

# **Propuesta para el diseño y layout de bodega para la empresa Maple Oil S.A.S**

**Trabajo de grado para obtener el título de  
Especialista en Gerencia con Énfasis en Logística y Comercio Internacional**



**Universidad Externado de Colombia  
Facultad de Administración de Empresas  
Especialización en Gerencia con Énfasis en Logística y Comercio Internacional**

**Tutor:**

**Juan Diego Álzate**

**Phd(c) Strategic Administration**

**Iván Darío Barrera Bermúdez & Diego Fernando Molano Rivera**

**Julio de 2017**

## 1. TABLA DE CONTENIDO

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1.      | TABLA DE CONTENIDO.....                | i  |
| 1.      | Introducción.....                      | 1  |
| 2.      | Objetivos.....                         | 2  |
| 2.1.1   | Objetivo General.....                  | 2  |
| 2.1.2   | Objetivos Específicos.....             | 2  |
| 3.      | Antecedentes Generales.....            | 3  |
| 3.1.1   | Misión.....                            | 3  |
| 3.1.2   | Visión.....                            | 3  |
| 3.1.3   | Portafolio.....                        | 4  |
| 4.      | Justificación.....                     | 6  |
| 4.1.1   | Situación actual de la bodega.....     | 6  |
| 4.1.2   | Capacidad de almacenamiento.....       | 8  |
| 4.1.3   | Situación actual del inventario.....   | 9  |
| 4.1.4   | Control de inventarios.....            | 10 |
| 4.2.1.1 | Toma de inventario.....                | 10 |
| 4.2.1.2 | Software utilizado.....                | 11 |
| 4.2.1.3 | Compra de insumos.....                 | 12 |
| 4.2.1.4 | Planeación del stock.....              | 12 |
| 4.2.1.5 | Riesgos actuales.....                  | 12 |
| 4.1.5   | Área de ejecución del proyecto.....    | 13 |
| 4.1.6   | Desarrollo del proyecto.....           | 14 |
| 5.      | Marco contextual.....                  | 15 |
| 5.1.1   | Tipos de inventarios.....              | 16 |
| 5.1.2   | Inventario de materia prima.....       | 16 |
| 5.1.3   | Inventario de producto en proceso..... | 16 |
| 5.1.4   | Inventario de producto terminado.....  | 16 |
| 5.1.5   | Inventario en consignación.....        | 16 |
| 5.1.6   | Inventario en transito.....            | 16 |
| 5.2     | Modelos de inventario.....             | 17 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 5.2.1   | Cantidad económica de la orden (EOQ) .....  | 18 |
| 5.2.2   | Sistema de revisión continua .....  | 20 |
| 5.2.3   | Administración de inventarios ABC .....   | 21 |
| 6.      | Planeación de Demanda .....   | 23 |
| 6.1     | Métodos de pronóstico: .....  | 23 |
| 6.1.1   | Métodos cualitativos .....  | 23 |
| 6.1.1.1 | Método Delphi: .....  | 23 |
| 6.1.1.2 | Estudios de mercado: .....  | 23 |
| 6.1.1.3 | Analogía del ciclo de vida: .....   | 23 |
| 6.1.1.4 | Criterio informado: .....   | 24 |
| 6.1.2   | Métodos cuantitativos .....   | 24 |
| 6.1.2.1 | Análisis de series de tiempo: .....   | 24 |
| 6.1.2.2 | Promedios Móviles: .....  | 25 |
| 6.1.2.3 | Promedio móvil ponderado: .....   | 25 |
| 6.1.2.4 | Suavización exponencial: .....  | 26 |
| 6.1.2.5 | Estacional simple: .....  | 26 |
| 6.1.2.6 | Suavización exponencial adaptativa: .....   | 26 |
| 6.1.2.7 | Errores de pronóstico: .....  | 27 |
| 6.1.3   | Métodos causales de pronóstico: .....   | 28 |
| 6.1.3.1 | Regresión lineal: .....   | 28 |
| 7.      | Modelo de inventarios tipo ABC .....  | 29 |
| 8.      | Calculo de la demanda .....   | 34 |
| 8.1.1   | Histórico de ventas de la referencia ISP-0160 (Control line) .....                        | 34 |
| 9.      | Propuestas para la distribución física del inventario en Maple Oil Tools .....            | 37 |
| 9.1.1   | Propuesta 1 .....   | 37 |
| 9.1.2   | Propuesta 2 .....   | 40 |
| 10.     | Viabilidad económica del proyecto .....   | 42 |
| 11.     | Modelo de distribución física seleccionado .....  | 48 |
| 12.     | Indicadores de gestión de almacenamiento .....  | 53 |
| 13.     | Viabilidad de traer la base de Bucaramanga y unirla con la que se encuentra en Funza .... | 57 |
| 14.     | Recomendaciones .....   | 60 |

|     |                   |    |
|-----|-------------------|----|
| 15. | Conclusión.....   | 61 |
| 16. | Bibliografía..... | 62 |

## Lista de Figuras

Pág.

|   |    |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Imágenes del estado actual de la bodega de MOT .....   | 7  |
| <i>Figura 2.</i> Histórico de Inventarios en el tiempo .....  | 9  |
| <i>Figura 3.</i> Plano de la bodega de MOT .....  | 13 |
| <i>Figura 4.</i> Distribución actual bodega de almacenamiento.....  | 14 |
| <i>Figura 5.</i> Patrones de la demanda independiente y dependiente en un tiempo determinado .....  | 18 |
| <i>Figura 6</i> Niveles de inventario EOQ .....   | 19 |
| <i>Figura 7</i> Sistema de revisión continua.....   | 20 |
| <i>Figura 8</i> Componentes de una serie de tiempo.....   | 24 |
| <i>Figura 9.</i> Número de artículos Vs. Valor monetario (Costo Unitario) .....   | 31 |
| <i>Figura 10.</i> Número de artículos Vs. Valor monetario (Rotación) .....  | 32 |
| <i>Figura 11.</i> Histórico de ventas. Ref: ISP-0160 (Control line).....  | 35 |
| <i>Figura 12.</i> Histórico de ventas. Ref: ISP-0160, arrojado por modelo SPSS .....  | 35 |
| <i>Figura 13.</i> Predicción de demanda para el año 2017 con modelo de suavización exponencial<br>(Estacional simple). Ref: ISP-0160 Fuente: SPSS – IBM. .... | 36 |
| <i>Figura 14.</i> Plano esquemático de la propuesta 1. ....   | 38 |
| <i>Figura 15.</i> Plano esquemático de la propuesta 2. ....   | 40 |
| <i>Figura 16.</i> Distribuciones físicas de bodega propuestas.....  | 48 |
| <i>Figura 17.</i> Ventajas propuesta 1. ....  | 50 |
| <i>Figura 18.</i> Ventajas y desventajas propuesta 2.....   | 51 |

## Lista de Tablas

|   | Pág |
|---|-----|
| Tabla 1. <i>Líneas de negocio de MOT</i> .....  | 4   |
| Tabla 2. <i>Capacidad de almacenamiento MOT</i> .....   | 8   |
| Tabla 3. <i>Valorización de Inventarios en el tiempo</i> .....  | 9   |
| Tabla 4. <i>Toma de inventario, según procedimiento MOT</i> . ....  | 11  |
| Tabla 5 <i>Modelo de administración de inventarios tipo ABC para MOT, por costo de Inventario</i> .<br>.....  | 31  |
| Tabla 6. <i>Modelo de administración de inventarios tipo ABC para MOT, por Rotación de inventarios</i> . .... | 32  |
| Tabla 7. <i>Cotización estantería proyectada</i> . ....   | 42  |
| Tabla 8. <i>Costos de almacenamiento actuales bodega Funza</i> . ....   | 43  |
| Tabla 9. <i>Costos de almacenamiento bodega futura</i> . ....   | 44  |
| Tabla 10. <i>Costos anuales de arrendamiento</i> . ....   | 44  |
| Tabla 11. <i>Propuesta comercial del proveedor seleccionado</i> . ....  | 45  |
| Tabla 12. <i>Ahorro y recuperación de la inversión</i> . ....   | 46  |
| Tabla 13. <i>Ahorro de la empresa en el tiempo</i> . ....   | 47  |
| Tabla 14. <i>Indicadores de gestión</i> .....   | 53  |
| Tabla 15. <i>Metas para los indicadores de gestión</i> .....  | 54  |
| Tabla 16. <i>Indicadores de gestión consolidados</i> .....  | 55  |
| Tabla 17. <i>Costos de movilización entre bases</i> .....   | 57  |
| Tabla 18. <i>Costos operativos actuales Vs. Costo proyectado</i> .....  | 59  |

## 1. Introducción

Las bodegas que se destinan al almacenamiento de insumos y/o productos terminados en la actualidad, buscan llevar la distribución de su espacio físico a un nivel óptimo, debido que al tener una subutilización o un exceso en el área del almacenamiento de una compañía impacta directamente en los costos y en el nivel de servicio que esta presta.

El presente trabajo hace referencia a la optimización del espacio de almacenamiento que se tiene actualmente en la bodega principal de la compañía Maple Oil Tools S.A.S ubicada en el municipio de Funza-Cundinamarca, debido a una necesidad latente de un cambio a una bodega con un espacio mayor debido a que no se cuentan con los espacios de almacenamiento suficientes para suplir las necesidades de las diferentes líneas de trabajo con las que cuenta la compañía.

A lo largo del presente trabajo se propondrán diferentes modelos de distribución del área de almacenamiento de la compañía, su valor, tiempos de entrega y su viabilidad económica para poder acceder a la realización de este proyecto. Complementando el trabajo, se evaluarán las referencias para determinar la rotación de cada una de ellas de acuerdo a su demanda con el fin de identificar el inventario slow mover y poder tomar acciones frente a estos; finalmente se medirá la eficacia del proyecto mediante indicadores de gestión de área de almacenamiento de la compañía.

A continuación se presentará el desarrollo del trabajo para la optimización del espacio de almacenamiento de la bodega principal de Maple Oil Tools.

## 2. Objetivos

### 2.1.1 Objetivo General

Optimizar el espacio de almacenamiento de Maple Oil Tools mediante el diseño o layout de una mejor distribución física de materiales para la bodega principal, logrando un aumento del 30% en la capacidad de almacenamiento de la bodega, en un periodo no mayor a 6 meses.

### 2.1.2 Objetivos Específicos

- Establecer un modelo de inventario tipo ABC.
- Realizar diferentes diseños o Layout para encontrar el mejor método de almacenamiento para la compañía.
- Evaluar la viabilidad económica del proyecto para la compañía, realizando un comparativo de las diferentes propuestas de diseño planteadas.
- Elegir el mejor modelo de distribución física del inventario de la compañía.
- Realizar la distribución física de la bodega de acuerdo a la mejor opción, siempre y cuando el proyecto sea aprobado por la compañía.
- Estudiar la viabilidad de traer la base de Bucaramanga con el espacio que se optimizaría en la bodega principal en Funza.
- Implementar indicadores de gestión que permitan cuantificar la optimización del almacenamiento.
- Elegir o determinar un modelo matemático que se ajuste al comportamiento de venta de las referencias catalogadas como PUSH.



### **3. Antecedentes Generales**

Maple Oil Tools S.A.S (en adelante MOT) es una compañía colombiana creada en el año 2008 que se dedica a la manufactura y distribución de herramientas y equipos para el sector petrolero en las áreas de completamiento y levantamiento artificial.

#### **3.1.1 Misión**

La creatividad es el pilar fundamental de nuestras acciones alrededor de la cual generamos una red de innovación en herramientas, servicios y soluciones para la industria petrolera que nos convierte en aliados de nuestros clientes. El sobresaliente desempeño de los productos y servicios que desarrollamos contribuyen al cumplimiento de las metas del sector petrolero latinoamericano (Maple Oil Tools SAS, 2016).

#### **3.1.2 Visión**

En 2020 seremos un proveedor de soluciones para el mercado de perforación, completamiento y producción de pozos con presencia en el mercado petrolero de la región andina; pioneros y líderes en el desarrollo del producto Colombiano. Nuestra marca será sinónimo de confiabilidad de los productos, audacia en el desarrollo de nuevas soluciones y adaptabilidad en la aplicación. El posicionamiento en el estratégico mercado petrolero, hará de Maple Oil Tools S.A.S una compañía de alta rentabilidad y garantizada sostenibilidad. Seremos un lugar en el que todos podemos cumplir nuestras metas; nos inspira el crecimiento y la construcción del país. (Maple Oil Tools SAS, 2016).

### 3.1.3 Portafolio

La compañía tiene en su portafolio diferentes servicios que dan solución a las necesidades de la industria petrolera en el país. Cuenta con herramientas, repuestos y accesorios propios tanto para la venta como para la prestación de servicios a los diferentes clientes. Así mismo cuenta con el servicio de Machine Shop, ubicado en la base de Bucaramanga, el cual se enfoca en el diseño y elaboración de herramientas que suplan las necesidades del cliente interno y externo. A continuación se describen brevemente los servicios que la compañía ofrece en el mercado.

(Maple Oil Tools SAS, 2016).

Tabla 1.  
*Líneas de negocio de MOT*

| <b>MAPLE OIL TOOLS S.A.S</b>    |  |
|---------------------------------|--|
| <b>LÍNEAS DE NEGOCIO</b>        |  |
| Completamiento de Pozos         | Empaques y accesorios para pozos inyectoros y productores.   |
| Sand Control / Control de Arena | Trabajos de empaquetamiento con grava en pozos verticales y colgadores de linerranurado en pozos horizontales.           |
| Corrida de Casing               | Representación de Premiere Inc, empresa líder en la corrida de revestimiento.  |
| Coiled Tubing                   | Representación de Thru Tubing Solutions Inc, empresa especializada en la industria del coiled tubing y snubbing.         |
| Protección de Tubería           | Elementos que evitan el desgaste de la tubería de producción por contacto con la sarta de varillas.                      |
| Machine Shop                    | Diseño y fabricación de piezas y herramientas para el sector (crossovers, pup joints, blast joints y piezas bajo planos) |

Para cumplir con las diferentes operaciones y requerimientos por parte de los clientes, MOT debe disponer de un inventario suficiente ya que muchos de los requerimientos son inesperados y no hay forma de prever estas solicitudes con tiempo. En este orden de ideas, la empresa cuenta, tanto en la base de Funza como de Bucaramanga, con un inventario de herramientas, repuestos y materia prima para cualquier eventualidad que se llegase a presentar, sin embargo, al ser la demanda tan variable, en varias ocasiones se presenta desabastecimiento de su inventario, lo que obliga al área comercial y de logística, a generar requisiciones y compras de último momento, añadiendo sobrecostos a la operación ya que esta importación debe hacerse de última hora.

Para corregir este desabastecimiento la gerencia de operaciones junto con el área comercial ha venido trabajando para generar pronósticos de venta y así mismo poder anticiparse a los requerimientos del sector y con ello poder manejar un inventario más organizado.

Muchas de las herramientas y tubería incluidas dentro del portafolio son de gran tamaño, lo que dificulta en ocasiones su organización y distribución dentro de la bodega; otras, por el contrario, son mucho más pequeñas y a su vez costosas, lo que obliga a tenerlas custodiadas de forma más segura para evitar su pérdida. En ambos casos se ha intentado designar áreas específicas para su almacenamiento, sin embargo se siguen haciendo esfuerzos para lograr una mejor distribución de los espacios dentro de la bodega.

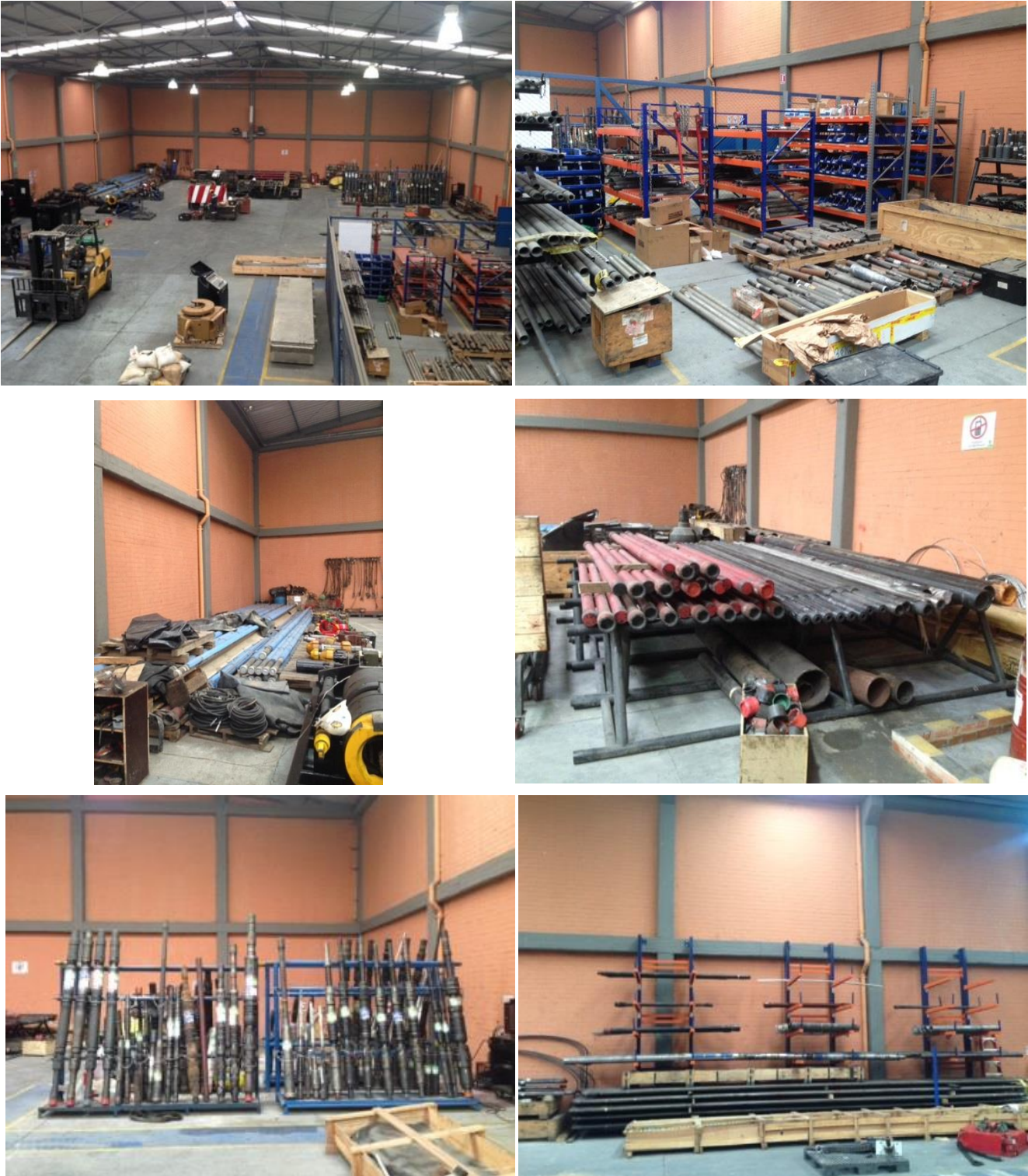
#### **4. Justificación**

En la actualidad Maple Oil Tools S.A.S tiene dentro de su bodega principal áreas que no son aprovechadas en su totalidad, lo cual representa aprox. el 25% del área y el 69% del volumen total de la bodega, lo que hace necesario la re organización de sus sistemas de almacenamiento mediante el diseño de un nuevo y apropiado modelo de distribución física de acuerdo a las características del negocio, evaluando los diferentes métodos para el almacenamiento del producto terminado de la compañía y la implementación de un sistema de administración de inventarios adecuado que permita controlar de manera óptima el inventario de la organización.

Estas mejoras tienen como objetivo optimizar la capacidad de la bodega, garantizando la disponibilidad de las diferentes herramientas y equipos necesarios para atender la demanda de los proyectos actuales y futuros, evitando el cambio a una bodega más grande. De igual forma, con la implementación de un sistema de inventarios adecuado y una distribución física acorde a las necesidades de la empresa, se buscara la reducción en los errores de conteo del inventario teniendo como meta un porcentaje no mayor al 5%, garantizando así la confiabilidad de la información.

##### **4.1.1 Situación actual de la bodega**

La empresa, y como se puede observar en la Figura 1, cuenta con un alto número de herramientas y equipos distribuidos en su bodega principal resultante de su operación normal pero también por la falta de asignación de espacios específicos en los cuales el personal pueda almacenar dicho inventario; en otras palabras, los elementos son ubicados de forma aleatoria e inadecuada en cualquier espacio libre o disponible, sin tener en cuenta su tamaño, su costo o su uso próximo.



*Figura 1.* Imágenes del estado actual de la bodega de MOT  
Fuente: Imágenes propias.

#### 4.1.2 Capacidad de almacenamiento

Como se nombró anteriormente el área de almacenamiento disponible es de 1.000m<sup>2</sup>, los cuales por las características físicas de la carga son utilizados de forma horizontal. A diferencia de las grandes superficies o Centros de Distribución en donde se miden números de racks y posiciones de almacenamiento, si evaluamos la capacidad de la bodega en términos de volumen, se puede hablar que se cuenta con un espacio real de almacenamiento o Capacidad Instalada de aprox. 7.000 m<sup>3</sup>, hábiles para ser utilizados tanto horizontal como verticalmente.

La compañía cuenta, entre otros, con 02 estanterías verticales de 4 metros de altura, estantería de piso para almacenamiento de herramientas y estantería tipo rack de altura estándar (2 metros) para el almacenamiento de repuestos, herramienta y demás inventario propio de su negocio. A su vez, estantería o bases de piso en acero (también llamados Burros) para el posicionamiento de tubería y herramienta larga. La distribución de estos medios de almacenamiento es en su mayoría horizontal, sobresaliendo tan solo la estantería vertical que llega a los 4 metros. Por este motivo se recomienda la re distribución de la bodega y la implementación de mejores medios de almacenamiento verticales para lograr optimizar el espacio disponible.

Tabla 2.  
*Capacidad de almacenamiento MOT*

| <b>CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO</b> |                  |                |
|------------------------------------|------------------|----------------|
| <b>MAPLE OIL TOOLS S.A.S</b>       |                  |                |
|                                    | Unidad de Medida |                |
|                                    | m <sup>2</sup>   | m <sup>3</sup> |
| Capacidad Instalada de la Bodega   | 1,000            | 7,000          |
| Ocupación actual                   | 750              | 2,163          |
| Espacio disponible                 | 250              | 4,837          |
| % de Ocupación                     | 75%              | 30.91%         |

### 4.1.3 Situación actual del inventario

La empresa cuenta con un inventario valorizado en bodega 02 ( Funza) para Junio del 2017 de \$ 3,209,913,485.58 millones de pesos, representado en aprox. 366 referencias, las cuales constituyen la mayoría de herramientas y repuestos disponibles para las diferentes operaciones, esto sin contar con las herramientas catalogadas como activos fijos, las cuales son usadas para la prestación de servicios debido a que estas retornan nuevamente para realizar su respectivo mantenimiento y dejarlas en óptimas condiciones para un nuevo servicio.

Tabla 3.  
Valorización de Inventarios en el tiempo

| <b>VALORIZADO DE INVENTARIOS MOT<sup>1</sup></b> |                  |                  |                  |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Año  | 2013             | 2014             | 2015             | 2016             |
| Valor Inventarios                                | \$ 2,428,829,000 | \$ 4,769,156,000 | \$ 4,326,921,786 | \$ 4,409,408,000 |
| % Variación                                      |                  | 96.36%           | -9.27%           | 1.91%            |

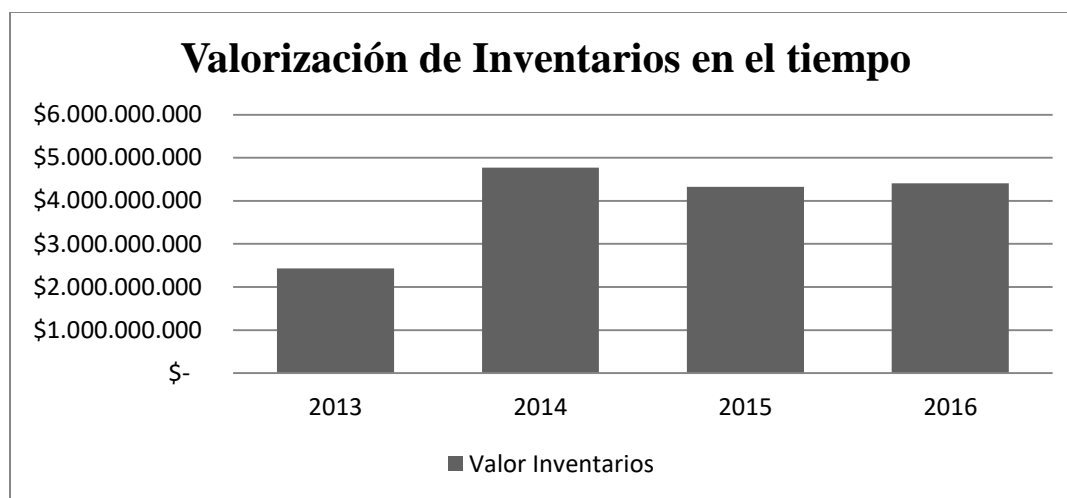


Figura 2. Histórico de Inventarios en el tiempo

Fuente: Elaboración propia. Datos suministrados por la empresa

<sup>1</sup> El porcentaje de variación hace referencia a cifras tomadas en Año 2 menos Año 1

Como se aprecia en la figura 2, el año 2014 tuvo un crecimiento del 96.36% respecto al valor del inventario del año 2013, esto debido a un incremento en la exploración y explotación de crudo en el país. A su vez se ve una caída del 9.27% en el inventario del año 2015, teniendo como causas principales el impacto del dólar y la caída del precio del crudo y por ende en la inversión o compra de producto terminado y materia prima respecto a los periodos anteriores.

#### **4.1.4 Control de inventarios**

MOT cuenta en la actualidad con un Procedimiento de Control de Inventarios<sup>2</sup> el cual brinda las directrices para la administración de éstos en la compañía, detallando su objetivo, alcance, responsables y demás información importante a tener en cuenta.

##### **4.2.1.1 Toma de inventario**

La toma física del inventario se hace teniendo como base el listado obtenido del software Softland, confrontando las unidades en físico con las cantidades arrojadas por el sistema, y anotando las diferencias o inconsistencias a que den lugar. Al encontrarse diferencias se debe remitir a los documentos soporte (remisiones, reintegro de herramientas, etc.) para analizar las causas. Esta toma es realizada por el coordinador de compras e inventarios, el asistente de inventarios y un tercero que hace las veces de auditor interno.

Debido al volumen de trabajo con el que ha contado la compañía, las tomas físicas de inventario en base Funza se han realizado con una frecuencia semestral ó cuatrimestral, sin embargo en el procedimiento están estipuladas las frecuencias para ejecutar dichos conteos.

---

<sup>2</sup> Formato P-CO-1-003 V0: Procedimiento control de Inventarios



Tabla 4.  
Toma de inventario, según procedimiento MOT.

| <b>Inventario</b>     | <b>Frecuencia</b> | <b>Área Responsable</b>     | <b>Fecha de Entrega</b> |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Herramientas Manuales | Trimestral        | Machine Shop Completamiento | Día 25 del mes          |
| Insumos               | Mensual           | Compras e Inventarios       | Día 27 del mes          |
| Producto Terminado    | Mensual           | Machine Shop Completamiento | Día 28 del mes          |
| Materia Prima         | Mensual           | Compras e Inventarios       | Día 29 del mes          |
| Producto en Proceso   | Mensual           | Machine Shop                | Día 30 del mes          |

Como se evidencia en la anterior tabla, el procedimiento actual de toma física de inventario no se ajusta a lo estipulado en el procedimiento, lo que disminuye considerablemente el control que se ejerce sobre el inventario.

#### **4.2.1.2 Software utilizado**

MOT utiliza el software SOFTLAND como su ERP para el control e integración de los diferentes sistemas de gestión tales como compras, inventarios y contabilidad. Este sistema fue implementado desde 2015 y a lo largo de los años ha sido adaptado a las necesidades de la compañía, ayudando a llevar un control más efectivo de toda la información, en especial de los inventarios.

Desde mediados de 2015 se ha venido integrando el módulo de inventarios con el módulo de despachos, es decir, ahora se generan las remisiones a clientes e internas desde el sistema, lo que ha ayudado a llevar un histórico y record de cada despacho, afectando directamente la bodega de

inventarios y con ello simplificando la labor de facturación y de conteo de inventarios ya que la información es manejada en tiempo real.

#### **4.2.1.3 Compra de insumos**

Basados en la solicitud de algún cliente, por la proyección de ventas o por la intención de tener stock de algún insumo o herramienta, y luego de haber revisado el kardex de inventario y confirmar las cantidades en físico, el área comercial (ventas) emite una requisición interna la cual es recibida por el área de compras para luego emitir la orden de compra final que se envía al proveedor.

#### **4.2.1.4 Planeación del stock**

Debido a que la demanda es variable no es fácil conocer con anterioridad que insumos o herramientas se necesitan, a lo que la empresa responde con una estrategia de comprar bajo pedido y tener un stock mínimo de ciertas referencias, esto debido a que los costos de estas herramientas pueden llegar a ser bastante elevados y tenerlos almacenados traduce en tener dinero inactivo, sin embargo, para ciertas referencias en donde la data de la demanda de los trabajos y las ventas es conocida, siempre se trata de tener un stock mínimo de seguridad para evitar tener contratiempos y poder responder a las exigencias de los clientes.

#### **4.2.1.5 Riesgos actuales**

Debido a la falta de una planeación ajustada a la demanda real del sector, la compañía estaría expuesta a un riesgo de desabastecimiento o exceso de existencias, ya que existen factores externos que pueden afectar la cadena de abastecimiento.

El modelo de compra bajo pedido está sujeto a variables tan impredecibles que pueden afectar los lead time de entrega al cliente, como lo son las demoras en los embarques y despachos,

demoras en puerto y temas de transporte, lo cual puede significar el desabastecimiento de materiales y con ello la posible pérdida del negocio o ventas e incurrir en sanciones por el incumplimiento en las fechas de entrega de los pedidos al cliente, al punto de correr el riesgo de que la empresa se quede con este inventario, provocando excesos de existencia e incurriendo en costos de almacenamiento adicionales.

#### 4.1.5 Área de ejecución del proyecto

El proyecto como ya se ha mencionado se realizara en la Bodega Principal de Maple Oil Tools S.A.S la cual se encuentra ubicada en la ciudad de Funza. En la actualidad se cuenta con un área total de 1.200m<sup>2</sup> incluyendo oficinas y segundo piso. Para este trabajo solo se tendrá en cuenta el área destinada para almacenamiento la cual es de aprox. 1.000m<sup>2</sup>, distribuidos en la planta inferior. Adicional, se tendrá en cuenta un área de aprox. 35 m<sup>2</sup> la cual es utilizada en la actualidad como zona de almacenamiento de herramientas y repuestos.

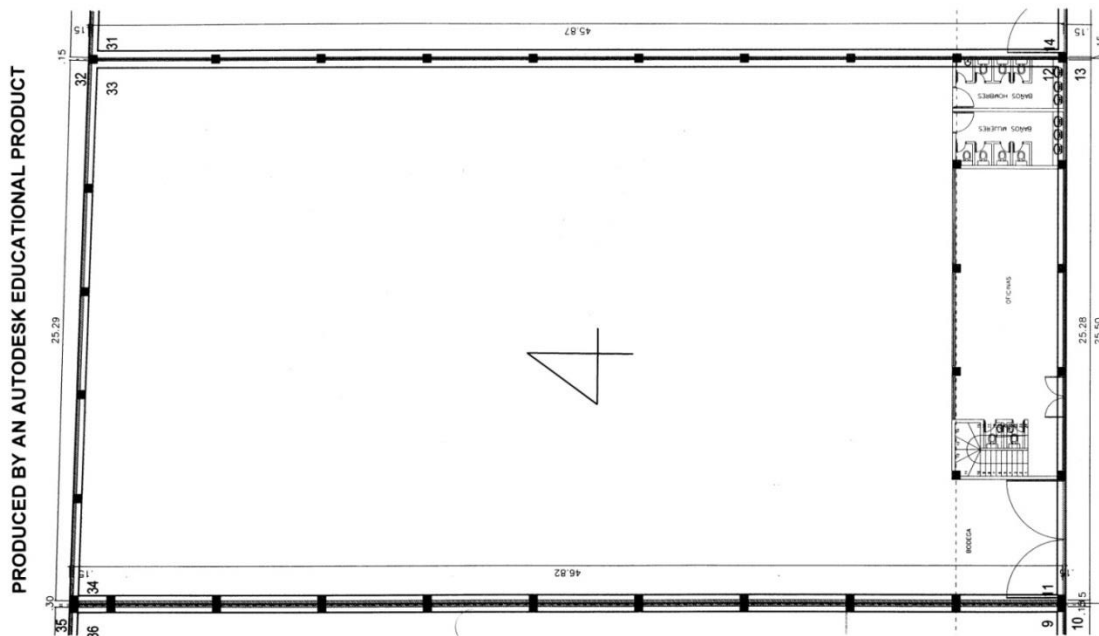
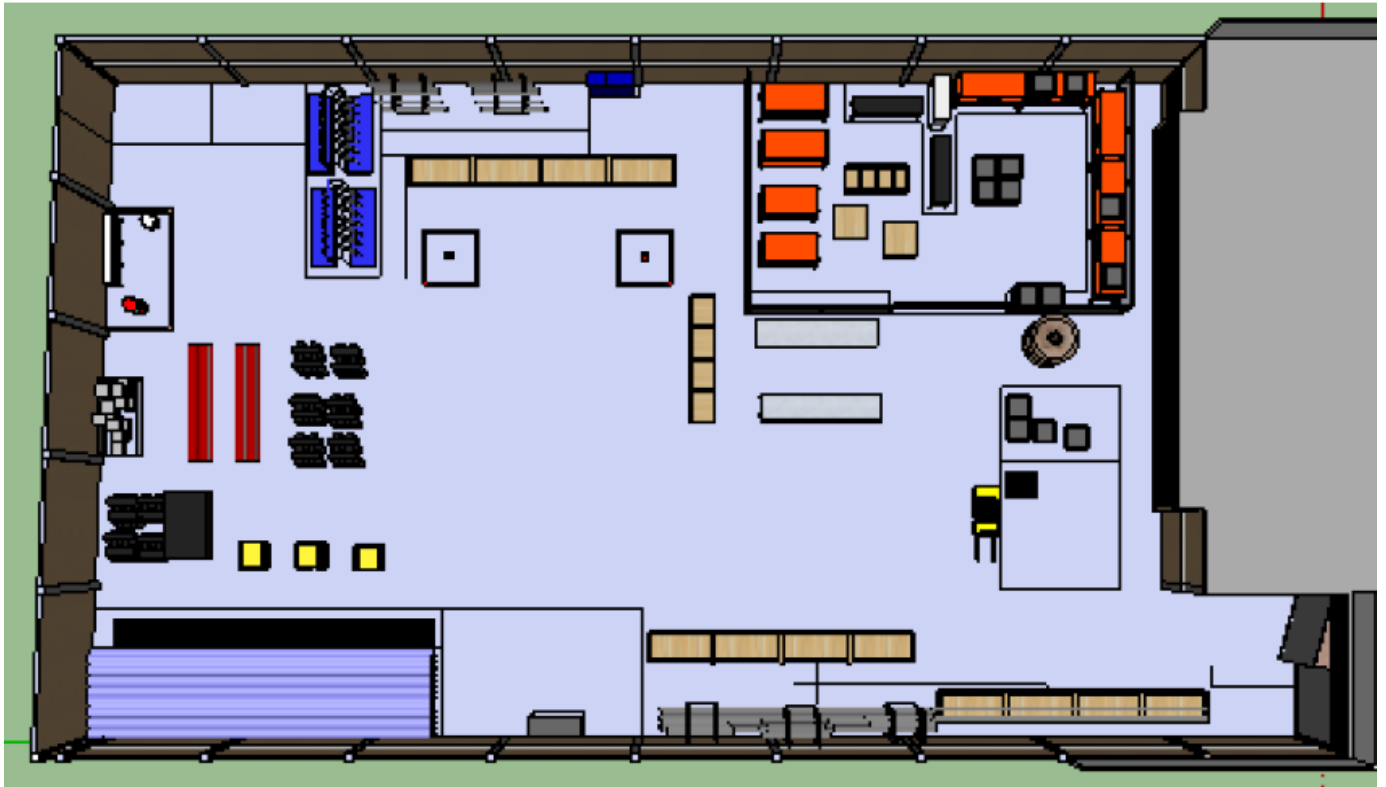


Figura 3. Plano de la bodega de MOT

Fuente: obtenido de documentación de la empresa.



*Figura 4.* Distribución actual bodega de almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.6 Desarrollo del proyecto

El presente trabajo se desarrollara en dos temáticas principales; la primera es lograr la optimización del espacio de almacenamiento de la bodega principal de MOT, identificando áreas de almacenamiento específicas y evaluando diferentes alternativas antes de pensar en hacer uso de instalaciones más grandes. La segunda tiene que ver con la implementación de un sistema de administración de inventarios que permita el correcto funcionamiento y control de estos. Así, se desarrollara un sistema de inventarios tipo ABC, en donde se identificara el inventario más relevante para la compañía y por ende se sugerirá su correcto almacenamiento

## 5. Marco contextual

El control, administración y almacenamiento del inventario de una compañía es una tarea importante para sus administradores, debido a que este representa para la mayoría de las empresas su activo más valioso. Al hablar de un activo valioso, no solo hace referencia al valor económico que este representa para la compañía, sino también, se hace referencia a la ventaja competitiva que un inventario puede representar, en especial en la industria de hidrocarburos, debido a la volatilidad del sector en general - especialmente por los permisos ambientales y el precio del dólar -, lo que obliga a las empresas a diferenciarse por tener un inventario que pueda satisfacer de inmediato las necesidades del cliente.

Como definición, “el inventario es la existencia de productos físicos que se conservan en un lugar y un momento determinado, con el fin de servir de amortiguador al proceso productivo de la organización” (Cardozo, Duarte, & Garnica, 2003). En otras palabras, los inventarios son una parte vital para que las empresas sean competitivas en el medio en que se encuentren y sean capaces de responder a las necesidades del mercado.

Es por este motivo que la administración, control y almacenamiento de los inventarios está definido como “la forma o las estrategias a utilizar para lograr que se mantengan los niveles óptimos de los inventarios requeridos por el proceso productivo de la organización o las necesidades definidas por los clientes” (Cardozo, Duarte, & Garnica, 2003).

### **5.1.1 Tipos de inventarios**

Los inventarios pueden clasificarse principalmente de acuerdo a su forma y a su función. A continuación se listaran aquellos inventarios que tienen relación con MOT.

#### **5.1.2 Inventario de materia prima**

Hace referencia a todo aquel material sin ningún tipo de procesamiento con los que se elaboran los productos finales.

#### **5.1.3 Inventario de producto en proceso**

Son todos aquellos elementos concebidos de la materia prima que han sido procesados parcialmente pero que aún no están listos para ser despachados o entregados.

#### **5.1.4 Inventario de producto terminado**

Hace referencia a aquellos productos que ya han sido procesados en su totalidad o que son adquiridos por la empresa, para ser vendidos finalmente al cliente.

#### **5.1.5 Inventario en consignación**

Son aquellos productos que se entregan para ser vendidos o utilizados pero la propiedad la conserva el proveedor. En este sentido, MOT tiene en consignación ciertas herramientas, elementos y repuestos debido a la representación en Colombia de marcas del exterior. A su vez, es posible que MOT administre y realice mantenimiento a herramienta de diferentes clientes y/o viceversa.

#### **5.1.6 Inventario en tránsito**

Hace referencia a toda aquella materia prima o producto terminado que ha sido pedida por la empresa y que se encuentra en fabricación o en tránsito desde su lugar/país de origen pero que no ha sido recibida e ingresada al inventario. Este tipo de inventario es muy común en MOT debido

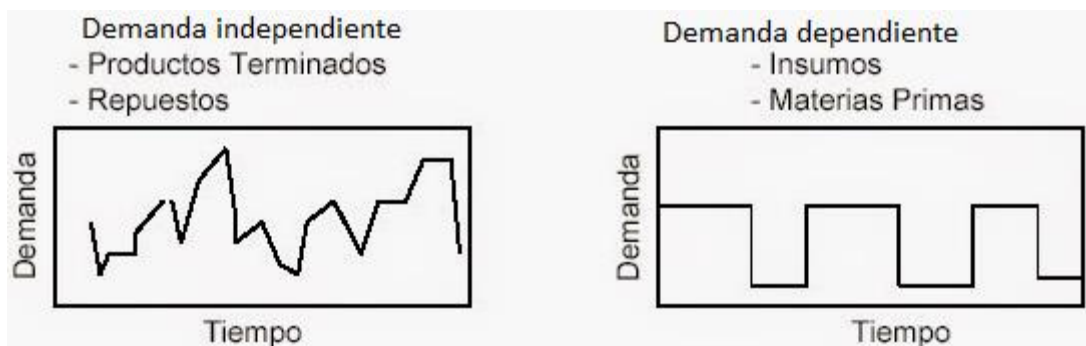
a que un gran porcentaje de su inventario es importado, por ende materiales y herramientas aún se encuentran en tránsito para ser recibidas.

## **5.2 Modelos de inventario**

El inventario de una compañía está sujeto a diferentes variables a considerar en el momento de tomar una decisión sobre la administración de éste y todo su entorno. Esto se debe a que la demanda del inventario puede ser independiente o dependiente, es decir, es algo que fluctúa con el comportamiento del mercado.

La demanda independiente es aquella que “está influida por las condiciones del mercado externas a la empresa; por lo tanto, es independiente de la demanda para cualesquiera otros artículos de inventarios” (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005), y por lo tanto, tiene factores exógenos para la planeación de la demanda de ciertos elementos del inventario. Para la demanda dependiente, los artículos “poseen una demanda que se relaciona con otro artículo y que no queda independientemente determinada por el mercado cuando se construyen productos finales a partir de componentes, la demanda de esos componentes depende de la demanda por el producto final” (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).

En la figura N° 5 se podrá observar la demanda dependiente y la demanda independiente a través del tiempo y como varía en función de este.



*Figura 5.* Patrones de la demanda independiente y dependiente en un tiempo determinado  
Fuente: extraído de <http://alonsolopezmarchant.blogspot.com.co/2014/04/modelos-de-gestion-de-inventarios.html>

Como se puede observar en la figura 5, los patrones de demanda independiente, son muy diferentes a los de la demanda dependiente a través del tiempo, haciéndolos de una u otra manera más complicados en el momento de predecir la demanda para estos productos en específico.

El trabajo fuerte en la administración, control y almacenamiento de los inventarios, se enfoca en la demanda independiente de productos, pues son estos los que son exógenos a la operación de la compañía y no depende de esta. A través de los años y debido a la creciente incertidumbre que existen con los elementos de la demanda independiente, se han creado diferentes técnicas para la adecuada y optima administración de los inventarios de una compañía.

### **5.2.1 Cantidad económica de la orden (EOQ)**

La primera de estas técnicas es la herramienta llamada Cantidad Económica De La Orden (EOQ); la cual se basa en hacer una serie de supuestos que permitan minimizar las variaciones ocasionadas por la demanda independiente.



Estos supuestos son:

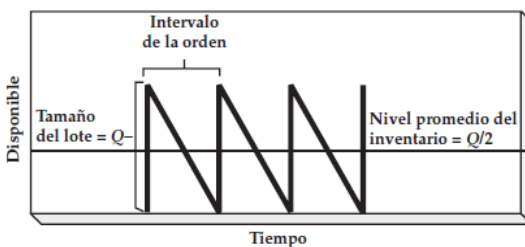
- El patrón de la demanda es constante, recurrente y conocido.
- Tiempos de entrega son constantes y conocidos.
- No existen descuentos en los precios de compra y/o transporte.
- No se consideran ordenes pendientes ni se permiten entregas parciales
- El artículo es de tipo individual, sin interacciones de ninguna clase con otros elementos del inventario.

(Holguín, 2005) (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

Con estos supuestos y las fórmulas matemáticas desarrolladas por Wilson Harris, el inventario de estos productos tiende a ser normalizado y constante, previendo un posible desabastecimiento en un momento dado de una demanda creciente e inesperada. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

Matemáticamente la EOQ se determina mediante el uso de la fórmula que se referencia a continuación.

$$Q = \sqrt{\frac{2 * S * D}{i * C}}$$



$Q$ = cantidad de unidades pedidas  
 $D$ = tasa de la demanda (cantidad de unidades por año/unidad de tiempo).  
 $S$ = costo por orden colocada o costo de preparación.  
 $i$ = tasa de mantenimiento, porcentaje del valor.  
 $C$ = costo unitario, \$ por unidad.

*Figura 6*

Niveles de inventario EOQ

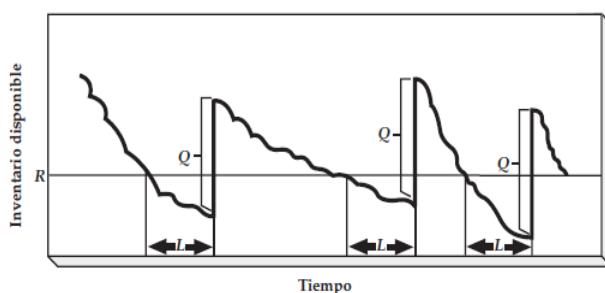
Fuente: (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

En la práctica diaria de la administración, control y almacenamiento de los inventarios, en ciertos sectores es muy poco común que exista una demanda constante de elementos, el cual, es uno de los supuestos en la herramienta Cantidad Económica De La Orden. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

### 5.2.2 Sistema de revisión continua

Este modelo toma todos los supuestos de la teoría planteada por Harris (EOQ) con excepción de la demanda constante de elementos y diseña un sistema práctico que permite una demanda aleatoria de elementos del inventario.

El Sistema de Revisión Continua establece una revisión constante de los inventarios ante cada transacción o movimiento que exista en este, con el objetivo de hacer un seguimiento constante a los elementos que estén en su inventario, incluidos los que ya se compraron aun sin haber llegado, y no dejarlos disminuir del nivel mínimo establecido por la compañía, teniendo en cuenta los lead time de entrega por parte de los proveedores y así de esta manera evitar un desabastecimiento en el inventario. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)



*Figura 7*

Sistema de revisión continua

Fuente: (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

Mediante el uso de este método se establece el punto de re orden ( $R$ ) teniendo en cuenta el lead time desde cuando se genera la orden hasta cuando entrega finalmente el proveedor, y un stock de seguridad que permita que no se genere desabastecimiento del inventario durante este periodo.

Estos dos sistemas referenciados anteriormente son ampliamente utilizados en la actualidad, debido a su funcionalidad y versatilidad; cada uno de estos se puede utilizar en diferentes compañías con condiciones de inventarios particulares y únicas, estudiando cuál de estas es más favorable para la ejecución de la administración, control y almacenamiento de los inventarios de esta.

### **5.2.3 Administración de inventarios ABC**

Otra técnica para la administración de los inventarios en una compañía es la denominada Administración De Inventarios ABC, elaborada por el señor Vilfredo Pareto en 1906. Este personaje observo que por lo general en los inventarios un número pequeño de artículos da cuenta de la mayor parte del valor de los inventarios; por lo tanto, es posible administrar este número reducido de manera intensiva y controlar gran parte del valor del inventario (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).

Este tipo de administración, control y almacenamiento se conoce comúnmente como Inventario ABC. Como lo expresan Schroeder, Meyer y Rungtusanatham en su libro Administración de Operaciones, este método se basa en separar los elementos que hacen parte del inventario en tres tipos; los A son considerados los elementos que mayor dinero representan en el inventario, generalmente corresponde al 20 % de los artículos y al 80 % del valor monetario del inventario. El inventario tipo B corresponde generalmente al 30 % de los artículos y al 15 % del

valor monetario del inventarios y el tipo C corresponde al 50 % de los artículos y al 5 % del valor monetario del inventario.

Así pues, es el inventario tipo A en el que se deben centrar todos los esfuerzos para controlarlo, administrarlo y almacenarlo, ya que este representa el mayor capital en el inventario de la compañía y por este motivo debe ser cuidadosamente custodiado y administrado (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).

Los métodos que se explicaron en este aparte se pueden ajustar a todas las compañías que existen, siempre y cuando se tenga en cuenta cual es la herramienta que cumple con todas las características requeridas por estas.

## **6. Planeación de Demanda**

### **6.1 Métodos de pronóstico:**

#### **6.1.1 Métodos cualitativos**

Son aquellos que no manejan un modelo específico y que son a criterio de cada persona. Es decir, se convierte en información subjetiva y puede ser basada en experiencias, conocimiento, datos relevantes e intuición. Este método es particularmente útil cuando la información existente o los datos históricos son bajos y poco confiables. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

##### **6.1.1.1 Método Delphi:**

Este pronóstico es desarrollado mediante un panel de expertos que responden una serie de preguntas en rondas sucesivas. Se puede llegar a requerir hasta seis rondas para obtener el consenso en el pronóstico. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

##### **6.1.1.2 Estudios de mercado:**

Son básicamente encuestas, paneles y cuestionarios que son utilizados para recopilar información o datos relevantes sobre las condiciones del mercado. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

##### **6.1.1.3 Analogía del ciclo de vida:**

La predicción se basa en las fases de introducción, crecimiento y maduración de productos similares. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

#### 6.1.1.4 Criterio informado:

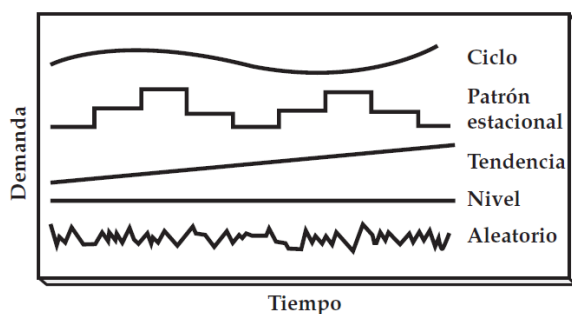
Puede ser realizado por un grupo o individuo con base en la experiencia, presentimientos o hechos acerca de la situación. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005). Este método es usado en ocasiones por los altos mandos de la compañía.

#### 6.1.2 Métodos cuantitativos

Los métodos cuantitativos utilizan un modelo matemático, apoyado en datos históricos y los patrones de los datos, para llegar a un pronóstico. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005). Se pueden encontrar 02 de ellos:

##### 6.1.2.1 Análisis de series de tiempo:

Se usan para hacer análisis detallados de los patrones históricos de la demanda a lo largo del tiempo y para proyectarlos hacia el futuro. Su estrategia básica consiste en identificar la magnitud y la forma de cada componente (ver figura 08) con base en los datos históricos disponibles. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).



**Ciclo:** Conjunto de fluctuaciones en forma de ondas o ciclos de más de 01 de año.

**Estacionalidad:** Patrón de cambio recurrente (intervalos regulares) a través del tiempo.

**Tendencia:** Movimiento de los datos hacia arriba y hacia abajo a lo largo del tiempo.

**Aleatoriedad:** Comportamiento irregular. No hay un patrón definido.

Figura 8

Componentes de una serie de tiempo

Fuente: (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

### 6.1.2.2 Promedios Móviles:

En este método, la serie de tiempo sólo tiene un componente de nivel más un componente aleatorio. El pronóstico se basa en un promedio aritmético o en un promedio ponderado de un número determinado de puntos de datos históricos. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).

$A_t$  = Demanda promedio

$N$  = número de periodos

$D_t$  = demanda dada en un periodo específico.

$$A_t = \frac{D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-N+1}}{N}$$

La aplicación de este método puede llegar a ser útil para una planeación a corto y mediano plazo de áreas como inventarios y producción, además, puede ser particularmente útil en organizaciones con altos volúmenes de productos y/o referencias.

### 6.1.2.3 Promedio móvil ponderado:

En este método, se da más peso a las demandas recientes que a las anteriores con el fin de dar respuesta más rápido a los cambios en la demanda. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).

$$F_{t+1} = A_t = W_1 D_t + W_2 D_{t-1} + \dots + W_N D_{t-N+1}$$

Donde  $W_t$  es el peso asignado.

#### **6.1.2.4 Suavización exponencial:**

Este método hace referencia a la posibilidad o necesidad de calcular un nuevo promedio a partir de uno antiguo y de la demanda más reciente que se haya observado. En otras palabras, este método es similar a los promedios móviles, pero se otorga un mayor peso exponencial a los datos recientes. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

$$A_t = \alpha D_t + (1-\alpha)A_{t-1}$$

$$A_{t-1} = \text{Promedio Antiguo}$$

$$D_t = \text{Nueva demanda}$$

$$\alpha = \text{Proporción de peso asignado a la nueva demanda}$$

#### **6.1.2.5 Estacional simple:**

Este modelo es adecuado para series con tendencia y un efecto estacional que es constante a lo largo del tiempo. Sus parámetros de suavizado son el nivel y la estación. El modelo de suavizado exponencial simple estacional es muy similar a un modelo ARIMA con cero órdenes de autorregresión, un orden de diferenciación, un orden de diferenciación estacional y órdenes de media móvil 1, p y p + 1, donde p es el número de períodos contenidos en un intervalo estacional (para los datos mensuales, p = 12). (IBM, 2014)

#### **6.1.2.6 Suavización exponencial adaptativa:**

Pueden existir 02 modalidades en este método; en la primera, partiendo de la suavización exponencial simple o de primer orden se toma un coeficiente de suavización que varía en cada pronóstico por  $\pm 0.5$ , esto para determinar cuál pronóstico tiene el error de pronóstico más bajo.



En la segunda modalidad se ajusta continuamente el valor de  $\alpha$  con base en el error actual del pronóstico. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

#### 6.1.2.7 Errores de pronóstico:

Toda vez que se haga una suavización exponencial se debe calcular una estimación del error del pronóstico junto con el promedio suavizado, esto debido a que estimar este pronóstico permite identificar los valores atípicos de la demanda, y de los cuales deben ser evaluados cuidadosamente y especificar si deben ser extraídos de la medición; también permite determinar el momento en que el método de pronóstico ya no es efectivo (no se asemeja a la realidad) y requiere replantearse; igualmente, establecer los valores de los parámetros ( $N$  y  $\alpha$ ), que crean el menor error y por último sirve para determinar un inventario de seguridad que arroje un nivel de protección contra los faltantes en los inventarios. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005)

En este orden de ideas, sobresalen 03 fórmulas para medir el error de pronóstico acumulativo a largo plazo. Estas son:

Suma acumulativa de los errores de pronostico

$$CFE = \sum_{t=1}^n e_t$$

Media del error al cuadrado

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

Media de la desviación absoluta de los errores del pronostico

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n}$$

### 6.1.3 Métodos causales de pronóstico:

Estos métodos desarrollan un modelo de causa y efecto entre la demanda y otras variables. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005). De éstos, el más utilizado es el de regresión lineal.

#### 6.1.3.1 Regresión lineal:

Este método relaciona la demanda con otras variables externas o internas que tienden a ocasionar los cambios en la demanda. El método de regresión utiliza la técnica de mínimos cuadrados para obtener un mejor ajuste entre las variables. (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).

Útil para inventarios con un pequeño número de productos. Su fórmula es:

$$\hat{y} = a + bx$$

$\hat{y}$  = *demanda estimada*

$a$  = *intersección*

$b$  = *pendiente*

$x$  = *variable independiente*

## 7. Modelo de inventarios tipo ABC

Schroeder habla de los diferentes costos (directos e indirectos) de mantener o llevar los inventarios. Como él lo expresa, “Los costos que se derivan de mantener o llevar inventarios se relacionan con la permanencia de los artículos en inventario durante un periodo” (Schroeder R. G., 2016). Estos costos por lo general comprenden el costo de capital, el costo de almacenamiento y los costos de obsolescencia, deterioro y pérdida. Existe un último costo por agotamiento de las existencias. Es decir, el costo de oportunidad que asume la empresa al no tener disponible producto - en este caso herramienta – y con ello se genera pérdidas en ventas y utilidades futuras (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2005).

Es por esta razón que la administración de inventarios es un aspecto importante a tratar dentro de la organización. Ventas va a querer tener mucha disponibilidad para poder hacer frente a la demanda de los clientes, Operaciones querrá así mismo contar con herramienta disponible para cualquier trabajo, mientras que contabilidad y finanzas buscara al máximo minimizar la cantidad de inventario que hay que financiar. Entre la espada y la pared se encuentra el área de compras y abastecimiento, pero con un trabajo conjunto y organizado de todas las dependencias, cualquier organización sabrá sobrellevar las dificultades y aplicará el modelo de administración de inventarios que más se adapte a sus necesidades, de tal forma que los costos asociados se logren disminuir al máximo. En ese orden de ideas, existen diferentes modelos de administración de inventarios y su aplicación dependerá mucho de la naturaleza del negocio y del tipo de demanda a la que está expuesta la organización.

En general MOT maneja dos tipos de inventario diferentes; el primero, un inventario de materia prima (principalmente acero 4140) dedicado a la fabricación de herramientas y el segundo, el cual se enfoca el proyecto, al almacenamiento de producto terminado como herramienta, equipos y repuestos destinados para la venta y la prestación de servicios. La demanda no está dada por factores conocidos o pre-establecidos, luego depende en gran medida de las operaciones y necesidades de los diferentes clientes.

De esta forma, se ha decidido aplicar a MOT el modelo de administración de inventarios tipo ABC – O también conocido como Regla 80-20, el cual está orientado a identificar el inventario más importante y clasificarlo por su costo unitario. Este modelo toma aquellos artículos o herramientas que mayor valor unitario tienen en el inventario para identificarlas y crear estrategias o tomar decisiones acordes en cuanto a su almacenamiento y control.

La designación o clasificación de este modelo es arbitraria y depende de la naturaleza del negocio y de los objetivos de la alta dirección, sin embargo, los factores importantes son los dos extremos: unos cuantos artículos significativos y un gran número de artículos que relativamente no tienen importancia (Schroeder R. G., 2016). En otras palabras, los artículos identificados en la clase A representan alrededor del 20 por ciento del inventario y el 80 por ciento del valor en dinero; mientras que la clase C contiene aproximadamente el 50 por ciento de los artículos y solamente el 5 por ciento del valor en pesos.

A continuación se muestra la identificación del inventario de MOT basado en el modelo ABC y en cual se logra evidenciar la similitud en los valores anteriormente expresados:

Tabla 5  
Modelo de administración de inventarios tipo ABC para MOT, por costo de Inventario.

| CATEGORIA | # ARTICULOS | % SOBRE EL TOTAL | VALOR%  | VALOR EN PESOS   |
|-----------|-------------|------------------|---------|------------------|
| A         | 90          | 24.59%           | 79.99%  | \$ 2,567,770,200 |
| B         | 92          | 25.14%           | 15.06%  | \$ 483,385,394   |
| C         | 184         | 50.27%           | 4.95%   | \$ 158,757,891   |
| TOTAL     | 366         | 100.00%          | 100.00% | \$ 3,209,913,486 |

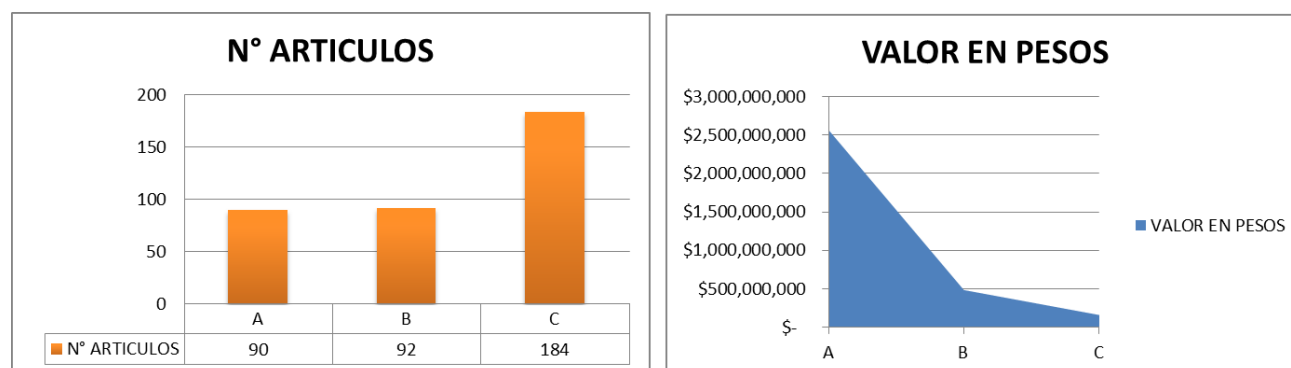


Figura 9.  
Número de artículos Vs. Valor monetario (Costo Unitario)  
Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de la identificación de los artículos y su peso en el inventario es el de crear estrategias y tomar decisiones acerca de su correcto almacenamiento. Para los artículos tipo A puede utilizarse un estricto sistema de control que comprende una revisión continua de los niveles de existencias, menos el inventario de seguridad, y una atención cercana a la precisión de los registros (Schroeder R. G., 2016). Este control se viene realizando por medio del software de gestión empelado por MOT (SOFTLAND), sin embargo, la poca estandarización en el almacenamiento de las herramientas sigue generando desviaciones en los conteos periódicos del inventario. Por otro lado, con los artículos tipo C

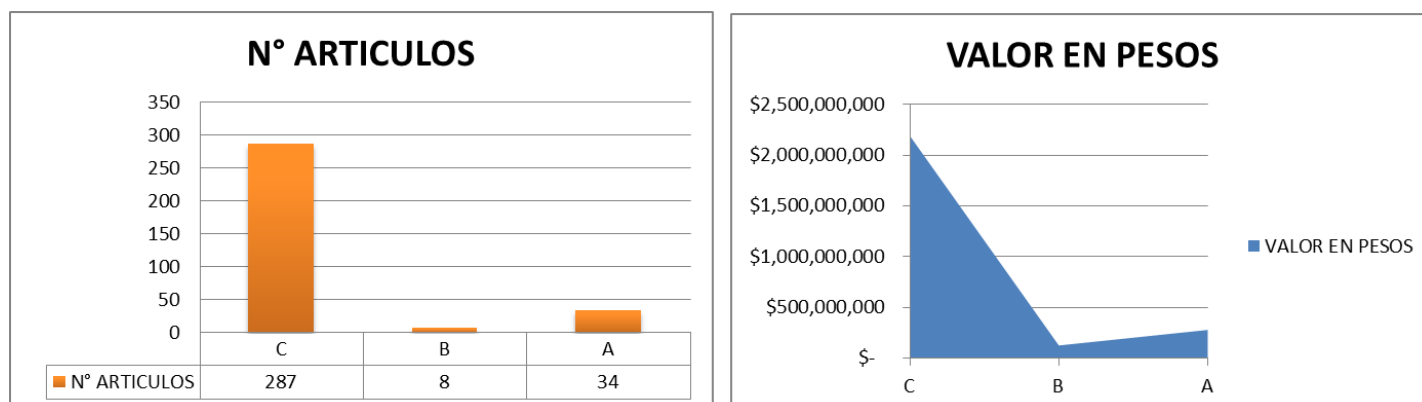
pueden emplearse controles menos rígidos apoyados de suites ofimáticas como Excel y del software de gestión para realizar conteos periódicos y llevar un registro de entradas y salidas.

Simultáneamente se hará una clasificación ABC por rotación de inventario. De las 366 referencias se excluirán de esta medición 37 items que pertenecen a la línea de TTS debido a que estos son considerados consumibles de la línea TTS y no tienen salidas de ventas reales.

Tabla 6.

*Modelo de administración de inventarios tipo ABC para MOT, por Rotación de inventarios.*

| CATEGORIA | N° ARTICULOS | % SOBRE EL TOTAL | VALOR%  | VALOR EN PESOS   |
|-----------|--------------|------------------|---------|------------------|
| C         | 287          | 87.23%           | 84.41%  | \$ 2,189,281,636 |
| B         | 8            | 2.43%            | 4.84%   | \$ 125,564,315   |
| A         | 34           | 10.33%           | 10.74%  | \$ 278,666,742   |
| TOTAL     | 329          | 100.00%          | 100.00% | \$ 2,593,512,693 |



*Figura 10.*

Número de artículos Vs. Valor monetario (Rotación)

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un respectivo análisis a las 329 referencias objeto de estudio, clasificando dentro de la categoría C, 287 items que presentan una rotación de inventario igual o menor a 1 vez al año representando el 87.23% del costo del inventario, en la categoría B, 8 items que tienen una rotación mayor a 1 y menor o igual a 2 veces al año representando 2.43% del valor total del inventario, y por último en la categoría A, 34 items que tienen una rotación mayor a 2 veces al año representando el 10.33% del valor total del inventario.

## 8. Calculo de la demanda

Una vez se realizó la clasificación ABC por rotación de inventario, se llevó a cabo una segunda clasificación para el cálculo de la demanda. Para este cálculo fue necesario excluir 287 referencias las cuales no presentaron ventas en los últimos 18 meses. Es por esta razón que al no existir la información suficiente no es posible determinar un modelo matemático que genere un pronóstico de la demanda de los productos.

Adicionalmente se subcategorizaron los 42 productos restantes por PULL y PUSH, entendiéndose PULL como aquellos productos que se solicitan bajo pedido, es decir por indicación comercial, y PUSH como aquellos productos que tienen registros constantes o con mayor frecuencia de ventas, los cuales permiten a través de un modelo matemático un posible cálculo de la demanda.

Dentro de las referencias PULL se encontraron 19 items, los cuales se excluirán de la base del cálculo de la demanda, mientras que 23 items hacen parte de la clasificación PUSH y aleatoriamente se escogerán ejemplos para determinar el mejor modelo matemático para implementar de acuerdo a la herramienta SPSS.

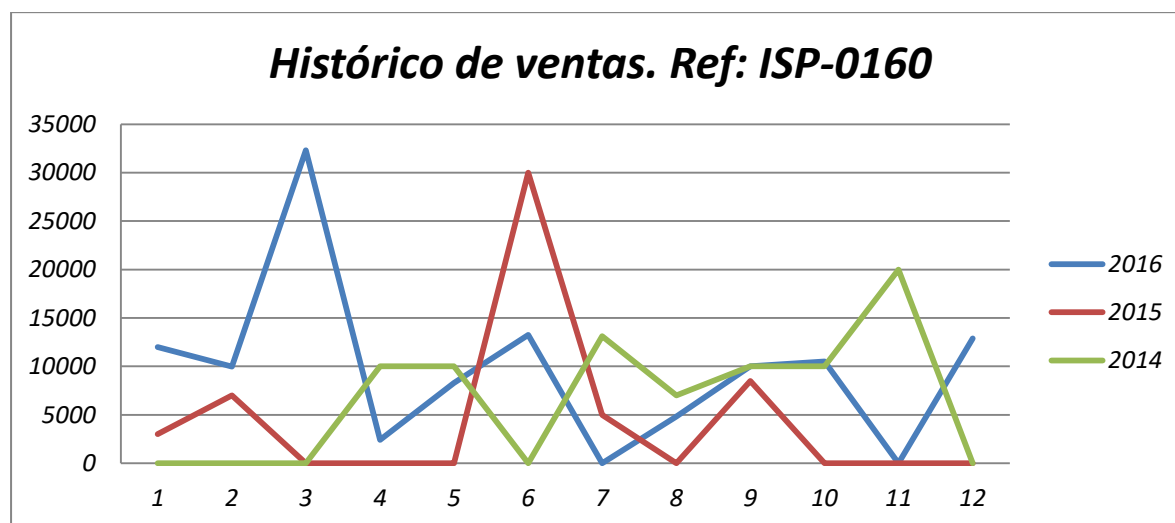
### 8.1.1 Histórico de ventas de la referencia ISP-0160 (Control line)

Tomando como ejemplo, se eligió, dentro de las referencias PUSH, el código ISP-0160, el cual hace referencia a la línea de control o control line, elemento importado y el cual inicialmente

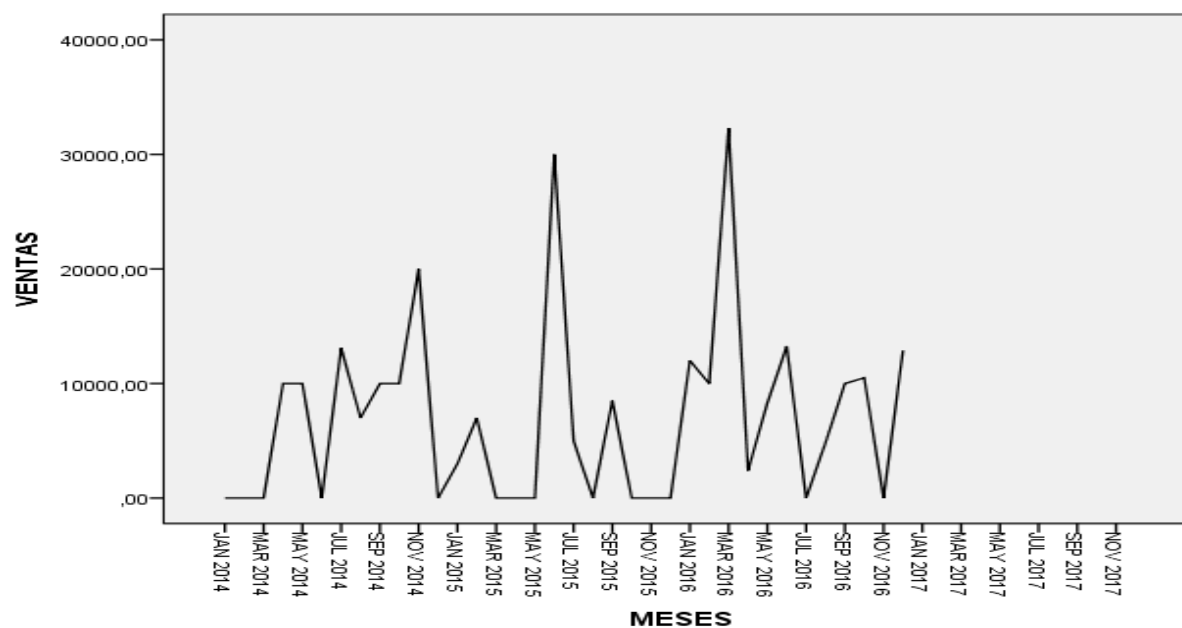


era solicitado bajo pedido pero que por sus ventas continuas se halla un pronóstico para obtener la demanda.

En las figura 11 y 12 se pueden apreciar el histórico de ventas de esta referencia:



*Figura 11.*  
Histórico de ventas. Ref: ISP-0160 (Control line)  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 12.*  
Histórico de ventas. Ref: ISP-0160, arrojado por modelo SPSS  
Fuente: SPSS – IBM.

Luego de realizar la simulación en el software SPSS de IBM se obtuvo como recomendación que el mejor modelo a utilizar para esta referencia es el de Estacional Simple, el cual hace parte del modelo de suavización exponencial, tal como se aprecia en la figura 13.

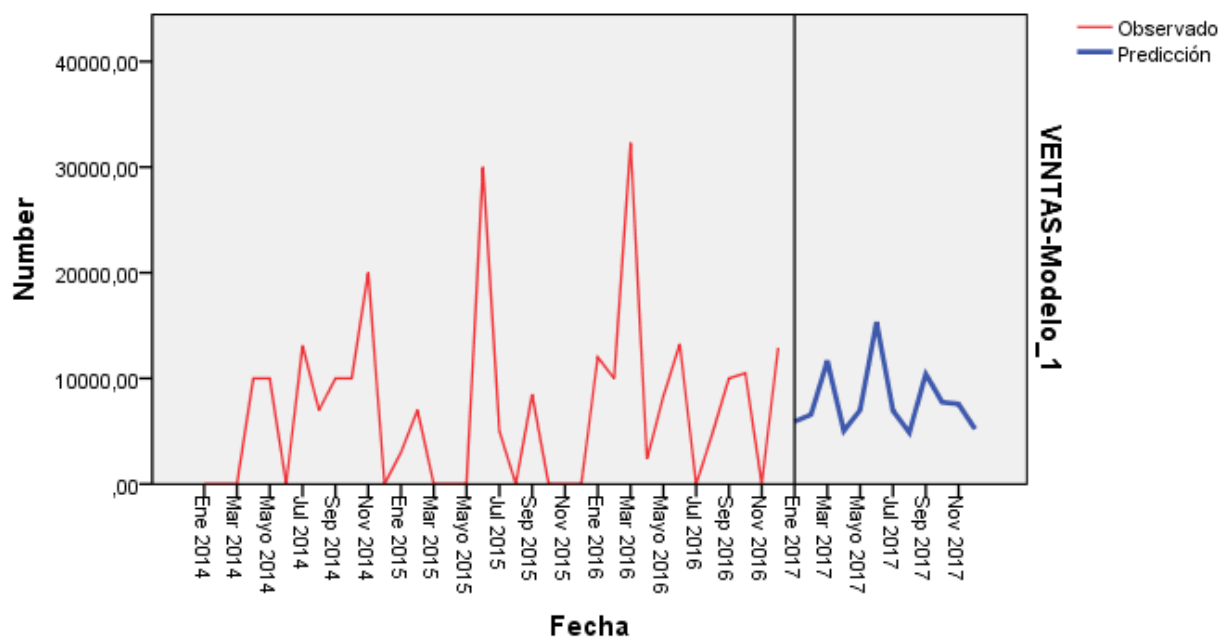


Figura 13.

Predicción de demanda para el año 2017 con modelo de suavización exponencial (Estacional simple). Ref: ISP-0160

Fuente: SPSS – IBM.

Este mismo procedimiento se realiza para las demás referencias objetos del estudio con el fin de dar soporte a través de un modelo matemático al departamento de compras e inventarios para garantizar la disponibilidad y rotación de inventarios adecuada.

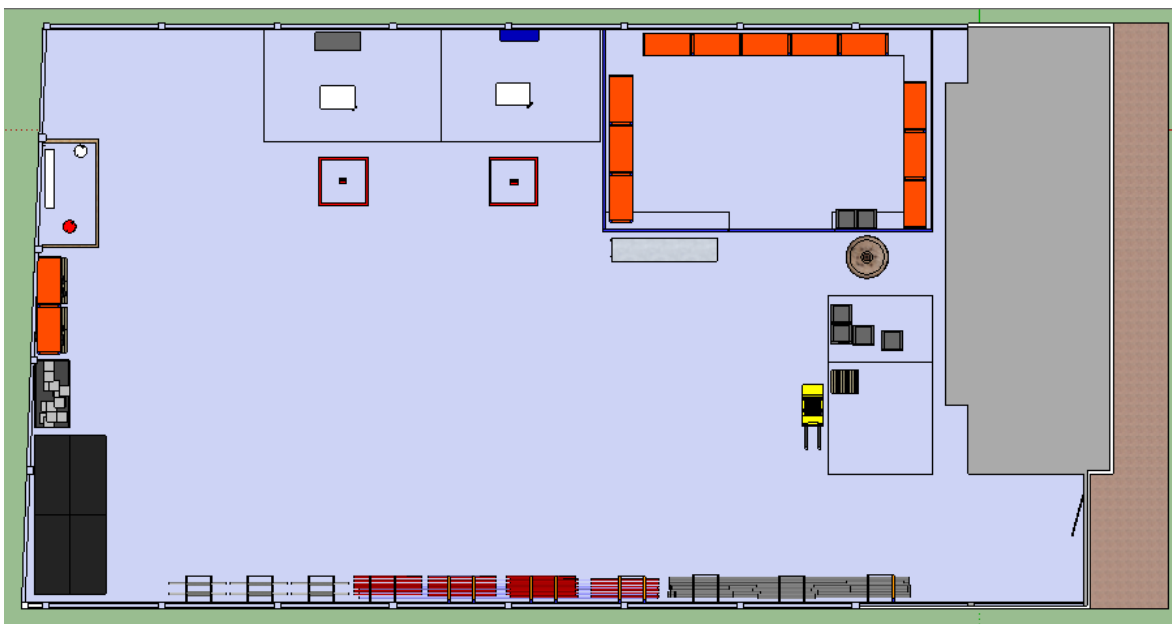
## **9. Propuestas para la distribución física del inventario en Maple Oil Tools**

Después de analizar las diferentes necesidades y requerimientos de almacenamiento que tiene Maple Oil Tools en su bodega principal, se quiere presentar dos propuestas de diseño para el almacenamiento del inventario de la compañía.

Como se pudo observar anteriormente, la bodega principal de Maple Oil Tools se encuentra de una u otra forma subutilizada, debido al esquema de almacenamiento actual, el cual se basa en ocupar el espacio horizontal de la bodega; es por este motivo que se plantean las siguientes propuestas.

### **9.1.1 Propuesta 1**

La primera propuesta se basa en realizar un rediseño total de la manera como se está almacenando el inventario de la compañía en la actualidad. Esta propuesta está dirigida o enfocada a levantar todas aquellas cosas o elementos que se encuentran sobre el suelo de la bodega y almacenarlas en racks o estanterías de 4mts de altura; logrando así de esta manera, un crecimiento vertical de la bodega y no horizontal como el que actualmente se realiza en las instalaciones de la bodega principal de Maple Oil Tools. En la figura 14 se muestra el diseño de la primera propuesta para la distribución física del inventario de la compañía en su bodega principal.



*Figura 14.* Plano esquemático de la propuesta 1.  
Fuente: Diseño propio.

Como se observa en la figura anterior, al utilizar racks para el almacenamiento de la gran mayoría de elementos que se almacenan en esta bodega, reducen el espacio de ocupación horizontal de manera drástica, dejando así, un mayor espacio disponible para que el personal de mantenimiento puedan realizar trabajos con diferentes equipos al mismo tiempo o se puedan realizar cargues de productos a despachar simultáneamente, etc.

En el área de almacenamiento de la línea TTS (Superior derecha), se propone redistribuir todo lo que actualmente se encuentra allí almacenado, mediante la implementación de Racks de 4 metros de altura y no como los que actualmente se tienen que son de 2,5 mts de altura, brindando la posibilidad de tener más posiciones de estiba en este lugar y así aumentar la capacidad de almacenamiento en esta área.

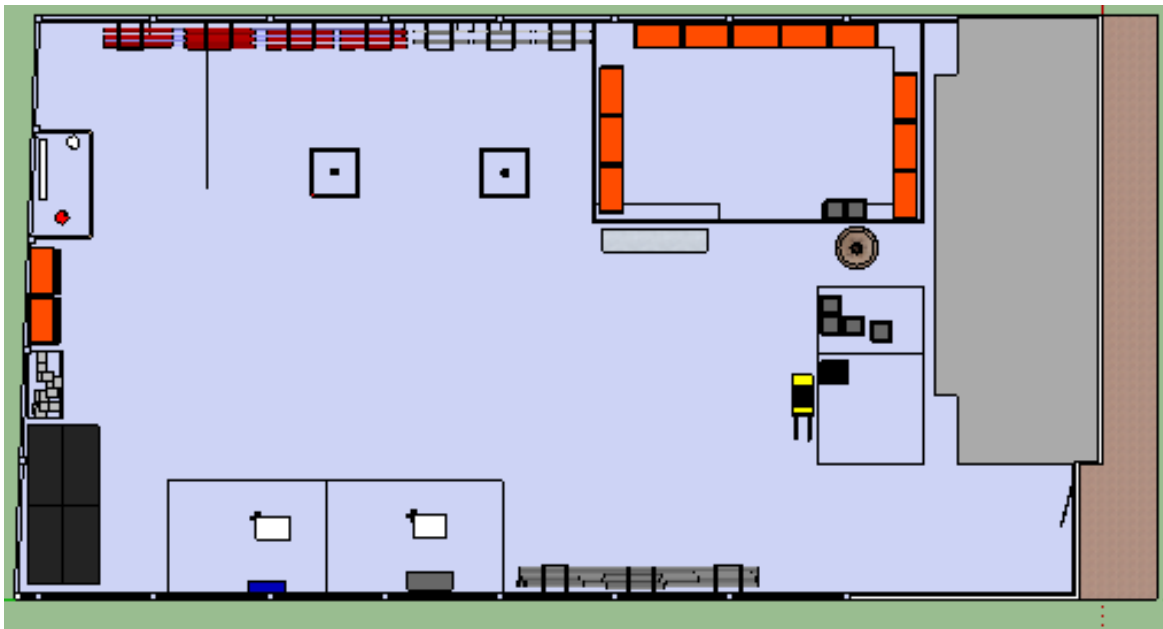
Teniendo en cuenta que la capacidad máxima que podría soportar un rack es de 2,000kgs y que la mayoría de herramienta que ocupa un espacio horizontal en la bodega no supera los 200kgs cada una, se pudo concluir que el 95% de los elementos o productos que se encuentran ocupando el espacio horizontal de la bodega, se podrían almacenar en racks, cumpliendo de esta manera las especificaciones técnicas de carga que tienen estos y aumentando la capacidad de almacenamiento y áreas disponibles de la bodega.

Aquellos que no se pueden almacenar en racks, ya bien sea por su volumen o peso, se dispondrán en un espacio dispuesto para estos elementos (Inferior izquierdo). La tubería y equipos que tienen forma tubular, también serán almacenados en racks de 4 mts de altura con la capacidad para soportar el peso y el volumen de estos elementos (inferior y medio derecho); debido a que el almacenamiento de esta tubería y elementos tubulares son unos de los factores que producen como resultado el almacenamiento horizontal que se tiene hoy en día en la bodega principal.

Esta propuesta, también tiene como objetivo aumentar el área útil de trabajo para el área de mantenimiento de la compañía, pues mediante la implementación de esta propuesta esta área en particular tendría una mayor área establecida para la ejecución de sus trabajos (superior medio), con la posibilidad de, si es requerido, utilizar el espacio obtenido por la optimización de las diferentes áreas de almacenamiento.

### 9.1.2 Propuesta 2

La propuesta 2 al igual que la propuesta 1, tiene como objetivo la optimización del almacenamiento vertical de la bodega principal de Maple Oil Tools. En la siguiente figura se muestra el diseño de la segunda propuesta para la distribución física del inventario de Maple Oil Tools en su bodega principal.



*Figura 15.* Plano esquemático de la propuesta 2.  
Fuente: Diseño Propio.

A diferencia de la propuesta 1, esta propuesta tiene las áreas de trabajo de mantenimiento ubicadas en dirección a la salida de la bodega (inferior medio). También se diferencia de la propuesta 1 en que de los 10 racks dispuestos para almacenamiento de tubería y elementos tubulares no se encuentran en fila continua, en la propuesta 2 se distribuyen de la siguiente manera: 7 de los racks con tubería se instalarían en la parte superior izquierda de la figura 15 y

los 3 racks adicionales, se dejarían en el lugar que actualmente están (inferior derecha). Las demás áreas de la bodega principal de MOT, siguen manteniendo el diseño planteado en la propuesta 1.

## 10. Viabilidad económica del proyecto

Después de visualizar la forma de cómo quedarían las instalaciones de la bodega de la compañía, se procedió con el siguiente paso para poder obtener los datos reales de los costos que se asociarían a la posible ejecución del proyecto. En la tabla No 07 se evidencia el valor total de la compra de la estantería con su respectiva instalación.

Tabla 7.  
*Cotización estantería proyectada.*

| <b>Ítem</b>              | <b>Cantidad</b> | <b>Valor</b> | <b>Valor total</b>   |
|--------------------------|-----------------|--------------|----------------------|
| Columna 6 mts x 1 mts    | 17              | \$ 330,000   | \$ 5,610,000         |
| Viga de 2 mts de 2000 kg | 126             | \$ 63,000    | \$ 7,938,000         |
| Columna en L de 6 mts    | 20              | \$ 350,000   | \$ 7,000,000         |
| Vigas en L de 1 mts      | 100             | \$ 71,000    | \$ 7,100,000         |
| Protectores              | 37              | \$ 35,000    | \$ 1,295,000         |
| <b>Total Inversión</b>   |                 |              | <b>\$ 28,943,000</b> |

En cualquiera de las dos propuestas para la distribución física del inventario de Maple Oil Tools que se presentaron en el capítulo anterior, se utilizaría la misma cantidad de estantería, pues la diferencia que existe entre estas es la distribución de las mismas dentro del espacio de almacenamiento de la bodega.

Maple Oil Tools, actualmente tiene arrendada una bodega de 1.200 mts<sup>2</sup> en total, de los cuales 200 mts<sup>2</sup> están destinados a espacios de oficinas y los 1000 mts<sup>2</sup> restantes están destinados para el área de almacenamiento de los equipos, taller e inventarios de la compañía, por la cual pagan de arriendo un valor de \$ 11.000.000 de pesos m/cte, de los cuales, haciendo un desglose



de los costos, por las oficinas se paga un arriendo mensual de \$ 1.833.370 de pesos m/cte y por el área de almacenamiento se paga un total de \$ 9.166.630 de pesos m/cte.

En la tabla N° 08 se muestra el resumen de los costos asociados al almacenamiento que actualmente tiene la compañía.

Tabla 8.

*Costos de almacenamiento actuales bodega Funza.*

| <b>Bodega Actual de Maple Oil Tools [Funza]</b> |              |
|---|--------------|
| Arriendo X mes                                  | \$11,000,000 |
| Área total de la bodega (m2)                    | 1,200        |
| Valor arriendo para oficina                     | \$ 1,833,370 |
| Área total de almacenamiento (m2)               | 1,000        |
| Valor arriendo para almacenamiento              | \$ 9,166,630 |
| Costo por metro cuadrado                        | \$ 9,167     |

Debido a la creciente demanda por parte del sector hidrocarburos de los productos y servicios que ofrece Maple Oil Tools en Colombia, se ha estudiado, dentro de la compañía, la posibilidad de tomar en arriendo una bodega con el doble de espacio de almacenamiento disponible de la que tienen actualmente.

Luego de realizar cotizaciones en diferentes centros industriales, ubicados en la periferia de Funza – Cundinamarca, en donde actualmente se tiene la bodega principal, se pudo observar que para realizar este cambio se deben incrementar los costos asociados al arriendo en el doble de lo que actualmente se está pagando, lo cual impactaría directamente en los costos de la operación de la compañía.

En la tabla No 09, que se muestra a continuación, se evidencian los costos asociados al almacenamiento que podría tener la compañía, en el caso de tomar la decisión de adquirir una nueva bodega en arriendo:

Tabla 9.  
*Costos de almacenamiento bodega futura.*

| Bodega Futura                      |               |
|------------------------------------|---------------|
| Arriendo X mes                     | \$ 22,000,000 |
| Área total de la bodega (m2)       | 2,200         |
| Área total de almacenamiento (m2)  | 2,000         |
| Valor arriendo para almacenamiento | \$ 19,800,000 |
| Costo por metro cuadrado           | \$ 9,900      |

Como se puede observar en la tabla anterior (tabla N° 09), los costos asociados a valores de arriendo de una futura nueva bodega se incrementan considerablemente. En la tabla N° 10 que se muestra a continuación se hace una proyección de los costos que tendría la compañía en un año asociado al arrendamiento de la bodega.

Tabla 10.  
*Costos anuales de arrendamiento.*

| Costos Bodega Actual |                | Costos Bodega Futura |                |
|----------------------|----------------|----------------------|----------------|
| Arriendo X mes       | \$ 11,000,000  | Arriendo X mes       | \$ 22,000,000  |
| Arriendo por Año     | \$ 132,000,000 | Arriendo por Año     | \$ 264,000,000 |

Al pasar un solo año calendario, el costo de arriendo anual de una nueva bodega para la compañía equivaldría la suma de \$ 264.000.000 m/cte, frente a \$ 132.000.000 de pesos m/cte que es el costo actual de arrendamiento anual de la bodega que tiene la compañía. Como se observa,

la diferencia de la bodega actual respecto a una bodega de mayor capacidad de almacenamiento es del 100%. Valor que se podría ahorrar, realizando un diseño óptimo del espacio de almacenamiento en la bodega actual.

Como se menciona en el capítulo anterior, se realizaron dos diseños de distribución física para el correcto almacenamiento del inventario de MOT. Estos diseños fueron avalados por la parte operativa de la compañía, pues el objetivo es realizar la optimización del espacio físico con el que cuentan, sin perjudicar los diferentes procesos que se encuentran presentes en este establecimiento.

Al inicio de este capítulo se mostró en la tabla No 07 que la ejecución del proyecto tendría un valor de \$ 28.943.000 de pesos m/cte, con los cuales se abarcaría la totalidad de la obra, incluyendo la instalación de las estructuras metálicas (Ver tabla 11).

Tabla 11.  
*Propuesta comercial del proveedor seleccionado.*

| <b>Condiciones comerciales</b>           |  |
|--|--|
| Valor total de la obra (con instalación) | \$ 28,943,000  |
| Tiempo para la entrega                   | 20 días hábiles  |
| Forma de pago                            | Anticipo del 50% y 50% un mes después de entregada la obra |
| Garantía                                 | 01 año por defecto de fabricación                          |

Fuente: Datos suministrados por: Ingealejo S.A (2016)

Ahora, después de tener los costos asociados a los arriendos de las bodegas (actual y proyectada), y el valor total de la inversión que se debería realizar a la bodega actual para evitar un arriendo de una bodega más grande, se puede cuantificar el ahorro al que se acogería MOT

realizando la ejecución del montaje del diseño planteado. A continuación se mostrara el ahorro mensual en cuanto a costos asociados al arriendo que tendría la compañía (Ver tabla N° 12).

Tabla 12.

*Ahorro y recuperación de la inversión.*

| Recurso  | Valor         |
|--|---------------|
| Arriendo bodega actual (mensual)                     | \$ 11,000,000 |
| Arriendo bodega proyectada (mensual)                 | \$ 22,000,000 |
| Diferencia de arriendo (mensual)                     | \$ 11,000,000 |
| Costo total de la estantería                         | \$ 28,943,000 |
| Tiempo en el que se recuperaría la inversión (meses) | 2.63          |

Como se puede observar en la tabla N° 12 el ahorro que tendría la compañía mensualmente es de \$ 11.000.000 de pesos m/cte, con los cuales, se podría financiar la inversión que necesita la ejecución del proyecto. Poniendo estos valores en una escala de tiempo, MOT necesitaría 2.63 meses para recuperar la inversión, dejando así, 9.37 meses de ahorro para la compañía en costos de almacenamiento.

De esta forma y como puede evidenciarse en la tabla N° 13, el optar por la ejecución del proyecto es la mejor opción que tiene la compañía para disminuir los costos que implicaría adquirir en arriendo una nueva bodega con un área de almacenamiento mayor. La ejecución completa del proyecto equivaldría al 21.93% del valor que MOT se ahorraría en un año y como ya se mencionó anteriormente, el tiempo de recuperación de la inversión es muy corto y el flujo de caja de la compañía no se vería afectado considerablemente pues solo en los meses 1 y 3 se afectará el costo relacionado con el arriendo por concepto de la inversión necesaria para la ejecución del proyecto.

Tabla 13.  
*Ahorro de la empresa en el tiempo.*

| <b>Mes</b>   | <b>Bodega Actual</b> | <b>Bodega Futura</b> |
|--------------|----------------------|----------------------|
| Mes 1        | \$ 25,471,500        | \$ 22,000,000        |
| Mes 2        | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 3        | \$ 25,471,500        | \$ 22,000,000        |
| Mes 4        | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 5        | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 6        | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 7        | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 8        | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 9        | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 10       | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 11       | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Mes 12       | \$ 11,000,000        | \$ 22,000,000        |
| Total año    | \$ 160,943,000       | \$ 264,000,000       |
| Ahorro año 1 | \$                   | 103,057,000          |
| Ahorro año 2 | \$                   | 132,000,000          |
| Ahorro año n | \$                   | 132,000,000          |

## 11. Modelo de distribución física seleccionado

En el capítulo 9 de este trabajo se mencionan y explican dos propuestas para la distribución física del inventario de la compañía, las cuales, fueron previamente avaladas por el personal de la misma. En los siguientes diagramas, se muestran las dos propuestas mencionadas con anterioridad.



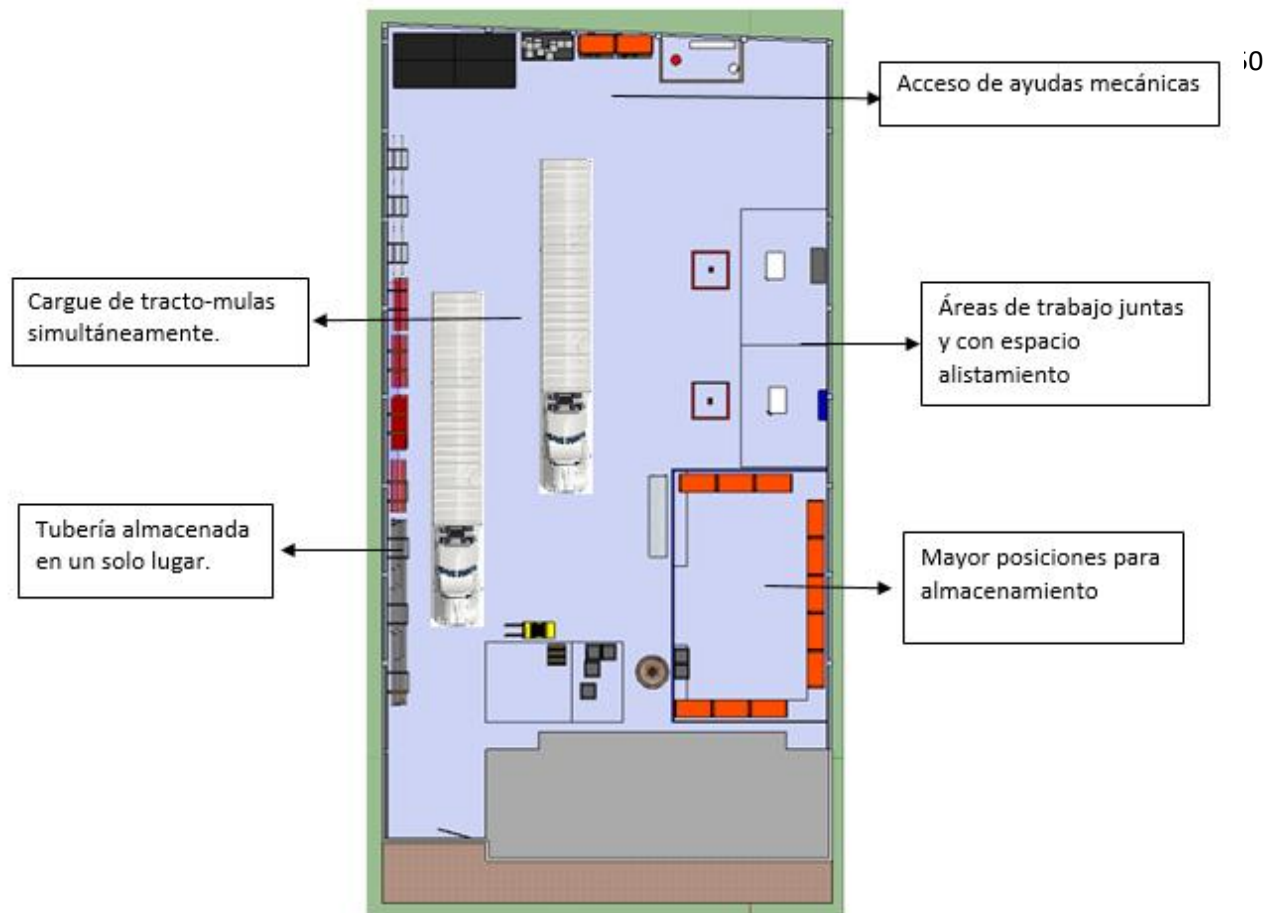
*Figura 16.* Distribuciones físicas de bodega propuestas.

Fuente: Diseño propio.

Como se mencionó en el capítulo 9, las dos propuestas constan de la misma cantidad de estantería con la misma altura y posiciones de estibas, la diferencia radica básicamente en la distribución física de la estantería dentro de las instalaciones de la bodega. Cada propuesta tiene sus ventajas y desventajas, las cuales se describirán a continuación.

Para la propuesta 1 se analizaron diferentes factores para la instalación de la estantería de esta manera, principalmente pensando en liberar una gran cantidad de espacio y permitir el trabajo de una forma más organizada y segura. Uno de estos factores es que teniendo la bodega de esta forma se puede realizar el cargue de 2 tracto-mulas simultáneamente dentro de las instalaciones de la compañía, lo cual podría disminuir los tiempos de entrega de los productos en los proyectos, otra ventaja es que los puestos de trabajo quedan juntos y con gran espacio disponible en sus zonas aledañas para el alistamiento de equipos y herramientas. Brindando comodidad y minimizando posibles riesgos asociados al manejo del montacargas y equipos almacenados de forma no segura.

A su vez, dejar toda la tubería en un solo lugar se traduce en una identificación más eficiente de los elementos que necesitan para despachar o trabajar. Las áreas de almacenamiento de productos químicos y zona de lavado tendrían un mejor acceso por parte de ayudas mecánicas. Adicional a esto, se incrementaron en un 100 % las posiciones de estibas y capacidad de almacenamiento dentro del área de TTS para ítems como los protectores de rosca y los anillos de torque. (Ver figura 17).



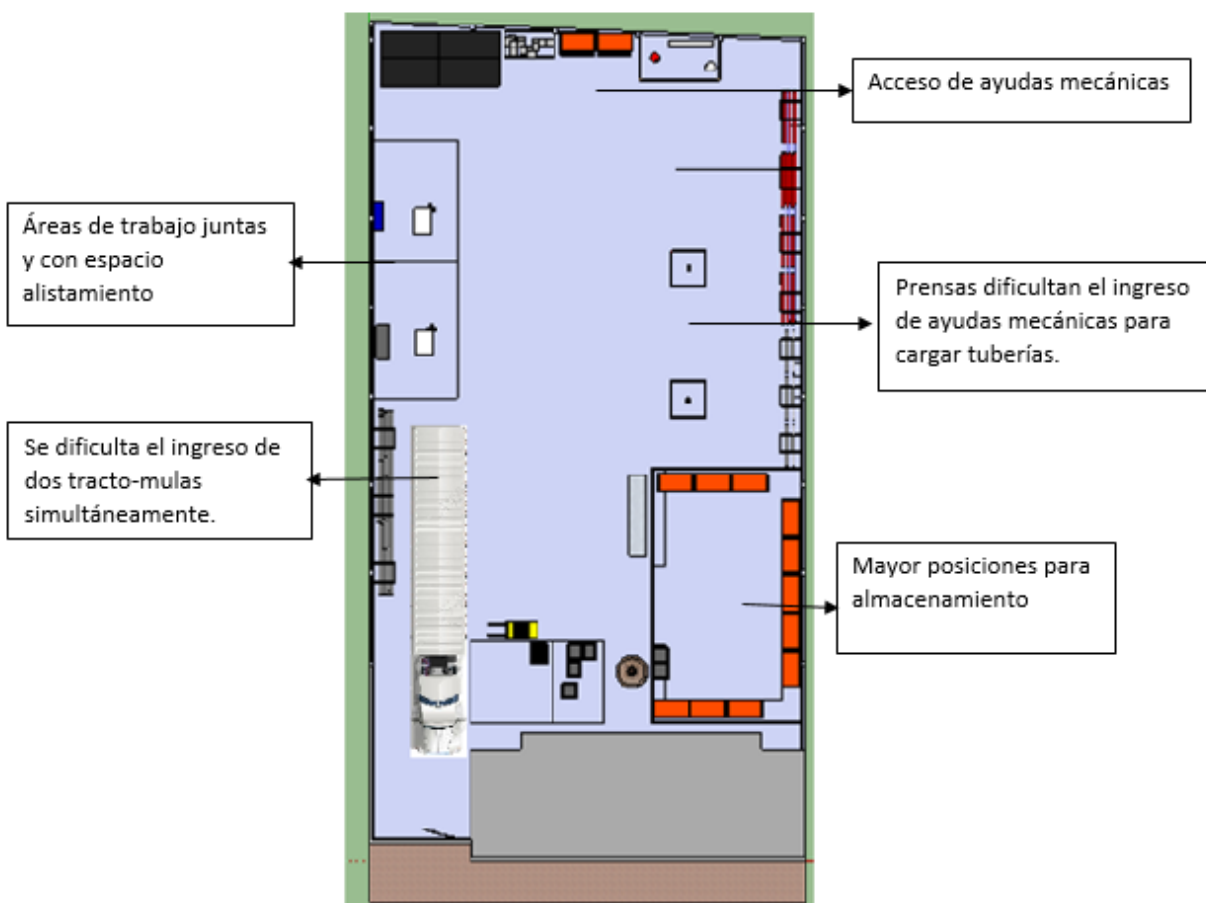
*Figura 17.* Ventajas propuesta 1.  
Fuente: Diseño propio.

En la propuesta 2, se analizaron los mismos factores que se tuvieron en cuenta para la propuesta 1 y al igual que esta propuesta, tiene sus ventajas y desventajas.

En la propuesta 2, la tubería se encuentra dividida, y aunque sería fácil de identificarla, la tubería que se encuentra al lado derecho de la figura N° 17 se vería obstaculizada por las prensas que se encuentran en el suelo de la bodega, las cuales no se pueden mover de este sitio. Otra desventaja es que no se podrían realizar cargues simultáneos de tracto-mulas, porque al ingresar a la bodega, obstruyen las áreas de trabajo. Igualmente existiría un mayor riesgo ya que el personal debe compartir su espacio con estantería y racks donde esta almacenada la herramienta, haciéndola de difícil acceso e improductivo el trabajo.



Todo esto, sin contar que la tubería quedaría muy pegada a la zona de lavado, lo que haría insegura la manipulación de herramienta con el montacargas y el lavado por parte del personal. Por su parte, una ventaja es que no se requiere mover parte de la estructura pues alguna se encuentra en su lugar final. Otra característica principal es que ambas áreas de trabajo quedarían separadas una de otra, permitiendo identificar fácilmente herramienta, equipo y personal. (Ver figura 18).



*Figura 18.* Ventajas y desventajas propuesta 2.

Fuente: Diseño propio.

Debido a que las dos propuestas generan el mismo costo, ya que, se requeriría la misma cantidad de estantería y el valor de instalación y movimiento está incluido dentro de la

cotización, se decidió que la propuesta 1 tiene mayores ventajas para la organización y por tal motivo se recomienda implementarlo en un mediano plazo.

## 12. Indicadores de gestión de almacenamiento

Como todo proyecto, es de gran importancia saber cómo se debe medir la efectividad del mismo y cuál es el impacto que tendría en la compañía. En la tabla N° 14 que sigue a continuación se muestran los indicadores adecuados para la medición de la efectividad del proyecto presentado a MAPLE OIL TOOLS.

Tabla 14.  
*Indicadores de gestión*

| <b>Indicadores</b>                               | <b>Definición</b>  | <b>Formula</b>   |
|--|--|--|
| Costo por metro cuadrado                         | Sirve para costear el valor unitario de metro cuadrado y así poder negociar valores de arrendamiento y comparar con otras cifras de bodegas similares. | [Costo total operativo bodega / área de almacenamiento]                            |
| Costo de almacenamiento x unidad                 | Sirve para comparar el costo por unidad almacenada y así decidir si es más rentable subcontratar el servicio de almacenamiento o tenerlo propiamente.  | [Costo de almacenamiento / Número de unidades almacenadas]                         |
| % de utilización del espacio de la bodega actual | Sirve para determinar el nivel de ocupación (m <sup>3</sup> ) de la bodega actual  | [Espacio utilizado/ Espacio total disponible]*100                                  |
| Rotación del inventario                          | Sirve para medir el número de veces que el capital invertido se mueve a través de las ventas.  | [Ventas promedio / Inventario promedio]  |
| Tiempo de respuesta de envío de productos        | Mide el tiempo de respuesta desde que se emite una OIT hasta el momento en el que se entrega al cliente.   | [Promedio del tiempo de envío de productos / Tiempo máximo permitido de envío]*100 |

A su vez se han establecido las metas para cada uno de los indicadores, las cuales se ilustran en la tabla 15 que se muestra a continuación:

Tabla 15.  
*Metas para los indicadores de gestión*

| <b>Indicadores</b>                                      | <b>Meta</b>              |
|---|--------------------------|
| Costo por metro cuadrado (\$/m <sup>2</sup> )           | ≤ \$ 9.166,63            |
| Costo de almacenamiento x unidad                        | ≤ \$ 401,46              |
| % de utilización del espacio del Centro de distribución | ≤ 26,75%                 |
| Rotación del inventario                                 | Entre 2 y 4 veces al año |
| Tiempo de respuesta de envío de productos               | ≤ 75%                    |

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, la distribución física del inventario que posee la compañía en la actualidad y en un corto plazo, genera tres posibles situaciones en cuanto a la bodega.

La primera de estas es dejar la bodega como se encuentra en la actualidad, la segunda situación es realizar una redistribución de la bodega actual (Objeto de este trabajo) y la tercera es una bodega con el doble de la capacidad del almacenamiento actual. A continuación se mostrarán los indicadores anteriormente mencionado en las tres situaciones descritas.

Tabla 16.  
Indicadores de gestión consolidados

| Indicadores   | Meta          | Bodega actual      | Bodega actual mod. | Bodega futura |
|---|---------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Costo por metro cuadrado (\$/m <sup>2</sup> )           | ≤ \$ 9.166,63 | \$ 9,166.63        | \$ 9,166.63        | \$ 9,900.     |
| Costo de almacenamiento x unidad                        | ≤ \$ 401,46   | \$ 401.46          | \$ 401.46          | \$ 867.       |
| % de utilización del espacio del Centro de distribución | ≤ 26,75%      | 26.79%             | 20.06%             | 13.39%        |
| Rotación del inventario                                 | > 2 < 4       | 3.28% <sup>3</sup> |                    |               |
| Tiempo de respuesta de envío de productos               | ≤ 75%         | 100%               | 75%                | 75%           |

Como se puede observar en la tabla N° 16, el indicador de Costo por metro cuadrado es significativamente mayor si se adquiere una bodega de mayor capacidad de almacenamiento, debido a que esta transición a una nueva bodega generaría unos costos de operación más altos que los actuales. Lo mismo ocurre con el indicador de Costo de almacenamiento x unidad, pues como se explicó anteriormente, una nueva bodega acarrearía mayores costos operativos.

El indicador de % de utilización del espacio del centro de distribución demuestra que el espacio disponible de almacenamiento de la bodega se encuentra subutilizado y lo sería aún más, si se piensa en arrendar una bodega de mayor capacidad de almacenamiento, en donde la subutilización sería más grande. (Hablando en términos de utilización por m<sup>3</sup>)

<sup>3</sup> Tan solo el 3.28% de las referencias se encuentran dentro del rango propuesto como meta.

En la segunda situación, se habla de que el espacio utilizado es del 20.06 % de la capacidad total de la bodega, pues según nuestros diseños se disminuiría el espacio utilizado en la bodega, pero se aumentarían en un 30% la capacidad de almacenamiento de la misma, dejando áreas de espacios libres para que eventualmente y según las necesidades de la compañía se puedan convertir o utilizar en zonas de reparación y/o alistamiento de equipos y herramientas.

En el indicador de tiempo de respuesta de envío de productos, podemos observar que con la organización adecuada del inventario de la compañía en términos de tiempos de entrega, mejoraría un 25 %, debido a que las piezas a ser enviadas tendrían un lugar establecido, agilizando de esta manera el alistamiento de los diferentes despachos.

En el indicador de rotación de inventario encontramos que solo el 3.28% de las referencias se encuentran dentro del rango de 2 a 4 veces al año, mostrando un problema ya sea de sobre stock o desabastecimiento de los productos. Por esta razón se considera necesario realizar la medición de la rotación mensualmente e identificar las referencias que tienen este tipo de problemas para tomar medidas correctivas.

En términos generales, todos los indicadores de gestión del almacenamiento del inventario de la compañía mejorarían significativamente con la ejecución y montaje del diseño de almacenamiento explicado a lo largo de este trabajo.

### 13. Viabilidad de traer la base de Bucaramanga y unirla con la que se encuentra en Funza

Maple Oil Tools tiene ubicada en la ciudad de Bucaramanga una base dedicada a la manufactura de las piezas y accesorios para los servicios que prestan, y en Funza (Objeto del trabajo) se encuentra el centro de distribución.

Estas dos bases están en continua comunicación debido a que en la sede de Bucaramanga se manufacturan diferentes partes y piezas las cuales son requeridas en la bodega de Funza para el alistamiento de los equipos. Cada vez que alguna de estas piezas no cumple con los estándares de calidad establecidos por la compañía es necesario devolver los elementos hacia Bucaramanga y esperar a que allí se corrijan y sean enviados de nuevo a la base en Funza.

Este reproceso acarrea costos adicionales significativos para la compañía debido a los diferentes movimientos entre ciudades y demás factores que se muestran a continuación en la tabla N° 17.

Tabla 17.  
*Costos de movilización entre bases*

| <b>Recursos</b>                    | <b>Valor</b>        |
|------------------------------------|---------------------|
| Envíos BOG - BGA - BOG (Copetran)* | \$ 3,200,000        |
| Envíos Funza - BOG – Funza**       | \$ 2,400,000        |
| Envíos Base - Terminal BGA***      | \$ 520,000          |
| Reparaciones en Torno Funza****    | \$ 1,000,000        |
| <b>Total costos</b>                | <b>\$ 7,120,000</b> |

**Nota:** \*Envíos Copetran hace referencia al valor aproximado de remesas entre ambas ciudades en un periodo de 1 mes.

\*\*Envíos Funza – BOG – Funza hace referencia al valor aproximado de movilizaciones entre la base en Funza y el Terminal de Transportes de Bogota y viceversa, para dejar y/o recoger las remesas.

\*\*\*Envíos Base – Terminal BGA hace referencia al valor aproximado de movilizaciones entre la base en Bucaramanga y el Terminal de Transportes y viceversa, para dejar y/o recoger las remesas.

\*\*\*\*Reparaciones en torno hace referencia al valor aproximado de las reparaciones locales que deben ser asumidas por la urgencia de los trabajos.

Los movimientos entre ciudades son constantes y como se pudo observar en la tabla N° 17, los costos son significativos. Adicional a este tema, existen costos adicionales debido a los tiempos muertos que se generan entre la modificación de una pieza y el alistamiento del equipo en sí, adicionando el riesgo de perder ventas por no tener la disponibilidad inmediata de los equipos.

Analizando los diferentes costos que implican el tener una base en Bucaramanga, los envíos y demás factores que afectan la operación, se identifica una oportunidad de mejora en los procesos de la compañía. Esta oportunidad de mejora hace referencia a la propuesta de trasladar la base de Bucaramanga hacia Funza, para que quede el taller de manufactura y el centro de distribución en un mismo lugar, optimizando así los tiempos de respuesta y la disponibilidad de cara al cliente.

Verificando el espacio disponible que se lograría en la bodega actual después de la modificación en el almacenamiento del inventario, se pudo comprobar que no queda suficiente espacio para traer todos los tornos y equipos de manufactura con los que cuenta la compañía, pues estos ocupan un área aprox. de 550.44 mts<sup>2</sup>, lo que dejaría a la bodega con espacio insuficiente para el almacenamiento, el área de trabajo y el libre movimiento del montacargas.

Es por este motivo que bajo la condición de traer la base de Bucaramanga a Funza se contempla nuevamente la propuesta de arrendar una bodega con el doble de capacidad de almacenamiento de la que existe en la actualidad. En la tabla N° 18 que se muestra a continuación se presenta un análisis de los costos que actualmente tiene la compañía al tener el



área de manufactura y almacenamiento en diferentes ciudades versus el tener estas dos áreas en una sola locación.

Tabla 18.  
*Costos operativos actuales Vs. Costo proyectado*

| <b>Recursos Actuales</b>       | <b>Valor</b>      | <b>Recursos Futuros</b>        | <b>Valor</b>      |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|
| Arriendo bodega Funza (Actual) | 11.000.000        | Arriendo bodega Funza (Futura) | 22.000.000        |
| Arriendo bodega BGA (Actual)   | 4.630.500         |                                |                   |
| Envíos BOG - BGA - BOG         | 3.200.000         |                                |                   |
| Envíos Funza - BOG - Funza     | 2.400.000         |                                |                   |
| Envíos Base - Terminal BGA     | 520.000           |                                |                   |
| Reparaciones en Torno Funza    | 1.000.000         |                                |                   |
| <b>Total costos actuales</b>   | <b>22.750.500</b> | <b>Total costos futuros</b>    | <b>22.000.000</b> |

Como se puede observar, económicamente hablando, es más favorable para la compañía arrendar una bodega con el doble de capacidad de almacenamiento que la actual y trasladar la base de Bucaramanga a Funza. Otro punto de gran importancia para tomar esta posible decisión es la disponibilidad inmediata de los elementos de manufactura o corrección de estos, al tener las dos áreas en un solo lugar y evitar con ello tiempos muertos y/o demoras en los despacho hacia los diferentes clientes.

El objetivo de este capítulo era determinar la viabilidad de trasladar la bodega de Bucaramanga a Funza, y como se determinó matemáticamente, si es viable esta propuesta, sin embargo, la decisión final la tiene la compañía quien evaluara en su mayor parte el recurso humano que implicaría este cambio.

## 14. Recomendaciones

- Se recomienda revisar con Gerencia el listado de referencias que no han tenido ventas en los últimos 18 meses con el fin de tomar decisiones respecto al manejo de este inventario. Decidiendo si deben darse de baja, devolverse a los proveedores o buscar la forma de salir de ellos mediante estrategias comerciales.
- Implementar reportes automáticos que se generen diariamente con la información de ventas, inventarios, compras, transito, proveedores, lead times, entre otros. Lo anterior con el fin de que la recolección de datos para futuros análisis sea más sencilla e intuitiva.
- Se recomienda que en las reuniones mensuales se divulguen las referencias que no han tenido movimientos o que han tenido problemas de rotación de inventario al área comercial y de gerencia para que ellos a su vez tomen decisiones comerciales pertinentes.
- Soportar la toma de decisiones de compra de herramientas con algún modelo matemático que permita generar un pronóstico que reduzca el porcentaje de error en la compra final. Lo anterior para evitar un sobre stock o desabastecimiento para alguna de las referencias.
- Incentivar al equipo de ventas mediante comisiones, bonificaciones, etc para que promocionen y vendan aquellas referencias que llevan bastante tiempo sin rotar para ir saliendo de ellas y liberar espacio de almacenamiento que podría ser utilizado en artículos que tienen mayor demanda.

## 15. Conclusión

En conclusión, se pudo observar que el buen uso de los espacios asignados para el área de almacenamiento de una compañía, no solo favorece al proceso logístico, sino también a todos los procesos de esta, pues mediante el buen uso de los espacios se pueden disminuir costos operativos significativos al lograr aumentar la capacidad de almacenamiento y a su vez permite una ubicación visible de todos los elementos minimizando los tiempos de conteo de inventarios y de cargue de vehículos. Igualmente, con una planeación y organización adecuada, se puede reducir considerablemente el riesgo de accidentabilidad que se genera por un mal almacenamiento ya que las áreas de trabajo tendrían suficiente espacio para operar, y si éste espacio es suficiente, se podrían implementar nuevas líneas de negocio. De igual manera como se observó, las inversiones económicas tanto para la adecuación del área de almacenamiento mediante estantería vertical como para el arrendamiento de una nueva bodega no son gastos que no pueda cubrir la compañía, abriendo así de esta manera la posibilidad de aumentar la productividad de las operaciones y de trasladar y unir las dos sedes que actualmente se encuentran en diferentes ciudades, logrando de esta manera una gran ventaja competitiva.

## 16. Bibliografía

Cardozo, G., Duarte, A. L., & Garnica, L. (2003). *Gestión efectiva de materiales*. Cartagena: Fondo editorial.

Holguín, C. J. (2005). *Fundamentos de Gestión de Inventarios*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

IBM. (2014). IBM SPSS Forecasting 22. España.

Maple Oil Tools SAS. (02 de 2016). Obtenido de <http://www.mapleoilttools.com/>

Molano, D., Barrera, I., & Galarga, R. (2016). *El Libro de Diego*. Funza: Carvajal.

Schroeder, R. G. (2016). *Administración de Operaciones*. México, DF: McGraw-Hill.

Schroeder, R. G., Meyer, S., & Rungtusanatham, M. J. (2005). *Administración de operaciones*. Mexico: McGraw-Hill.