45	\$ 49.057.567,11	8
ULTIMATE HANGER ROTATYL 7 3-1/2 EUE	\$ 21.305.259,37	9	5,67	64,42	45	\$ 14.882.014,20	6
VARIADOR DE 100 HP + COFRE + FILTRO	\$ 20.389.130,56	1	5,67	64,42	45	\$ 14.242.085,73	1
VARIADOR DE 40 HP + COFRE + FILTRO	\$ 25.266.361,45	1	5,67	64,42	45	\$ 17.648.898,02	1
VARIADOR DE 50 HP + COFRE + FILTRO	\$ 55.825.188,34	2	5,67	64,42	45	\$ 38.994.655,32	1

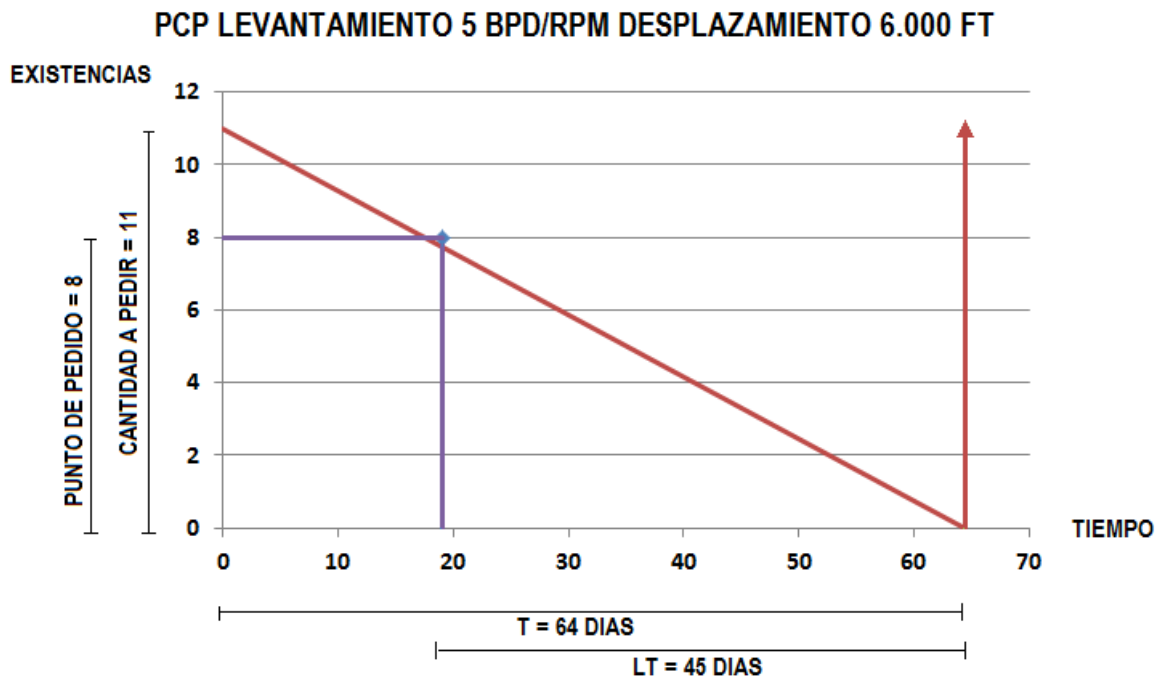
#### 4. DETERMINACIÓN DEL MODELO ADECUADO PARA EL MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS.

De acuerdo con el tipo de empresa, el manejo proyectado del inventario y con toda la información recopilada durante el año 2015, se evidencia que el modelo adecuado para este caso es el Determinístico de compras sin déficit, ya que la demanda se conoce y ocurre a una tasa constante, los costos de compra, mantenimiento y fijos son conocidos y constantes, la reposición al inventario se realiza de forma inmediata y no existen descuentos por volumen de pedido.

Adicionalmente no contamos con datos históricos fidedignos que nos permitan realizar una proyección diferente al consumo conocido.

De esta manera, trabajamos para obtener cada una de los datos de tiempo entre pedidos, lead time, cantidad a pedir y punto de pedido para cada uno de los equipos del stock de la empresa, obteniendo comportamientos como el esquematizado en la siguiente gráfica:

Figura 11. Esquema de modelo determinístico de compra sin déficit para un equipo específico



## 5. SOFTWARES DISPONIBLES EN EL MERCADO PARA LA APLICACIÓN DEL MODELO DE MANEJO DE INVENTARIOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS PETROLEROS.

En el mercado existen sin número de software para el manejo efectivo de los inventarios, cada uno de ellos con alguna particularidad o especialidad. De acuerdo a esta revisión se proponen los siguientes softwares para manejar los inventarios de una empresa prestadora de servicios petroleros:

### 5.1 WMS SISLOGIC

Es una solución sin uso del papel para la administración de Bodegas, que utilizan códigos de barras, RFID con terminales móviles que funcionan en la red WiFi sin cables. Optimiza los movimientos de las bodegas y controla con exactitud todas las operaciones de almacenaje. **SisLogic** aumenta la productividad de trabajo, elimina errores y facilita datos exactos sobre cada Bodega. La flexibilidad única del sistema, posibilita la integración rápida a otros Sistemas.

Ventajas:

- Mantenimiento de la información en línea
- Manejo multi bodegas
- Soporte en sitio – remoto
- Información para toda la cadena logística
- Asistencia técnica rápida y personalizada
- Bajo costo de adquisición y mantenimiento
- Registro de conteos mediante la terminal de códigos de barras, lo que disminuye la posibilidad de errores humanos
- Permite realizar conectividad con agencias de aduanas, agentes de carga y transportadoras

Desventajas:

- Especializado en manejo de mercancías en zonas francas, por lo cual pierde su valor agregado al utilizar por fuera de dichos sectores.
- Comunicación con sistema contable por medio de interfaces, lo que se convierte en un reproceso.

### 5.2 WMS – LAB SOFTWARE

Es un sistema orientado a logística y distribución. Utiliza Warehouse Management System para controlar todos los procesos en el centro de distribución y/o bodegas. Por medio de este se controlan las requisiciones, cotizaciones, órdenes de compra y pedidos de la organización.

Ventajas:

- Mantenimiento de la información en línea
- Manejo multi bodegas
- Información para toda la cadena logística
- Bajo costo de adquisición y mantenimiento
- Manejada por empresas reconocidas a nivel nacional

Desventajas:

- No es especializado en manejo de inventarios petroleros.
- Comunicación con sistema contable por medio de interfaces, lo que se convierte en un reproceso.

### **5.3 SAP Business One**

Es un software de gestión empresarial que permite a las pequeñas y medianas empresas, ejecutar y automatizar distintos aspectos claves del negocio como los sistemas de administración, contabilidad financiera, banca, compras, ventas, gestión de relaciones con los clientes, control de stock, manufactura, contabilidad de gestión y reportes.

Este software maneja una tecnología de integración que hace posible que todos los aspectos del negocio se encuentren interconectados. Es una solución integral y versátil de gestión de negocios equipada con una interfaz de uso sencillo, y opera como la aplicación primaria de planificación de recursos empresariales.

Específicamente en control de stock: administra niveles de inventario, realiza la gestión de artículos, permite elaborar listas de precios, realizar acuerdos de precios especiales, transferencias entre almacenes y transacciones de existencias.

Adicionalmente ayuda a predecir la demanda basándose en pronósticos, en lugar de utilizar únicamente los pedidos recibidos. Los cálculos de pronóstico ayudan a prever la demanda futura de los productos y a ajustar consecuentemente la planeación de materiales.

Este software permite a los usuarios gestionar la información maestra de los artículos y mantener números de serie y lote, así como listados de precios. Será factible también para los usuarios definir artículos alternativos, realizar ajustes de aumento o reducción de stock, revalorizar los costos de almacenamiento basándose en los precios de mercado actuales, y realizar recuentos cíclicos, así como generar listas de selección para órdenes de venta abiertas.

Se pueden definir los tamaños de los lotes de los artículos a comprar, así como la cantidad mínima de la orden y los tiempos promedio de espera, datos que fueron calculados en esta monografía, y con los cuales el sistema emitirá las alertas correspondientes.

También emite alertas identificando cuándo debe contarse cada artículo en stock, para así garantizar que los artículos de diversos niveles de importancia sean contabilizados con la frecuencia requerida.

Ventajas:

- Mantenimiento de la información en línea
- Permite personalizar cada usuario
- Permite revisar detalles en cada elemento de los informes solicitados
- Manejo multi bodegas
- Soporte en sitio – remoto
- Información para toda la cadena logística
- Asistencia técnica personalizada
- Disponible en 27 idiomas
- Personaliza y mantiene copias de seguridad de los datos
- Configura permisos y alertas
- Registro de conteos mediante la terminal de códigos de barras, lo que disminuye la posibilidad de errores humanos
- Permite interconexión directa con los sistemas de finanzas, compras, fabricación y ventas, lo que evita reprocesos y posibles errores humanos.
- Tiene una aplicación móvil que permite acceso constante a datos importantes desde el celular o tablet.
- Manejado por las grandes y más reconocidas empresas a nivel nacional.

Desventajas:

- Mayor costo de adquisición y mantenimiento comparado con otros software de inventarios.

#### **5.4 SIIGO**

Es Sistema Integrado de Información Gerencial Operativo, es un software administrativo que permite llevar un registro detallado de las operaciones de la empresa. Su mercado objetivo son las medianas y pequeñas empresas de los sectores industrial, comercial y de servicios.

SIIGO se caracteriza principalmente por ser un sistema basado en documentos fuente (Facturas, Recibos de Caja, Cheques, etc.), es decir, que mediante la elaboración de éstos directamente en el computador se actualizan en línea y



tiempo real todos los registros de la Empresa en lo referente a: Cartera, Cuentas por Pagar, Inventarios, Costos de Producción, Activos Fijos, Pedidos, Compras, Presupuesto, Contabilidad, Nómina y Ventas, por lo cual no se requiere de expertos para que se empiece a utilizar.

Ventajas:

- Mantenimiento de la información en línea
- Manejo multi bodegas
- Soporte remoto
- Información para toda la cadena logística
- Mediano costo de adquisición y mantenimiento
- Asegura la integridad y consistencia total entre sus diferentes aplicaciones, al funcionar alrededor del sistema contable.
- Mediano costo de adquisición y mantenimiento.
- Manejado por empresas reconocidas a nivel nacional.

Desventajas:

- Pérdida de trazabilidad de los equipos individualmente.
- No es especializado en manejo de inventarios.

## 6. ANALISIS ECONOMICO DE LOS SOFTWARES PARA INVENTARIO

Como se puede observar, cada software tiene unas ventajas y desventajas, las cuales deben colocarse en consideración por las directivas de una empresa, en el momento de escoger con que manejar su inventario.

Ya que el aspecto económico juega un papel importante en esta decisión, a continuación se detallan los costos asociados a la adquisición e implementación de cada uno de ellos:

### 6.1 ANALISIS ECONOMICO WMS SISLOGIC

Dado que este software es manejado por su creador y propietario, no se realiza la venta de su paquete, solo se maneja la figura de renta mensual, con la siguiente propuesta para una empresa prestadora de servicios petroleros, durante el primer año:

**Tabla 5.** Análisis económico WMS Sislogic

<b>WMS SISLOGIC</b>			
<b>SERVICIOS PROFESIONALES WMS SISLOGIC</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TIPO</b>	<b>TOTAL</b>
Valor Implementación WMS Sislogic (COP\$) Incluye: Asesoría durante cuatro meses (El valor se difiere en 4 meses)	1	STANDARD	\$ 14.000.000
<b>SUBTOTAL PESOS COLOMBIANOS</b>			<b>\$ 14.000.000</b>
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO WMS SISLOGIC</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TOTAL</b>
Mantenimiento Licencias y asesorías en Bogotá WMS Sislogic/Año	\$ 1.800.000	9 Mes	\$ 16.200.000
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 16.200.000</b>
<b>TOTAL PROYECTO WMS Sislogic (Licencias, Implementacion y mantenimiento anual)</b>			<b>\$ 30.200.000</b>

### 6.2 ANALISIS ECONOMICO WMS – LAB SOFTWARE

Este software, propiedad de la empresa Systech, presenta dos alternativas: compra y renta, sin embargo los altos precios de compra hacen que las empresas por lo general solo consideren la renta:

**Tabla 6. Análisis Económico Venta WMS – LAB SOFTWARE**

<b>WMS LAB SOFTWARE VENTA</b>			
TRM0 02/08/2016			2867
CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
<b>LICENCIAS</b>			
Usuario Profesional (CD para Bogotá, Neiva, Barranca)	\$ 90.000.000	3	\$ 270.000.000
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 270.000.000</b>
<b>SERVICIOS PROFESIONALES WMS LAB SOFTWARE</b>			
CONCEPTO	CANTIDAD	TIPO	TOTAL
Valor Implementación WMS Lab Software (COP\$) Incluye: 120 de proyecto en gerencia, consultoría, ingeniería y capacitación.	1	BASIC	\$ 18.000.000
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 18.000.000</b>
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO WMS LAB SOFTWARE</b>			
CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Mantenimiento Licencias Soporte y actualización / año	\$ 2.000.000	12 Mes	\$ 24.000.000
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 24.000.000</b>
<b>TOTAL PROYECTO WMS LAB SOFTWARE (Licencias, Implementación y mantenimiento anual)</b>			<b>\$ 312.000.000</b>

**Tabla 7. Análisis Económico Renta WMS – LAB SOFTWARE**

<b>WMS LAB SOFTWARE RENTA</b>			
TRM0 02/08/2016			2867
CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
<b>LICENCIAS</b>			
Usuario Profesional (CD para Bogotá, Neiva, Barranca)	\$ 2.400.000	3	\$ 7.200.000
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 7.200.000</b>
<b>SERVICIOS PROFESIONALES WMS LAB SOFTWARE</b>			
CONCEPTO	CANTIDAD	TIPO	TOTAL
Valor Implementación WMS Lab Software (COP\$)	1	BASIC	\$ 18.000.000
<b>SUBTOTAL PESOS COLOMBIANOS</b>			<b>\$ 18.000.000</b>
<b>TOTAL PROYECTO WMS LAB SOFTWARE (Licencias, Implementación y mantenimiento anual)</b>			<b>\$ 25.200.000</b>

### 6.3 ANALISIS ECONOMICO SAP Business One

Actualmente se encuentran precios bastante competitivos en el software SAP, comparados con los precios manejados hace algunos años.

Teniendo en cuenta que esta es catalogada como mediana empresa, no se requiere la versión mas extensa del SAP, con lo cual contamos con la siguiente cotización:

**Tabla 8.** Análisis Económico SAP Business One

<b>SAP BUSINESS ONE LICENCIAS</b>			
TRM0 02/08/2016			2867
CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
<b>LICENCIAS</b>			
Usuario Profesional	U\$ 2.650	1	U\$ 2.650
Usuario Limitado (CRM, Financiero, Logístico)	U\$ 1.400	20	U\$ 28.000
<b>SUBTOTAL</b>			<b>U\$ 30.650</b>
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 87.873.550</b>
<b>SERVICIOS PROFESIONALES SAP BUSINESS ONE</b>			
CONCEPTO	CANTIDAD	TIPO	TOTAL
Valor Implementación SAP Business One (COP\$) Incluye: Activos Fijos y parametrización NIIF	1	BASIC	\$ 32.500.000
<b>SUBTOTAL PESOS COLOMBIANOS</b>			<b>\$ 32.500.000</b>
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO SAP BUSINESS ONE</b>			
CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Mantenimiento Licencias SAP 17% / Año	U\$ 434	12 Mes	U\$ 5211
Mantenimiento Localización SAP Colombia U\$1200 / Año	U\$ 100	12 Mes	U\$ 1200
<b>SUBTOTAL DOLARES</b>			<b>U\$ 6.411</b>
<b>TOTAL PROYECTO SAP (Licencias, Implementación y mantenimiento anual)</b>			<b>\$ 138.752.454</b>

#### 6.4 ANALISIS ECONOMICO SIIGO

El SIIGO es el software contable que actualmente maneja la compañía, lo que indica que aunque relacionemos el precio de adquisición, la empresa no debe tenerlo en cuenta para su flujo de caja en caso que requiera continuar con dicho software, aunque sus beneficios en cuanto a inventarios son limitados:

**Tabla 9.** Análisis Económico SIIGO

<b>SIIGO</b>			
TRM0 02/08/2016			2867
CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
<b>LICENCIAS</b>			
Usuario Profesional. Incluye implementación y parametrización NIIF	\$ 10.000.000	1	\$ 10.000.000
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 10.000.000</b>
<b>CONTRATO DE MANTENIMIENTO SIIGO</b>			
CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
Mantenimiento Licencias SIIGO 20% / Año	\$ 166.667	12 Mes	\$ 2.000.000
<b>SUBTOTAL PESOS</b>			<b>\$ 2.000.000</b>
<b>TOTAL PROYECTO SIIGO (Licencias, Implementación y mantenimiento anual)</b>			<b>\$ 12.000.000</b>

## 7. CONCLUSIONES

- La globalización que se ha dado durante los últimos años ha obligado a las empresas a prestar mayor atención a las necesidades y expectativas de sus clientes, lo que se traduce en elevar sus niveles de competitividad. Mantener un modelo de gestión de inventarios adecuado, que permita mantener las cantidades adecuadas en el momento adecuado, contribuye con esta premisa, generando notables mejorías en el nivel de servicio de cada proceso involucrado y creando un ambiente de mejora en la organización.
- Cada empresa es diferente, por lo tanto se deben analizar sus condiciones para determinar qué modelo es el más adecuado. En este caso se determinó que el modelo que mejor se ajusta para la empresa prestadora de servicios petroleros es Determinístico de compras sin déficit, el cual se adapta a las condiciones actuales y le permite a la empresa tener mayor rentabilidad y menor costo.
- En este momento el software técnicamente más completo para manejo de inventarios de una empresa prestadora de servicios petroleros es el SAP Business One, sin embargo, dado que algunas empresa tienen posibilidades económicas limitadas, pueden optar por cualquiera de los software descritos en esta monografía, teniendo en cuenta sus debilidades y fortalezas.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Para conseguir buenas prácticas en el manejo de inventarios y fomentar la cultura de toma de decisiones soportadas en métodos cuantitativos, se propone la implementación de un procedimiento de trabajo que abarque desde la recogida y registro de información hasta el análisis para la toma de decisiones.
- Para implementar el nuevo sistema de inventarios es necesario realizar acciones de sensibilización que provengan de la alta dirección hacia los procesos claves, que incluyen la gerencia operativa, financiera y de inventarios. Para el personal relacionado con la gestión de inventarios se hacen necesarias acciones de capacitación, en temáticas afines a la forma de control del inventario y el monitoreo de los tiempos correspondientes para cada equipo.

## BIBLIOGRAFIA

MONTREAL José Lluís. Inventario. En: Oceano Uno Diccionario Enciclopédico Ilustrado. Barcelona, España: Ediciones Océano, año 2005. ISBN 84-7764-217-6

-----, José Lluís. Costo. En: Oceano Uno Diccionario Enciclopédico Ilustrado. Barcelona, España: Ediciones Océano, año 2005. ISBN 84-7764-217-6

MULLER Max. El inventario como dinero. En: Fundamentos de Administración de Inventarios. 20. Ed. Traducción por Efraín Sánchez; Revisión técnica Alvaro José Hurtado. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2004. p.22-23. ISBN 958-04-8457-0

CASTILLO GOMEZ Karla Alicia. Inventarios. En: Tesis Propuesta de política de inventarios para productos "A" de la empresa REFA Mexicana S.A. de C.V. México, año 2005. p.15.

SUAREZ CERVERA María Luisa. La gestión de stocks. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.42. ISBN 978-958-762-061-0

-----, María Luisa. La gestión de stocks. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.57. ISBN 978-958-762-061-0

-----, -----, María Luisa. La gestión de stocks. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.64. ISBN 978-958-762-061-0

-----, -----, María Luisa. La gestión de stocks. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.65-75. ISBN 978-958-762-061-0

-----, -----, María Luisa. Gestión de stocks Modelos deterministas. En: Gestión de inventarios Una nueva fórmula de la competitividad. 1. Ed. Bogotá: Ediciones de la U, año 2012. p.112. ISBN 978-958-762-061-0

GUERRERO SALAS Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.36-37. ISBN 978-958-648-583-8

-----, Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.54-55. ISBN 978-958-648-583-8

-----, -----, Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.64-65. ISBN 978-958-648-583-8

-----,-----Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.59-60. ISBN 978-958-648-583-8

-----,-----Humberto. Modelos determinísticos. En: Inventarios. 1. Ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, año 2009. p.70,71,79,80. ISBN 978-958-648-583-8

NARASIMHAN Seetharama L.; MCLEAVEY Dennis W. y BILLINGTON Peter J. Modelo de cantidad de pedido para reabastecimiento conjunto. En: Planeación de la producción y control de inventarios. 2. Ed. Traducción por Adolfo Deras Quiñonez; Revisión técnica Guillermo Haaz Diaz. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, año 1996. p.120-121. ISBN 013-186214