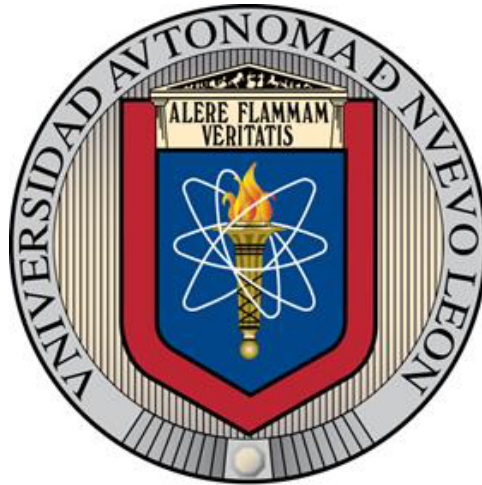


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



TESIS

**POLÍTICAS DE INVENTARIO A PARTIR DE UNA
SEGMENTACIÓN ABC**

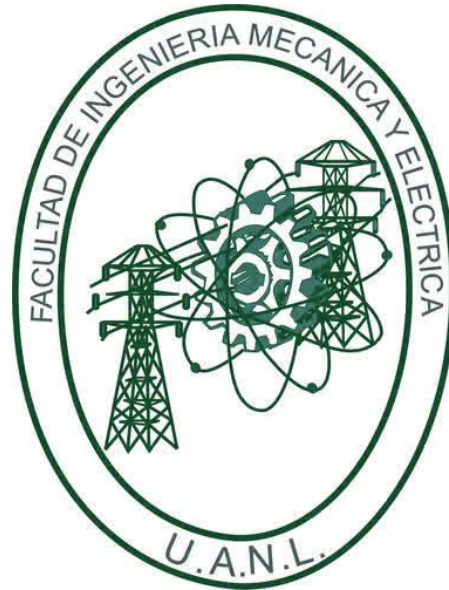
POR

JESÚS JAVIER MACÍAS BOTELLO

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO
CON ORIENTACIÓN EN DISEÑO Y ANÁLISIS**

ABRIL, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



**POLÍTICAS DE INVENTARIO A PARTIR DE UNA
SEGMENTACIÓN ABC**

POR

JESÚS JAVIER MACÍAS BOTELLO

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO
CON ORIENTACIÓN EN DISEÑO Y ANÁLISIS**

ABRIL, 2018

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Subdirección de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Políticas de Inventario a partir de una segmentación ABC», realizada por el alumno Jesús Javier Macías Botello, con número de matrícula 1387515, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro con orientación en Diseño y Análisis.

El Comité de Tesis



Dr. Jania Astrid Saucedo Martínez

Asesor



MLYCS Selene Josefina Esquivel Cantú
Revisor



Dr. Tomás Eloy Salais Fierro

Revisor

Vo. Bo.



Dr. Simón Martínez Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado



San Nicolás de los Garza, Nuevo León, diciembre 2017

A mi familia y amigos que siempre han confiado en mí.

A mis abuelos, especialmente a Minerva y Felipe por su apoyo incondicional.

Al amor de mi vida por su ayuda, motivación y paciencia.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	x
Resumen	xi
1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Objetivo	3
1.3. Hipótesis	3
1.4. Justificación	3
1.5. Metodología	4
1.6. Estructura de la tesis	6
2. Descripción general de la empresa	8
2.1. Metalsa S.A. de C.V.	8
3. Marco teórico	12
3.1. Cadena de suministro	12

3.2. Inventarios	14
3.2.1. Clases de inventarios	15
3.2.2. Políticas de administración de inventarios	17
3.3. Control de inventarios	21
3.3.1. Análisis ABC para inventarios	23
3.3.2. Segmentación multicriterio	27
3.3.3. Establecimiento de políticas de inventario por agrupación de segmentos	28
3.3.4. Tecnología de grupo	29
3.3.5. Criterios para una selección de clasificación y asignación de códigos	30
3.4. Costos de los inventarios	31
3.4.1. Nivel de servicio en un inventario	34
3.4.2. Almacenes y su distribución	36
3.4.3. Criterio para almacenamiento de artículos	37
3.4.4. Detección de obsoletos	39
4. Metodología	41
4.1. Recopilar y analizar información	42
4.2. Categoría ABC en los inventarios MRO Metalsa	44
4.3. Encontrar el valor del criterio de cada código y organizar	46
4.4. Determinar parámetros de dimensiones físicas y sus características	49

4.5. Definir códigos por categorías	50
4.6. Definir políticas de administración de inventarios	51
5. Análisis y Resultados	61
5.1. Análisis: Segmentación multicriterio	61
5.2. Aplicación de políticas	64
5.3. Listado de políticas de creación-difusión implementadas por grupo . .	65
5.4. Políticas para el grupo rojo	65
5.5. Políticas para el grupo naranja	66
5.6. Políticas para el grupo amarillo	66
5.7. Políticas para el grupo verde	67
5.8. Reducción de inventarios por consignación	67
5.9. Beneficios económicos	68
5.10. Beneficios físicos y operativos	68
6. Conclusiones	70
6.1. Contribuciones	71
6.2. Trabajo a futuro	73

ÍNDICE DE FIGURAS

3.1. Tipos de inventario	15
3.2. Políticas de inventario	18
3.3. Clasificación ABC Metalsa	24
3.4. Costos asociados a la administración de inventario	32
3.5. Distribución de almacén	37
3.6. Criterio para almacenamiento	38
4.1. Metodología para segmentación de materiales	41
4.2. Porcentaje de artículos por categorías	47
4.3. Porcentaje de artículos actualizados por categorías	48
4.4. Agrupación de segmentos multicriterio	52
4.5. Agrupación de segmentos multicriterio (Rojo)	53
4.6. Agrupación de segmentos multicriterio (Naranja)	54
4.7. Agrupación de segmentos multicriterio (Amarillo)	56
4.8. Agrupación de segmentos multicriterio (Verde)	58

ÍNDICE DE TABLAS

4.1. Organizaciones inventario Metalsa	42
4.2. Porcentajes ABC	45
4.3. Categorización ABC desactualizada	47
4.4. Categorización ABC con criterio propuesto	48
4.5. Parámetros de dimensiones	50

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero agradecer a Dios, quien me dió fuerza y voluntad para seguir adelante con mis retos y objetivos día con día. También quiero agradecer a mi familia especialmente a mis abuelos y a mis padres por su ayuda, que aunque he pasado por momentos muy difíciles siempre me han dado su apoyo incondicional. De igual forma quiero agradecer a aquellas personas que de alguna forma me apoyaron en persistir y continuar logrando los objetivos que me propuse: Damian, Dulce, Ileana, Xiomara, Fernanda y Deyanira. Quiero agradecer profundamente a mi asesora Dra. Jania Saucedo por su gran apoyo, pero sobre todo su tiempo, dedicación y todos los aprendizajes que me dió, sin olvidar agradecer también las aportaciones de mis revisores MLYCS Selene Josefina Esquivel Cantú y el Dr. Tomás Eloy Salais Fierro. Quiero mencionar también mis agradecimientos al MLYCS Magdiel Pérez Lara por su asesoría y ayuda en LaTeX. Por último quisiera agradecer al gran equipo de Doctores, Maestros y a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

RESUMEN

Jesús Javier Macías Botello.

Candidato para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro con orientación en Diseño y Análisis.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: POLÍTICAS DE INVENTARIO A PARTIR DE UNA SEGMENTACIÓN ABC.

Número de páginas: 80.

OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO: Metalsa es una empresa dedicada a la manufactura de estructuras para la industria automotriz. Sus líneas de producción constan principalmente de prensas transformadoras de acero. Dichas prensas trabajan utilizando un centenar de refacciones, las cuales son proveídas por los fabricantes de las mismas por altos precios. Actualmente cuenta con un Almacén General de refacciones (referido como Almacén MRO) que da servicio de resguardo y aprovisionamiento a producción y mantenimiento. Sin embargo, se ha presentado la necesidad de recurrir a almacenes externos como lo son bodegas y contenedores, los cuales son arrendados para poder aumentar la capacidad de almacenaje.

En este estudio, se plantea analizar y evaluar los criterios de la segmenta-

ción ABC con los que actualmente trabaja Metalsa para administrar artículos en el Almacén MRO, y su actualización. Debido a las dimensiones físicas de algunos artículos, así como su rotación y precio se busca realizar una categorización ABC del inventario en la cual también se pueda desarrollar una nueva segmentación que mejore la administración tomando consideraciones en agrupaciones que compartan características entre sí por medio de políticas de inventario que guíen la tenencia de artículos. Dichas políticas serán desarrolladas específicamente para cada una de las agrupaciones creadas, ya que algunos grupos se distinguen de otros por sus características propias. Así mismo, el estudio se enfoca principalmente en aquellos artículos con alto precio unitario, baja o nula rotación pero de gran dimensión física ya que actualmente la principal problemática es la capacidad de espacio que la planta dispone para almacenes, y se analiza el costo beneficio de triangular el suministro de éstos artículos bajo un esquema comercial de consignación teniendo información clara y completa de cada uno de los artículos.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: Los almacenes MRO resguardan artículos críticos para la producción, por este motivo su administración y la gestión de su tenencia necesita de políticas específicas que guíen la mejora constante, búsqueda de eficiencia y mejores prácticas que contribuyan en el servicio al cliente y que al mismo tiempo justifique la rentabilidad de la tenencia de inventarios.

Considerando los criterios de la segmentación ABC del Almacén MRO para sus artículos, se actualizaron y se incluyeron nuevas segmentaciones numéricas (123) dependiendo su dimensión física, esto permite desarrollar políticas de administración por grupos que guardan similitudes, además gestionar nuevas negociaciones, consignaciones e inventarios de artículos de lento movimiento así como la introducción de tecnologías como *vending machines*, dando como resultado la disminución de inventario, aumentar la capacidad de almacenaje, el pago de arrendamiento de almacenes externos y una nueva reubicación de artículos.

Firma del asesor: _____
Dr. Jania Astrid Saucedo Martínez

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La administración eficiente de la Cadena de Suministro debe de asegurar que el flujo de materias primas y productos en proceso y terminado trabajen con sincronía a lo largo de la cadena. Para lograr esto, se emplean inventarios, los cuales deben ser administrados correctamente. Existen distintos tipos de inventarios, uno de ellos es el inventario de refacciones y mantenimiento (MRO, por sus siglas en inglés *Maintenance Repairment and Operations*). Por lo anterior mencionado, es importante determinar políticas y control de inventarios, basados en una segmentación de materiales.

Los inventarios MRO son aquellas concentraciones de materiales que no forman parte integral de un producto terminado, pero se relacionan directamente en su elaboración.

La administración de inventarios MRO consiste en la gestión de materiales a reposición para la operación de los equipos de producción, pero así mismo también para su mantenimiento preventivo o correctivo. Su objetivo es tener el material requerido para cubrir la disponibilidad necesaria que requiere la operación.

En la mayoría de las compañías, el mantenimiento, reparación y operaciones forman parte de hasta un 40 % del presupuesto anual para las provisiones. Desafortunadamente, no se administra con la misma rigidez que se aplica al inventario de

materias primas.

Metalsa cuenta con un «Almacén MRO» que da servicio a las unidades de negocio de vehículos comerciales y pesados. En dicho almacén se resguardan materiales que comprenden desde consumibles como artículos de ferretería y de protección personal, hasta grandes cilindros hidráulicos, gases y lubricantes por mencionar algunos ejemplos.

En la actualidad, existe un proceso de alta de refacciones para el Almacén MRO, pero es necesario detallarlo y profundizarlo, desde la solicitud de disponibilidad de un nuevo artículo, hasta la negociación con los proveedores. Así mismo, por facilidad y practicidad a corto plazo, se han dado de alta refacciones con referencias de terceros o revendedores.

Por los motivos anteriormente mencionados, no se tiene una visibilidad del consumo de refacciones, ya que se corre el riesgo de tener números de parte duplicados o que puedan ser reemplazados entre sí.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El almacén MRO que se encuentra en Metalsa Apodaca, cuenta con categorización ABC considerando el costo anual en relación al precio y al consumo, sin embargo, no está actualizada y no toma en cuenta la dimensión de los materiales. Lo anterior resulta en la búsqueda constante de una capacidad de almacenaje superior. Debido a esto, se recurre a la renta de almacenes externos incurriendo en un costo adicional al manejo de inventario, haciendo más complejo el control del mismo ya que se encuentran fuera de las instalaciones de Metalsa y las operaciones de despacho y reposición son más difíciles y demoradas.

Por lo tanto, el almacén MRO no cuenta con políticas de administración de inventario que regulen los materiales de las diferentes categorizaciones respecto a su

naturaleza y comportamiento.

1.2 OBJETIVO

Reducir el nivel de inventarios de baja y nula rotación de aquellos materiales de grandes dimensiones que se encuentren en almacenes externos mediante la categorización de materiales estableciendo políticas de administración en base a su precio unitario, rotación y dimensión.

1.3 HIPÓTESIS

Al categorizar materiales y establecer políticas de administración de inventario basadas en precio, rotación y volumen, se puede reducir el nivel de inventarios con baja y nula rotación, que se encuentren en almacenes externos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Sin políticas de administración para los inventarios que definan, controlen y guíen los niveles de existencias adecuados y su administración, no se tiene un claro procedimiento del cómo planificar y mejorar el suministro de materiales. Ésto afecta generando obsoletos en inventarios y un considerable monto de capital detenido y/o con poca y nula rotación. A su vez, se afecta al nivel de servicio ya que se concentra esfuerzo y capital en la administración de materiales obsoletos y resta a la administración de materiales con más rotación afectando a las líneas de producción con posibles desabastos que podrían causar paros. Es necesario generarlas ya que permiten identificar y categorizar el tipo de materiales por su costo, rotación y dimensión. A su vez, se deben de detallar políticas para diferentes clasificaciones

más específicas y sus combinaciones, para tener conocimiento de las acciones a tomar según sean los casos y comportamientos. El desarrollo específico para cada tipo de materiales permite tomar decisiones que impacten los siguientes aspectos:

- Capacidad de almacenamiento,
- niveles de inventario,
- reducción de inventario,
- nivel de servicio,
- desabastos,
- negociación de contratos,
- revisión de mínimos y máximos,
- resultados en conteos cíclicos.

Con la asignación de categorías a cada uno de los materiales se obtiene mayor visibilidad sobre las diferentes opciones de negociación y administración, que se pueden emplear para hacer más eficiente el inventario. Al mismo tiempo que se asegura la disponibilidad de materiales, se reduce el nivel de inventario.

En específico, ayudarán a disminuir el monto de inventario en los materiales con poca demanda y al mismo tiempo aumentará la capacidad de almacenamiento, debido a que la mayoría de éstos materiales son de gran dimensión, pero también tienen un costo elevado.

1.5 METODOLOGÍA

Para la realización de esta tesis, a continuación, se presenta la metodología a seguir:

1. Búsqueda de antecedentes: Se analiza el escenario actual de Metalsa, datos generales y de trascendencia del pasado y presente que podrían aportar al desarrollo de ésta tesis.
2. Revisión de literatura: Se realizará búsqueda y análisis de investigaciones en la base de datos de la Universidad Autónoma de Nuevo León en diferentes fuentes como libros de autores expertos en la materia, revistas de investigación de prestigio internacional. El enfoque se relaciona con palabras clave como: cadena de suministro, inventarios, control de inventarios, clasificación ABC, políticas de inventario, y aluden a áreas administrativas, de gestión y operaciones considerando periodo abierto (información relacionada a los temas).
3. Recopilación de datos: Análisis de la información actual del inventario Metalsa, catálogos de materiales, procesos de trabajo, instalaciones.
4. Revisión de materiales actuales en el inventario: Verificación del tipo de materiales en el catálogo, se analizan cantidades en inventario, dimensiones, mínimos y máximos, rotación/consumo, tiempos de entrega.
5. Revisión de administración/políticas actuales: Se verifica y analiza si se cuentan con políticas de inventario actuales, proceso de alta de materiales, proceso de reabasto y detección de obsoleto, así como el proceso de negociación con proveedores según el tipo de materiales.
6. Presentación de propuesta: Contando con el análisis de la situación actual, se realiza propuesta, sea clasificación de materiales, actualización/implementación de políticas de inventario, según sea el caso.
7. Categorización de materiales en almacén: Se clasifican los materiales en catálogo de inventario considerando su precio, demanda y dimensiones, tomando en cuenta las características de cada una de las categorías propuestas en esta tesis.
8. Actualización/creación de políticas de administración de inventario alineadas a las nuevas categorías: Una vez establecidas las categorías a seguir para clasificar

el inventario, se diseñan y se crean políticas de inventarios específicas para cada una de las clasificaciones que den lineamientos a procesos de alta de material, almacenamiento, consumo, negociación.

9. Implementación de las políticas de administración: En este apartado, las nuevas políticas propuestas se harán alinearse a los procesos relacionados con el inventario. Se darán a conocer a las partes involucradas como personal de almacén, mantenimiento, proveedores.
10. Resultados: Se documentan resultados y mejoras para ser presentados al personal involucrado y a corporativo. Se comunican los beneficios que se obtuvieron apartir de esta tesis.

1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS

A continuación, se presenta a grandes rasgos un abstracto de cada uno de los capítulos contenidos en la tesis.

En el capítulo 1 se incluye información de antecedentes de la empresa y características de la problemática actual, además de referencias base del desarrollo de la investigación.

Posteriormente, el capítulo 2 se describen los fundamentos teóricos para la creación y planeación de una metodología basada en la segmentación de materiales para gestionar políticas de inventario.

Para el capítulo 3 se plantea el problema con el enfoque de transmitir la necesidad de segmentar los materiales en clasificaciones que permitan considerar el precio, consumo y dimensión.

En el capítulo 4 se establecerán los métodos que se proponen para realizar la segmentación de materiales utilizando la clasificación ABC y categorías que consi-

deren su dimensión.

Dentro del capítulo 5 se analizarán los experimentos desarrollados siguiendo la metodología planteada para diseñar y/o actualizar políticas de inventario que rijan la administración de los materiales clasificados en cada una de las categorías propuestas. Así el método que se propone tendrá un respaldo validado por medio de la experimentación.

En el capítulo 6 se darán a conocer las conclusiones que se generaron apartir de la experimentación y análisis de los resultados que se obtuvieron, para poder ofrecer recomendaciones que soporten la toma de decisiones respecto a la segmentación de materiales en un inventario empleando el análisis ABC y sus categorías propuestas, así como la implementación de políticas de inventario.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

El capítulo presenta información importante de la empresa que es relevante para esta tesis, sus orígenes, su presencia global, los productos que maneja, algunos de sus clientes, etc; lo cual aporta un panorama general.

2.1 METALSA S.A. DE C.V.

Subsidiaria del grupo Proeza, establecida en Monterrey, Nuevo León. La empresa, fue fundada en 1956 por Guillermo Zambrano, originalmente nombrada: Manufacturas Metálicas de Monterrey (Metalsa, 2016). A finales de los setenta se convirtió en «Metalsa», a partir de esta transformación sus operaciones se trasladaron a Apodaca, Nuevo León (Valdez, 2014).

La empresa Metalsa, satisface las estrategias globales de los clientes de manera local, teniendo presencia en 16 países, entre los que se encuentran: Estados Unidos, México, Venezuela, Brasil, Argentina, Alemania, Reino Unido, India, Australia, Japón, Tailandia, etc.

Algunos de los productos que Metalsa ofrece son los siguientes:

Con más de 12 mil empleados y un nivel de ventas de 6 BUSD, Metalsa cubre los siguientes mercados:

Vehículos ligeros como son: autos, CUV (*Crossover Utility Vehicles*), camionetas SUV (*Sport Utility Vehicles*), LCV (*Light Commercial Vehicles*) y vehículos comerciales como camiones medianos y pesados, y autobuses.

Algunos de sus clientes, por mencionar los siguientes principales: Chrysler, Ford, Toyota, Fiat, GM, Nissan, Mercedes-Benz, Freightliner, Navistar, International, Paccar, Tata, Volvo, Scania, entre otros (Metalsa, Buy USA, 2012).

Para determinar su cadena de suministro, Metalsa cuenta con dos herramientas principales:

- Oracle, sistema de gestión de información que automatiza muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de la empresa.
- Dcompras, el cual es un desarrollo propio y tiene la función de catálogo de materiales, refacciones, servicios, así como la administración de requisiciones, altas de artículos entre otras funciones.

Ambas herramientas trabajan en conjunto para atender las necesidades de las plantas de la compañía. Uno de los departamentos que desarrollan sus procesos en los anteriores sistemas mencionados es el área de compras.

Para este estudio, es relevante hacer referencia al departamento de compras. Las funciones se dividen en 3 áreas estratégicas, las cuales se definirán a continuación

- Material directo: Equipo de compradores responsables del suministro de materiales que representan el costo más importante y están sujetos a transformación para la fabricación del producto, algunos ejemplos lo son el acero, la soldadura y la pintura.

- Material indirecto: Compradores que atienden el abastecimiento de materiales que se destinan y se emplean para la fabricación del chasis, pero no se identifican físicamente en ellos. Se consumen regularmente en producción y mantenimiento. Algunos ejemplos son los artículos de limpieza, combustibles, herramientas y equipos de seguridad.
- Proyectos: Equipo encargado de gestionar la adquisición de equipos y materiales necesarios que fueron identificados con anticipación para el arranque de un nuevo producto o cambio de proceso, por ejemplo, la compra de robots, prensas transformadoras de acero e incluso la adquisición de naves para producción.

Para el aprovisionamiento de material indirecto se involucran 2 equipos de trabajo:

- Compras *SPOT* indirectos: Lo componen compradores especializados en la adquisición de materiales que por su naturaleza y su consumo esporádico no es necesario contar con un inventario del mismo, por ejemplo servicios, herramientas y suministros para eventos.
- Compras almacén indirectos: Integrado por compradores enfocados en el abastecimiento de refacciones y consumibles que debido a su criticidad y alto consumo es fundamental contar con inventario dentro de un almacén. Algunos ejemplos son los lubricantes, uniformes y refacciones.

El almacén cuenta con un inventario de más de 15 mil códigos dados de alta, los cuales fueron solicitados por el departamento de mantenimiento que atiende las áreas de ensamble, pintura, estampado, láser e hidroformado por mencionar algunos.

Para el abasto de artículos, diariamente se genera un reporte obtenido de Oracle que indica la planeación de mínimos y máximos de cada uno de los artículos. Al mismo tiempo, se generan requisiciones en automático para que el comprador las incluya en órdenes de compra y finalmente se dispone a su envío a los proveedores.

Si bien, la administración de inventarios es llevado através del sistema, es necesario dar de alta cada artículo del inventario. Al momento de la solicitud de alta de algunos de estos, se dispone la opción para determinar su categorización (A, B o C), lo cual permite identificar cuales son los artículos con mayor costo del almacén en relación al consumo contra precio unitario. Para el departamento de compras este tipo de criterio es funcional ya que se genera información que permite negociar con prioridad aquellos artículos que por su consumo tengan impactos en el gasto total.

Metalsa tenía como práctica categorizar cada uno de los artículos nuevos que se ingresaban al sistema, pero se dejó de realizar ésta clasificación con el tiempo. De la misma forma, anualmente se llevaba a cabo un proyecto de obsoletos para depurar aquellos artículos con nulo y/o poco uso, o para aquellos que pertenecían a proyectos que habían concluido o estaban por culminar, esta práctica dejó de llevarse a cabo por priorizar áreas de gestión de almacén.

Hasta ahora se ha mostrado de forma general la situación actual de la administración de almacenes de la empresa, el siguiente capítulo muestra la revisión de literatura de los temas que impacta la investigación.

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

De acuerdo con el análisis de literatura realizado que comprende investigaciones de periodo abierto, las fuentes de donde proviene la información se sustenta en la base de datos de la Universidad Autónoma de Nuevo León específicamente en revistas administrativas y de ingeniería, en la que se abarcan temas relacionados a la administración y gestión de materiales. Se utilizó el idioma español e inglés para la búsqueda de información dentro de las que se incluyeron las siguientes palabras: cadena de suministro, inventario, administración de inventarios, políticas de inventarios, clasificación ABC, segmentación multicriterio, los resultados de la investigación ponen de manifiesto el papel de la administración de almacenes dentro de la cadena de suministro, además de exponer tendencias y mejores prácticas.

3.1 CADENA DE SUMINISTRO

Según Min y Zhou (2002), una cadena de suministro es aquella que integra y sincroniza procesos para la obtención de materia prima, misma que será procesada para crear un producto terminado, el cuál será distribuido hacia el cliente. Es integrada por proveedores, plantas de producción, almacenes y clientes. Su propósito es la coordinación del flujo de materiales para satisfacer necesidades de clientes creando valor, es decir, entregar productos en tiempo y forma a un menor costo.

En la actualidad las grandes organizaciones han tenido que generar nuevas formas de hacer negocios debido a la globalización de las economías. La logística es una herramienta de soporte vital, la cual obliga a las industrias en crear una mentalidad de competencia enfocada a la cadena de suministro.

La necesidad de ser competitivos en mercados de bienes y servicios, hace más grande la obligación de tener conocimiento e implementar conceptos relacionados con logística y su constante búsqueda de elementos creativos para generar valor agregado en productos y servicios con características únicas en el mercado.

Los alcances de la gestión de la cadena de suministro necesitan ser entendidos más allá del exterior de la empresa, considerando toda la cadena de proveedores en sentido vertical, además de la implementación de tecnologías de información y base de datos, comunicaciones y nuevos sistemas de logística.

Una parte de la cadena de suministro es la logística, la cual planea, administra y controla de manera eficiente y eficaz el flujo y almacenaje de bienes o servicios para lograr la satisfacción del cliente (CSCMP, 2013).

La logística comprende tres importantes macro-procesos: logística de la demanda, del abastecimiento y de distribución y entrega. Se integran en cada uno de los anteriores procesos la logística inversa o de reversa.

Su principal objetivo es reducir niveles de inventario y al mismo tiempo la optimización de la cadena de distribución (Bedoya, 2012).

En el presente, se producen y distribuyen poco a poco más productos intangibles que tangibles, lo cual ha convertido en una necesidad adaptar la logística como un factor clave en las empresas, esto ha logrado que se administre con la misma importancia que la gestión de almacenamiento, inventarios, tecnologías de información y transportación (Cossio, 2009).

Para toda cadena de suministro una administración correcta y efectiva de inventarios es de vital importancia para explotar su potencial, sobretodo cuando ope-

ran con bajos márgenes de utilidad, es importante mencionar que los almacenes juegan un papel importante en la gestión de inventarios.

3.2 INVENTARIOS

Chase *et al.* (2006) definen inventario como la concentración de existencias de recursos que una empresa necesita para operar y que se vuelven parte de la producción de una empresa.

Según Levin y Kirkpatrick (2017), en el ambiente industrial, los inventarios otorgan flexibilidad de operación a lo largo de la cadena de valor y buscan cumplir las siguientes funciones:

- Eliminar irregularidad en la oferta.
- Facilitar la producción en lotes.
- Mejorar el manejo de materiales perecederos.
- Almacenar mano de obra.

Los inventarios tienen un papel crítico para que las industrias sean siempre competitivas dentro de los mercados que se plantean como objetivo. La preferencia de los clientes está en aquellas compañías que aseguran una continua disponibilidad de productos requeridos; si estas tienen un firme compromiso de entregar productos dentro de un rango de tiempo razonable, se desarrollará un ambiente de confianza y se creará un perfil fiel, lo cual es sinónimo de ventajas tanto como para el cliente como para la compañía como proveedor (Parada Gutiérrez, 2009).

Con éstas actitudes se generan relaciones que crean valor, las cuales son reeditables mientras se conserven, pero de todas maneras se debe de continuar cosechando una relación de confianza con los clientes (Korpela y Tuominen, 1996).

Colocando como base el rol de los inventarios, a continuación se presentan las clases y tipos que existen para determinar criterios de gestión.

3.2.1 CLASES DE INVENTARIOS

Menciona Muller (2003), que según las necesidades de las compañías y las funciones que cubren, los inventarios se dividen según su proceso. Los diversos tipos de inventarios se pueden clasificar con base a sus características, la figura 3.1 hace referencia a los tipos de inventario.

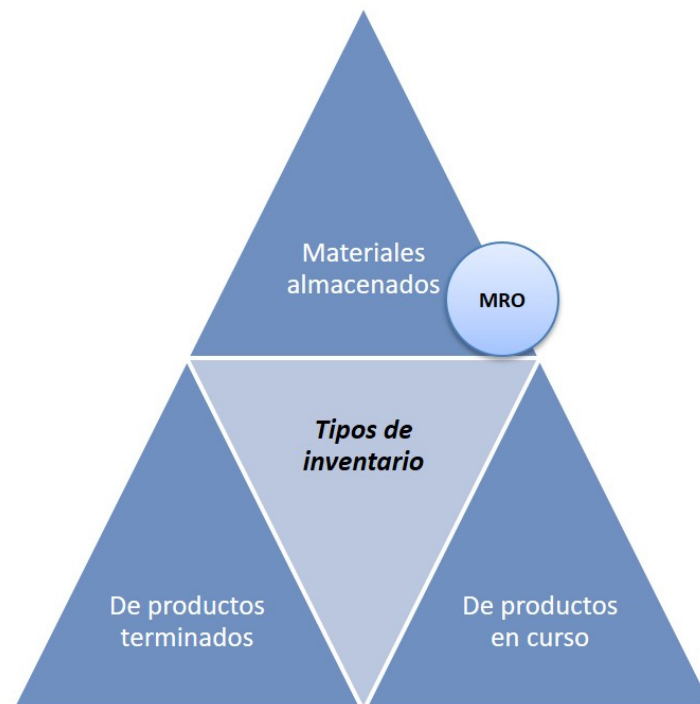


Figura 3.1: Tipos de inventario

Fuente: Adaptación Muller (2003)

A continuación se describen a detalle cada uno:

- **Materias primas:** Son los materiales que se emplean para la creación de productos parciales, componentes y productos completados. Ejemplo: El acero para la producción de estructuras automotrices.

- Trabajo en proceso: Componentes en proceso y que siguen siendo procesados. Se convierten en un producto parcial o ensambles. Este inventario debe conservarse en un nivel mínimos. Ejemplo: Componentes.
- Productos terminados: Productos que son almacenados y que finalizaron proceso de producción, en espera de ser embarcados a cliente.

Desde un punto de vista funcional, también se debe de considerar los inventarios MRO, los cuales comprenden lo siguiente:

- Consumibles: iluminarias, productos de limpieza, insumos de oficina y de seguridad, lubricantes, pinturas, herramientas, material de ferretería, material de empaque; los cuales son utilizados en varios de los procesos de producción.
- Refacciones, reparación, mantenimiento: Este inventario facilita que la producción sea continua, son aquellos materiales necesarios para asegurar el buen funcionamiento de la maquinaria utilizada en la operación.

Según Chase *et al.* (2006), el principal objetivo de analizar un inventario en la manufactura y servicios es determinar 1) el momento preciso de solicitar más unidades y 2) las cantidades de los pedidos. La mayoría de las organizaciones estrechan relaciones duraderas con proveedores para asegurar suministros al menos durante un año. Estas relaciones deben de estar establecidas bajo negociaciones que fueron justificadas respetando cuestiones de cuándo, cuánto solicitar.

Conociendo las características y los tipos de inventario antes especificados, es como se crearán y diseñarán las políticas de inventario que guíen la administración de los mismos.

Para el estudio de la investigación en curso, se ha dedicado un apartado para el análisis específico de la problemática.

3.2.1.1 INVENTARIOS MRO

El inventario MRO lo conforman artículos que no están incluidos en el producto o servicio final, como lubricantes, equipo de seguridad, herramientas, uniformes, suministros de limpieza, etc. Este tipo de inventario se caracteriza porque sus artículos de demanda independiente, es decir, su demanda depende de las condiciones en un mercado y no se relaciona con los criterios de almacenamiento de otros artículos (Krajewski *et al.*, 2009).

Para los inventarios MRO, la planeación para el aprovisionamiento de refacciones es vital para la operación continua de la maquinaria empleada para la producción. Las actividades en el entorno a las refacciones en este tipo de inventario, deben de estar en sincronía y planeadas para asegurar su disponibilidad, prevenir y evitar paros de producción, pero al mismo tiempo manteniendo costos en un nivel aceptable. El objetivo de un inventario MRO en las organizaciones es cumplir con la demanda de refacciones que la operación necesita con la menor cantidad de recursos posible (Li *et al.*, 2017).

Para asegurar la disponibilidad de refacciones y el correcto manejo de los inventarios, es fundamental considerar el espacio físico que se dispone para su resguardo. La organización física es estratégica para la eficiente operación de un inventario MRO.

3.2.2 POLÍTICAS DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

Según Gutiérrez y Vidal (2008), la política de inventarios consiste en definir el nivel de existencia de materiales económicamente más conveniente para las organizaciones.

Las políticas deben de responder a las preguntas: ¿Cuándo realizar un reabasto? ¿En qué cantidades deberá de ser realizado un reabasto? y ¿Cómo llevar a cabo un

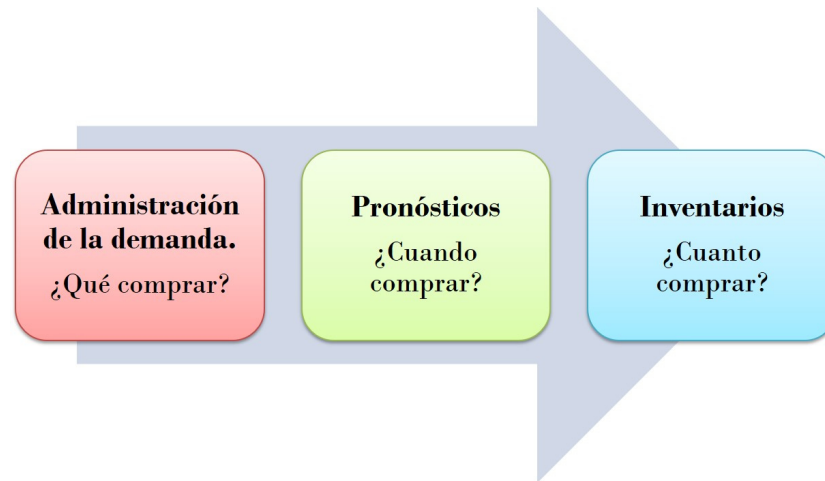


Figura 3.2: Políticas de inventario

Fuente: Adaptación Gutiérrez y Vidal (2008)

reabasto? (ilustrado en la figura 3.2) Las anteriores cuestiones deberán de considerar el tipo de producto/material, de su consumo, precio y capacidad de almacenaje con la que se cuente. Ésto dependerá del tipo de producto (terminado o material prima) y el ambiente de producción (Gutiérrez y Vidal, 2008).

Las políticas de inventario dan guía y establecen direcciones de contabilidad para asegurar que sea propiamente controlado y costado, pero también que pérdidas y desabastos estén prevenidos. Éstas aplican para todos los artículos de un inventario, incluyendo materias primas/componentes, artículos en proceso y terminados, así como inventarios consignados. Los procedimientos están enfocados en la valoración del inventario, inventario de lento movimiento y excesos de inventarios, inventario físico, inventario consignado, desperdicios, transferencias de inventario inter-compañías y costos capitalizados (Leader, 2016).

Se puede establecer, que las políticas de inventarios son lineamientos y guías que permiten determinar el nivel de inventario que económicamente sea conveniente para suministrar a la operación de las compañías.

Al momento de establecer políticas de inventarios, debe de considerarse que éstas deben de contemplar y prevenir, estrategias además de direcciones para pérdi-

das en conteos cíclicos o por su operación, y desabastos que se puedan presentar.

3.2.2.1 TIPOS DE POLÍTICAS DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO

A continuación, se presentan los tipos de políticas administración de inventario más importantes y relevantes para el desarrollo de ésta tesis.

- EOQ: Por sus siglas en inglés *Economic Order Quantity*, el tamaño del lote económico es una de las políticas más utilizadas y conocidas en la actualidad. Representa la cantidad a ordenar para un reabasto que minimiza la totalidad de los costos de inventario. Este reabasto se detona cuando el nivel de inventario alcanza su punto de reorden.
 - Una de las ventajas del EOQ es que se calcula para minimizar una combinación de costos como lo es el costo de compra (el cual puede referirse a descuentos por mayoreo o volumen), el costo de almacenaje, el costo de ordenar, el costo de operar el inventario, etc.
 - La desventaja del EOQ, es que se basa en supuestos en los cuales la demanda y los tiempos de entrega están identificados y son constantes, además de que los desabastos se previenen colocando la orden de compra en el momento adecuado (Beheshti *et al.*, 2012).
- ROP: Por sus siglas en inglés *Reorder Point*, establece un escenario donde el comportamiento de la demanda es uniforme y constante. Pero si lo anterior, no se cumpliera, emplea inventarios de seguridad por medio de cantidades mínimas y máximas para prevenir y atender demandas extraordinarias (Medina, 2002). Una revisión de mínimos y máximos genera eficiencia para las organizaciones, esta es una herramienta con la cual se reducen niveles de inventario de artículos en almacenes, así como aumentarlos para artículos críticos que para los cuales una escasez resultaría en altos costos por paro de producción (Veloz y Parada, 2017).

- VMI: Por sus siglas en inglés *Vendor Managed Inventory*, es el esquema de inventario en el que el vendedor tiene la responsabilidad de gestionar la compra de reabastecimiento para el inventario del cliente. Un esquema de inventario a consignación es un ejemplo de este tipo de esquema.

Los inventarios a consignación de una cadena de suministro están enfocados a reducir costos totales para el comprador y el vendedor. Las políticas de inventario a consignación con tiempos de entrega controlables para artículos de costo bajo o medio, han probado ser adecuados para responder a los nuevos retos de la administración de cadenas de suministro con demandas estocásticas.

Una de las estrategias de control de inventarios más efectivas a nivel industrial para obtener ganancias a corto plazo, son los inventarios a consignación. Uno de los beneficios, es que el proveedor hace disposición de las instalaciones del cliente para poder almacenar parte de sus inventarios. Uno de los términos incluidos en un programa de consignación es que el pago de los artículos se considera hasta que son vendidos en las instalaciones del cliente (Srinivas, 2017).

Para desarrollar este tipo de políticas las organizaciones siempre deben de garantizar que su producción sea continua, para esto se apoyan de inventarios que ayuden a soportar variabilidad en las demandas. Las ventajas de contar con un VMI a consignación se mantienen con consideraciones específicas. Muchos proveedores se interesan en este tipo políticas porque ayudan a mitigar el riesgo de demandas desconocidas, inciertas y variables ya que el material se encuentra disponible cuando sea necesitado. Un VMI ofrece contar con los artículos almacenados en las facilidades del cliente, lo cual se traduce en costos menores de resguardo para el proveedor (Bazan *et al.*, 2014).

Otro ejemplo de VMI es el empleo de *vending machines*, la cual es un dispositivo que despacha productos sin la necesidad de una persona física para realizar un cobro. Dentro de los beneficios que ofrece este tipo de política son: despacho automatizado, disponibilidad de productos inmediata, riesgo de daños

mínimo y fácil administración y control de inventario, también pueden ser localizadas cerca del punto de consumo, por mencionar algunos. Por lo general, se utilizan para manejar productos de alto consumo y precio bajo como lo son equipo de seguridad y herramientas. También se reduce el monto de inventario en almacén así como las órdenes de compra generadas. Contribuyen a generar valor y direccionar ahorros en operaciones industriales para mantenimiento, reparación y revisión (Jay *et al.*, 2001).

- RMI: Por sus siglas en inglés *Retailer Managed Inventory*, es el tipo de inventario en donde el poder de decisión y la responsabilidad del cuánto, cuándo y dónde se obtendrá el aprovisionamiento necesitado se deposita en el distribuidor (Arango *et al.*, 2011).

Através de un control de inventarios, buscan conservar niveles eficientes apegados a planeación. Tratan de que los niveles de inventario se mantengan entre los extremos de un inventario excesivo en el cual sus costos de operación son altos y un nivel no propio que resulte en desabastos.

3.3 CONTROL DE INVENTARIOS

Según Ballou (2004) en la actualidad, los accionistas están más enfocados hacia el monto total de dinero destinado a los inventarios y al nivel de servicio para el concentrado de amplios grupos de materiales, que en el control de individuales. Aunque las políticas asignan cuidadosamente un control preciso para materiales individuales y para inventarios en conjunto, la administración a éste nivel suele ser compleja. Por lo tanto, se han desarrollado métodos de control colectivo para procedimientos de control de inventarios, por mencionar algunos:

- Tasas de coeficientes de rotación.
- Clasificación A, B, C.

- Agrupación de riesgos.

Se define como control de inventarios a las estrategias y técnicas diseñadas para desarrollar actividades para mantener un inventario a niveles eficientes que permitan administrar la existencia ya sea de productos terminados, materias primas, refacciones o trabajos en proceso (Medina, 2002).

Los indicadores de desempeño que por lo general son utilizados en las organizaciones para evaluar el desempeño de la administración de inventarios, son las siguientes:

Exceso de inventario: Es la diferencia entre la cantidad total de inventario disponible en los almacenes y la demanda o consumo histórico de los materiales.

Rotación de inventario: Es la relación existente entre el consumo/demanda de los materiales en un lapso de tiempo específico y el costo del inventario promedio. Es el movimiento mediante el consumo de los materiales en un almacén. Metalsa considera como rotación de inventario cada ocasión en la que algún usuario realiza una requisición por uno o varios artículos y estos son despachados.

Inventario obsoleto: Son los materiales/recursos que ya no son funcionales para producción debido a que ya no son usados en esa aplicación, cambiaron el recurso por un reemplazo de nueva tecnología o simplemente nunca tuvieron consumo.

El desarrollo e implementación de políticas y procesos para inventarios no tienen sentido si la administración no conoce ni el inventario ni su valor, pero sobre todo si no se consideran los costos que genera su administración. El seguimiento y monitoreo de registros es punto clave para el desarrollo de bases para implementar sistemas de inventarios (Medina, 2002).

Después de analizar el control de inventarios por medio de políticas y estrategias de administración, se detalla a continuación el análisis ABC como una herramienta de categorización.

3.3.1 ANÁLISIS ABC PARA INVENTARIOS

En cuanto a la optimización de inventario en la cadena de suministro, se puede destacar el uso de herramientas como el análisis ABC, el cual es un método de categorización de inventario que tiene como función estratificar los artículos de un inventario en tres categorías, A, B, y C. Los artículos incluidos en la categoría «A» se destacan como lo de mayor valor. Del lado contrario, los artículos que se categorizan como «C» son los de menor valor. Ésta estratificación tiene como objetivo priorizar y dar importancia hacia los pocos artículos que pueden considerarse como críticos o cruciales (categoría A), en lugar de desviar el enfoque hacia los muchos artículos que son triviales (categoría C) (Collignon y Vermorel, 2012).

El análisis ABC divide el inventario existente en tres clasificaciones considerando volumen anual en pesos, es conocido también como curva o ley del 80-20 y se basa en la aportación de Wilfredo Pareto, un economista que tras una investigación de ingresos descubrió que la mayor parte de éstos estaba concentrado en un muy reducido porcentaje de la población. El principio de Pareto establece que hay unos cuantos artículos críticos y algunos otros triviales. El objetivo es direccionar el enfoque de los recursos en los pocos críticos y evitar los muchos triviales (Parada Gutiérrez, 2009).

Para establecer el volumen anual en pesos del análisis ABC, se mide el consumo anual de cada artículo del inventario multiplicándolo por el costo de cada unidad. Los artículos de la categoría A son los que el consumo anual en pesos es alto. Representan del 70 % al 80 % del costo total del inventario y cerca del 15 % de la totalidad del inventario. Los artículos clase B son los que representan un consumo anual en pesos mediano. Estos artículos por lo general representan cerca del 30 % del inventario total, pero llegan a representar del 15 % al 25 % del valor total del inventario. Finalmente, para los artículos que presentan un bajo consumo anual en pesos serán la categoría C, la cual representa un 5 % del consumo anual en pesos pero en inventario suelen ser el 55 % de los artículos totales (Parada Gutiérrez, 2009).

Los materiales que se asignan para la categoría A, representan los que tienen más valor en consumo y rotación anual. Lo cual, en porcentaje significa un 15% debido a que los artículos A representan el grupo de mayor valor, deben de ser sometidos a un estricto control de inventario, es decir una revisión continua de mínimos y máximos y monitorear sus movimientos de consumo. Se deben de desarrollar áreas de almacenamiento seguras y pronósticos de consumo para prevenir cambios en la demanda (consumo). Los reabastos deben de ser más frecuentes ya sea de una forma semanal o diaria. Cualquier desabasto debe de ser evitado en los artículos A que son cruciales para la operación (Collignon y Vermorel, 2012).

La figura 3.3 presenta la clasificación ABC considerada por Metalsa.

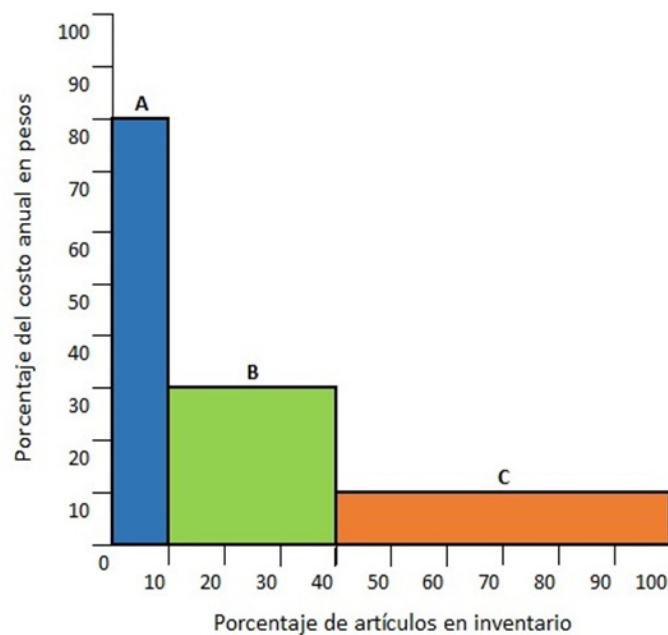


Figura 3.3: Clasificación ABC Metalsa

Fuente: Elaboración propia

Los beneficios de clasificar los artículos del inventario en categorías, da pie a que se puedan establecer políticas y controles para cada una de las categorías. Las políticas que se basen en el análisis ABC incluirán lo siguiente:

1. Los artículos A en diferencia a los artículos B y C, es necesario que tengan

estrictos controles en cuanto a inventario se refiere, probablemente son parte de un área restringida, y de cierta manera la revisión de cíclicos deba de ser más frecuente para los artículos de la categoría A (Medina, 2002).

2. Hablando en tema de planeación y pronósticos, los artículos A deben de tener un cuidado más especial que los demás artículos del inventario. Se logrará un mejor pronóstico, un correcto control de las existencias en físico, confiabilidad del proveedor y una reducción considerable en el inventario si las técnicas de administración del inventario son adecuadas, una de éstas técnicas podría ser una categorización ABC (Medina, 2002).

Categorizar los materiales del inventario de un almacén en clases A, B, y C es relativamente arbitrario. Estas clasificaciones son una interpretación bastante directa al principio de Pareto. El impacto de situaciones de desabastos de materiales para la producción, deben de influenciar la estrategia de la administración de un inventario (Collignon y Vermorel, 2012).

En cualquier inventario de materiales, una pequeña parte determinada en aspecto de elementos, representa la parte mayoritaria en efectos. Desde un aspecto y punto de percepción de efectividad económica, ésta idea fundamenta una necesidad de clasificación de inventarios y de llevar un control específico para ese pequeño porcentaje que produce los mayores efectos. En la aplicación de éste método, se genera una curva que visualiza la distribución estadística del efecto de renglones considerado. Esta curva da como resultado tres zonas, en las cuales los límites están determinados por específicos rangos que se le asignen y éstas serán las clasificaciones A, B y C (Parada Gutiérrez, 2009).

Según Parada Gutiérrez (2009) el proceso estándar para implementar el método ABC pueden sugerirse los siguientes pasos básicos:

- Seleccionar variable en función de nuestro objetivo.
- Rango de clasificación por zonas.

- Ordenar materiales según sus valores de mayor a menor.
- Determinar participación de cada material en el valor total (consumo y gasto).
- Calcular porcentajes.
- Frecuencias acumuladas.

Como se mencionó anteriormente, para los artículos en la categoría A requieren un control de inventario específico y de reposición inmediata por su consumo elevado. Se debe de tener un control directo entre la especialista de abastos que controla el inventario y producción; haciendo un análisis y verificación de tiempos de entrega, ya que el control consiste en contar con al menos una unidad del artículo en existencia, el cual genera una reposición inmediata al consumo (Aguilar Martinez, 2000).

Según Aguilar Martinez (2000) para los artículos de la categoría B la cual incluye aquellos artículos que por tener una rotación menor, valor y menor criticidad para la operación requieren de un menor esfuerzo para su manejo, lo que resulta en costo administrativo más bajo en comparativa con la categoría A.

Los artículos que pertenecen a la categoría C que está conformada por artículos de baja rotación, requieren poca inversión para operarlos ya que sus requerimientos son esporádicos y demandan una supervisión de nivel de inventario no tan compleja como las categorías A y B. Sin embargo, algunos de éstos artículos son de importación y los tiempos de entrega que los proveedores ofrecen son considerablemente largos, en dónde el porcentaje de falla no se puede predecir y la criticidad en las líneas de producción puede ser alta (Aguilar Martinez, 2000).

Existen inventarios de lento o nulo movimiento, los cuales generan gastos por conservarlos en el inventario, además del costo de la reposición de estos artículos. Se deben identificar y determinar aquellos artículos que pertenezcan a esta categoría y justificar su existencia por criticidad o bien categorizarlos como obsoletos si es que el proyecto ha concluido o si es que han surgido reemplazo para los artículos.

Para materiales de consumo inmediato y que el usuario requiere para la producción (requerimientos spot) sin dar de alta en el almacén con parámetros de mínimos y máximos, se debe de dar un seguimiento de registro y monitoreo de consumo para poder solicitar su alta en el inventario y darle una codificación (Aguilar Martinez, 2000).

3.3.2 SEGMENTACIÓN MULTICRITERIO

La mayoría de los métodos de control de inventario presentan limitaciones cuando se aplican por si solos. Los inventarios son integrados por artículos que presentan diferentes características específicas, es por eso que al momento de realizar segmentaciones es importante considerar aspectos multicriteros para una correcta clasificación (Devarajan y Jayamohan, 2016).

Los artículos de un inventario no son demandados con la misma frecuencia. Algunos de ellos, son demandados con alta frecuencia, algunos otros de una manera muy ocasional y otros pueden llegar a presentar una demanda nula que los lleve a la obsolescencia. Un análisis FSN (por sus siglas en inglés fast, slow and non moving) los agrupa en 3 categorías dependiendo su demanda. También se propone un análisis XYZ en donde el inventario actual y el precio por unidad son multiplicados dando la categoría X a aquellos artículos con mayor costo de inventario, categoría Y para aquellos con un costo medio y por último la categoría Z para aquellos con el costo más bajo. Ambas clasificaciones anteriormente mencionadas se fusionan para crear segmentaciones más detalladas y poder tener herramientas de decisión para las diferentes clasificaciones (Devarajan y Jayamohan, 2016).

Otra clasificación multicriterio es la PROAFTN por sus (siglas en francés *Procedure d'Affectation Floue pour la problematique du Tri Nominal*) la cual es un método de supervisado de clasificación algorítmica basado en un análisis de decision de multiple criterio, en el que parámetros de valores son asignados y ponderados para

poder obtener una clasificación ABC. Es importante recordar que este tipo de clasificaciones es presentado en un escenario optimista y pesimista (Douissa y Jabeur, 2016).

3.3.3 ESTABLECIMIENTO DE POLÍTICAS DE INVENTARIO POR AGRUPACIÓN DE SEGMENTOS

De acuerdo a Chacon Rendón (2008) para desarrollar una política de inventarios, la primera actividad a realizar es una adecuada clasificación del inventario en agrupaciones en las cuales sus características guarden similitud. Para generar una clasificación de artículos correcta y obtener coherencia en una política a lo que se necesita lograr, se tiene que obtener información necesaria de los artículos que se manejen:

- Código del artículo,
- demanda del último año,
- costo unitario,
- proveedor,
- tipo de artículo,
- desviación estándar del último año,
- tiempo de entrega promedio,
- clasificación ABC actual,
- punto de reorden,
- mínimos y máximos.

La segunda actividad según Chacon Rendón (2008), es dividir cada una de las clasificaciones que se generaron por la cantidad de frecuencias en un periodo anual determinado, ya que los artículos se agruparon en sectores con características parecidas, se procede a desarrollar y diseñar políticas de inventario específicas para los sectores por separado, de una manera en que se formen escenarios que considerando el nivel de servicio esperado por la organización y el monto de inversión, reflejen la factibilidad probabilística y se convierta en una herramienta para la toma de decisiones.

Después de visualizar la agrupación de segmentos, es necesaria la clasificación por medio de características similares, concepto que se aborda a continuación.

3.3.4 TECNOLOGÍA DE GRUPO

Según Miranda Pasos (2011) la clasificación de partes por familias para después enfocar cierto equipo a un segmento de partes se le conoce como tecnología de grupo. Este es un concepto que aprovecha consideraciones de semejanza desde tres aspectos diferentes:

- Ejecutando procesos semejantes.
- Tareas similares estandarizadas.
- Documentando y mejorando de una manera eficiente la información de problemas repetitivos.

Los anteriores aspectos apoyarán a establecer criterios que permitan clasificar cada uno de los artículos en grupos dependiendo de sus características.

3.3.5 CRITERIOS PARA UNA SELECCIÓN DE CLASIFICACIÓN Y ASIGNACIÓN DE CÓDIGOS

Con el propósito de diseñar y desarrollar un código propio, es necesario entender las características de los sistemas para codificación y clasificación. A continuación, se presentan las características primordiales de sistemas de clasificación y para la generación de códigos:

1. Flexibilidad de adaptación para diversas aplicaciones, por ejemplo, la construcción de familias de partes, plan de procesos, costeos y abastecimiento.
2. Información exacta y correcta de las partes.
3. Facilidad de asignar información de características de partes que se consideren de relevancia en una etapa anterior.
4. Facilidad de comprender y recuperar.
5. Software confiable y disponible.
6. Diseñado para aplicaciones específicas.

La mezcla de estas características con los enfoques de la compañía es funcional en la selección o desarrollo de un sistema de codificación que atienda las necesidades de la compañía.

De acuerdo a Miaramanda Pasos (2011) para la implementación y desarrollo de tecnologías de grupos, sistemas de clasificación codificación se debe cubrir con los siguientes requisitos necesarios:

1. Cubrir en su totalidad los aspectos,
2. ser mutuamente excluyente,

3. atender necesidades específicas del usuario,
4. adaptable a variabilidad futura,
5. ser adaptable para procesos por medio de dispositivos,
6. dar aplicaciones que se implementen en toda la organización.

Algunos aspectos comunes que se deben de considerar son:

1. Objetivo,
2. margen de aplicación,
3. tiempo y costo,
4. ser adaptable a diferentes sistemas,
5. conflictos en la administración.

Es crítico considerar los requisitos y aspectos anteriormente mencionados para llevar a cabo un proceso de clasificación y codificación completa y correcta para soportar el desarrollo de tecnologías de grupos.

3.4 COSTOS DE LOS INVENTARIOS

Para que sea posible tener una mayor certeza de tener una producción constante, las industrias resguardan inventarios a lo largo de la cadena de suministro. En referencia a su administración, se conoce que las variaciones que tienen la demanda más la tardanza de las entregas de proveedores a las industrias permiten establecer un inventario de seguridad que da oportunidad de poder atender a una demanda cambiante y no caer en desabastos los cuales se traducirían en pérdidas en paros en

producción o directamente en ventas lo que puede resultar en afectar la imagen de la empresa ante sus clientes (Izar Landeta *et al.*, 2016).

Estos inventarios generan costos a lo largo de la cadena de suministro (Muller, 2003), los cuales deberán de ser considerados para tomar cualquier decisión que afecte el tamaño del inventario, a continuación se mencionarán los principales:

- Capital en inventario.
- Espacio de almacenamiento.
- Costos de recepción, verificación de calidad, costo de maniobras, costo de selección y acomodo y de programación de cíclicos, así como controles y administración de inventarios.
- Robo y pérdidas.

Al momento de realizar reabastos y tomar una decisión sobre ¿qué productos? y ¿qué cantidad? se ordenarán o se producirán, se tienen que considerar todos los costos que están asociados para poder establecer políticas de inventarios (Escobar, 2012) la figura 3.4 muestra estos costos. Se clasifican de la siguiente manera:

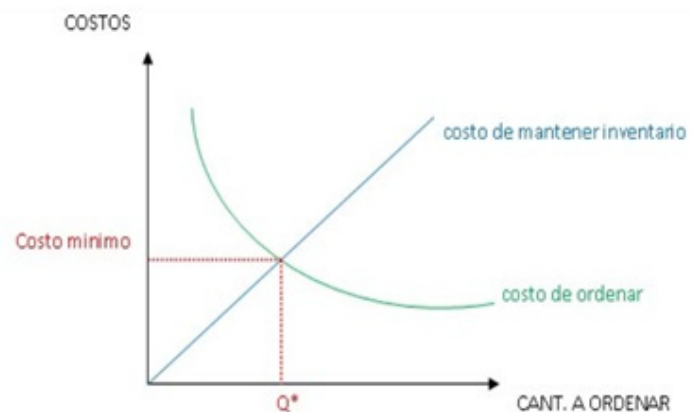


Figura 3.4: Costos asociados a la administración de inventarios

Fuente: Adaptación Escobar (2012)

1. Costo por ordenar: Estos están comprendidos por los costos relacionados con las órdenes de compras como llamadas telefónicas, internet, salarios del departamento de compras, o los costos de preparación de máquinas.
2. Costos de mantenimiento: Los productos que se almacenan ocupan un espacio asignado y al mismo tiempo éstas locaciones deben de estar diseñadas específicamente para los bienes que se almacenarán, contar con agua, luz, dependiendo del tipo de material.
3. Costos por faltantes: Si no hay disponibilidad de materiales para ser entregados a los usuarios, se incurren en costos extras por conseguir los productos para satisfacer las necesidades de la operación. Los costos de las órdenes con atraso, conllevan papelería extra en distintos departamentos, embarques especiales los cuales son más caros ya que las órdenes atrasadas son cantidades pequeñas.
4. Costos asociados a la capacidad: En ocasiones es necesario cubrir con tiempos extras la operación de un almacén, implica un costo adicional, o puede ser que existan tiempos muertos como sería la inexistencia de un espacio asignado a material prima. Otras veces se necesitará más personal, así como el entrenamiento del mismo el cual reflejará un costo.

Balakrishnan *et al.* (2004) asegura que en ocasiones el sostener inventarios de gran tamaño aumenta los niveles de servicio y motiva la demanda de artículos. En su investigación establece que el ciclo óptimo del inventario necesita del balance entre los costos de realizar pedidos e inventariar las existencias, mientras que el punto de reorden se analiza mediante un análisis de costo-beneficio.

Según Chikán (2007), existen actualizaciones en los paradigmas de la administración de inventarios, que la industria debe asimilar, de manera que no resulte en una desventaja competitiva. En el pasado, la administración de un inventario se basaba en 3 fundamentos:

1. Se entendía que era independiente a aspectos administrativos.

2. Su primordial rol era amortiguar diferencias entre oferta y demanda variable.
3. La medición del desempeño contemplaba el costo del inventario que consideraba el mantenimiento, realizar nuevos pedidos y desabastos.

La propuesta de Chikán (2007) considera los inventarios como un segmento fundamental de la cadena de valor, directamente relacionados con otras funciones en la empresa, sirviendo como soporte estratégico que otorga rentabilidad y satisfacción total del cliente, y la evaluación de su desempeño debe soportarse en la búsqueda constante de soluciones que ofrezcan valor y que marquen un factor diferencial ante la competencia (Izar Landeta *et al.*, 2016).

La búsqueda constante de estrategias para mejorar inventarios, es crítica para ser capaz de mantener el control de los costos en un nivel bajo a lo largo de la cadena de suministro. De todos modos, para obtener provecho al máximo de los esfuerzos de los directivos de las industrias, resulta conveniente y productivo enfocarse en aquellos artículos que representan un costo mayor (Collignon y Vermorel, 2012).

Según el análisis de estudio los costos de inventario son impactados por el nivel de servicio que ofrezca la compañía, a continuación se detallan consideraciones acerca de esto.

3.4.1 NIVEL DE SERVICIO EN UN INVENTARIO

Se determina como nivel de servicio para un inventario, como la probabilidad que se espera de no llegar a un desabasto de materiales o falta de existencias. Determinarlo, es hablar de un porcentaje necesario para calcular las existencias o inventarios de seguridad. Se puede decir, es una compensación entre el costo que genera un inventario y el costo que genera en producción el desabasto de materiales que resulta en paros de líneas de producción y por consecuencia pérdidas en ventas y de oportunidades, así como la mala imagen para los usuarios/clientes internos, etc.

Para lograr este objetivo, es necesario calcular un nivel de servicio óptimo através de un modelado de costos de inventario contra el desabasto de los materiales (Vermorel, 2012).

Se entiende que los inventarios deben de estar desarrollados para otorgar un buen servicio al cliente y al área de producción y mantenimiento, los cuales necesitan inventarios para no arriesgar la producción y hacerla de manera homogénea y eficiente, por lo que siempre habrá variaciones en las perspectivas de cada usuario contra los modelos clásicos de inventarios (Ramon, 2001).

Es común que se entienda que el nivel de servicio para inventarios es definido por la cantidad almacenada de materiales/artículos, esto tiene sentido y hay razones para entenderse de ésta manera, en la parte teórica de administración de inventarios se utiliza un indicador llamado nivel de servicio el cual es usado para definir la cantidad del inventario de seguridad. Si se rige su control por medio de la cantidad inventariada, se generan inconvenientes y no siempre se genera valor. El nivel de servicio en inventarios y su cantidad almacenada no son lo mismo, pero guardan una muy estrecha relación. El nivel de servicio es una estrategia y aunque la cantidad inventariada sea correcta o afecte obtener un satisfactorio nivel de servicio, el tema es más operativo y de cadena de suministro.

Berg (2007), menciona que, si el deseo de una compañía es lograr altos niveles de servicio en términos de rápidos tiempos de respuesta, cumplimiento perfecto de órdenes y alta flexibilidad en órdenes de grandes volúmenes, esto resultará en un incremento de los costos.

El nivel de servicio guarda directa relación con la cantidad destinada a inventarios de seguridad y por consecuencia contar con altos inventarios, es sinónimo de altos costos de mantener dicho inventario. Menciona que es aquí donde entra el dilema en el que la administración debe preguntarse: ¿Qué tan bueno podría ser el nivel de servicio y que nivel de costos sería aceptable? Sería costeable tratar de cumplir con todas las expectativas de nivel de servicio por parte de los usuarios o

deberían de establecerse ciertas restricciones en donde no sea posible cumplir con las expectativas del cliente (Berg, 2007).

La capacidad instalada y el orden de artículos en un almacén son factores determinantes que influyen en el nivel de servicio.

3.4.2 ALMACENES Y SU DISTRIBUCIÓN

Los almacenes son las instalaciones físicas que facilitan las actividades del manejo de inventario, recibo, despacho, resguardar, procesar órdenes, embarques, empaque, rechazos, conteos cíclicos, entre otros (Chen, 2008).

La correcta distribución de localidades físicas para refacciones dentro del almacén, concentra esfuerzos para minimizar el costo total por medio de un intercambio eficiente entre el costo relacionado con el espacio y el manejo de las refacciones en el inventario. El principal rol de la distribución física de un almacén, es maximizar el uso del «cubo» total del almacén, en otras palabras, utilizar su capacidad de volumen total pero al mismo tiempo cuidando que el costo del manejo de refacciones sea bajo. Se busca también, minimizar desperdicios de refacciones y aprovechar al máximo los recursos con los que se cuentan para el traslado de las mismas. Un almacén que cuenta con un inventario reducido y con refacciones estandarizadas presenta mayor densidad que uno que trata de ofrecer diversidad demandando mayores dimensiones físicas (Heizer y Render, 2009).

La figura 3.5 muestra el modelo de organización «cubo» para un almacén.

En conjunto con el diseño de una distribución de almacén que sea ajustada a las necesidades del inventario, se deben de establecer los lineamientos que establezcan y guíen su administración, para facilitar la minimización de costos de operarlo.

Relacionando conceptos y prácticas operativas, el diseño de la distribución de almacén contribuye a la gestión de políticas de inventarios.

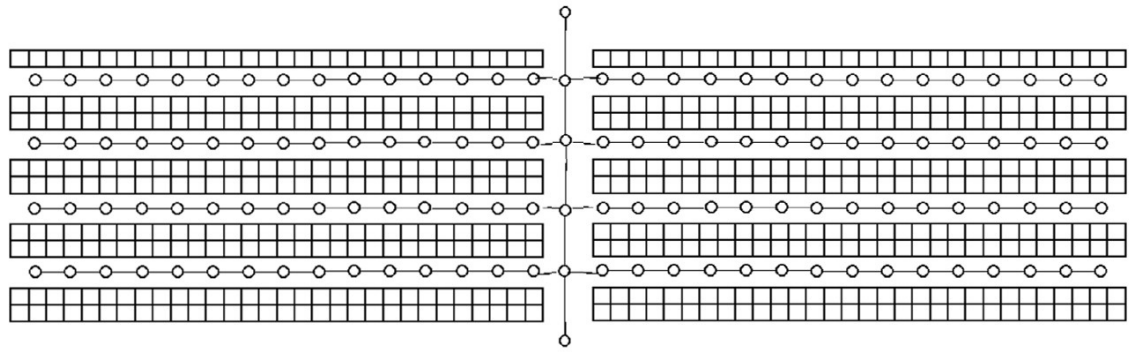


Figura 3.5: Distribución de almacén

Fuente: Adaptación Heizer y Render (2009)

3.4.3 CRITERIO PARA ALMACENAMIENTO DE ARTÍCULOS

Una apropiada y correcta administración de abastecimiento de refacciones puede ser una significativa contribución a la rentabilidad de las organizaciones, no solamente mediante la reducción de paros de producción sino también mediante la reducción de costos de adquisiciones y los costos implicados en inventariar refacciones (espacio, capital detenido, administración, etc.). Las compañías usualmente cuentan con almacenes con estantería y etiquetado muy presentable, pero esto no es suficiente para asegurar la confiabilidad de administración de refacciones (Slater, 2007).

Ésta administración es como cualquier otro aspecto de la administración de operaciones, el éxito depende de los lineamientos, diferenciación de resultados, evaluaciones críticas y estricta disciplina en su ejecución. Para lograr eficiencia y eficacia en la administración de refacciones, se necesita más que solo almacenes equipados. Se requiere una previsión y atención en puntos para la toma de decisiones, así como un acercamiento documentado, el cual sea posible auditar (Slater, 2007).

¿Inventariar o no inventariar? Esa es la pregunta. Uno de los mayores defectos en los sistemas de administración de inventarios, es la falta de un criterio claro de cuando inventariar una refacción/material y cuando no hacerlo. La falta de lineamientos, cultura de austeridad y planeación fuerza al equipo a tomar decisiones sin un

soporte real. Esto resulta en almacenes repletos de materiales que no son necesarios inventariar ni administrar en lugar de contar con materiales y equipos críticos para la operación. Por ello es necesario promover el análisis detallado de la necesidad de dar alta en almacén, la figura 3.6 muestra los criterios que justifican la necesidad de inventariar. Toda alta en almacén debe de ser validada y justificada con un consumo previo que respalde la necesidad de resguardo y administración (Slater, 2007).



Figura 3.6: Criterio para almacenamiento

Fuente: Adaptación de Slater (2007)

Según Berg (2007) para que un almacén de refacciones cuente con una correcta administración y pueda satisfacer con su nivel de servicio, debe de cumplir con las siguientes características: reactiva, eficiente, responsable y colaborativa.

En la obra de Berg (2007), se puede apreciar una búsqueda personal de una mancuerna y un entendimiento del departamento de *sourcing* por servicio al cliente y un sentido de pertenencia de equipo ante las necesidades de producción y mantenimiento.

Según Lee y Billington (1992), una administración efectiva y eficiente a lo largo

de la cadena de suministro, incrementa y mejora significativamente la calidad en el servicio ofrecido al cliente final. Esto significa, incrementar el nivel de servicio entre los usuarios internos.

Así mismo, Berg (2007) menciona que algunas compañías multinacionales y organizaciones, han desarrollado códigos en común para refacciones que se usan en sus operaciones tanto a nivel nacional como internacional, esto contribuye a la fácil identificación y a la inmediata disponibilidad de las mismas. Con base en esto, las compañías tienen entendimiento de inventarios globales para todas sus organizaciones, en donde se considera la disponibilidad de material de refacciones o materiales exactamente similares que se usan en común. De ésta manera, en la medida de lo posible no es necesario el inventario de algunas refacciones en todas las plantas de una compañía. Incluso, mediante medios electrónicos y herramientas web, se puede lograr una visualización inmediata de existencias de todos los almacenes en caso de tener una necesidad urgente y no poder esperar tiempos de entrega por parte del proveedor. Esto evidentemente genera ahorros ya que se evitan inventarios innecesarios cuando se tiene disponibilidad de material en cualquiera de los almacenes (para ciertas refacciones).

Parte de una administración responsable y colaborativa de un almacén consiste en administrar artículos que se han descontinuado o su uso es nulo con el paso del tiempo, lo cual abordaremos a continuación con el tema de obsolescencia.

3.4.4 DETECCIÓN DE OBSOLETOS

Según la Policy department (2016) los artículos obsoletos en un inventario cumplen con las siguientes características:

- No pueden usarse más debido a que ya no son compatibles con otros activos fijos, sistemas o equipos en uso.

- Se dejaron de usar en la operación y su reparación ya no es costeable.
- Su operación no cumple más con normas de seguridad.
- Quedó fuera de estándares de trabajo de la compañía.

Los inventarios obsoletos son la fuente principal por la cual el costo de un inventario se incrementa. Por lo general, la detección de obsoletos y su constante monitoreo permite a las empresas manejarlos de una manera proactiva y disminuir el costo del inventario (Chae, 2009).

Estos inventarios forman parte de un gran porcentaje del costo total del inventario y que los directivos nunca pueden admitir. Existe el criterio optimista en el cual se considera que nunca se generarán obsoletos ya que estos se ofrecerán a la venta algún día (Pay, 2014).

De acuerdo a Muller (2005) existen varias formas de desechar y eliminar existencias muertas o artículos obsoletos en un inventario:

- Venta al costo.
- Motivar la venta por medio de comisiones.
- Disminuir su precio.
- Negociar devolución al proveedor.
- Donación.
- Subasta.

De acuerdo a lo anterior, un correcto control de inventarios no garantiza una baja en la demanda, nula demanda o la obsolescencia de artículos en un almacén (Song y Zipkin, 1996).

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA

En este capítulo se presentan los pasos de la metodología a seguir para la segmentación de materiales, los cuales se detallan en la figura 4.1 a continuación.

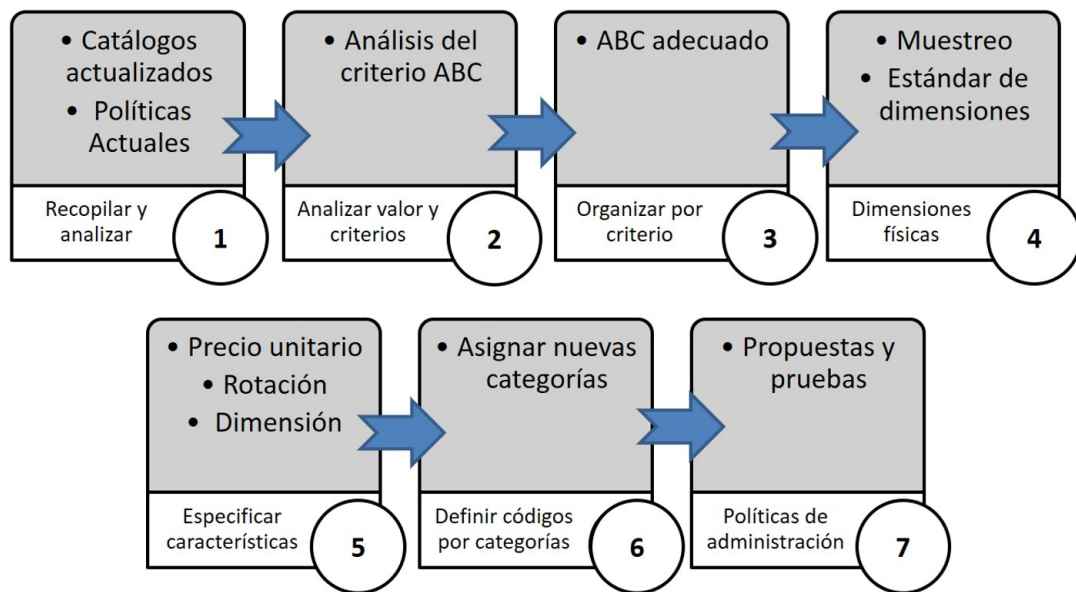


Figura 4.1: Metodología para segmentación de materiales

Fuente: Elaboración propia

Se investigan las políticas actuales para el inventario en Almacén MRO, sus beneficios y áreas de oportunidad. Siguiendo la metodología se identificarán los segmentos a los cuales pertenecen cada uno de los artículos, considerando criterios de precio unitario, rotación y tamaño. Se concluirá diseñando e implementando políticas

de inventario adecuadas para cada segmento.

4.1 RECOPIRAR Y ANALIZAR INFORMACIÓN

Considerando que Almacén MRO cuenta con políticas de inventario, se considera como primera actividad el entender el escenario actual.

Como primer paso, se obtiene la información de cantidad de artículos en almacén, las organizaciones en las que se encuentran y el valor de sus inventarios. La tabla 4.1 muestra los valores que representa cada una de las organizaciones de inventarios de Metalsa.

Tabla 4.1: Organizaciones inventario Metalsa

Organización	Cant. Artículos	Valor de inventario
ML9	7049	\$ 73 883 306.90
MV8	2183	\$ 19 291 632.69
ML6	605	\$16 839 184.96
MH9	1326	\$ 10 535 037.08
MH8	1093	\$ 2 561 599.96
	Total Inventario	\$ 123 110 761.59

Fuente: Elaboración propia

Definición de Organizaciones:

ML9 (Vehículos comerciales) inventario no consignado: Es la organización con más artículos y con mayor capital de trabajo. Su localidad se encuentra en almacén MRO, ubicado dentro de la planta Apodaca. En lo general, este inventario esta conformado por refacciones en los que se incluyen: bombas, cilindros, sellos y empaques, pistones, sensores, componentes electrónicos, filtros etc.

Se comprende de 7049 artículos activos que respresentan un monto total de \$73,883,306.90 MXP. De los cuales 431 artículos están declarados como obsoletos y

presentan existencia. Sin embargo, contiene artículos para los cuales su rotación a reducido.

MV8 (Vehículos comerciales) inventario consignado: Esta organización comprende de artículos que debido a la naturaleza de rotación masiva son perfectos candidatos para ser consignados con diferentes proveedores. En su mayoría se compone de consumibles como lo son equipo de seguridad, pintura, lubricantes, soldadura, uniformes, herramientas, artículos de limpieza, etc. Su ubicación se encuentra en Almacén MRO.

Está formado por 2183 artículos activos que representan un monto total de \$19,291,632.69 MXP. Esta organización no cuenta con códigos obsoletos en la actualidad ya que solamente integra artículos de alta rotación.

ML6 (Vehículos comerciales) inventario lento movimiento: Este inventario fue definido por el equipo de mantenimiento. Se caracteriza por que su criterio consta en establecer aquellas refacciones que, aunque su rotación sea nula, son críticas para la operación y se justifica su tenencia con un análisis que involucra el costo de de paro de línea provocado por su desabasto en comparativa con el costo que resulta de conservarla en inventario. Actualmente éstos artículos se localizan en contenedores externos al Almacén MRO.

Formada por 605 artículos por un monto total de \$16,839,184.96 MXP. Se caracteriza por contar con artículos de escasa y nula rotación. No cuenta con obsoletos ya que los artículos son previamente definidos por el equipo de mantenimiento antes de ser contemplados para ésta organización.

MH9 (Vehículos pesados) inventario no consignado: Organización que es la similar de ML9, pero para vehículos pesados. De igual manera su ubicación se encuentra dentro de Almacén MRO y esta conformada por artículos que en su mayoría son refacciones excluyendo consumibles.

Formada por 1326 artículos que refiere a un monto total de \$10,535,037.08

MXP. Esta organización no presenta códigos obsoletos, la rotación de varios de sus artículos es escasa.

MH8 (Vehículos pesados) inventario consignado: Representa la organización similar a MV8 para vehículos pesados. De igual forma, se compone en su totalidad de artículos consignados por varios proveedores. Su ubicación física se encuentra en Almacén MRO y se conforma principalmente de consumibles.

Comprende 1093 artículos con un monto total de \$2,561,599.96 MXP. No considera artículos obsoletos ya que únicamente comprende artículos con rotación alta.

Para inventarios de vehículos pesados no se ha desarrollado un inventario de lento movimiento. Actualmente, se analiza su próxima gestión.

En conjunto, las organizaciones suman un inventario total de 12,256 artículos activos que representa un monto total de \$123,110,761.59 MXP.

4.2 CATEGORÍA ABC EN LOS INVENTARIOS MRO METALSA

Como se mencionó anteriormente, el criterio de segmentación ABC de Metalsa considera el gasto total anual de cada ítem para asignar categorías, se conforma de el precio unitario por su consumo anual.

La tabla 4.2 indica la cantidad de artículos en cada categoría, así como el valor porcentual que representan para la totalidad de los artículos en almacén para cada organización. Las asignaciones de códigos para cada una de las categorías ABC siguiendo la definición y naturaleza de cada organización, no está actualizada. Algunos de los artículos fueron asignados a las categorías sin analizar sus consumos. Es por eso que esta tabla necesita ser sometida a revisión tomando en cuenta los criterios que Metalsa establece para su segmentación ABC.

Tabla 4.2: Porcentajes ABC

Organización	A	%	B	%	C	%
ML9	17	0.24 %	2290	32 %	4742	67.27 %
MV8	1072	49.11 %	137	6 %	974	44.62 %
ML6		0.00 %		0 %	605	100.00 %
MH9	79	5.96 %	287	22 %	960	72.40 %
MH8	816	74.66 %	70	6 %	207	18.94 %

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la empresa, no cuenta con segmentación derivada de la clasificación ABC para considerar criterios de dimensión.

Políticas de Inventario para las organizaciones actuales

- Alta de códigos: Se cuenta con un proceso definido, sin embargo, la toma de decisión y análisis se hace por parte del equipo de mantenimiento sin involucrar a Almacén MRO.
- Reabasto: Se realiza diariamente bajo un reporte de planeación de mínimos y máximos, el cual es generado por sistema.
- Revisión de mínimos/máximos anuales: Esta práctica no se lleva a cabo, aunque su frecuencia haya sido estipulada anualmente. La práctica se realiza de forma manual para la totalidad de los artículos utilizando como herramienta reportes de consumos.
- Proyecto de detección de obsoletos: Ésta política actual no estipula frecuencia, sin embargo, se da por entendido que se realiza al término de los proyectos o cuando el consumo de grupos de artículos es notoriamente nulo. Éste tipo de decisiones dependen en mayor parte de mantenimiento, ya que ellos pueden establecer la obsolescencia de un artículo. El equipo de almacén solamente presenta información que soporte un consumo que justifique obsolescencia.
- Obsoletos: Los artículos se ofrecen como donación al equipo de mantenimiento

con costo cero, si no son adquiridos se ofrecen a un proveedor relacionado al suministro de esos artículos, si no son comprados se ofrecen como donativos a instituciones educativas y como última instancia se venden como chatarra.

- Negociación de consignaciones: Estas son consideradas únicamente para artículos de alta rotación. En apoyo con la revisión de mínimos y máximos contra consumos, se identifican aquellos artículos que pueden ser licitados para consignación.
- Clasificación ABC: Ésta segmentación considera rotación y precio unitario para dar el costo total del gasto anual de cada artículo.
- Conteos Cíclicos: El programa se define cada inicio de año para la totalidad de los artículos. En él se estipula la frecuencia de conteos para cada uno de los artículos dependiendo su clasificación ABC.

4.3 ENCONTRAR EL VALOR DEL CRITERIO DE CADA CÓDIGO Y ORGANIZAR

Metalsa cuenta con un criterio propio para categorizar las refacciones en ABC del almacén. Su enfoque es identificar aquellas refacciones por las cuales su gasto anual sea mayor. Para esto, se involucra el costo unitario de la refacción por su demanda durante el año.

Siguiendo este criterio de manera gráfica se podría representar de la siguiente forma:

Para las primeras altas de artículos en sistema, se requería ingresar la clasificación ABC. No obstante, con el paso del tiempo se descuidó éste requerimiento de alta, se desactualizaron las clasificaciones ABC y para las que no tenían información en el campo, se eligían categorías al azar.

Al analizar los catálogos de artículos en almacén se obtienen datos de la categorización ABC mostrados en la tabla 4.3.

Tabla 4.3: Categorización ABC desactualizada

Organización	A	B	C	Total
ML9	17	2290	4742	7049
MV8	1072	137	974	2183
ML6			605	605
MH9	79	287	960	1326
MH8	816	70	207	1093
Total	1984	2784	7488	12256

Fuente: Elaboración propia

Se encuentra que los artículos se presentan desactualizados en las diferentes categorías (datos de última actualización 2011), lo cual se muestra en la siguiente figura 4.2.

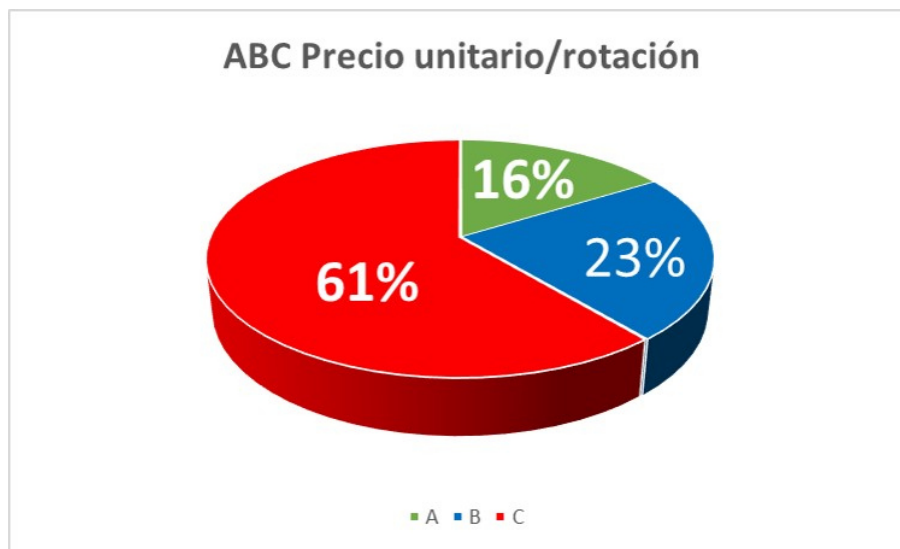


Figura 4.2: Porcentaje de artículos por categorías

Fuente: Elaboración propia

Los de la categoría A representan un 16% (1984 artículos), en categoría B representan el 23% (2784 artículos) y por último en la categoría C representan el 61% (7488 artículos).

Se recolecta información de los precios unitarios y rotación del año 2016 para poder realizar una actualización correcta siguiendo los criterios de ABC de Metalsa, lo anterior puede visualizarse en la tabla 4.4.

Tabla 4.4: Categorización ABC con criterio propuesto

Organización	A	B	C	Total
ML9	84	1739	5226	7049
MV8	29	805	1349	2183
ML6			605	605
MH9	126	287	913	1326
MH8	70	207	816	1093
Total	309	3038	8909	12256

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.3 presenta la actualización ABC por categorías.



Figura 4.3: Porcentaje de artículos actualizados por categorías

Fuente: Elaboración propia

De esta actualización resulta que los artículos de la categoría A representan el 2 % (309 artículos), los artículos de la categoría B el 25 %, (3038) y los de la categoría C el 73 % (8909).

Los artículos en categoría C incrementaron considerablemente de un 63 % a un 73 % de la total.

4.4 DETERMINAR PARÁMETROS DE DIMENSIONES FÍSICAS Y SUS CARACTERÍSTICAS

De la categoría «lento movimiento» en la organización ML6, 315 artículos se encuentran en contenedores externos debido a sus grandes dimensiones.

Los anteriores artículos se toman como muestra para determinar parámetros de dimensión que nos permitan establecer estándares de rango para 3 categorías de dimensiones: 1 se asignará a los artículos de menor dimensión, 2 para los de dimensión mediana y 3 para los de grandes dimensiones.

En el muestreo anteriormente mencionado, se encontró que la refacción más pequeña fue un pistón hidráulico de forma cúbica de 2 metros de ancho, por 2 metros de largo y dos metros de alto. La refacción más grande fue una bomba centrífuga vertical de 2 metros de largo, 2 metros de ancho y 3.5 metros de alto.

Con éstos últimos datos recolectados fue posible determinar los parámetros para el estándar de la categoría 3 el cual integra artículos de gran tamaño. Se encuentra que el almacén cuenta con dos tipos de estantería:

Estantería tipo industrial ajustable, la cual se instaló con capacidad dimensional máxima de 1.85 m de largo, un ancho del tamaño total del estante de 10 m (limitado por el acomodo de otras refacciones) y un alto de 1.80 m entre cada entrepaño. Estantería tipo comercial ajustable, la cual se instaló con capacidad dimensional máxima de 0.50 m de largo, un ancho del tamaño total del estante de 4.5 m (limitado por el acomodo de otras refacciones) y un alto de 0.50 m entre cada entrepaño.

Los datos que se recolectan de las dimensiones de la estantería, nos permiten establecer los parámetros para los artículos pequeños y medianos. En resultado los parámetros de dimensiones estándar se expresan en la tabla 4.5.

Tabla 4.5: Parámetros de dimensiones

	1	2	3
X	0 - 0.80m.	0.81m. - 2m.	2m. -
Y	0 - 0.80m.	0.81m. - 2m.	2m. -
Z	0 - 0.80m.	0.81m. - 2m.	2m. -

Fuente: Elaboración propia

Para la categoría 3 el límite máximo de dimensión no se establece ya que dependerá de los nuevos artículos que se den de alta.

4.5 DEFINIR CÓDIGOS POR CATEGORÍAS

Después de obtener las categorías por tamaño se procede a medir cada uno de los artículos en almacén, siguiendo los siguientes pasos:

1. Como herramienta se utiliza cinta métrica inteligente para obtener las dimensiones de cada uno de los 12,256 artículos.

El artículo debe de cumplir al menos con 2 de los parámetros de dimensiones de los 3 establecidos para ser incluidos en una categoría.

Si el artículo solamente cumple con uno de los parámetros se incluye en la categoría para las cuales sus dimensiones predominan.

Se obtiene un catálogo actualizado para poder realizar un listado de todos los artículos asignándoles su categoría correspondiente.

Por ejemplo, un artículo con dimensiones de 1m x 1m x 3m el artículo pertenece a la categoría 3

2. Una limpieza se realiza para el artículo en físico, se verifica que su descripción en sistema coincida con su etiqueta de fabricante. Se actualiza etiqueta impresa, pero se incluye un etiquetado de su categoría. Es importante el etiquetar en físico su categoría ya que al momento de organizar físicamente el almacén en criterio de sus segmentos, es vital contar con un apoyo visual que facilite el fácil manejo.
3. Los ajustes físicos son realizados si son necesarios en los entrepaños de las estanterías, en estantes completos y se adecua el área para que la accesibilidad de los artículos coincida con su clasificación.
4. En Oracle se procede con el alta de categorías en el módulo correspondiente para catálogos de inventario. Se asigna abreviación para cada categoría (ejemplo: C1, C2, C3) y se asigna una breve descripción literal para cada una.
5. Por medio de una carga masiva en apoyo con el equipo de tecnologías de información, se carga a sistema el listado que incluye las categorías de cada uno de los códigos.

Una vez que los artículos han sido dimensionado se procede a diseñar estrategias y políticas para buscar una mejor administración.

4.6 DEFINIR POLÍTICAS DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

Para establecer políticas de administración se agruparon en módulos de segmentos que guardaran similitudes entre sí. Para esto se crearon 4 grupos, mostrados en la figura 4.4.

Grupo rojo.- Incluye los artículos categorizados C3. Este grupo mostrado en la figura 4.5 representa la problemática actual y se encuentran en los almacenes

		Precio y Rotación		
		A	B	C
Dimensiones	1			
	2			
	3			

Figura 4.4: Agrupación de segmentos multicriterio

Fuente: Elaboración propia

externos arrendados. Para estos, las políticas que se diseñaron fueron las siguientes:

- Localidad externa: El inventario debe de ser resguardado en una instalación externa no perteneciente a Metalsa en donde se busca almacenar artículos de grandes dimensiones y evitar su manejo en almacenes internos.
- Administración por terceros: Se busca que los artículos sean otorgados a un proveedor que administre inventario de lento movimiento con una comisión que se justifique con el costo de paro de producción que ocasiona su criticidad.
- Consignación: El inventario debe manejarse bajo esquema de consignación; los artículos del lote seleccionado, se facturan cada vez que se consumen por el usuario.
- Inventario compartido: Se analiza el manejo de inventario de refacciones críticas, costosas y de lento movimiento, en el que los costos pueden ser compartidos entre compañías competencia y/o que cuenten con procesos similares de transformación de acero.

		Precio y Rotación		
		A	B	C
Dimensiones	1			
	2			
	3			C3

Figura 4.5: Agrupación de segmentos multicriterio (Rojo)

Fuente: Elaboración propia

Este inventario de refacciones críticas de lento movimiento debe ser analizado para que otras plantas de Metalsa cuenten disponibilidad. Al mismo tiempo, se debe confirmar que refacciones críticas, lento movimiento y costosas no sean duplicadas en otros almacenes.

- **Obsolescencia:** Debido al tipo de demanda, cada vez que un artículo de este tipo de inventario es consumido debe analizarse la posibilidad de detectarlo como obsoleto. Para este análisis se comparan sus consumos y se verifican con el departamento de mantenimiento para confirmar la posible obsolescencia.

Al término de un proyecto, las refacciones deben ser declaradas obsoletas mandatoriamente. Cuando una refacción sea declarada como obsoleta mandatoriamente debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Ofrecer a otros almacenes a nivel nacional e internacional pertenecientes a otras plantas de Metalsa.

2. Tratar venta con proveedores relacionados al tipo de productos a ofrecer. El objetivo es recuperar el máximo posible de su costo.
 3. Se vende como chatarra según su peso. Al finalizar este proceso, se reporta al departamento de finanzas. El artículo debe ser inactivado en sistema.
- Revisión de parámetros min/max: Actualmente corporativo Proeza dicta para todos sus inventarios una revisión anual y basado en un análisis de consumo, para verificar los puntos de re-orden y confirmar si estos son adecuados a los movimientos que presentaron en el año. En caso de que los min/max hayan cambiado, debe actualizarse en sistema tanto los puntos de re-orden como el tipo de segmentación.

Grupo naranja: Lo comprenden B3, C3 y C2 y se muestra en la figura 4.6. Comparten similitud en precios unitarios y tipo de demanda. Para éstos las políticas fueron las siguientes:

		Precio y Rotación		
		A	B	C
Dimensiones	1			C1
	2			C2
	3		B3	

Figura 4.6: Agrupación de segmentos multicriterio (Naranja)

Fuente: Elaboración propia

- Análisis de localidad por precio unitario y/o dimensión: Para los artículos de este grupo de inventario, es necesario analizar si el precio unitario es alto, si este es alto se debe tratar que se almacene dentro de Metalsa, siempre y cuando su dimensión lo permita.
- Administración Metalsa: Independientemente de su localidad, este inventario debe ser administrado por Metalsa debido a su precio unitario.
- Consignación: El inventario debe manejarse bajo esquema a consignación. Es decir, los artículos del lote seleccionado, se facturan cada vez que se consumen por el usuario.
- Lento movimiento: Con ayuda del equipo de mantenimiento, cada vez que se consumen los artículos de este inventario se analiza para decidir si pueden declararse lento movimiento debido a demanda.
- Revisión de parámetros min/max: Actualmente Corporativo Proeza dicta para todos sus inventarios una revisión anual y basado en un análisis de consumo, para verificar los puntos de re-orden y confirmar si estos son adecuados a los movimientos que presentaron en el año.
- Obsolescencia: Cada vez que un artículo de este tipo de inventario es consumido debe analizarse la posibilidad de detectarlo como obsoleto. Para éste análisis deben compararse sus consumos y verificar con el departamento de mantenimiento para confirmar si es posible su obsolescencia.

Al término de un proyecto, las refacciones deben ser declaradas obsoletas mandatoriamente. Cuando una refacción sea declarada como obsoleta deberá de seguir el siguiente procedimiento:

1. Ofrecer a otros almacenes a nivel nacional e internacional pertenecientes a otras plantas de Metalsa.
2. Tratar venta con proveedores relacionados al tipo de productos a ofrecer. El objetivo es recuperar el máximo posible de su costo.

3. Se vende como chatarra según su peso. Al finalizar este proceso, se reporta al departamento de finanzas. El artículo debe ser inactivado en sistema.

Grupo amarillo.- Formado por B1 y B2 señalizados en la figura 4.7, los cuales comparten características en precio unitario y demanda media. Se diseñaron las siguientes políticas para estos códigos:

		Precio y Rotación		
		A	B	C
Dimensiones	1		B1	
	2		B2	
	3			

Figura 4.7: Agrupación de segmentos multicriterio (Amarillo)

Fuente: Elaboración propia

- Almacén MRO: Este grupo de artículos debido a su demanda se resguardan y administran dentro de Metalsa debido a su demanda.
- Precios fijos anuales: Por el tipo demanda se deben fijar precios anuales con todos los proveedores de estos artículos en una cotización anual.
- Consignación: El inventario se maneja bajo esquema a consignación; los artículos del lote seleccionado, son facturados cada vez que se consumen por el usuario.

- Administración Metalsa: Independientemente de su localidad, este inventario debe ser administrado por Metalsa debido a su precio unitario.
- Revisión de parámetros min/max: Actualmente Corporativo Proeza dicta para todos sus inventarios una revisión anual y basado en análisis de consumo, para verificar los puntos de re-orden y confirmar si estos son adecuados a los movimientos que presentaron en el año. Se analiza si es necesario actualizar su segmentación.
- Obsolescencia: Cada vez que un artículo de este tipo de inventario se deberá de analizar la posibilidad de detectarlo como obsoleto. Para éste análisis se deberán comparar sus consumos y verificar con el departamento de mantenimiento para confirmar si es posible su obsolescencia.

Al término de un proyecto, las refacciones deben ser declaradas obsoletas mandatoriamente. Cuando una refacción sea declarada como obsoleta debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Ofrecer a otros almacenes a nivel nacional e internacional pertenecientes a otras plantas de Metalsa.
2. Tratar venta con proveedores relacionados al tipo de productos a ofrecer. El objetivo es recuperar el máximo posible de su costo.
3. Se vende como chatarra según su peso. Al finalizar este proceso, se reporta al departamento de finanzas. El artículo debe ser inactivado en sistema.

Grupo verde.- Para estos se asignaron los artículos con mayor demanda independiente a su categoría por dimensión, esta conformado por los A1, A2 y A3 representados en la figura 4.8. Se diseñaron las siguientes políticas:

- Almacén MRO: Este grupo de artículos debido a su demanda se resguardan y administran dentro de Metalsa debido a su demanda.

		Precio y Rotación		
		A	B	C
Dimensiones	1	A1		
	2	A2		
	3	A3		

Figura 4.8: Agrupación de segmentos multicriterio (Verde)

Fuente: Elaboración propia

- Administración Metalsa: Independientemente de su localidad, este inventario deberá ser administrado por Metalsa debido a su precio unitario.
- Consignación mandatoria: Debido a su alta demanda, estos artículos deberán ser obligatoriamente negociados para que sean consignados.
- Contrato de suministro: Para el abasto de este grupo de artículos, debe ser establecido un contrato específico para su aprovisionamiento. Deben ser establecidos los artículos a consignar, cantidades, precios, tiempos de entrega así como término de contrato el cual deberá ser mayor a 1 año.
- Revisión de parámetros min/max: Actualmente Corporativo Proeza dicta para todos sus inventarios una revisión anual y basado en un análisis de consumo, para verificar los puntos de re-orden y confirmar si estos son adecuados a los movimientos que presentaron en el año. Se analiza si es necesario actualizar su segmentación.

- *Vending Machines*: Para aquellos artículos que dentro de este segmento que apliquen según sus dimensiones, se busca negociar con el proveedor la asignación de *vending machines* que deben ser colocadas en puntos estratégicos de la planta para poder automatizar éste abastecimiento a los usuarios.
- Finiquito de obsoletos: Aquellos artículos que resulten obsoletos por reemplazo, deben ser finiquitados inmediato al proveedor quien consignó el inventario y ser reemplazados.

Esta metodología puede ser ejecutada para otros inventarios en Almacenes MRO de otras compañías, ya sea para los criterios de la segmentación multicriterio que se manejó o para la gestión de otros criterios dependiendo de la necesidad, por lo cual se deberá de considerar las siguientes acciones:

- **Considerar políticas y segmentaciones existentes**: Detectar si es necesario la actualización de esta segmentación y/o proponer nuevos criterios que la hagan mas robusta.
- **Asignar correctamente los artículos en la segmentación ABC**: Por lo general esta segmentación considera criterios de precio y demanda, sin embargo, esta puede ser adaptada según la problemática que se busque solucionar.
- **Definir la necesidad de segmentación multicriterio**: Partiendo de la clasificación ABC, se debe de definir que tipo de segmentación complementaria apoyaría a la solución de la problemática que se presente.
- **Diseñar la nueva segmentación y agrupar**: Teniendo definida los segmentos necesarios, se deben de asignar grupos que guarden similitudes entre los diferentes segmentos que resultaron.
- **Diseño de políticas, implementación y difusión**: Al obtener una clasificación multicriterio, se deberán crear políticas que sean específicas para cada uno de los grupos y que guien acciones específicas para la administración de

cada uno de ellos. Dichas políticas deberán de ser implementadas y difundidas a nivel organización.

Es importante considerar que la metodología para el manejo de segmentaciones multicriterio varía dependiendo de los criterios e implicaciones que se necesiten incluir y el como se agrupan, ya que cada política guiará de manera específica la forma de administrar y gestionar la tenencia de artículos en cada grupo.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Este capítulo se exponen los resultados obtenidos de la segmentación multicriterio realizada, así como los beneficios económicos, físicos y operativos generados de las diferentes políticas implementadas para cada una de las agrupaciones de segmentos propuestas.

5.1 ANÁLISIS: SEGMENTACIÓN MULTICRITERIO

Con base a la segmentación ABC de acuerdo al precio unitario y rotación con la que Metalsa ya contaba, se obtuvieron 9 segmentos al considerar también el criterio de dimensión: A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3.

Al mismo tiempo, para el diseño de políticas específicas para segmentos que guardan similitudes, se crearon grupos por color de acuerdo a su criticidad, ya que según las referencias bibliográficas consultadas, al crear grupos se permite la estandarización de tareas y actividades, pero al mismo tiempo facilitará la ejecución e implementación de políticas y permitirá la documentación y difusión de las mismas para evitar problemas de ésta índole que se presentan repetitivamente (Miaranda Pasos, 2011).

A continuación se presentan las agrupaciones desarrolladas:

Grupo Rojo: Este grupo representa la principal problemática acutal. Está integrado por 567 artículos, los cuales debido a sus grandes dimensiones se encuentran en contenedores externos arrendados. Pertenecen al grupo C3 los cuales tienen lenta rotación, son costosos y de gran tamaño. Abarca el 4.63 % del total de artículos en inventario y es un 43.33 % del total del costo del inventario.

Se detectó la necesidad de agrupar este tipo de artículos ya que por su lenta rotación y los beneficios consultados en literatura que el VMI ofrece por medio de una consignación, son candidatos a ser administrados por un tercero (Srinivas, 2017). Así mismo, además de su nula o lenta rotación, también son de alta criticidad y son empleados en procesos similares que otras empresas del ramo realizan, y debido a la información encontrada de criterios de inventario, estos artículos podrían ser asignados a un inventario compartido con otras empresas, en donde los costos que resulten podrían ser divididos entre los involucrados (Slater, 2007). De igual forma, la ubicación de los mismos por su baja rotación, no será necesario almacenarlos internamente (Chen, 2008).

Grupo Naranja: Se conforma por 7278 artículos que se encuentran dentro del almacén. Se identifican dentro de los segmentos C1, C2, y B3. Comparten características en rotación y precio unitario. Representan el 59.38 % de la totalidad de los artículos en inventario, este grupo representa el cual es 20.05 % del total.

Los artículos en la agrupación naranja tienen un nivel de rotación similar y tienen un precio unitario considerable después de los artículos en el grupo rojo. Debido a esto se agruparon para poder gestionar su ubicación ya que dependiendo de su costo unitario pero también sus dimensiones se podrá tomar la decisión si su almacenamiento será interno o externo, éste principio surgió de las referencias bibliográficas encontradas sobre criterios de inventariar (Slater, 2007).

Grupo Amarillo: Se integra por 4166 artículos y se encuentran en el almacén. Están considerados en los segmentos B1 y B2. Tienen similitud en rotación y precio. Incluye el 33.99 % de los artículos totales, lo cual representa un 16.62 % del costo

total del inventario.

Para el grupo amarillo, se debe tomar en cuenta que la agrupación surge por que se involucran artículos de mediano costo y rotación. Es por eso que según los artículos bibliográficos consultados para inventariar y la ubicación de inventarios físicos, estos deberán ser almacenados internamente (Chen, 2008). Así mismo, son candidatos para la búsqueda constante de su consignación por su media rotación según las ventajas del VMI encontradas en la búsqueda bibliográfica (Srinivas, 2017).

Grupo Verde: Esta formado por 245 artículos de las categorías A1, A2 y A3, representan el 2% del total de artículos y se caracterizan por su gran rotación. Se encuentran localizados en almacén. Representa el 20.01% del costo total del inventario.

La agrupación de éstos artículos se justifica por múltiples aspectos:

- Alta rotación: Debido a los requerimientos constantes de éstos artículos, se agruparon debido a que la búsqueda de una consignación es la mejor opción para el manejo y gestión de este tipo de artículos según lo consultado acerca de las características de los inventarios VMI (Srinivas, 2017).
- Bajo precio unitario: Aunque el precio unitario de los artículos considerados en este grupo no es representativo, el gasto total que resulta de su consumo anual es alto y es por eso que según los criterios para inventariar investigados, su almacenamiento se maneja de forma interna (Slater, 2007).
- Dimensiones múltiples: Para los artículos incluidos en éste grupo no se consideraron sus dimensiones, ya que el almacenamiento interno de este inventario es mandatorio debido a su alta rotación, es por eso que se justifica con la teoría consultada acerca de la disponibilidad de los inventarios y su almacenamiento (Chen, 2008).

Para cada grupo desarrollado se buscaron artículos que compartieran carac-

terísticas de precio unitario, rotación y dimensión similares. Lo anterior permitirá diseñar, asignar y aplicar políticas inventario que atiendan las implicaciones de cada grupo en específico.

5.2 APLICACIÓN DE POLÍTICAS

Del proceso de investigación surgieron 29 políticas para los 4 grupos, de las cuales 8 pertenecen al grupo rojo, 7 al grupo naranja, 6 al grupo amarillo y 8 al grupo verde, cada una fue diseñada aspectos específicos de cada grupo.

En el proceso de implementación se tuvieron 3 tipos de actividades:

- Revisión: Se analizaron 8 políticas de inventario, las cuales atendían artículos obsoletos, consideraciones para esquema de consignación y análisis de consumos.
- Robustecimiento: Se reforzaron las políticas de obsolescencia para poder gestionar los criterios a considerar para la detección y eliminación de artículos así como la política de análisis de consumos para contribuir a la reducción de inventario mediante el control de parámetros y la detección de obsoletos. Los cambios fueron actualizados en los documentos PET por sus siglas en español *Proceso Estándar de Trabajo* a nivel corporativo.
- Creación y difusión: Se crearon 16 políticas, las cuales contemplan, respaldan y promueven estrategias de ubicación física, consignación de artículos de lento movimiento, inventarios compartidos de artículos con lenta o nula rotación, revisión de mínimos y máximos y uso de *vending machines* para darle agilidad y automatizar el despacho de artículos.

Se lleva acabo la difusión del proyecto con sus resultados mediante una presentación incluyendo tablas informativas que contienen detalle específico de los

beneficios cuantificados, considerando el escenario anterior y actual. Se modificaron y actualizaron los documentos PET a nivel corporativo, para después involucrar al departamento de mantenimiento, finanzas y compras.

Dentro de las anteriores, el alcance de 4 políticas con enfoque en obsolescencia, solamente se presentan como propuestas hacia otros departamentos, ya que refieren a la identificación de artículos con nula o poca rotación para su declaración como obsoletos.

5.3 LISTADO DE POLÍTICAS DE CREACIÓN-DIFUSIÓN IMPLEMENTADAS POR GRUPO

Para conocer el impacto y los beneficios de las nuevas políticas de administración de inventarios se detallarán a continuación.

5.4 POLÍTICAS PARA EL GRUPO ROJO

- Ubicación física y administración por tercero: Se propone localidad externa para 567 artículos de grandes dimensiones y lenta rotación. Incrementa 12% la capacidad de almacenaje y se genera un ahorro de \$ 720,000.00 anuales por la renta de 2 contenedores externos.
- Inventario compartido: Se considera ésta política como caso especial, pues su implementación involucra agentes externos a la administración del almacén MRO. Se estima que los beneficios de esta política impactan positivamente en el capital de trabajo ya que se espera gestionar compartir el costo de una porción del 12% del inventario entre 2 o varios interesados.
- Revisión de parámetros min/max post consumo: Al analizar los parámetros se espera identificar obsoletos y reducir inventario de materiales con poco o

nulo consumo. Durante las primeras 3 semanas de 17 refacciones consumidas 3 se detectaron como obsoletas. Con esto se evita el reabasto y se incrementa la capacidad de almacenaje. Sin embargo, el resultado también depende de agentes externos como el departamento de mantenimiento y finanzas.

5.5 POLÍTICAS PARA EL GRUPO NARANJA

- Análisis de localidad por precio unitario/dimensión: Se analiza si dependiendo del precio unitario es conveniente mantener el artículo en una localidad externa. Con esto se espera aumentar la capacidad de almacenaje gestionando una fracción de los 2784 artículos clasificados como B en este grupo.
- Propuesta de clasificación lento movimiento: Se identifican códigos B que sean críticos para la operación, y que no se justifique su tenencia mediante consumo. De esta manera podrá gestionarse reducir su mínimo en 1 unidad y reducir el capital de trabajo. Esto dependerá del criterio del departamento de mantenimiento.
- Proyecto anual de detección de obsoletos: Por política de Corporativo Proeza, se realiza detección de obsoletos analizando los consumos del año corriente, presentando reporte al departamento de mantenimiento. La expectativa de la política es al menos detectar un 2% de obsoletos del total de artículos en inventario. Se presentó análisis al departamento de mantenimiento y aprobó 4% como artículos obsoletos del total del inventario.

5.6 POLÍTICAS PARA EL GRUPO AMARILLO

- Precios fijos anuales: Debido a su mediana rotación se logró fijar precio mediante cotizaciones anuales al 78% de los artículos categorizados como B1 y B2.

- Búsqueda de consignación: Se logró consignación por medio de contrato con diferentes proveedores del 42 % de los códigos identificados como B1 Y B2.

5.7 POLÍTICAS PARA EL GRUPO VERDE

- Propuesta para *vending machines*: De los artículos identificados en la categoría A, para el 13 % se negociaron equipos de despacho automático, reduciendo la operación de despacho en almacén.
- Estricta consignación: Del total de los artículos clasificados como A, el 31 % no estaban negociados dentro de una consignación. Se logró consignar el 100 % de estos.

Estos artículos consignados se les asignó nueva ubicación interna, ya que por su alta rotación se reubicaron en las 2 primeras líneas de estantería física en el Almacén MRO, lo que permite la rápida disponibilidad agilizando su despacho.

Todas las anteriores políticas fueron asentadas en políticas generales de Corporativo Proeza y fueron actualizados los documentos PET que involucraban la administración de inventarios.

5.8 REDUCCIÓN DE INVENTARIOS POR CONSIGNACIÓN

Mediante una licitación y negociación de artículos para consignación dentro de las instalaciones de Metalsa de proveedores de las categorías C3, C2, C1 Y B3, se logró consignar 1658 artículos con el 65 % de los proveedores (210), lo que equivale a un 15 % de los códigos totales.

5.9 BENEFICIOS ECONÓMICOS

Aplicadas las políticas propuestas y consignaciones negociadas, se logró aumentar la capacidad de almacenaje en un 8 %, por lo cual fue posible el reacomodo de 198 artículos de los 567 que se encontraban en contenedores externos, evitando así la renta de 2 unidades a un costo mensual de \$32,600 MXP por cada una, evitando un gasto anual de \$782,400 MXP.

5.10 BENEFICIOS FÍSICOS Y OPERATIVOS

Con la clasificación ABC realizada, en donde fue considerado el precio unitario, rotación y dimensiones, se obtuvieron los siguientes beneficios:

- Beneficios de distribución física: Las políticas implementadas permitieron liberar espacios en el Almacén MRO, en dos instancias, la primera, dos de los contenedores externos fueron eliminados; la segunda, reacomodo de materiales, en la que el espacio liberado ascendió al 16 % de la totalidad del almacén, este espacio fue aprovechado para localizar los artículos de alto consumo en estantería de fácil acceso y cercanía al area de despacho.
- Beneficios en manejo de materiales: las operaciones dentro del almacén se vieron impactadas positivamente, en la que se visualizó una reducción significativa en la administración de materiales, obteniendo mejoras en el tiempo de servicio, impactando en las transacción es de recibo y despacho en un 14 % y 19 % respectivamente.

Los resultados se obtuvieron en un periodo de cinco meses con la participación de un equipo interdisciplinario compuesto por tres compradores y once operarios de almacén, con la generación de mejoras que incluyeron procesos de segmentación, implementación de políticas, nuevas negociaciones y renegociaciones, actualización de

la distribución física, proyecto intensivo de administración de obsoletos, implementación de *vending machines*, gestión de inventarios compartidos con empresas con operaciones similares. La clave de estas actividades se sustenta en un modelo holístico de gestión de inventarios en el que participa personal de operaciones y directivo con metas y objetivos alineados a la visión de la compañía.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

Los inventarios en toda compañía representan una necesidad que debe alinearse a la demanda, al tipo de producto y se vincula determinantemente con el servicio al cliente, su gestión depende de diversos factores dentro de los cuales destaca la administración eficiente de almacenes y en contraparte relaciones con proveedores.

Los almacenes MRO resguardan inventarios que pueden considerarse críticos en la compañía, por lo tanto, administrarlos requiere de medidas y políticas especiales que contribuyan a mejores prácticas y desencadenen eficiencia en el servicio al mismo tiempo que se justifica el costo por mantenerlos.

Un riesgo recurrente en la gestión de este tipo de almacenes es la obsolescencia. Por lo tanto, el deber ser de la administración debe centrarse en actualizaciones periódicas y monitoreo constante.

En el afán de brindar servicio de excelencia, la administración debe centrar acciones que suavicen deficiencias en este tipo de almacenes, en ese sentido se ha desarrollado la presente investigación, vinculando estudios cualitativos y prácticos para el diseño de políticas que coadyuven a mejorar la gestión del resguardo de materiales. De este estudio se puede concluir puntualmente de la siguiente manera:

- Los inventarios se reducen consistentemente por medio del establecimiento de

políticas incluyentes.

- Las políticas basadas en aspectos multicriterio maximizan el impacto de resultados abarcando especificaciones de forma combinada.
- El determinar criterios de segmentación alineados a los objetivos y metas organizacionales, contribuye a la eficiencia operacional y reducción de costos.
- Las renegociaciones con proveedores en el establecimiento de nuevas políticas permite afianzar las relaciones de largo plazo.
- La cultura de gestión y concientización de la importancia de revisiones periódicas de artículos en almacén, son actividades claves para mejorar el servicio.
- La gestión de inventario de forma compartida con compañías con procesos similares, impacta en la reducción de costos, y establece vínculos solidarios.

El proceso de establecer las políticas requiere de la planeación y ejecución de las mismas, además de un seguimiento estricto que permita identificar nuevas oportunidades en la gestión de materiales, así como la capacidad de instituir relaciones externas ajenas a la administración del almacén que contribuyan al mismo fin e impacten en la distribución física y los costos.

6.1 CONTRIBUCIONES

En adición al cumplimiento del objetivo principal de este estudio se obtuvieron beneficios alternos que contribuyeron a la mejora de la administración del Almacén MRO, las cuales se detallarán a continuación:

Evitación de arrendamiento de contenedores: gracias a la detección de obsoletos, negociación de consignaciones en almacenes de terceros y una nueva organización física, se logró reubicar los artículos que se encontraban en contenedores, lo cual resultó en un ahorro al cancelar la renta de los mismos.

Incremento en capacidad de almacenaje: reubicando artículos y siguiendo las políticas de administración de inventario propuestas, se logró aumentar el espacio físico para el resguardo de artículos en almacén.

Promoción de cultura de obsoletos: se concientizó al equipo de trabajo involucrado acerca de la criticidad del seguimiento de proyectos de detección de obsoletos.

Mejora en elección de criterios de alta de artículos para inventario: por medio de la segmentación de artículos en almacén y la detección de obsoletos, se fortalecieron los criterios para inventariar artículos de almacén, considerando su criticidad, su consumo y costo.

Poder de negociación robusto: con un análisis actualizado de la capacidad y nivel de compra de la compañía, se logró reposicionar y mejorar los beneficios que se deben otorgar y obtener ante negociaciones y contratos de altos montos.

Modelo de organización física de artículos: contando con la segmentación multicriterio en base a las políticas de administración de inventarios, se logró reubicar los artículos de acuerdo a su segmentación dando mas accesibilidad y facilidad para la operación.

Mejora en tiempo de despacho: al reorganizar las ubicaciones físicas de artículos en almacén, los traslados y tiempos para realizar despachos con más velocidad.

Fortalecimiento de relación con proveedores-competidores: transmitiendo necesidades, otorgando nuevas oportunidades y en entendiendo la generación de valor en el mercado, se obtuvieron multiples beneficios al crear estrechos vínculos entre proveedores y competidores.

Criterio de prioridad de reabasto: con una visibilidad de aspectos como precio, consumo e implicaciones de espacio al almacenar, se formó un criterio para asignar prioridad de suministro de artículos para tener una mejor respuesta a la

demanda de artículos con mayor requerimiento.

Autoservicio por medio de *Vending Machines*: gracias a la implementación de estos dispositivos se logró mejorar la disponibilidad para aquellos artículos con mayor consumo, al mismo tiempo se creó conciencia de la importancia de innovar en un proceso de abastecimiento.

Mejora en encuesta de servicio: al considerar todas las contribuciones de esta investigación, se pudo ofrecer un servicio eficiente con un inventario confiable, lo que incrementó la satisfacción de las áreas operativas respecto a los servicios del almacén MRO.

Todas las anteriores contribuciones mencionadas se dieron por resultado alternativo al objetivo principal de este estudio, pero tuvieron impacto y contribuyeron a resbustecer la mejora integral del almacén MRO y la administración de su inventario.

6.2 TRABAJO A FUTURO

Después de las implementaciones realizadas anteriormente mencionadas, se vio la necesidad de hacer una planeación de actividades a futuro, las cuales no se lograron cubrir para efectos de este proyecto y se han considerado como propuestas a desarrollar, las cuales se presentan a continuación:

- Identificación física y en sistema: Ayuda visual para identificar las categorías ABC y 123 físicamente en los estantes y localidades del almacén, lo cual será herramienta para la administración del acomodo físico de los artículos, así como consideraciones especiales de espacio, accesibilidad y control. Se identificarán en Oracle las categorías a las cuales pertenece cada artículo, apoyará a operaciones de recibo, despacho y compra.
- Revisión de mínimos y máximos total: Se iniciará un proyecto de revisión de parámetros min/max para analizar continuamente las categorías asignadas ya

que pudieran sufrir algún cambio respecto a su rotación. También, permitirá la identificación de obsoletos y artículos de lento movimiento. Se propondrá realizarlo cada seis meses para monitorear la comparativa de aumento o decremento en la rotación de los artículos.

- Creación de política para artículos obsoletos: Se creará una política de detección de obsoletos en conjunto con los departamentos de mantenimiento, producción y compras, para que en conjunto se puedan definir estándares de tiempos de vida de proyectos y la obsolescencia inmediata de artículos en un parámetro de tiempo definido con criterios acordados.
- Depuración de artículos obsoletos: Se llevará a cabo una subasta y/o reventa de materiales obsoletos a proveedores o externos interesados. Se dará prioridad a aquellos artículos ya detectados por mantenimiento como obsoletos, los cuales han sido resguardados en almacén por años. Con esto, se aumentará el espacio disponible en almacén para artículos con rotación.
- Búsqueda de consignación para artículos de mediana y lenta rotación: Como una actividad y objetivo continuo, se buscará consignar artículos de mediana y lenta rotación, para obtener como resultado un capital de trabajo más esbelto, mejor administrado y aumento de capacidad de almacenaje.
- Sistema de administración para un inventario compartido: Se necesitará crear un sistema que permita gestionar el suministro de artículos en inventario compartido, en el cual se tendrá visibilidad absoluta de información de las compañías involucradas principalmente de consumos, estatus de abastos, tiempos de entrega y precios cada vez que se presente rotación de artículos.
- Implementación global de políticas: Bajo un proceso estructurado en conjunto con el equipo de compras de cada una de las regiones, se implementarán las políticas para todos los inventarios de Metalsa. Se buscará formalizar la implementación involucrando a corporativo para asegurar el seguimiento del proyecto.

El plazo objetivo para desarrollar e implementar todas las acciones, será de 12 meses. Para su control y seguimiento, se tendrá una junta mensual para analizar las actualizaciones de las actividades que se cubrirán.

La administración de almacenes y en especial de los MRO se torna compleja debido a la dificultad de proyecciones de uso. Por lo tanto, el flujo de materiales en la gestión de operaciones requiere de especial atención en la estructura de políticas que permitan el equilibrio entre la inversión en inventarios, el espacio utilizado y el más elevado nivel de servicio. El implementar estrategias que coadyuven al balance de estos puntos, impacta directamente en la administración de la organización desde la alta dirección hasta operaciones. Además, desencadena una serie de acciones que alteran las relaciones externas de negociaciones con proveedores que permite alinear el suministro de artículos MRO a las políticas convenientes que involucran cualidades específicas de acuerdo a subgrupos enfocados a criticidad, dimensiones, costo, rotación y tiempos de entrega de manera que, cubriendo estos focos, se reduzcan los inventarios al mínimo sin sacrificar el nivel de servicio y se identifiquen aquellos que estén propensos a obsolescencia.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR MARTINEZ, H. A. (2000), *Sistema integral de control de inventarios para mantenimiento en planta industrial*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- ARANGO, M. D., J. A. ZAPATA y W. A. JAIMES (2011), «ALIMENTARIO COLOMBIANO Martín Darío Arango *», (c), págs. 21–32.
- BALAKRISHNAN, A., M. S. PANGBURN y E. STAVRULAKI (2004), «?Stack Them High, Let ?em Fly?: Lot-Sizing Policies When Inventories Stimulate Demand», *Management Science*, **50**(5), págs. 630–644.
- BALLOU, R. H. (2004), *Business logistics-supply chain management planning, organizing, and controlling the supply chain*, quinta edición, Pearson Prentice Hall, México, DF.
- BAZAN, E., M. Y. JABER, S. ZANONI y L. E. ZAVANELLA (2014), «Vendor Managed Inventory (VMI) with Consignment Stock (CS) agreement for a two-level supply chain with an imperfect production process with/without restoration interruptions», *International Journal of Production Economics*, **157**(1), págs. 289–301, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.010>.
- BEDOYA, E. (2012), «Principales procesos y funciones de la logística», (versión 0.3), recurso libre, disponible en <http://cursosdelogistica.com/principales-procesos-y-funciones-de-la-logistica/>.

- BEHESHTI, H. M., D. GRGURICH y F. W. GILBERT (2012), «ABC Inventory Management Support System With a Clinical Laboratory Application», *Journal of Promotion Management*, **18**(4), págs. 414–435.
- BERG, J. (2007), *Integral Warehouse Management: The Next Generation in Transparency, Collaboration and Warehouse Management Systems*.
- CHACON RENDÓN, C. (2008), *Definición de la Metodología de Administración de Inventario para una Empresa Distribuidora-Edición Única*, Tesis Doctoral.
- CHAE, B. K. (2009), «Developing key performance indicators for supply chain: an industry perspective», *Supply Chain Management: An International Journal*, **14**(6), págs. 422–428, URL <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/13598540910995192>.
- CHASE, R. B., J. F. ROBERT y N. J. AQUINO (2006), *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*.
- CHEN, A. (2008), «Reducing Uncertainty in The Automotive after Sale Service Parts through Inventory Management», , págs. 7–12.
- CHIKÁN, A. (2007), «The new role of inventories in business: Real world changes and research consequences», *International Journal of Production Economics*, **108**(1-2), págs. 54–62.
- COLLIGNON, J. y J. VERMOREL (2012), «Análisis ABC (Inventario)», (versión 0.3), recurso libre, disponible en [https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario)).
- COSSIO, N. S. (2009), «La cadena de suministro en la gestión logística», (versión 0.3), recurso libre, disponible en <https://www.gestiopolis.com/la-cadena-de-suministro-en-la-gestion-logistica/>.
- CSCMP (2013), «Definition of Logistics Management», available online at <https://cscmp.org/supply-chain-management-definitions>.

- DEVARAJAN, D. y M. JAYAMOHAN (2016), «Stock control in a Chemical Firm: Combined FSN and XYZ Analysis», *Procedia Technology*, **24**, págs. 562–567, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212017316302006>.
- DOUISSA, M. R. y K. JABEUR (2016), «A New Model for Multi-criteria ABC Inventory Classification: PROAFTN Method», *Procedia Computer Science*, **96**, págs. 550–559, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2016.08.233>.
- ESCOBAR, R. T. (2012), *Análisis ABC de Inventarios*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- GUTIÉRREZ, V. y C. J. VIDAL (2008), «Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura», *Revista Facultad de Ingeniería*, (43), págs. 134–149.
- HEIZER, J. y B. RENDER (2009), *Principios de administración de operaciones.*, arXiv:1011.1669v3.
- IZAR LANDETA, J. M., C. B. YNZUNZA CORTÉS y O.ía@ (2016), «Variabilidad de la demanda del tiempo de entrega, existencias de seguridad y costo del inventario», *Contaduría y Administración*, **61**(3), págs. 499–513, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.cya.2015.11.008>.
- JAY, I., E. DANIEL y J. A. JORASCH (2001), «(12) United States Patent», **1**(12).
- KORPELA, J. y M. TUOMINEN (1996), «Inventory forecasting with a multiple criteria decision tool», *International Journal of Production Economics*, **45**(1-3), págs. 159–168.
- KRAJEWSKI, L. J., L. P. RITZMAN y M. K. MALHOTRA (2009), *Administración de Operaciones*, tomo 20, arXiv:1011.1669v3, URL [10.4067/S0718-07642009000500001](http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642009000500001).
- LEADER, K. (2016), «Inventory Policy», (versión 0.3), recurso libre, disponible en <https://www.knowledgeleader.com>.

- LEE, H. L. y C. BILLINGTON (1992), «Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities», *Sloan Management Review*, **33**(3), págs. 65–73.
- LEVIN, I. R. y A. C. KIRKPATRICK (2017), «Enfoques Cuantitativos a la Administración / R.I. Levin, Ch.A. Kirkpatric ; tr. por:J.R. Sánchez, Palma.», .
- LI, L., M. LIU, W. SHEN y G. CHENG (2017), «An improved stochastic programming model for supply chain planning of MRO spare parts», *Applied Mathematical Modelling*, **47**, págs. 189–207, URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2017.03.031>.
- MEDINA, E. C. (2002), *Análisis, administración y control de inventarios en empresas de manufactura (Un enfoque conceptual)*, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- METALSA (2016), «About Metalsa», (versión 0.3), recurso libre, disponible en https://www.metalsa.com/index.php/home_es/.
- MIARANDA PASOS, N. (2011), «Tecnología de grupo y manufactura celular», .
- MIN, H. y G. ZHOU (2002), «Supply chain modeling: past, present and future», *Computers & Industrial Engineering*, **43**(1-2), págs. 231–249, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360835202000669>.
- MULLER, M. (2003), *Essentials of Inventory Management*.
- MULLER, M. (2011), *Essentials of Inventory Management*, segunda edición, AMACOM, New York.
- PARADA GUTIÉRREZ, Ó. (2009), «Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios *», *Cuad. Adm. Bogotá (Colombia)*, **22**(2238), págs. 169–187.
- PAY, R. (2014), «Avoiding Obsolete Inventory : Possession is 9 / 10ths of the Problem», .

- POLICY DEPARTMENT, B. (2016), «Obsolete Assets / Asset Disposal Obsolete Assets / Asset Disposal», .
- RAMON, L. A. (2001), «Implementacion de un sistema de Inventario para lograr un mejor servicio y eficientar la produccion de la planta de tuberia», .
- SLATER, P. (2007), *Smart Inventory Solutions: 7 Actions for MRO and Indirect Inventory Reduction*, Industrial Press, URL <https://books.google.com.mx/books?id=SkN3AAAACAAJ>.
- SONG, J.-S. y P. H. ZIPKIN (1996), «Managing Inventory with the Prospect of Obsolescence», *Operations Research*, **44**(1), págs. 215–222, URL <http://www.jstor.org/stable/171916>.
- SRINIVAS, C. (2017), «Consignment Inventory Model with Variable», *Procedia Engineering*, **206**, págs. 1528–1534, URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705817353584>.
- VALDEZ, A. (2014), «Metal y Mecánica», (versión 0.3), recurso libre, disponible en <http://metalymecanica.wordpress.com/2012/03/13/metalsa/>.
- VELOZ, C. y O. PARADA (2017), «Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios Methods to improve efficiency and decisions in inventory management», *Revista Ciencia UNEMI*, **10**, págs. 29–38.
- VERMOREL, J. (2012), «Fórmula de nivel de servicio óptimo para la optimización del inventario», (versión 0.3), recurso libre, disponible en <https://www.lokad.com/es/nivel-de-servicio-definicion-y-formula>.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Jesús Javier Macías Botello

Candidato para obtener el grado de
Maestría en Logística y Cadena de Suministro
con orientación en Diseño y Análisis

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

POLÍTICAS DE INVENTARIO A PARTIR DE UNA SEGMENTACIÓN
ABC

Hijo de Jesús Javier Macías Pérez y Bertha Alicia Botello López, nacido en Monterrey, Nuevo León, México. Graduado de la carrera de Licenciado en Negocios Internacionales en la Facultad de Contaduría Pública y Administración de la Universidad Autónoma de Nuevo León del 2007 al 2010. Apartir del 2014 ingresó al programa de Maestría en Logística y Cadena de Suministro con orientación en Diseño y Análisis de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.