



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE COMPRA APLICANDO
HEURÍSTICA DE MULTIPLICADOR DE LAGRANGE EN
ÁREA DE ALMACÉN DE LA EMPRESA TUXPAN PORT
TERMINAL”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

PRESENTA

FERNANDO REYES JUÁREZ

DIRECTORA DE TESIS

DRA. FABIOLA SÁNCHEZ GALVÁN



**Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca
Maestría en Ingeniería Industrial**

Tantoyuca, Veracruz, a 21 de Enero del 2021


ASUNTO: LIBERACIÓN DE TESIS


Dra. MARÍA LEONOR MENDEZ HERNÁNDEZ
SUBDIRECTORA DE POSGRADO
PRESENTE

Por medio del presente informo que tras la revisión del trabajo de tesis titulado **"MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE COMPRA APLICANDO HEURÍSTICA DE MULTIPLICADOR DE LAGRANGE EN ÁREA DE ALMACÉN DE LA EMPRESA TUXPAN PORT TERMINAL"** del estudiante **FERNANDO REYES JUAREZ**, el trabajo de tesis se ha concluido satisfactoriamente, por lo que el estudiante puede continuar con el proceso administrativo correspondiente para su trámite de titulación.

ATENTAMENTE


Dra. FABIOLA SÁNCHEZ GALVÁN
Directora de Tesis


MC. ROGELIO GARCÍA RODRÍGUEZ
Revisor de Tesis


Dr. LEONARDO MENDO OSTOS
Revisor de Tesis

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TANTOYUCA

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

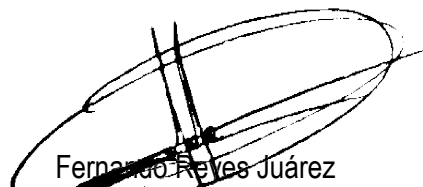
Tantoyuca, Veracruz a 13 de julio de 2021

Yo **Fernando Reyes Juárez**, alumno (a) de la carrera de **Maestría de Ingeniería Industrial**, con numero de control **M183S0023**, por medio del presente declaro mi conformidad para ceder los derechos del proyecto: **“MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE COMPRA APLICANDO MUTIPLICADOR DE LAGRANGE EN AREA DE ALMACEN DE LA EMPRESA TUXPAN PORT TERMINAL”**, desarrollado en: **Empresa Tuxpan Port Terminal**, durante el periodo comprendido del **5 de enero al 27 de julio de año 2020** del cual declaro:

- Que es inédito
- Que es de mi autoría y me hago responsable por su contenido
- Que autorizo al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca para que, en el caso de que sea requerido pueda hacer uso libre de la totalidad del contenido del proyecto, para que sea desarrollado o divulgado en cualquier medio impreso o electrónico.
- El presente instrumento no contempla remuneración alguna por la transferencia de los derechos sobre dicho proyecto.

Lo anterior con el fin de que quede expresamente asentado mi consentimiento total a favor del instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca en todo lo relativo al proyecto en mención.

Para constancia firma:



Fernando Reyes Juárez
Nombre y firma del(a) alumno(a)

Vo. Bo.



Dra. Fabiola Sánchez Galván
Nombre y firma del asesor interno.

DEDICATORIA

A mis padres

*Por haberme forjado como la persona
que soy en la actualidad*

A mi esposa

*Por estar conmigo en todos los momentos
buenos y malos*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza y salud para poder llegar a este momento y poder cumplir este objetivo en mi vida.

A mi familia, por darme el apoyo y el ánimo necesario en todo momento.

A mi directora de tesis, comisión revisora y maestros, por todos los consejos, recomendaciones y sabiduría que me brindaron para mejorar mi formación profesional

Al Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache por el apoyo brindado para el estudio de la maestría

Al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca por abrirme las puertas y permitirme la oportunidad de formarme como profesionalista.

A mis compañeros y amigos por el apoyo mutuo brindado a lo largo de este camino.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	6
RESUMEN.....	7
CAPITULO 1	8
GENERALIDADES.....	8
1.1 INTRODUCCION.....	8
1.2 Planteamiento del problema	9
1.3 Justificación.....	10
1.4 Objetivos de la investigación	10
1.4.1 Objetivo general.....	10
1.4.2 Objetivo específico	11
1.5 Hipótesis.....	11
1.6 Alcances y limitaciones.....	11
1.7 Estado del arte	12
CAPITULO 2	15
MARCO CONCEPTUAL.....	15
2.1 Introducción	15
2.2 Generalidades de un almacén.....	15
2.2.1 Concepto de almacén	16
2.2.2 Tipos de almacén	17
2.2.3 Funciones de un almacén.....	19
2.3 Administración de inventarios	22
2.3.1 Concepto de inventario.....	23
2.3.2 Propósitos del inventario	25
2.3.3 Costos del inventario.....	26
2.3.4 Tipos de inventario	27
2.4 Sistemas o modelos de inventario	28
2.4.1 Clasificación de los sistemas de inventario.....	29
2.4.2 Componentes de un modelo de inventario.....	30

2.4.3	Modelos de inventario de periodo único	30
2.4.4	Sistema de inventario de varios periodos.....	32
2.4.4.1	Modelo de cantidad de pedido fija Q.....	34
2.4.4.2	Modelo de periodos fijos P	40
2.5	Sistemas de clasificación ABC	42
2.5.1	Clasificación por precio unitario.	46
2.5.2	Clasificación por valor total.	47
2.5.3	Clasificación por utilización y valor	48
CAPITULO 3	.....	51
MARCO METODOLOGICO	.....	51
3.1	Introducción	51
3.2	Metodología propuesta	51
CAPITULO 4	.....	54
MARCO OPERATIVO	.....	54
Introducción	.....	54
4.1	Selección del caso de estudio.....	54
4.1.1	Clasificación de materiales aplicando metodología ABC.....	56
4.2	Diagnostico del problema	60
4.3	Identificación del modelo.....	61
4.4	Solución de la problemática.....	61
4.4.1	Sistema de inventario óptimo	61
4.4.2	Cálculo de la cantidad económica de pedido (Modelo EOQ).....	62
4.5	Solución de la problemática.....	67
4.5.1	Cálculo del punto de reorden.	69
4.5.2	Costo de inventario total.....	72
CAPITULO 5	.....	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	76
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Inventarios y logística.....	24
Figura 2 Comparación de los sistemas de inventario de cantidad de pedido fija y periodo fijo.....	34
Figura 3 Modelo básico de cantidad de pedido fija Q.....	36
Figura 4 Costos anuales del producto con base en el tamaño del pedido	37
Figura 5 Modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad	39
Figura 6 Modelo de inventario de pedido fijo	41
Figura 7 Representación gráfica del análisis ABC.....	45
Figura 8 Inventario promedio.....	50
Figura 9 Localización de la empresa Tuxpan Port Terminal	55
Figura 10 Representación gráfica de la clasificación ABC por precio unitario	57
Figura 11 Clasificación ABC por material consumible.....	59
Figura 12 Aplicación heurística multiplicadores de Lagrange en hoja de calculo.....	67
Figura 14 Cálculo de tamaño de lote económico delta, con hoja de cálculo	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diferencias entre modelo Q y modelo P.....	32
Tabla 2 Resumen de clasificación ABC.....	57
Tabla 3 Resumen clasificación ABC por utilización y valor	59
Tabla 4 Costos asociados con el pedido	62
Tabla 5 Costos de mantenimiento de pedido	63
Tabla 6 Cantidad optima de pedido, elementos A	64
Tabla 7 Calculo de EOQ y punto de reorden.....	70
Tabla 8 Costo de inventario anual total	74

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se centra en el diseño de un modelo de inventario multiartículo que cuenta con restricciones económicas, aplicado en el área de almacén Facilities de la empresa Tuxpan Port Terminal, ubicada en la ciudad de Tuxpan Veracruz.

Para poder determinar la cantidad económica de pedido (EOQ) de cada uno de los productos que conforman el inventario, y que dicha cantidad no sobrepase el presupuesto asignado para compra de material, primero se identificaron los productos que tienen mayor impacto en el inventario. Esto se llevó a cabo con la aplicación de la metodología ABC.

Una vez identificados los productos con mayor significancia para el inventario, se determinó la cantidad económica de pedido, analizando los datos se determinó que los valores no satisfacían la restricción de presupuesto para compra de material.

Por lo cual se diseñó y aplico una heurística (Multiplicadores de Lastrange) para determinar un nuevo cálculo de la cantidad económica de pedido, con lo cual se logró satisfacer la restricción de presupuesto. Estos valores fueron utilizados para calcular el punto de reorden y los costos totales anuales de inventario. Logrando con esto cumplir con los objetivos de la investigación

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

En la actualidad toda empresa busca tener un correcto manejo de los recursos con los que cuenta, es por ello, que el tema de control de inventarios es de suma importancia ya que de ello se obtiene la información contable para la toma de decisiones. (Duran , 2012)

El control de inventarios consiste en el ejercicio del control de las existencias; tanto reales como en proceso de producción y su comparación con las necesidades presentes y futuras, para poder establecer, teniendo en cuenta el ritmo de consumo, los niveles de existencias y las adquisiciones precisas para atender la demanda. (Laveriano, 2010).

La administración del inventario es un tema central para evitar problemas financieros en las organizaciones, es un componente fundamental en la productividad de una empresa, ya que es el activo corriente de menor liquidez que manejan y que además contribuye a generar rentabilidad. Es el motor que mueve a la organización, pues es la base para la comercialización de la empresa que le permite obtener ganancias. (Duran , 2012)

Existen dos tipos generales de sistemas de inventario de varios periodos: los modelos de cantidad de pedido fijan (también llamado cantidad de pedido económico, EOQ —*economic order quantity*— y modelo Q) y modelos de periodo fijo (conocidos también como sistema periódico, sistema de revisión periódica, sistema de intervalo fijo y modelo P). (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

El modelo EOQ y sus extensiones aplican únicamente para artículos de inventario. Sin embargo, estos modelos se utilizan en compañías que almacenan diferentes artículos. A pesar de que se pueden registrar ordenes por cantidades separadas

para cada uno de los diferentes artículos, existen limitaciones que causarían soluciones infactibles. (Nahmias, 2007).

El presente trabajo de investigación plantea la reducción de costos de inventario en el almacén “Facilities” de la empresa Tuxpan Port Terminal, ubicada en la ciudad de Tuxpan Veracruz, aplicando una metodología de sistemas de control de inventario, que consiste en clasificar los productos del almacén mediante el método ABC, una vez elaborada dicha clasificación se procede a determinar el cálculo del tamaño de lote económico, punto de reorden y costos totales de inventario. Es importante hacer mención que la empresa maneja un presupuesto de compra de productos, lo cual es tomado en cuenta como una restricción. Lo cual genera una problemática, que es solucionada recalculando una nueva cantidad económica de pedido aplicando la heurística (Multiplicadores de Lastrange).

1.2 Planteamiento del problema

Tuxpan Port Terminal es una Terminal Portuaria multipropósito que brinda servicios de carga y descarga de contenedores, automóviles y carga general, con altos niveles de productividad y tecnología de punta, dicha empresa está conformada por diversas áreas, en las cuales se encuentra el departamento de instalaciones, que es el encargado de brindar mantenimiento tanto preventivo como correctivo a equipo e instalaciones de la terminal. Dicho departamento debe contar con un almacén (Almacén Facilities) destinado a resguardar el material y herramienta necesario para la ejecución de los trabajos programados.

El área de almacén Facilities cuenta con un presupuesto estimado para compra de materiales de \$35,000 pesos mensuales, Con base a resultados de auditorías anteriores realizadas por la propia empresa, se establece que dicha área cuenta con un incremento en promedio del 35% en relación al presupuesto autorizado.

Con base a la información anterior surge la siguiente interrogante ¿Cuál es la cantidad de producto y materiales que la empresa debe de solicitar a los

proveedores, de manera que se satisfaga la demanda de utilización y no exceda el presupuesto autorizado?

1.3 Justificación

Mediante el diseño de un sistema de control de inventario en el área de almacén Facilities de la empresa Tuxpan Port Terminal se busca brindar una solución eficiente a los problemas de incremento de costos en el presupuesto de compra.

Con los resultados obtenidos se pretende identificar los principales materiales y herramientas que tienen mayor significancia e impacto en el costo del inventario. Esto permitirá generar una mayor eficacia y eficiencia en el funcionamiento del proceso de entrega y recepción de materiales.

El principal beneficio generado del trabajo de investigación, es el cálculo de la cantidad económica de pedido (EOQ) y el punto de volver a pedir (R) de cada uno de los materiales que conforman el inventario, lo antes mencionado reflejara una reducción en los costos totales anuales del mismo.

1. 4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar la cantidad económica de pedido de múltiples productos aplicando metodología de control de inventarios con la finalidad de reducir costos totales de compra en el área de almacén Facilities de la empresa Tuxpan Port Terminal.

1.4.2 Objetivo específico

- Identificar los productos principales dentro del inventario aplicando clasificación ABC.
- Determinar los costos involucrados en el inventario.
- Calcular la cantidad económica de pedidos de los productos que conforman el almacén de facilities, que permita cumplir con el presupuesto de compra.
- Calcular los costos totales anuales del inventario.

1.5 Hipótesis

Con el cálculo de la cantidad económica de pedido, se podrán reducir los costos de compra de los materiales que conforman el inventario de facilities en la empresa Tuxpan Port Terminal.

1.6 Alcances y limitaciones

Durante la ejecución del proyecto se establece que los datos obtenidos tienen aplicación solamente en la propuesta y el diseño de un modelo de control de inventario para el área de almacén Facilities de la empresa Tuxpan Port Terminal. Dicha aplicación queda a reserva de la gerencia, todo esto con su respectiva evaluación.

Dentro de las limitaciones presentadas se hace mención al estricto manejo de los datos y de la información por la parte la empresa.

1.7 Estado del arte

En 2017 Jara, Sánchez y Martínez publicaron un artículo muestra para la aplicación del método para calcular la cantidad económica a ordenar (EOQ por sus siglas en inglés) y el Punto de Reorden (ROP). Esta metodología fue aplicada a los 2,768 números de parte que maneja una empresa comercializadora mayorista internacional de autopartes que abastece tanto armadoras internacionales como refaccionarias locales. Su objetivo fue, es reducir los Backorders y el mejoramiento del servicio al cliente y como consecuencia se mejorarán los costos logísticos. Con el fin de lograr la realización y cumplimiento del objetivo propuesto, se pusieron en práctica metodologías de administración de operaciones y cadena de suministro. En la etapa inicial del estudio, se detectó que el sistema de inventarios que utiliza esta empresa se presenta un gran número de materiales con EOQ y ROP calculados hace más de ocho años, mismos que no cumplen al 100% con los requerimientos de la demanda actual del mercado. Esta brecha, está influyendo negativamente en la calidad de los servicios ofertados, así como la satisfacción de los requerimientos de los clientes. Es por esto, que ahí la necesidad de recalcular y actualizar el sistema de control de inventarios los nuevos valores de EOQ / ROP de todos y cada uno de los productos de la empresa. (Jara & Sanchez, 2017)

En 2015 Causado Rodríguez, quien elaboró una propuesta de mejora del sistema de inventarios para una comercializadora de alimentos en la ciudad de Santa Marta, a fin de lograr una reducción en los costos de inventario y un incremento en el beneficio económico de la organización, mediante la planificación y control de las compras y ventas de los productos. El proceso aplicado consiste en la clasificación de los productos manejados por la empresa con el método ABC, de acuerdo con la importancia de cada producto en el total de ventas de la distribuidora; posteriormente se aplicó el modelo de Cantidad Económica de Pedido –EOQ–, con el fin de sistematizar los conteos periódicos en los productos guardados en bodega, establecer los registros de las ventas realizadas, determinar la cantidad óptima de

pedidos y el momento justo en el cual se debe pedir mercancía a los proveedores y las cantidades mínimas de reorden. (Causado Rodriguez, 2015)

Valencia y Lamban en 2014 proponen un modelo para hacer más eficiente la producción, área fundamental de la cadena de suministro. El modelo propuesto determina el lote óptimo a fabricar tomando en consideración actividades propias de diversas áreas de la cadena de suministro, muchas de las cuales no se habían considerado previamente. Con el objeto de facilitar la aplicación del modelo propuesto en diversas empresas, incluyendo Pymes, se presenta como resolver el modelo mediante una hoja de cálculo. (Valencia & Lamban, 2014)

Arrieta y Villar en 2013 Propusieron un modelo estocástico multiartículo de inventario con restricciones de espacio, de presupuesto, de frecuencia de pedido y de nivel de servicio. (Arrieta & Villar , 2013)

En 2013 Vinicio Guamantica elaboró una propuesta de un modelo para mejorar la gestión y manejo del inventario del Centro de Repuestos de la empresa General Motors del Ecuador S.A ubicada en la ciudad de Sangolquí, cantón Rumiñahui. Se realizó un diagnóstico de la planeación y control logístico de la empresa, en especial de los parámetros aplicados para el abastecimiento de la bodega, el cual se fundamentó en la aplicación de una encuesta, entrevista y en algunos métodos de recolección de datos, permitiendo identificar problemáticas que inician en el ciclo logístico y derivan en costos financieros. Para aplicar el método propuesto se procedió a clasificar el inventario de acuerdo a la clasificación ABC bajo el principio de Pareto, luego basado en la teoría del inventario, se planteó el modelo probabilístico de cantidad óptima de pedido con revisión continua para los ítems con clasificación A, lo que ayudó a proponer acciones con el objetivo de reducir los costos del inventario. (Guamantica, 2013)

Los autores Izar y Méndez quienes presentaron la aplicación de 6 modelos de inventarios para obtener la cantidad de pedido y el punto de reorden para el caso de cubetas de pintura con demanda y tiempos de entrega discretos, aleatorios, independientes y conocidos, considerando descuentos en el precio de compra por

adquirir mayores volúmenes. Los modelos utilizados han sido el de la cantidad económica de pedido (EOQ), el de un solo lote (USL), el método Híbrido (MH), el algoritmo Silver-Meal (SM), el Wagner-Within (WW) y Simulación (S). (Izar & Mendez, 2013)

En 2012 Piña Gutiérrez determinó la cantidad económica de pedido utilizando la técnica LIMIT (Técnica de Interpolación para la Gestión de Inventarios por Lote Económico), en la programación de los artículos producidos en la Entubadora en Frío de una empresa cauchera Venezolana y tiene como objetivos principales: reducir la inversión en inventario de los materiales producidos sin incrementar los costos de operación (mínima inversión en inventario); mantener el nivel de inventario de los materiales entubados, en perfecto acuerdo con la demanda esperada del consumidor final (máximo servicio al cliente) y por último, mejorar la eficiencia de las operaciones de la empresa (mínimo costo de operación). Los resultados obtenidos indican que se logró reducir los costos de inversión en inventario en un 1.91%, sin que se hayan aumentado los costos de operación; además, se obtuvo una reducción de los costos por paradas de máquina, gracias a la falta de material entubado en Armado Radial (cliente) de 914,11 Bs/año y por último se logró disminuir los costos debido al reproceso por deterioro y obsolescencia en un 58,33%, por tanto, se puede concluir que se lograron los objetivos planteados. (Piña, 2012)

Uno de los principales artículos analizados para la obtención de literatura referente al tema es el artículo de Hopp, Zhang y Supatgiat quienes en 2001 desarrollaron y un procedimiento simple para establecer reglas de almacenamiento para un centro de distribución de componentes múltiples, que suministra repuestos para una operación de mantenimiento de equipos. El objetivo es minimizar la inversión de inventario sujeta a restricciones en el nivel de servicio promedio y la frecuencia de reabastecimiento, se clasifican las partes de inventario aplicando la metodología ABC y se aplican heurísticas al modelo (Q,r) (Zhang, Hopp, & Supatgiat, 2001).

CAPITULO 2

MARCO CONCEPTUAL

2.1 Introducción

El contenido de este capítulo es referente a la literatura consultada de acuerdo a las metodologías a utilizar en capítulos posteriores: Conceptos de administración de inventarios, generalidades de un almacén, conceptos de inventario y costos relacionados con el mismo, clasificación y tipos de inventarios, metodología ABC Y heurísticas aplicadas en el cálculo del tamaño de lote económico.

Este capítulo es de suma importancia ya que la información presentada en el mismo es de carácter científico y genera un punto de impacto significativo en el desarrollo del trabajo de investigación.

2.2 Generalidades de un almacén

Todos los esfuerzos realizados en logística para conseguir la excelencia en el servicio al cliente, junto con la reducción drástica de los stocks, han potenciado la necesidad de tener una organización eficaz en los almacenes, constituyendo hoy en día, sin duda alguna, uno de los puntos neurálgicos más importantes para una correcta política de distribución.

Los avances tecnológicos actuales, tanto en el campo de la manipulación física de los materiales como de las técnicas de almacenaje propiamente dichas, junto con la aplicación extensiva de la informática o incluso la robótica, han creado un campo

de cultivo suficientemente sustancioso como para hacer que los almacenes constituyan una de las áreas más tecnificadas dentro de la llamada cadena logística de distribución.

Un almacén bien gestionado requiere un buen control y gestión de las existencias que en él se depositan. Es necesario fijar un volumen máximo y un volumen mínimo de existencias, conocer la cantidad de producto que se debe solicitar, así como los costes que generan por la realización del pedido y del almacenamiento, con el fin de equilibrarlos y minimizarlos.

Además, un almacén debe responder fundamentalmente a los requerimientos de un espacio debidamente dimensionado, para una ubicación y manipulación eficiente de materiales y mercancías, de tal manera que se consiga una máxima utilización del volumen disponible con unos costes operacionales mínimos. (Anaya Tejero, 2008).

2.2.1 Concepto de almacén

En cualquier empresa no se vende automáticamente toda la mercancía que se produce o se adquiere, por lo que es necesario disponer de un lugar físico donde guardar los productos antes de que sean distribuidos.

Además, en las empresas industriales, las materias primas y componentes que se adquieren para producir no se incorporan inmediatamente al proceso productivo, por lo que necesitan también un espacio donde pueden ser almacenados.

A esto hay que añadir que, en muchas ocasiones, para poder ser fabricados, los productos pasan por distintas fases del proceso productivo, y requieren zonas donde se puedan guardar los productos semielaborados que se generan en cada una de las etapas (Brenes, 2015). Estas situaciones justifican la necesidad imperiosa que tienen las empresas de disponer de un lugar físico para almacenar la mercancía que no necesitan mover, es decir, un almacén.

(Gomez Aparicio, 2013) define al almacén como un recinto donde se realizan las funciones de recepción, manipulación, conservación, protección y posterior expedición de productos. El almacén tiene como objetivo efectuar las operaciones y actividades necesarias para suministrar los materiales o productos en condiciones óptimas de uso y en el momento oportuno, de manera que se eviten paralizaciones por falta de ellos o inmovilizaciones de capitales por su acumulación. De la anterior definición se desprenden como mínimo tres razones para la existencia de los almacenes:

- Evitar desequilibrios en los ritmos de aprovisionamiento y producción.
- Evitar desequilibrios entre la demanda y la oferta de los productos.
- Optimizar los recursos financieros derivados del coste de los materiales en el almacén.

2.2.2 Tipos de almacén

Por regla general, toda actividad empresarial requiere la existencia de almacenes. Cada tipo de almacén tiene una serie de características diferentes, que nos sirven para poderlos agrupar atendiendo a una relación de criterios, entre los más importantes encontramos los almacenes industriales, de distribución y de depósito. Para un mejor estudio solo nos enfocaremos en los almacenes de tipo industrial.

Los almacenes industriales comprenden el conjunto de almacenes de una industria para almacenar las materias primas y los productos terminados. Entre los almacenes industriales destacamos

- **Almacén de materia prima:** Es el lugar en el que se guardan los materiales que generalmente son recibidos del exterior y que sirven para iniciar los procesos de transformación de los productos que se manufacturan en la empresa.

- **Almacén de productos semielaborados:** Dedicado al almacenamiento de los materiales que han sufrido algunas transformaciones en el proceso productivo y resta efectuar otras operaciones para lograr el producto terminado.
- **Almacén de piezas de recambio:** Para el almacenamiento de piezas destinadas al servicio postventa, con el objeto de efectuar reparaciones en el producto vendido.
- **Almacén de productos terminados:** En este lugar se concentra lo que se ha producido en los diversos periodos de tiempo para esperar el empaque en volumen y ser embarcado a los lugares y destinos que se han programado según los requerimientos de los clientes o los programas de ventas
- **Almacén de piezas separadas:** Destinado al almacenamiento de las piezas, los subconjuntos y los suministros que entran en la composición del producto final.
- **Almacén de aprovisionamiento general:** Para el almacenamiento de objetos y medios que intervienen indirectamente en la fabricación.
- **Almacén de herramientas:** Las herramientas son medios o elementos empleados en los procesos de producción las cuales llegan a representar altos costos y en ocasiones deben ser almacenadas de manera adecuada para evitar daños que afecten su funcionamiento, existe una gama infinita de herramientas que pueden servir para diversos trabajos o que su propósito pueda ser especialmente para una operación determinada y única.

Podemos clasificar los almacenes de acuerdo al lugar donde se ubican, ya sea en el departamento de distribución o de aprovisionamiento. (Anaya Tejero, 2008)

Almacenes de entrada. - (Departamento de aprovisionamiento) son los que regulan el flujo interno de materiales dentro de la empresa para la realización del proceso de fabricación: materias primas, productos incorporables y productos en curso.

Almacenes de salida. - (Departamento de distribución) Se refiere al mismo concepto anterior pero enfocado en los productos terminados.

2.2.3 Funciones de un almacén.

Todo almacén dependiendo de la clase, del tipo de productos, etc., desempeña las siguientes funciones (Mc Graw Hill, 2015):

Recepción de productos

La recepción de productos abarca el conjunto de tareas que se realizan antes de la llegada de los productos al almacén, desde la entrada hasta después de su llegada. La recepción se divide en las estas fases:

- Antes de la llegada: Antes de la recepción de los productos, se deberá disponer de la documentación necesaria: tanto la originada por el departamento de aprovisionamiento, en la que consten los pedidos confirmados con el detalle de los productos solicitados a los suministradores, como los documentos correspondientes al departamento de ventas, con los datos referentes a las devoluciones de los clientes.
- Llegada de los productos: Este momento es importante, ya que se traspasa la custodia y la propiedad de las mercancías del proveedor al cliente. Es en este instante cuando se verifica el pedido, es decir, se comprueba si los artículos recibidos coinciden con los que constan en los documentos que corroboran el traspaso de propiedad de los mismos. Al mismo tiempo deberá procederse a la devolución de aquellos productos que no reúnan las condiciones estipuladas.
- Después de la llegada: Una vez que se han recibido los productos, se procede al control e inspección de los mismos.

Almacenaje y manutención

Almacenaje: Es la actividad principal que se realiza en el almacén y consiste en mantener con un tratamiento especializado los productos, sistemáticamente y con un control a largo plazo. Esta función no añade valor al producto. El almacenaje requiere unos recursos que generan una serie de costes.

- La maquinaria y las instalaciones, que suponen una serie de inversiones, generando costes, tales como el valor de la adquisición y mantenimiento de los equipos de transporte interno, las estanterías y las instalaciones en general.
- La obsolescencia, que consiste en la depreciación del valor que sufren los productos almacenados, como consecuencia de la irrupción en el mercado de productos nuevos.
- Los recursos humanos, el conjunto de personas que trabajan en el almacén, dedicados a la conservación y mantenimiento de los productos y de los equipos que conforman el inmovilizado.
- El coste financiero que implica el valor del capital empleado en la compra de los productos que constituyen los stocks

Manutención. - La manutención o manejo de mercancías se refiere a la función que desempeñan los operarios del almacén, empleando los equipos e instalaciones para manipular y almacenar los productos con el fin de alcanzar una serie de objetivos estipulados, teniendo en cuenta un tiempo y un espacio determinados.

Las operaciones de manutención pueden ser simples o complejas. Las operaciones de manutención simples se caracterizan por realizarse manualmente y en ellas se manipula un número reducido de productos. Las operaciones de manutención complejas se caracterizan por la incorporación de equipos automatizados, que manejan grandes volúmenes y pesos de productos.

Preparación de pedidos

Este proceso también es conocido por el término inglés picking y se refiere principalmente a la separación de una unidad de carga de un conjunto de productos, con el fin de constituir otra unidad correspondiente a la solicitud de un cliente.

La preparación del pedido tiene un coste más elevado que el resto de actividades que se desarrollan en el almacén, debido a que:

- Los costes de manutención recaen siempre sobre las unidades individualizadas y no sobre la carga agrupada.
- La mecanización de esta operación es compleja y no llega a automatizarse en su totalidad.
- En la mayoría de las ocasiones, las unidades de expedición no coinciden con las recibidas (las primeras suelen ser inferiores a las segundas).

Expedición

La expedición consiste en el acondicionamiento de los productos con el fin de que éstos lleguen en perfecto estado y en las condiciones de entrega y transporte pactadas con el cliente. Las actividades que, de forma genérica, se realizan en esta fase son:

- El embalaje de la mercancía, que consiste en proteger ésta de posibles daños ocasionados por su manipulación y transporte.
- El precintado, que pretende asegurar la protección de la mercancía y aumentar la consistencia de la carga.
- El etiquetado, es decir, las indicaciones que identifican la mercancía embalada, así como otro tipo de información de interés para su manipulación y conservación, o información logística.
- La emisión de la documentación, ya que toda expedición de mercancías debe ir acompañada de una serie de documentos habituales que deben cumplimentarse en toda operación de compra – venta.

Organización y control de las existencias.

La organización y el control de las existencias dependerán del número de referencias a almacenar, de su rotación, del grado de automatización e informatización de los almacenes, etc. Independientemente de esto, para una buena organización y control deberemos tener en cuenta dónde ubicar la mercancía y cómo localizarla, para:

- Minimizar los costes correspondientes al manejo de las mercancías en lo que se refiere a la extracción y preparación de pedidos.
- Maximizar la utilización del espacio.
- Tener en cuenta algunas condiciones exigidas por los propios productos a almacenar, como seguridad e incompatibilidad entre los mismos.

Además de tener en cuenta las consideraciones anteriores, una buena organización y control de las existencias se basa principalmente en:

- La situación de las mercancías dentro del almacén, es decir, el sistema que se emplea para la distribución de las existencias dentro del área de almacenaje.
- El modo de extraer los productos de su lugar de almacenamiento, con el objetivo de disminuir la manipulación de los mismos en el momento de preparar los pedidos requeridos por los clientes.
- La trazabilidad por lotes, es decir, el sistema mediante etiquetado y gestión de la información en diferentes soportes que permite introducir un producto en la cadena de suministro y poder averiguar cuál es el origen del stock.

2.3 Administración de inventarios

La administración de inventarios, es decir, la planificación y control de los inventarios para cumplir las prioridades competitivas de la organización, es un motivo importante de preocupación para todos los gerentes de todo tipo de empresas. La administración eficaz de los inventarios es esencial para realizar el

pleno potencial de toda cadena de valor. Para las compañías que operan con márgenes de utilidad relativamente bajos la mala administración de los inventarios puede perjudicar gravemente sus negocios. El desafío no radica en reducir los inventarios a su mínima expresión para abatir los costos, ni en tener inventario en exceso para satisfacer todas las demandas, sino en mantener la cantidad adecuada para que la empresa alcance sus prioridades competitivas de la forma más eficiente posible. Este tipo de eficiencia solo puede darse si la cantidad correcta de inventario fluye a través de la cadena de valor, que abarca a los proveedores, la empresa, los almacenes o centros de distribución y los clientes.

Los inventarios son importantes para todo tipo de organizaciones y sus empleados. Los inventarios afectan en gran medida las operaciones cotidianas porque deben contarse, pagarse, usarse en las operaciones, usarse para satisfacer a los clientes y administrarse. Los inventarios requieren inversiones de fondos, los mismos que la compra de una maquina nueva. El dinero invertido en el inventario no está disponible para invertirlo en otras cosas; por tanto, representan una sangría de los flujos de efectivo de una organización. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

2.3.1 Concepto de inventario

De acuerdo con (Ballou, 2004), los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa, tal y como se muestra en la figura 1.

Los inventarios se hayan con frecuencia en lugares como almacenes, patios, pisos de las tiendas, equipo de transporte y en los estantes de las tiendas de menudeo.

Tener estos inventarios disponibles puede costar, al año, entre 20 y 40% de su valor. Por lo tanto, administrar cuidadosamente los niveles de inventario tiene un buen sentido económico.

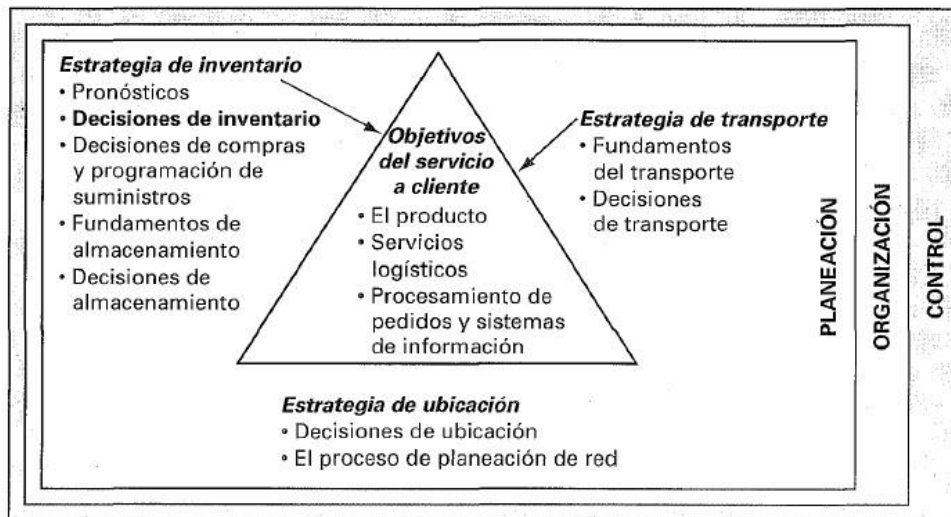


Figura 1 Inventarios y logística

Fuente: (Ballou, 2004)

Para (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos.

Por convención, el término inventario de manufactura se refiere a las piezas que contribuyen o se vuelven parte de la producción de una empresa. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica en materia prima, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso. En los servicios, el término inventario por lo regular se refiere a los bienes tangibles a vender y los suministros necesarios para administrar el servicio.

2.3.2 Propósitos del inventario

El manejo del inventario implica equilibrar la disponibilidad del producto (o servicio al cliente), por una parte, con los costos de suministrar un nivel determinado de disponibilidad del producto, por la otra.

Todas las empresas (incluidas las operaciones justo a tiempo) mantienen un suministro de inventario por las siguientes razones:

1. Para mantener la independencia entre las operaciones. El suministro de materiales en el centro de trabajo permite flexibilidad en las operaciones. Por ejemplo, debido a que hay costos por crear una nueva configuración para la producción, este inventario permite a la gerencia reducir el número de configuraciones.
2. Para cubrir la variación en la demanda. Si la demanda del producto se conoce con precisión, quizá sea posible (aunque no necesariamente económico) producirlo en la cantidad exacta para cubrir la demanda. Sin embargo, por lo regular, la demanda no se conoce por completo, y es preciso tener inventarios de seguridad o de amortización para absorber la variación.
3. Para permitir flexibilidad en la programación de la producción. La existencia de un inventario alivia la presión sobre el sistema de producción para tener listos los bienes. Esto provoca tiempos de entrega más alejados, lo que permite una planeación de la producción para tener un flujo más tranquilo y una operación a más bajo costo a través de una producción de lotes más grandes.
4. Protegerse contra la variación en el tiempo de entrega de la materia prima. Al pedir material a un proveedor, pueden ocurrir demoras por distintas razones: una variación normal en el tiempo de envío, un faltante del material en la planta del proveedor que da lugar a pedidos acumulados, una huelga inesperada en la planta del proveedor o en una de las compañías que realizan el envío, un pedido perdido o un embarque de material incorrecto o defectuoso.

5. Aprovechar los descuentos basados en el tamaño del pedido. Hay costos relacionados con los pedidos: mano de obra, llamadas telefónicas, captura, envío postal, etc. Por lo tanto, mientras más grande sea el pedido, la necesidad de otros pedidos se reduce. Asimismo, los costos de envío favorecen los pedidos más grandes; mientras más grande sea el envío, menor será el costo unitario.

2.3.3 Costos del inventario

Al tomar cualquier decisión que afecte el tamaño del inventario, es necesario considerar los costos siguientes.

1. **Costos de mantenimiento (o transporte).** Esta amplia categoría incluye los costos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, desperdicios y daños, obsolescencia, depreciación, impuestos y el costo de oportunidad del capital. Como es obvio, los costos de mantenimiento suelen favorecer los niveles de inventario bajos y la reposición frecuente.
2. **Costos de configuración (o cambio de producción).** La fabricación de cada producto comprende la obtención del material necesario, el arreglo de las configuraciones específicas en el equipo, el llenado del papeleo requerido, el cobro apropiado del tiempo y el material, y la salida de las existencias anteriores. Si no hubiera costos ni tiempo perdido al cambiar de un producto a otro, se producirían muchos lotes pequeños. Esto reduciría los niveles de inventario, con un ahorro en los costos. Un desafío actual es tratar de reducir estos costos de configuración para permitir tamaños de lote más pequeños (tal es la meta de un sistema justo a tiempo).
3. **Costos de pedidos.** Estos costos se refieren a los costos administrativos y de oficina por preparar la orden de compra o producción. Los costos de pedidos incluyen todos los detalles, como el conteo de piezas y el cálculo de las cantidades a pedir. Los costos asociados con el mantenimiento del sistema necesario para rastrear los pedidos también se incluyen en esta categoría.

4. **Costos de faltantes.** Cuando las existencias de una pieza se agotan, el pedido debe esperar hasta que las existencias se vuelvan a surtir o bien es necesario cancelarlo. Se establecen soluciones de compromiso entre manejar existencias para cubrir la demanda y cubrir los costos que resultan por faltantes. En ocasiones, es muy difícil lograr un equilibrio, porque quizá no sea posible estimar las ganancias perdidas, los efectos de los clientes perdidos o los castigos por cubrir pedidos en una fecha tardía. Con frecuencia, el costo asumido por un faltante es ligeramente más alto, aunque casi siempre es posible especificar un rango de costos.

2.3.4 Tipos de inventario

De acuerdo con las necesidades de las empresas al mantener un estricto control de sus recursos es necesario conocer a que clasificación de inventarios pertenecen, considerando el proceso de almacenamiento y el giro de cada organización.

(Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008) determinan que existen cuatro tipos de inventarios: de ciclo, de seguridad, de previsión y en tránsito, los cuales no pueden identificarse por sus rasgos físicos y son descritos en seguida:

Inventario de ciclo. La porción del inventario total que varía en forma directamente proporcional al tamaño de lote se conoce como inventario de ciclo. La frecuencia con que deben hacerse los pedidos y la cantidad de los mismos reciben el nombre de dimensionamiento de lote. En estos casos aplican dos principios:

1. El tamaño de lote, Q , varía en forma directamente proporcional al tiempo transcurrido (o ciclo) entre los pedidos. Si se hace un pedido cada cinco semanas, el tamaño promedio del lote deberá ser igual a la demanda correspondiente a cinco semanas.
2. Cuanto más tiempo transcurra entre dos pedidos sucesivos de un artículo determinado, tanto la mayor tendrá que ser el inventario de ciclo.

Al principio del intervalo, el inventario del ciclo se encuentra en su punto máximo, o sea, Q . Al final del intervalo, inmediatamente antes de la llegada de un nuevo lote, el inventario de ciclo bajara a su nivel mínimo, es decir, a 0.

Inventario de seguridad. Es un excedente de inventario que protege contra la incertidumbre de la demanda, el tiempo de espera y los cambios en el abastecimiento. Los inventarios de seguridad son convenientes cuando los proveedores no entregan la cantidad deseada, en la fecha convenida y con una calidad aceptable, o cuando en la manufactura de los artículos se genera cantidades considerables de material de desperdicio o se requieren muchas rectificaciones.

El inventario de seguridad garantiza que las operaciones no se interrumpirán cuando se presenten esos problemas, lo cual permitirá que las operaciones subsiguientes se lleven a cabo normalmente.

Inventario de previsión. El inventario que utilizan las empresas para absorber las irregularidades que se presentan a menudo en las tasas de demanda y oferta se conoce como inventario de previsión. Los patrones de demanda estacional predecibles se prestan para el uso del inventario de previsión.

Inventario de tránsito. En el sistema de flujo de materiales, el inventario que se mueve de un punto a otro recibe el nombre de inventario en tránsito. Los materiales que se mueven de los proveedores a la planta, de una operación a la siguiente dentro de la fábrica, de la planta a un centro de distribución o cliente, y del centro de distribución a un comerciante detallista. El inventario en tránsito está constituido por los pedidos que se han colocado, pero que todavía no se han recibido.

2.4 Sistemas o modelos de inventario

Un sistema de inventario proporciona la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes en existencia. El sistema es

responsable de pedir y recibir los bienes: establecer el momento de hacer los pedidos y llevar un registro de lo que se pidió, la cantidad ordenada y a quién.

El sistema también debe realizar un seguimiento para responder preguntas como: ¿El proveedor recibió el pedido? ¿Ya se envió? ¿Las fechas son correctas? ¿Se establecieron los procedimientos para volver a pedir o devolver la mercancía defectuosa? (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

2.4.1 Clasificación de los sistemas de inventario.

De acuerdo con Salas (2009) la clasificación general de los modelos de inventario depende del tipo de demanda que tenga el artículo. Esta demanda sólo puede ser de dos tipos: determinística o probabilística; en el primer caso la demanda del artículo para un período futuro es conocida con exactitud (esto sólo se puede dar en el caso de empresas que trabajan bajo pedido y probabilística en el caso que la demanda del artículo para un período futuro no se conoce con certeza, pero se le puede asignar una distribución de probabilidad a su ocurrencia. Sin lugar a dudas todo artículo se clasifica en alguna de las dos anteriores categorías; pero se pueden subclasificar en un determinado modelo dependiendo de otras condiciones que se relacionan a continuación:

- Tipo de producto: pueden ser productos perecederos, productos sustitutos o durables en el tiempo, (metales).
- Cantidad de productos: existen modelos para un sólo producto o para varios (multiproductos).
- Modelos que permiten o no, déficit.
- Los tiempos de entrega (tiempos de anticipación) pueden ser al igual que la demanda determinísticos o probabilísticos.
- Modelos que involucran o no, costos fijos.
- Tipo de revisión: la revisión de un determinado artículo puede ser continúa o periódica.

- Tipo de reposición: dependiendo del tipo de reposición se dice que un modelo puede ser de reposición instantánea cuando el artículo es comprado y de reposición continua cuando el artículo es producido en una planta manufacturera.
- Horizonte de planeación: el horizonte de planeación puede incluir un sólo período o varios.

2.4.2 Componentes de un modelo de inventario

Dentro de los componentes de un modelo de inventarios se pueden enumerar los siguientes, afirma Salas (2009):

Costos. Los costos de un sistema de inventarios pueden ser mantenimiento, por ordenar, penalización y variable. Cada uno de ellos se definirá más adelante.

Demanda: La demanda de un determinado artículo es el número de unidades que se proyecta vender en un periodo futuro; más vale aclarar que no es la cantidad vendida. En muchas ocasiones la demanda es mayor que la cantidad vendida por falta de inventario.

Tiempo de anticipación. El tiempo de anticipación es el tiempo que transcurre entre el momento en que se coloca una orden de producción o compra y el instante en que se inicia la producción o se recibe la compra.

2.4.3 Modelos de inventario de periodo único

Este modelo se refiere a situaciones de inventarios en los que se coloca un pedido para el producto; al final del período, el producto se ha agotado, o existe un exceso de artículos que no se han vendido y que deben venderse a un precio de oferta. El modelo de un solo período es aplicable a situaciones en las que se tienen artículos estacionales o perecederos que no se pueden conservar en el inventario para su venta en períodos futuros. La ropa de temporada (tal como los

trajes de baño, venta de periódicos, los abrigos de invierno, artículos deportivos, la venta de zapatos etc.) son artículos que comúnmente se manejan en forma de período único. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

En estas situaciones, el comprador coloca un pedido antes de la temporada para cada artículo y después llega a un agotamiento de las existencias o realiza una venta de oferta sobre las existencias excedentes, al final de la temporada.

Para poder determinar un inventario de periodo único se debe considerar lo siguiente:

$$C_o = \text{Costo por unidad de la demanda sobrestimada.}$$

$$C_u = \text{Costo por unidad de la demanda subestimada.}$$

Con la introducción de probabilidades, la ecuación del costo marginal esperado se vuelve:

$$P(C_o) \leq (1 - P)C_u$$

Donde P es la probabilidad de que la unidad no se venda y $(1 - P)$ es la probabilidad de que sí se venda, porque debe ocurrir uno u otro evento (la unidad se vende o no se vende). Entonces, al despejar P se obtiene:

$$P \leq \frac{C_u}{C_o + C_u}$$

Esta ecuación establece que se debe continuar para aumentar el tamaño del pedido, siempre y cuando la probabilidad de no vender lo que se pide sea igual o menor que la razón:

$$C_u / (C_o + C_u)$$

2.4.4 Sistema de inventario de varios periodos

Existen dos tipos generales de sistemas de inventario de varios periodos: los modelos de cantidad de pedido fijan (también llamado cantidad de pedido económico, EOQ —economic order quantity— y modelo Q) y modelos de periodo fijo (conocidos también como sistema periódico, sistema de revisión periódica, sistema de intervalo fijo y modelo P). Los sistemas de inventario de varios periodos están diseñados para garantizar que una pieza estará disponible todo el año. Por lo general, la pieza se pide varias veces en el año; la lógica del sistema indica la cantidad real pedida y el momento del pedido. La distinción fundamental es que los modelos de cantidad de pedido fijan se basan en los eventos y los modelos de periodo fijo se basan en el tiempo. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Tabla 1 Diferencias entre modelo Q y modelo P

CARACTERISTICA	MODELO Q	MODELO P
	MODELO DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA	MODELO DE PERIODO FIJO
CANTIDAD DEL PEDIDO	Q, constante (Siempre se pide la misma cantidad)	Q, variable (Cada vez que se hace un pedido)
DONDE HACERLO	R, cuando la posición del inventario baja al nivel de volver a pedir	T, cuando llega el periodo de revisión
REGISTROS	Cada vez que se realiza un retiro o una adición	Solo se cuenta con el periodo de revisión
TAMAÑO DEL INVENTARIO	Menos que el modelo de periodo fijo	Más grande que el modelo de cantidad de pedido fija
TIEMPO PARA MANTENERLO	Más alto debido a los registros perpetuos	
TIPO DE PIEZA	Piezas de precio más alto, críticos o importantes.	

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

La distinción fundamental es que los modelos de cantidad de pedido fijan se basan en los eventos y los modelos de periodo fijo se basan en el tiempo. Es decir, un modelo de cantidad de pedido fija inicia un pedido cuando ocurre el evento de llegar a un nivel específico en el que es necesario volver a hacer un pedido. Este evento

puede presentarse en cualquier momento, dependiendo de la demanda de las piezas consideradas. En contraste, el modelo de periodo fijo se limita a hacer pedidos al final de un periodo determinado; el modelo se basa sólo en el paso del tiempo.

Para utilizar el modelo de cantidad de pedido fija (que hace un pedido cuando el inventario restante baja a un punto predeterminado, R), es necesario vigilar continuamente el inventario restante. Por lo tanto, el modelo de cantidad de pedido fija es un sistema perpetuo, que requiere de que, cada vez que se haga un retiro o una adición al inventario, se actualicen los registros para que reflejen si se ha llegado al punto en que es necesario volver a pedir. En un modelo de periodo fijo, el conteo se lleva a cabo sólo en el periodo de revisión.

En la figura 2 se muestra lo que ocurre cuando cada uno de los dos modelos se pone en uso y se convierte en un sistema operativo. Como se ve, el sistema de cantidad de pedido fija se enfoca en las cantidades de pedidos y los puntos en que es necesario volver a pedir. En cuanto al procedimiento, cada vez que se toma una unidad del inventario, se registra el retiro y la cantidad restante se compara de inmediato con el punto de volver a hacer un pedido. Si está por debajo de este punto, se piden Q piezas. De lo contrario, el sistema permanece en estado inactivo hasta el próximo retiro.

En el sistema de periodo fijo, se toma la decisión de hacer un pedido después de contar o revisar el inventario. El hecho de hacer un pedido o no depende de la posición del inventario en ese momento.

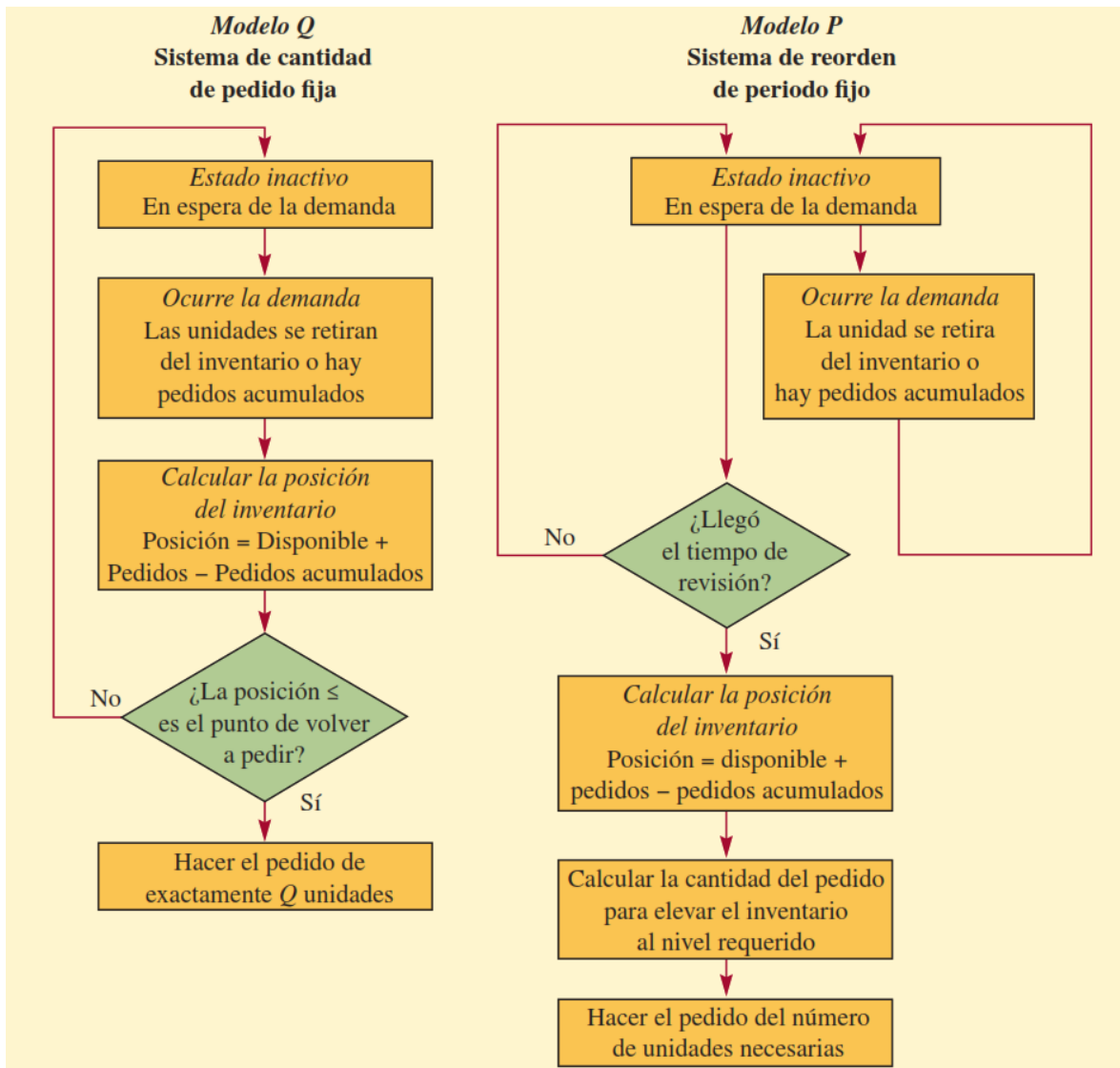


Figura 2 Comparación de los sistemas de inventario de cantidad de pedido fija y periodo fijo

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

2.4.4.1 Modelo de cantidad de pedido fija Q

Los modelos de cantidad de pedido fijan tratan de determinar el punto específico, R, en que se hará un pedido, así como el tamaño de éste, Q. El punto de pedido, R, siempre es un número específico de unidades.

Se hace un pedido de tamaño Q cuando el inventario disponible (actualmente en existencia o en pedido) llega al punto R . La posición del inventario se define como la cantidad disponible más la pedida menos los pedidos acumulados.

El modelo de la cantidad económica de pedido (EOQ) es una de las técnicas de control de inventarios más antiguas y más conocidas. Esta técnica es relativamente fácil de usar, pero está basada en varias hipótesis: (Heizer & Render, 2008).

1. La demanda es conocida, constante e independiente.
2. El plazo de aprovisionamiento (es decir, el tiempo desde que se cursa el pedido hasta que se recibe la mercancía) es conocido y constante, y en este modelo es cero.
3. La recepción del inventario es instantánea y completa. En otras palabras, la cantidad pedida llega de una vez y en un solo lote.
4. No hay posibilidad de descuentos por cantidad.
5. Los únicos costes variables son el coste de preparar o de efectuar un pedido (coste de lanzamiento) y el coste de mantener el inventario a lo largo del tiempo (coste de posesión o mantenimiento). Estos costes fueron comentados en la sección anterior.
6. Se pueden evitar completamente las roturas de stock si se cursan los pedidos en el momento adecuado.

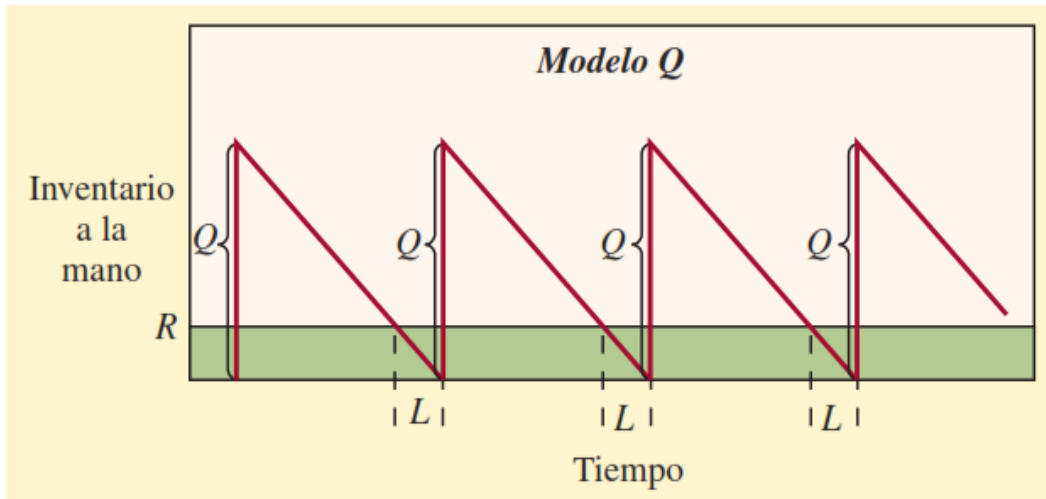


Figura 3 Modelo básico de cantidad de pedido fija Q

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Al construir cualquier modelo de inventario, el primer paso consiste en desarrollar una relación funcional entre las variables de interés y la medida de efectividad. En este caso, como preocupa el costo, la ecuación siguiente es apropiada:

$$\text{Costo anual total} = \text{Costo de compra anual} + \text{Costo de pedidos anual} + \text{Costo de mantenimiento anual}$$

Así mismo se tiene la siguiente ecuación

$$TC + DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

Donde:

TC = Costo anual total

D = Demanda anual

C = Costo por unidad

Q_{opt} = Cantidad a pedir

S = Costo de preparación

L = Tiempo de entrega

H = Costo anual de mantenimiento y almacenamiento por unidad de inventario promedio (a menudo, el costo de mantenimiento se toma como un porcentaje del costo de la pieza, como $H = iC$, donde i es un porcentaje del costo de manejo).

Los conceptos de la ecuación antes mencionada se describen en la figura 2.5

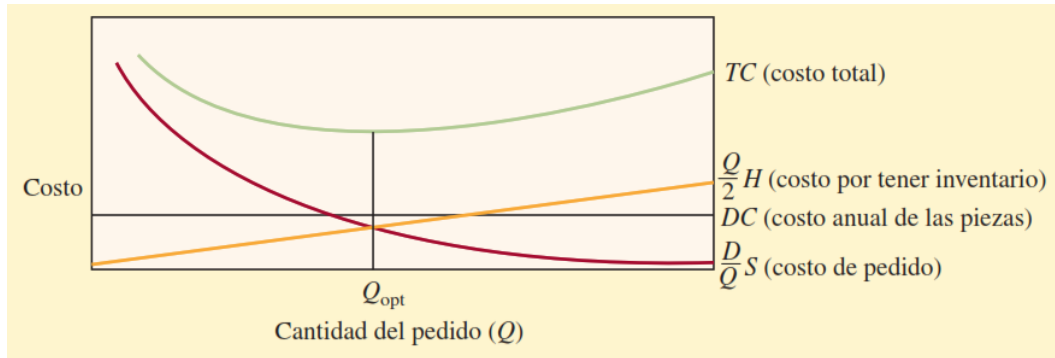


Figura 4 Costos anuales del producto con base en el tamaño del pedido

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

El segundo paso en el desarrollo de modelos consiste en encontrar la cantidad de pedidos en la que el costo total es el mínimo. En la figura 4, el costo total es mínimo en el punto en el que la pendiente de la curva es cero. Utilizando el cálculo, se toma la derivada del costo total con respecto a Q y se hace igual a cero. Para el modelo básico que aquí se estudia, los cálculos son:

$$TC + DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$$\frac{dTC}{dQ} + 0 + \left(\frac{-DS}{Q^2}\right) + \frac{H}{2} = 0$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Como este modelo sencillo supone una demanda y un tiempo de entrega constantes, no es necesario tener inventario de seguridad y el punto de volver a pedir, R , simplemente es:

$$R = dL$$

Donde:

d = Demanda diaria

L = Tiempo de entrega

Modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad

Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) Inventario de seguridad se define como las existencias que se manejan además de la demanda esperada. En una distribución normal, ésta sería la media. Por ejemplo, si la demanda mensual promedio es de 100 unidades y se espera que el próximo mes sea igual, si se manejan 120 unidades, se tienen 20 unidades de inventario de seguridad.

Un sistema de cantidad de pedido fija vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido cuando el nivel de las existencias alcance un nivel R . El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre sólo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción. Como se muestra en la figura 5 se hace un pedido cuando la posición del inventario baja al punto de volver a pedir, R . Durante este tiempo de entrega, L , es posible que haya gran variedad de demandas. Esta variedad se determina a partir de un análisis de los datos sobre la demanda pasada o de un estimado (en caso de no contar con información sobre el pasado).

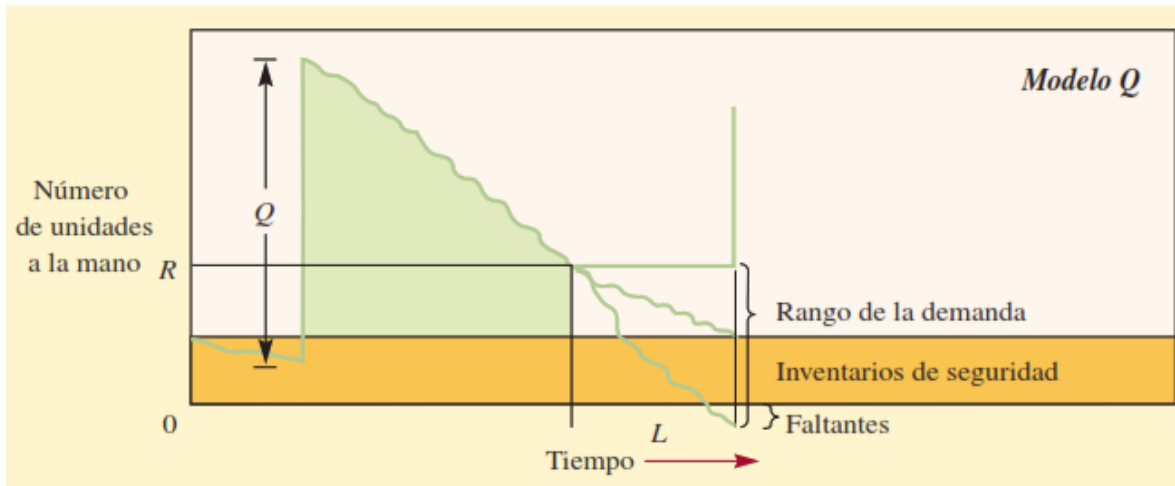


Figura 5 Modelo de cantidad de pedido fija con inventario de seguridad

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

El punto volver a pedir es:

$$R = dL + Z\sigma_L$$

Donde:

R = Punto de volver a pedir en unidades

d = Demanda diaria promedio

L = Tiempo de entrega en días (tiempo transcurrido entre que se hace y se recibe el pedido)

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica

σ_L = Desviación estándar del uso durante el tiempo de entrega

El término $Z\sigma_L$ es el inventario de seguridad, Observe que, si estas existencias son positivas, el efecto es volver a pedir más pronto. Es decir, R sin inventario de seguridad simplemente es la demanda promedio durante el tiempo de entrega. Si el uso en el tiempo de entrega se espera que sea de 20, por ejemplo, y se calcula que el inventario de seguridad será de 5 unidades, el pedido se hará más pronto, cuando queden 25 unidades. Mientras más extenso sea el inventario de seguridad, más pronto se hará el pedido. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

2.4.4.2 Modelo de periodos fijos *P*

En un sistema de periodo fijo, el inventario se cuenta sólo en algunos momentos, como cada semana o cada mes. Es recomendable contar el inventario y hacer pedidos en forma periódica en situaciones como cuando los proveedores hacen visitas de rutina a los clientes y levantan pedidos para toda la línea de productos o cuando los compradores quieren combinar los pedidos para ahorrar en costos de transporte.

Otras empresas operan en un periodo fijo para facilitar la planeación del conteo del inventario; por ejemplo, el Distribuidor X llama cada dos semanas y los empleados saben que es preciso contar todos los productos del Distribuidor X.

Los modelos de periodo fijo generan cantidades de pedidos que varían de un periodo a otro, dependiendo de los índices de uso. Por lo general, para esto es necesario un nivel más alto de inventario de seguridad que en el sistema de cantidad de pedido fija. El sistema de cantidad de pedido fija supone el rastreo continuo del inventario disponible y que se hará un pedido al llegar al punto correspondiente.

En contraste, los modelos de periodo fijo estándar suponen que el inventario sólo se cuenta en el momento específico de la revisión. Es posible que una demanda alta haga que el inventario llegue a cero justo después de hacer el pedido. Esta condición pasará inadvertida hasta el siguiente periodo de revisión; además, el nuevo pedido tardará en llegar. Por lo tanto, es probable que el inventario se agote durante todo el periodo de revisión, T , y el tiempo de entrega, L . Por consiguiente, el inventario de seguridad debe ofrecer una protección contra las existencias agotadas en el periodo de revisión mismo, así como durante el tiempo de entrega desde el momento en que se hace el pedido hasta que se recibe.

La descripción anterior sobre el modelo de periodos fijos es resumida en la figura 2.7, en la cual se muestra cómo actúa dicho modelo.

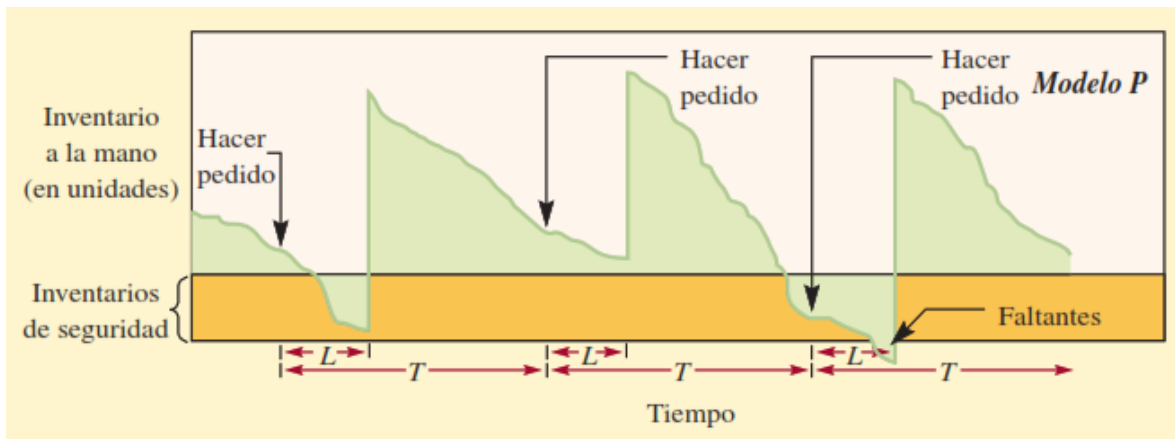


Figura 6 Modelo de inventario de pedido fijo

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Periodo fijo con inventario de seguridad

En un sistema de periodo fijo, los pedidos se vuelven a hacer en el momento de la revisión (T), y el inventario de seguridad que es necesario volver a pedir es:

$$\text{Inventario de seguridad} = Z\sigma_{T+L}$$

La figura 2.8 muestra un sistema de periodo fijo con un ciclo de revisión de T y un tiempo de entrega constante de L. En este caso, la demanda tiene una distribución aleatoria alrededor de una media d. La cantidad a pedir, q, es:

$$q = d(T + L) + Z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

q = Cantidad a pedir

T = El número de días entre revisiones

L = Tiempo de entrega en días (tiempo entre el momento de hacer un pedido y recibirlo)

d = Demanda diaria promedio pronosticada

z = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega

I = Nivel de inventario actual (incluye las piezas pedidas)

2.5 Sistemas de clasificación ABC

El análisis ABC sirve para clasificar el inventario disponible en tres grupos en función de su volumen anual en dólares. El análisis ABC es una aplicación a los inventarios de lo que se conoce como el principio de Pareto. El principio de Pareto afirma que hay “unos pocos críticos y muchos irrelevantes” La idea consiste en definir políticas de inventarios que enfoquen los recursos hacia unos pocos artículos críticos, y no en los muchos triviales. No es razonable hacer un seguimiento de los artículos baratos con la misma intensidad que los que son muy caros. (Heizer & Render, 2008).

De acuerdo con (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) en el siglo XIX, Vilfredo Pareto, en un estudio sobre la distribución de la riqueza en Milán, descubrió que 20% de las personas controlaban 80% de la riqueza. Esta lógica de la minoría con la mayor importancia y la mayoría con la menor importancia se amplió para incluir muchas situaciones y se conoce como el principio de Pareto. Esto sucede en la vida diaria (la mayor parte de las decisiones de las personas son relativamente sin importancia, pero unas cuantas dan forma a su futuro) y desde luego se aplica en los sistemas de inventario (donde unas pocas piezas representan la mayor parte de la inversión).

El análisis ABC es el proceso que consiste en dividir los artículos en tres clases, de acuerdo con el valor de su consumo, de modo que los gerentes puedan concentrar su atención en los productos que representan el valor monetario más alto. (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2008).

El sistema de clasificación ABC es un sistema de clasificación de los productos para fijarles un determinado nivel de control de existencia; para con esto reducir tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventarios. El tiempo y costos que las empresas invierten en el control de todos y cada uno de sus materias primas y productos terminados son incalculables, y de hecho resulta innecesario controlar artículos de poca importancia para un proceso productivo y en general productos cuya inversión no es cuantiosa.

Cualquier empresa, sin importar su tamaño puede encontrar en este sistema los beneficios de una mejor rotación de los inventarios y los concernientes ahorros en los costos totales del control de los inventarios. No es nada extraño encontrar en los inventarios de una determinada empresa que de un 10 a 15% del total de sus artículos representen aproximadamente el 70% del dinero invertido en inventario; y que de su mismo inventario del 85 al 90% de los artículos representen tan solo un 10 a 15% del capital invertido.

Son estos motivos los que justifican la aplicación de este sistema de selectividad cuya filosofía implica que en muchas ocasiones cuesta más el control del inventario que lo que cuesta el producto que se está controlando.

A continuación, se muestran algunas características claves de cada una de las categorías comprendidas dentro de la clasificación ABC del inventario, de acuerdo con Rago (2017):

Categoría A

- Los artículos "A" concentran la mayor parte del capital invertido en el inventario (en teoría, está compuesto por el 20% del inventario y concentran el 80% del costo total del mismo).

- Normalmente generan el 80% de las operaciones del almacén.
- Tiene mayor rotación, es decir, son artículos con alta demanda, lo cual representa altos beneficios para la empresa.
- Control al 100% de las existencias en esta categoría.
- Poseen áreas de almacenamiento con sistemas de control estricto y rígido.
- Normalmente se colocan cerca de las áreas de cargue y descargue para optimizar los tiempos de operaciones.
- Se debe garantizar, en lo posible, siempre su disponibilidad.
- Se realizan revisiones continuas a los niveles de existencia.
- Las reordenes son frecuentes debido a que se maneja un bajo o nulo nivel de stock de seguridad.

Categoría B

- Los artículos “B” concentran medianamente parte del capital invertido en el inventario (en teoría, están compuesto por el 30% del inventario y concentran el 15% del costo total del mismo).
- Nivel de control intermedio. No se requiere un control perpetuo del inventario. Basta con que se establezcan niveles máximos y mínimos de inventario.
- Son artículos que se deben de monitorear ya que muchos se encuentran en la frontera entre las categorías “A” y “C”, y son susceptibles a pasar de una categoría a otra.

Categoría C

- Los artículos “C” concentran un poco parte del capital invertido en el inventario (en teoría, están compuesto por el 50% del inventario y concentran el 5% del costo total del mismo).
- Sistemas de control casi nulos, aunque esto no necesariamente signifique que el control sea inexistente.

- Son artículos de baja demanda, lo cual no representa gran beneficio para la empresa.
- Las reordenes son pocos frecuentes, debido a que maneja un alto nivel de stock de seguridad.
- Revisiones periódicas del inventario.

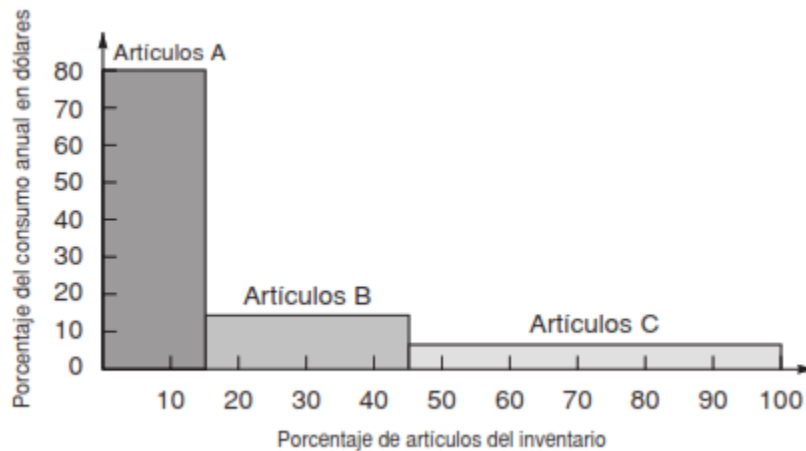


Figura 7 Representación gráfica del análisis ABC

Fuente: (Heizer & Render, 2008)

Algunas de las políticas que se pueden adoptar en función del análisis ABC son las siguientes (Heizer & Render, 2008):

- Los recursos de compra dedicados al desarrollo de proveedores deben ser muy superiores en el caso de los artículos de la clase A que en el de los de la clase C.
- Los artículos de la clase A deben estar sometidos a criterios de control físico de inventarios mucho más estrictos que los de las clases B y C; quizás convenga guardarlos en un lugar más seguro y comprobar la exactitud de los registros de inventarios de estos artículos con mayor frecuencia.
- La previsión de artículos de la clase A puede justificar más atención que la de los demás artículos

Dentro de los sistemas más comunes utilizados para realizar esta clasificación se encuentran:

- Clasificación por precio unitario.
- Clasificación por valor total.
- Clasificación por utilización y valor.
- Clasificación por su aporte a las utilidades

2.5.1 Clasificación por precio unitario.

Este es quizás el método de aplicación más sencillo, pero se requiere de un buen criterio de quien lo aplique, ya que es posible que se realice una subclasificación dentro de cada rango de importancia A, B o C.

Un procedimiento adecuado para su aplicación es el siguiente:

Paso 1: Promediar los precios unitarios de los inventarios de los productos de un determinado periodo (Ej. 4 meses).

Paso 2: Ordenar los artículos del inventario en orden descendente con base en su precio. Paso 3: Clasificar como artículos tipo A, al 15% del total de artículos. Estos artículos deben corresponder a los primeros del listado.

Paso 4: Clasificar como artículos tipo B, al 20 % de los artículos restantes en el mismo orden.

Paso 5: Clasificar como productos tipo C al restante de los artículos. Estos corresponden a los de menor valor.

Paso 6: Con base en la clasificación se establece las políticas de control y periodicidad de los pedidos.

2.5.2 Clasificación por valor total.

Éste es muy similar al utilizado para clasificar por precio o costo unitario; sólo que se toma en cuenta para la clasificación el valor total del inventario y requiere que el analista fije un nivel o porcentaje de importancia para cada nivel de clasificación.

Un procedimiento adecuado para su aplicación es el siguiente:

Paso 1: Promediar los valores totales invertidos en los inventarios de los productos de un determinado período (Ej. 4 meses).

Paso 2: Ordenar los artículos del inventario en orden descendente con base en el total de dinero invertido.

Paso 3: Clasificar como artículos tipo A, al porcentaje del total de artículos que determine el analista para esta clasificación. Estos artículos deben corresponder a los primeros del listado.

Paso 4: Clasificar como artículos tipo B, a la cantidad de productos que correspondan al porcentaje determinado con base en la importancia para esta clasificación.

Paso 5: Clasificar como productos tipo C el resto de los artículos. Estos corresponden a los de menor inversión en el inventario.

Paso 6: Con base en la clasificación se establecen las políticas de control y periodicidad de los pedidos.

2.5.3 Clasificación por utilización y valor

Para este método sólo se toma en cuenta, mediante datos históricos, la utilización o consumo de cada uno de los artículos con su correspondiente costo. Al igual que en el método anterior se requiere que el analista fije un nivel o porcentaje de importancia para cada nivel de clasificación. Un procedimiento adecuado para su aplicación es el siguiente:

Paso 1: Obtener el consumo de cada artículo para una misma unidad de tiempo y el costo de cada unidad de producto. Con base en estos datos se obtiene el valor del inventario consumido.

Paso 2: Ordenar los artículos del inventario en orden descendente con base en el valor del inventario consumido.

Paso 3: Clasificar como artículos tipo A, al porcentaje del total de artículos determinado por el analista para esta clasificación. Estos artículos deben corresponder a los primeros del listado.

Paso 4: Clasificar como artículos tipo B, a la cantidad de productos que correspondan al porcentaje determinado con base en la importancia para esta clasificación.

Paso 5: Clasificar como productos tipo C al resto de los artículos. Estos corresponden a los de menor valor dentro de los productos consumidos.

Paso 6: Con base en la clasificación se establecen las políticas de control y periodicidad de los pedidos.

2.5.4 Clasificación por su aporte a las utilidades

En este método la clasificación de los productos se realiza de la misma forma que se utilizó en la clasificación por precio unitario; con la diferencia que se realiza con el dato de utilidades de cada uno de los productos. Como es evidente se requiere calcular el precio de venta y los costos unitarios de cada una de las referencias.

2.6 Modelos Heurísticos

Los modelos heurísticos según (Hopp, Spearman, & Zhang, 1997) tienen como variables de decisión la cantidad económica a ordenar (Q) y el punto de volver a pedir (R), los modelos cuentan con restricciones, por ejemplo, el nivel de servicio y la frecuencia para ordenar.

Los modelos hacen uso de la siguiente notación.

N = Número de productos

c_i = Costo unitario para el producto i

$$C = \sum_{i=1}^N c_i$$

λ = Demanda esperada para el producto i al año

$$\Lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i$$

l_i = Lead time para el producto i

$\theta_i = \lambda_i l_i$ Demanda esperada para el producto i , durante el lead time l_i

Q_i = Cantidad de pedido para el producto i

r_i = Punto de reorden para el producto i

$r_j = -1$

u = Multiplicador de Lagrange para la restricción de frecuencia

λ = Multiplicador de Lagrange para la restricción de servicio

δ = Multiplicador de Lagrange para la restricción económica

El método de multiplicadores de Lagrange, es un procedimiento aplicable a los problemas de optimización para encontrar los máximos y mínimos de varias variables sujetas a restricciones, este método reduce el problema restringido con n variables a uno sin restricciones de $n + k$ variables, donde k es igual al número de restricciones, y cuyas ecuaciones pueden ser resueltas más fácilmente, estas nuevas variables escalares desconocidas, una para cada restricción, son llamadas multiplicadores de Lagrange (Moncada & Varela, 2011).

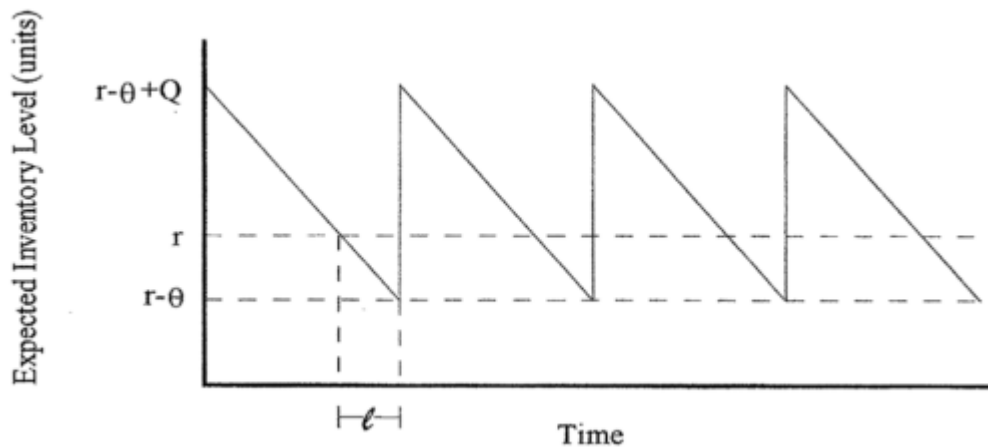


Figura 8 Inventario promedio

Fuente: (Hopp, Spearman, & Zhang, 1997)

Sin embargo, los productos en los cuales $r - \theta < 0$ tienden a ser con baja demanda, por lo tanto modelarlos no afecta en gran medida la calidad de la solución.

CAPITULO 3

MARCO METODOLOGICO

3.1 Introducción

Referente a este capítulo de la investigación, se delimita el tipo de investigación que se llevará a cabo de acuerdo a los objetivos planteados con anterioridad en el capítulo I, además, haciendo un análisis exhaustivo de las metodologías analizadas y seleccionadas, resultará en una correcta aplicación de cada uno de los pasos a seguir de acuerdo a lo mencionado en el capítulo II, debido a que con ello se obtendrá una visión clara y precisa de lo que se deberá realizar posteriormente en el capítulo IV.

3.2 Metodología propuesta

En el siguiente apartado se describe cada uno de los pasos de las metodologías propuestas para la solución de la problemática, de igual forma se mencionan cada una de las actividades a realizar con la finalidad de alcanzar los objetivos, que van enfocados en calcular el tamaño de lote económico de un sistema de almacenamiento de múltiples productos, el cual permitirá minimizar el costo total del inventario.

Paso 1. Selección del caso de estudio

Se determinó como objetivo de investigación la minimización de los costos totales de inventario, por medio del cálculo de la cantidad económica de pedido de múltiples productos, utilizando una heurística, se definió como caso de estudio el almacén de facilidades de la empresa Tuxpan Port Terminal en el proceso de recepción y entrega de herramientas y materiales.

Se elaboró un análisis ABC para identificar los productos esenciales dentro del almacén, se determinó trabajar con los productos tipo A, ya que representan el 80% del costo total del inventario.

Paso 2. Diagnóstico del problema.

Se definió como objetivo principal minimizar los costos totales de inventario del departamento de facilities de la empresa TPT, la cual maneja un inventario de múltiples productos, entre materiales y herramientas. Dentro del proceso se identificaron restricciones de presupuesto para la compra de materiales, las cuales se consideraron en el desarrollo de modelo del problema.

Paso 3. Identificación del modelo

Se identificaron las variables principales del modelo, costo de mantener, costo de pedido, demanda anual y demanda diaria, tamaño de lote económico.

Se determinó la función objetivo del problema la cual consiste en minimizar los costos totales de inventario.

De igual forma se identificaron las restricciones de capacidad de almacenamiento con las que cuenta el almacén y de costo total de inventario solicitado por la gerencia.

Paso 4. Solución de la problemática

Se llevó a cabo la aplicación de la metodología de la heurística utilizando el siguiente algoritmo

1. Se calculó el tamaño de la orden, usando la fórmula del EOQ, si la restricción se satisface, alto.

$$q_j = \sqrt{\frac{2k_j d_j}{pc_j}}, j = 1, \dots, n$$

2. Si no se satisface la restricción de capacidad, calcular un pequeño incremento de la tasa de la tasa de interés, calcular de nuevo el tamaño de la orden, si la restricción de capacidad se satisface, Alto.

$$\delta = \left(\frac{1}{M} \sum_{j=1}^n \left(a_j \sqrt{\frac{2k_j d_j}{c_j}} \right) \right)^2 - p$$

3. Si no se satisface la restricción de la capacidad incrementar el valor de δ^* en 10% en cada paso, hasta que se satisfaga la restricción.

$$q_j(\delta^*) = \sqrt{\frac{2k_j d_j}{(p + \delta^*)c_j}}$$

Paso 5. Validación de la solución

Se compararon los resultados obtenidos, con los datos estadísticos de años anteriores proporcionados por la empresa.

CAPITULO 4

MARCO OPERATIVO

Introducción

El desarrollo del siguiente capítulo es referente al desarrollo y cumplimiento de los objetivos de la investigación. Los cuales consisten en la reducción de los costos totales de inventario, mediante el cálculo del tamaño de lote económico de múltiples productos, con restricciones económicas.

4.1 Selección del caso de estudio

El caso de estudio a evaluar consiste en el área de entrega y recepción de materiales y herramientas “facilities” ubicado en la empresa Tuxpan Port Terminal. TPT es una Terminal Portuaria multipropósito que brinda servicios de carga y descarga de contenedores, automóviles y carga general, con altos niveles de productividad y tecnología de punta, dicha empresa es conformada por diversas áreas en las cuales se encuentra el departamento de instalaciones, encargado de brindar mantenimiento tanto preventivo como correctivo a equipo e instalaciones de la terminal.

Tuxpan Port Terminal inaugura operaciones en el año 2016 a través de la empresa SSA México S.A. de C.V la cual opera en los principales puertos mexicanos ofreciendo diversos servicios dentro de la industria portuaria; operando terminales de contenedores, cruceros, carga general y automóviles.

SSA México es una subsidiaria de Carrix, uno de los principales operadores portuarios de capital privado a nivel mundial, con presencia en: Estados Unidos, Nueva Zelandia, Sudáfrica, Panamá, México, Vietnam, Chile, Canadá, Colombia, Puerto Rico y Haití.

SSA Marine y Carrix, con sede en Seattle, Washington, es operada de manera privada y respaldada en la credibilidad de tres generaciones de la familia Smith /

Hemingway, que estableció la primera compañía Bellingham Stevedoring Company en 1949. Ha trabajado constantemente para establecer el manejo productivo de carga y operaciones relacionadas en las principales regiones de Estados Unidos, así como operaciones en diversos ríos y terminales ferroviarias intermodales en todo el país.

La empresa TUXPAN PORT TERMINAL (TPT) se encuentra ubicada en Carretera a la barra Sur km.8.5 ex ejido de la asunción, Santiago de la Peña en la ciudad y puerto de Tuxpan, Veracruz, tal como se muestra en la figura 9.



Figura 9 Localización de la empresa Tuxpan Port Terminal

Fuente: Google mapas

La empresa Tuxpan Port Terminal, cuenta con un departamento de instalaciones el cual tiene un área de almacén (Facilities) de herramientas y productos, para los trabajos de mantenimiento desarrollados dentro de la empresa.

Es en el área de almacén Facilities, donde tiene su punto de aplicación el presente trabajo de investigación, cuyo objetivo es determinar la cantidad económica de pedido de múltiples productos aplicando metodología de control de inventarios con la finalidad de reducir costos totales de compra.

4.1.1 Clasificación de materiales aplicando metodología ABC

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico de la investigación y poder determinar ¿Cuáles son los productos y herramientas que tienen mayor significancia dentro del inventario del área de almacén Facilities? Se aplicó la clasificación ABC, que se basa en la idea de que un solo pequeño porcentaje, representa la mayor parte del inventario. (Gaither & Frazier, 2000).

Existen dos tipos de materiales que se almacenan en el departamento de instalaciones, los cuales son de herramienta y material consumible, cada uno destinado a las actividades de mantenimiento.

Clasificación ABC para herramientas

Dentro del almacén se encuentra herramienta destinada a las actividades de programas de mantenimiento, lo cual al tenerlo dentro del almacén se trata de dinero por su valor monetario, es por ello que se aplicó la clasificación ABC enfocada a su valor en dinero y a la cantidad de unidades en existencia.

El procedimiento para la clasificación por precio unitario fue:

- Se realizó un listado de las herramientas al resguardo del almacén de Facilities, cada una con su existencia total y con su precio por herramienta.
- Se obtuvo total de 451 herramientas almacenadas.
- Se calculó su valor real multiplicando la existencia de cada herramienta por su precio unitario, dando como resultado su valor total.
- Se obtuvo un valor monetario total del inventario de herramientas de \$632,480.08.

Para la clasificación de las herramientas se realiza de la siguiente forma (Tabla 2):

Tabla 2 Resumen de clasificación ABC

CLASIFICACIÓN O ZONA	N° DE ELEMENTOS	VALOR TOTAL	% DE ARTICULOS	% VALOR TOTAL
A	3	\$ 504,549.00	13.81	79.8
B	6	\$ 95,975.00	26.36	15.2
C	1	\$ 31,956.08	59.83	5.1
	2	\$ 632,480.08	100.00	100.0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la metodología ABC que se basa en el principio de Pareto para su representación, en la figura 10 se puede observar la representación gráfica de la clasificación por precio unitario de las herramientas que conforman el inventario.

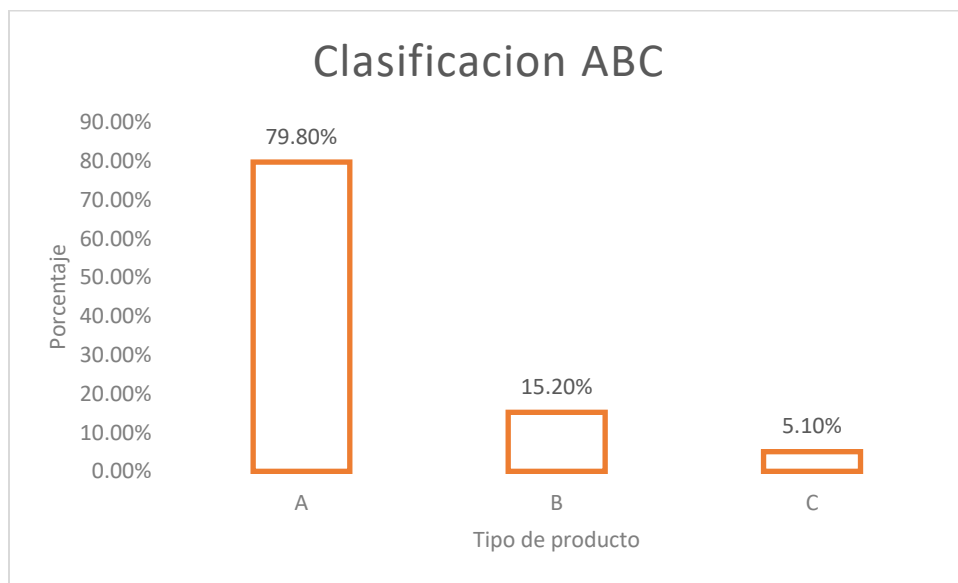


Figura 10 Representación gráfica de la clasificación ABC por precio unitario

Fuente: Elaboración propia

Los materiales clase A esta constituida en su mayor parte por pocos materiales 13.81%, pero que son responsable de un 80% del valor de utilización como material crítico.

Los materiales clase B están constituida por una cantidad que representa el 26.38% del total de materiales de valor medio, su valor represento en este caso el 15.2% del valor total de utilización. Son materiales que tienen una relativa importancia en el valor global de las existencias.

Y los materiales restantes clase C los cuales se obtuvo que constituyen el 59.83% del total de artículos almacenados y representan un porcentaje del 5 % del valor total de utilización.

Clasificación ABC para material consumible:

Dentro del inventario del almacén de Facilities se cuenta con material consumible destinado a los mantenimientos realizados por diferentes periodos de tiempo.

Para realizar la clasificación de estos materiales se utilizó el criterio por utilización y valor, debido a que son materiales que no regresan al almacén, es decir, son consumidos.

El procedimiento que se llevó a cabo fue:

- Se realizó un listado del material consumible que se encuentra al resguardo del almacén.
- Se obtuvo la demanda promedio por un periodo de 3 meses del material que conforma el inventario de consumibles.
- Se realizó un listado del material con su respectiva utilización por cada material, así como su precio unitario, y se calculó el valor monetario de utilización total.
- Así mismo se calculó el valor acumulado de cada artículo.

- Se calculó el porcentaje de utilización el cual se obtuvo al dividir el valor acumulado entre el costo total de utilización.
-

Teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 3 Resumen clasificación ABC por utilización y valor

CLASIFICACIÓN O ZONA	N° DE ELEMENTOS	VALOR TOTAL	% DE ARTICULOS	% VALOR TOTAL
A	7	\$ 87,607.05	16.63%	79.99%
B	4	\$ 16,324.89	11.16%	14.71%
C	3	\$ 5,589.19	72.21%	5.00%
	4	\$ 109,521.13	100%	99.70%

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se realiza el diagrama de Pareto con la finalidad de tener un análisis más profundo de la clasificación que conforma al material consumible.

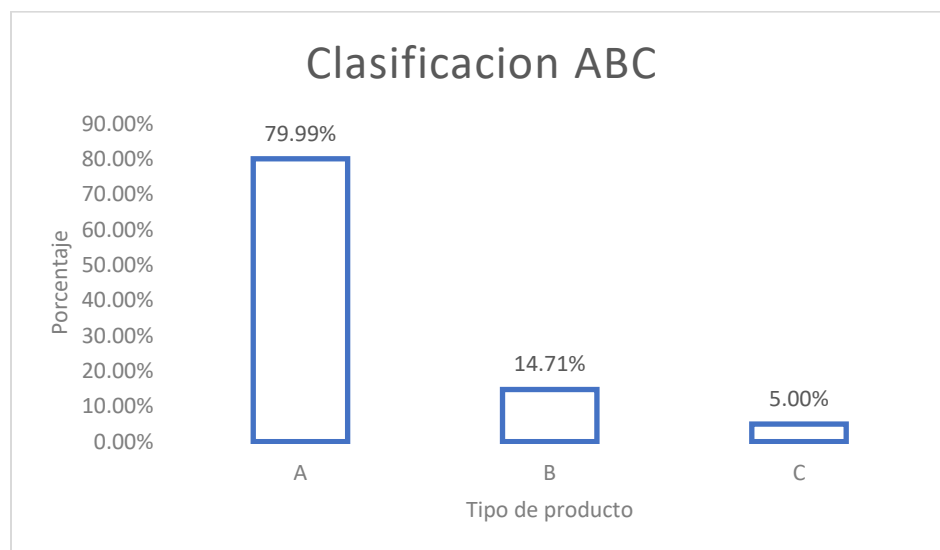


Figura 11 Clasificación ABC por material consumible

Fuente: Elaboración propia

Los materiales clase A esta constituida en su mayor parte por pocos materiales 16.63%, pero que son responsable de un 79.99% del valor de utilización como material crítico.

Los materiales clase B están constituida por una cantidad que representa el 11.16% del total de materiales de valor medio, su valor represento en este caso el 14.71% del valor total de utilización.

Y los materiales restantes clase C los cuales se obtuvo que constituyen el 72.21% del total de artículos almacenados y representan un porcentaje del 5 % del valor total de utilización.

Se elaboro la clasificación de productos, tanto de herramientas como de material consumible, para efectos de seguimiento del proyecto se consideraron los materiales consumibles, es decir aquellos productos que son adquiridos para ser utilizados (consumidos) para las actividades propias de la Empresa. (Ver anexo 1)

4.2 Diagnostico del problema

De acuerdo al análisis obtenido por la metodología ABC, se identifican los principales materiales que impactan de manera directa en los costos totales de inventario. Se observa que de acuerdo a los establecido por la empresa, se debe de poner atención en los materiales que representan y conforman el grupo A.

La empresa Tuxpan Port Terminal maneja un estimado de proyección de costos para cada una de sus áreas, en el caso del almacén facilities este tiene un presupuesto para compra de materiales de \$35,000, con base a resultados de auditorías previas elaboradas por la empresa, se determina un incremento promedio del 25% sobre el monto autorizado.

4.3 Identificación del modelo

Para la creación del modelo matemático, se procede con la identificación de la función objetivo la cual consiste en minimizar los costos de compra de materiales, lo cual permita al departamento de instalaciones, adaptarse al presupuesto.

$$\min \sum_{j=1}^n \mu_j (q_j)$$

Por lo tanto, la solución óptima de modelo se verá sujeta a restricciones económicas, las cuales son establecidas por el departamento de control de inventario.

$$\sum_{j=1}^n a_j q_j \leq M$$

$$q_j \geq 0$$

$$\forall J = 1, \dots, n$$

El departamento de control de almacén facilities maneja un presupuesto de costos mensuales de compra de inventario de acuerdo a la establecido por la gerencia de Tuxpan Port Terminal de \$35,000 esto quiere decir que el costo de compra mensual debe ser igual o menor a esta cantidad.

4.4 Solución de la problemática

4.4.1 Sistema de inventario óptimo

Considerando que existen dos tipos de modelos de inventario, el modelo Q y P (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009), se analiza la situación del almacén enfocada en la problemática que presenta, y se determina que el modelo a aplicar es el de cantidad de pedido fija o mejor conocido como modelo EOQ.

4.4.2 Cálculo de la cantidad económica de pedido (Modelo EOQ)

Una vez realizada la clasificación ABC de los materiales consumibles, se prosiguió a la aplicación del modelo de cantidad fija Q, utilizando aquellos materiales pertenecientes al tipo A.

Para ello se consideraron los siguientes datos:

- Demanda (Utilización) por cada artículo.
- Costo por unidad.
- Se tiene un tiempo de entrega de 10 días hábiles.

Además, como requisito de aplicación de este método, se debe tomar en cuenta los costos asociados con la preparación de un pedido y el costo de mantener el inventario. Para obtener dichos datos se tomó en cuenta lo siguiente:

Tabla 4 Costos asociados con el pedido

COSTO	VALOR MENSUAL
<i>Coordinador de almacén</i>	\$ 10,000.00
<i>Encargado del almacén</i>	\$ 7,000.00
<i>Costo de tecnología</i>	\$ 372.17
TOTAL DE GASTOS=	\$ 17,372.17
<i>Núm. de ordenes emitidas por</i>	36
COSTO DE PEDIDO= Total de gastos/ Número de órdenes	
de compra.	\$ 482.56

Fuente: Datos proporcionados por la empresa

Tabla 5 Costos de mantenimiento de pedido

COSTO DE ALMACENAJE	VALOR MENSUAL
<i>Sueldo personal que interviene en el almacenaje</i>	\$ 7,000.00
COSTO DE CAPITAL	
<i>Inversión del inventario</i>	\$ 17,026.88
TOTAL=	\$ 24,026.88
<i>Valor promedio del inventario</i>	\$ 136,215.04
<hr/>	
% DEL COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO =	0.176
<hr/>	
<i>Costo de almacenamiento total/Valor promedio del inventario</i>	

Fuente: Datos proporcionados por la empresa

Por consiguiente, al tener los costos asociados al inventario, se prosigue a la aplicación del modelo Q, para la obtención de la cantidad económica de pedido.

Se prosigue a la aplicación de la siguiente fórmula para la obtención de la cantidad óptima de pedido:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

De acuerdo a los siguientes datos y con respecto a la aplicación de la formula anterior, se procede al cálculo de la cantidad optima de pedido de cada uno de los materiales y herramientas que corresponden a la clasificación A, de acuerdo a los resultados de la metodología ABC. La obtención de la cantidad que es recomendable solicitar.

Para el cálculo del costo de pedido, se consideraron los gastos de administración y de oficina del personal involucrado en la preparación de la orden de compra, el cual consta de \$482.86. Para el cálculo del costo de mantenimiento, se utilizó una tasa anual del 17% y un costo de producción de similar al costo de pedido.

Tabla 6 Cantidad optima de pedido, elementos A

DESCRIPCION MATERIAL	DEMANDA (D)	UNIDAD	COSTO POR UNIDAD	Q _{Opt}
<i>Thinner</i>	325.4	LT	\$ 41.05	61.87
<i>Taquete blanco de plástico el pro 1/4"</i>	279	PZA	\$ 1.60	57.29
<i>Trapo industrial</i>	225.6	KG	\$ 39.80	51.52
<i>Arandela con neopreno de 1/4"</i>	225	PZA	\$ 1.00	51.45
<i>Pija auto taladrante Cab. Hex. 1/4 x 1"</i>	214	PZA	\$ 1.25	50.18
<i>Remache de aluminio 3/16" x 1/4" (bolsa 100 pzs.)</i>	196	PZA	\$ 0.80	48.02
<i>Remache de aluminio 1/8" x 1/2" (bolsa con 100 pzs.)</i>	186	PZA	\$ 0.65	46.78
<i>Abrazadera de uña 3/4"</i>	176	PZA	\$ 2.20	45.50
<i>Pija auto taladrante cab.hex 1/4 x 1/2"</i>	172	PZA	\$ 0.80	44.98
<i>Arandela de presión 1 1/2"</i>	163	PZA	\$ 1.00	43.79
<i>Remache de aluminio 5/32" x 1/2" (bolsa con 100pzs)</i>	139	PZA	\$ 1.20	40.44
<i>Hilo para desbrozadora stihl 2.4 mm. / 0.095" 261 m/856 1 libra</i>	129	MTS	\$ 1.41	38.96
<i>Arandela plana ala ancha 1/4</i>	114	PZA	\$ 0.40	36.62
<i>Pija auto taladrante cab.hex 1/4 x 1 1/2"</i>	102	PZA	\$ 1.36	34.64
<i>Arandela plana ala ancha 5/8</i>	96	PZA	\$ 0.60	33.61
<i>Cincho color blanco 100 mmx2.5mm surtek</i>	85	PZA	\$ 0.50	31.62
<i>Disco de corte p/metal austromex cód. 756 de 4-1/2 x</i>	78	PZA	\$ 52.50	30.29
<i>Silicón blanco pepe 280ml</i>	76	PZA	\$ 63.00	29.90
<i>Tapa verde pvc Conduit p/caja eléctrica 4 x 4"</i>	73	PZA	\$ 3.21	29.31
<i>Cable thw 600 v 75°C/90°C cal. 12 blanco</i>	72.1	MTS	\$ 9.53	29.12
<i>Arandela de presión 3/4</i>	2	PZA	\$ 0.80	29.10
<i>Arandela plana ala ancha galv. 1/2"</i>	66	PZA	\$ 0.50	27.87
<i>Abrazadera uña 1/2" fu0248 fulgore</i>	64	PZA	\$ 1.50	27.44
<i>Pija para tabla roca 5/32 x 1"</i>	61	PZA	\$ 0.41	26.79
<i>Taquete expansivo z 3/8" (10mm.) x 2" broca de 5/8"</i>	60	PZA	\$ 9.98	26.57
<i>Caja cuadrada de plástico verde. 4 x 4 - 3/4"</i>	59	PZA	\$ 4.16	26.35
<i>cincho color negro 200 mmx3.6mm surtek</i>	59	PZA	\$ 0.96	26.35
<i>Herbicida agrícola/liquido soluble 950ml glyrato</i>	57	PZA	\$ 250.00	25.90
<i>Abrazadera Unicanal 2 1/2"</i>	56	PZA	\$ 18.00	25.67
<i>Comex 100 primario gris</i>	51.5	LTS	\$ 68.42	24.61

DESCRIPCION MATERIAL	DEMANDA (D)	UNIDAD	COSTO POR UNIDAD	Q_{Opt}
<i>Taquete para tabla roca plástico (muro falso/cola de</i>	49	PZA	\$ 1.74	24.01
<i>Abrazadera unicanal 2"</i>	48	PZA	\$ 13.96	23.76
<i>Pija auto taladrante cab.hex. 3/8 x1/4 x 3"</i>	48	PZA	\$ 1.50	23.76
<i>Silicón transparente pepe 280 ml</i>	41	PZA	\$ 65.98	21.96
<i>Brocha mango de plástico nika 2"</i>	38	PZA	\$ 15.08	21.14
<i>Sikaflex 1a 300ml.</i>	35	PZA	\$ 33.25	20.29
<i>Cinta aislar súper 33 scotch (8132- y 7822) oc-#8132</i>	33	PZA	\$ 55.54	19.70
<i>Disco de corte p/metal austromex cód. 778 de 4-1/2 x</i>	32	PZA	\$ 52.50	19.40
<i>Cepillo copa trenzada de acero mca. cinasa752650/ tenazi 2855/easy cut</i>	31	PZA	\$ 54.52	19.10
<i>Pintura flasch coat esmalte alquidamico de secado rápido, color verde tpt</i>	30	LTS	\$ 176.50	18.79
<i>Taquete expansivo tx 1/2"</i>	30	PZA	\$ 21.00	18.79
<i>Fusible 10x38 de 32amp. Mca. ferraz</i>	30	PZA	\$ 12.50	18.79
<i>Pija para tabla roca 3"</i>	30	PZA	\$ 1.50	18.79
<i>Conector conduit pvc tipo pesado 1/2" (13mm.)</i>	28	PZA	\$ 3.50	18.15
<i>Arandela plana galvanizada 5/16"</i>	27	PZA	\$ 0.50	17.82
<i>Taquete arpón 3/8" x 3"</i>	26	PZA	\$ 5.00	17.49
<i>Cinta masking 2" (naviteck)</i>	25	PZA	\$ 56.26	17.15
<i>Disco de desbaste p/metal austromex cód. 2004 de 4-1/4</i>	24	PZA	\$ 36.00	16.80
<i>Cinta teflón 1" x 13.2m ctf-1/2#1250 truper</i>	24	PZA	\$ 17.40	16.80
<i>Conector conduit pvc tipo pesado 3/4"</i>	24	PZA	\$ 4.64	16.80
<i>Tiza para metal</i>	23	PZA	\$ 8.90	16.45
<i>Caja conduits fs. 3/4"</i>	22	PZA	\$ 78.00	16.09
<i>Abrazadera Unicanal 1 1/2"</i>	22	PZA	\$ 12.63	16.09
<i>Cople galv. 3/4"</i>	20	PZA	\$ 13.00	15.34
<i>Brocha mango de plástico nika 3"</i>	19	PZA	\$ 23.78	14.95
<i>Abrazadera galv. tipo pera de 3/4"</i>	19	PZA	\$ 3.30	14.95
<i>Lija fandeli j-73 # 50</i>	18	PZA	\$12.50	14.55
<i>Espuma expansiva máx. fill 340ml</i>	18	PZA	\$ 110.00	14.55
<i>Apagador sencillo mca. bticino</i>	16	PZA	\$ 40.23	13.72
<i>Caja condulets fs 1/2"</i>	15	PZA	\$ 68.00	13.28
<i>Cable thw 600 v 75°c/90°c cal. 10 blanco</i>	15	MTS	\$ 12.93	13.28
<i>Tapa de pvc verde de 3x3</i>	15	PZA	\$ 3.55	13.28

<i>DESCRIPCION MATERIAL</i>	<i>DEMANDA (D)</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>COSTO POR UNIDAD</i>	<i>Q_{Opt}</i>
<i>Fijador de roscas loctite 262</i>	15	PZA	\$ 196.00	13.28
<i>Comex 100 primario blanco</i>	14	LTS	\$ 68.42	12.83
<i>Silicón polysto 300 ml</i>	14	PZA	\$ 55.00	12.83
<i>Cople pvc hidráulico 1/2"</i>	14	PZA	\$ 30.00	12.83
<i>Abrazadera tipo Ω galvanizada de 3/4 "</i>	14	PZA	\$ 3.51	12.83
<i>Sujetador mariposa 3/16" x 2 1/2"</i>	13	PZA	\$ 5.80	12.37
<i>Taquete adherible base para cincho 3/4" x 3/4"</i>	13	PZA	\$ 2.80	12.37
<i>Conector recto licuatite elt-200 2"</i>	12	PZA	\$ 69.87	11.88

Fuente: Elaboración propia

Todo esto acordado con la gerencia de administración de almacén. El resultado del costo anual de mantenimiento es de \$82.0352.

En la tabla 4.5 se observa el cálculo de la cantidad optima de pedido de cada uno de los productos que conforman el 79.99% de los costos y de utilización en el almacén de Facilities de la empresa Tuxpan Port Terminal.

Una vez calculado el tamaño de lote económico de cada uno de los productos, se procede a determinar el presupuesto proyectado del inventario, multiplicando la cantidad económica de pedido por el costo unitario de cada uno de los productos, esto con la finalidad de determinar, si el costo de inventario es mayor a los \$35,000 de presupuesto.

De acuerdo a los resultados (Ver anexo 3) el costo total del inventario es de \$41,499.03, por lo cual no se cumple con la restricción económica, es decir se procede a la aplicación del algoritmo.

Como resultado de la aplicación de la ecuación anterior se obtiene un valor de delta δ de 2.42, dicho valor es aplicado en la siguiente ecuación, para obtener el nuevo tamaño de lote económico de cada uno de los productos.

$$q_j(\delta^*) = \sqrt{\frac{2k_j d_j}{(p + \delta^*)c_j}}$$

	C	D	E	F	G	H	I	J	K
			Objetivo	35,000					
					DELTA (δ)	2.427484339			
TO POR UNIDAD (c)	482.56		Costo total	\$41,499.03			\$34,999.94		\$35,000.45
COSTO DE PEDIDO (S)	482.56								
DE INTERES ANUAL	0.17								
COSTO DE MANTENER	82.0352								
	DEMANDA	COSTO	Qopt	Costo total	Incremento	Qoptδ	COSTOδ	Final Qopt	COSTO FINAL
	325.4	\$41.05	61.87	\$2,539.76	3590.50894	=REDONDEAR(RAIZ((2*\$C\$5*\$C9)/((C\$6+\$H\$3)*D9)),2)			
	279	\$1.60	57.29	\$91.66	656.376087	REDONDEAR(número, núm_decimales)	55		\$408.00
	225.6	\$39.80	51.52	\$2,050.50	2943.75554	45.89	\$1,826.42	46	\$1,830.80
	225	\$1.00	51.45	\$51.45	465.995708	289.14	\$289.14	289	\$289.00
	214	\$1.25	50.18	\$62.73	508.103926	252.21	\$315.26	252	\$315.00
	196	\$0.80	48.02	\$38.42	389.012617	301.72	\$241.38	302	\$241.60
	186	\$0.65	46.78	\$30.41	341.588946	326.07	\$211.95	326	\$211.90
	176	\$2.20	45.5	\$100.10	611.305541	172.41	\$379.30	172	\$378.40
	172	\$0.80	44.98	\$35.98	364.418046	282.64	\$226.11	283	\$226.40
	163	\$1.00	43.79	\$43.79	396.628995	246.1	\$246.10	246	\$246.00
	139	\$1.20	40.44	\$48.53	401.225642	207.46	\$248.95	207	\$248.40
	129	\$1.41	38.96	\$54.93	418.981714	184.37	\$259.96	184	\$259.44

Figura 13 Cálculo de tamaño de lote económico delta, con hoja de cálculo

Fuente: Elaboración propia

El nuevo valor Q que es obtenido con la aplicación de la fórmula, es multiplicado por el costo unitario de cada uno de los productos, esto con la finalidad de calcular el nuevo costo total, el resultado obtenido es \$35,000.45, con lo cual se cumple la restricción económica.

En caso de que la restricción no se cumpliera, es necesario hacer un incremento del 10% en el valor de delta, para poder identificar nuevos valores en el tamaño de lote económico, que permitan cumplir la restricción.

El algoritmo se puede implementar utilizando más restricciones, por ejemplo, de espacio de almacenamiento o de tiempo de procesamiento, su forma de aplicación es la misma.

4.5.1 Cálculo del punto de reorden.

Una vez establecido el valor Q para cada uno de los productos, se procede al cálculo del punto de volver a pedir o punto de reorden. Es decir, en qué nivel de inventario se debe de realizar el pedido de cada uno de los productos, esto con la finalidad de aprovechar de la mejor manera el modelo de control de inventario propuesto.

El punto de reorden se refiere a aquel nivel de existencias que exige la formulación de un nuevo pedido. Es decir, cuando el stock de algún artículo disminuya por debajo de este punto se debe considerar la emisión de un nuevo pedido.

Dicho parámetro fue calculado mediante la siguiente expresión:

$$R = dL$$

Donde:

R = Punto de reorden

d= Demanda diaria

L= Tiempo de entrega en días

Donde “d” representa la demanda total dividida entre 90 días que comprenden los 3 meses de trabajo, esto multiplicado por los 10 días en los que es entregado el nuevo pedido, dicho calculo fue realizado por cada artículo. En la tabla 4.5, se observa el punto de reorden por de cada material, de igual manera se presenta la cantidad optima de pedido final.

Tabla 7 Calculo de EOQ y punto de reorden

DESCRIPCION MATERIAL	EOQ FINAL	DEMANDA DIARIA	PUNTO DE REORDEN
Thinner	54	3.62	36
Taquete blanco de plástico el pro 1/4"	255	3.1	31
Trapo industrial	46	2.51	25
Arandela con neopreno de 1/4"	289	2.5	25
Pija auto taladrante Cab. Hex. 1/4 x 1"	252	2.38	24
Remache de aluminio 3/16" x 1/4" (bolsa 100 pzs.)	302	2.18	22
Remache de aluminio 1/8" x 1/2" (bolsa con 100 pzs.)	326	2.07	21
Abrazadera de uña 3/4"	172	1.96	20
Pija auto taladrante cab.hex 1/4 x 1/2"	283	1.91	19
Arandela de presión 1 1/2"	246	1.81	18
Remache de aluminio 5/32" x 1/2" (bolsa con 100pzs)	207	1.54	15
Hilo para desbrozadora stihl 2.4 mm. / 0.095" 261 m/856 1 libra	184	1.43	14
Arandela plana ala ancha 1/4	325	1.27	13
Pija auto taladrante cab.hex 1/4 x 1 1/2"	167	1.13	11
Arandela plana ala ancha 5/8	244	1.07	11
Cincho color blanco 100 mmx2.5mm surtek	251	0.94	9
Disco de corte p/metal austromex cód. 756 de 4-1/2 x	24	0.87	9
Silicón blanco pepe 280ml	21	0.84	8
Tapa verde pvc conduit p/caja eléctrica 4 x 4"	92	0.81	8
Cable thw 600 v 75°C/90°C cal. 12 blanco	53	0.8	8
Arandela de presión 3/4	183	0.8	8
Arandela plana ala ancha galv. 1/2"	221	0.73	7
Abrazadera uña 1/2" fu0248 fulgore	126	0.71	7
Pija para tabla roca 5/32 x 1"	235	0.68	7
Taquete expansivo z 3/8" (10mm.) x 2" broca de 5/8"	47	0.67	7
Caja cuadrada de plástico verde. 4 x 4 - 3/4"	73	0.66	7
cincho color negro 200 mmx3.6mm surtek	151	0.66	7
Herbicida agrícola/liquido soluble 950ml glyrato	9	0.63	6
Abrazadera Unicanal 2 1/2"	34	0.62	6
Comex 100 primario gris	17	0.57	6

DESCRIPCION MATERIAL	EOQ FINAL	DEMAND A DIARIA	PUNTO DE REORDEN
<i>Taquete para tabla roca plástico (muro falso/cola de</i>	102	0.54	5
<i>Abrazadera unicanal 2"</i>	36	0.53	5
<i>Pija auto taladrante cab.hex. 3/8 x1/4 x 3"</i>	109	0.53	5
<i>Silicón transparente pepe 280 ml</i>	15	0.46	5
<i>Brocha mango de plástico nika 2"</i>	31	0.42	4
<i>Sikaflex 1a 300ml.</i>	20	0.39	4
<i>Cinta aislar súper 33 scotch (8132- y 7822) oc-#8132</i>	15	0.37	4
<i>Disco de corte p/metal austromex cód. 778 de 4-1/2 x 0.040 x</i>	15	0.36	4
<i>Cepillo copa trenzada de acero mca. cinasa752650/ tenazi 2855/easy cut</i>	15	0.34	3
<i>Pintura flasch coat esmalte alquidamico de secado rápido, color verde tpt</i>	8	0.33	3
<i>Taquete expansivo tx 1/2"</i>	23	0.33	3
<i>Fusible 10x38 de 32amp. Mca. ferraz</i>	30	0.33	3
<i>Pija para tabla roca 3"</i>	86	0.33	3
<i>Conector conduit pvc tipo pesado 1/2" (13mm.)</i>	55	0.31	3
<i>Arandela plana galvanizada 5/16"</i>	142	0.3	3
<i>Taquete arpón 3/8" x 3"</i>	44	0.29	3
<i>Cinta masking 2" (naviteck)</i>	13	0.28	3
<i>Disco de desbaste p/metal austromex cód. 2004 de 4-1/4 x 1/4 x</i>	16	0.27	3
<i>Cinta teflón 1" x 13.2m ctf-1/2#1250 truper</i>	23	0.27	3
<i>Conector conduit pvc tipo pesado 3/4"</i>	44	0.27	3
<i>Tiza para metal</i>	31	0.26	3
<i>Caja conduits fs. 3/4"</i>	10	0.24	2
<i>Abrazadera unicanal 1 1/2"</i>	25	0.24	2
<i>Cople galv. 3/4"</i>	24	0.22	2
<i>Brocha mango de plástico nika 3"</i>	17	0.21	2
<i>Abrazadera galv. tipo pera de 3/4"</i>	46	0.21	2
<i>Lija fandeli j-73 # 50</i>	23	0.2	2
<i>Espuma expansiva máx. fill 340ml</i>	8	0.2	2
<i>Apagador sencillo mca. bticino</i>	12	0.18	2
<i>Caja conduits fs 1/2"</i>	9	0.17	2
<i>Cable thw 600 v 75°c/90°c cal. 10 blanco</i>	21	0.17	2
<i>Tapa de pvc verde de 3x3</i>	40	0.17	2

<i>DESCRIPCION MATERIAL</i>	<i>EOQ FINAL</i>	<i>DEMAND A DIARIA</i>	<i>PUNTO DE REORDEN</i>
<i>Fijador de roscas loctite 262</i>	5	0.17	2
<i>Comex 100 primario blanco</i>	9	0.16	2
<i>Silicón polysto 300 ml</i>	10	0.16	2
<i>Cople pvc hidráulico 1/2"</i>	13	0.16	2
<i>Abrazadera tipo Ω galvanizada de 3/4 "</i>	39	0.16	2
<i>Sujetador mariposa 3/16" x 2 1/2"</i>	29	0.14	1
<i>Taquete adherible base para cincho 3/4" x 3/4"</i>	42	0.14	1
<i>Conector recto licuatite elt-200 2"</i>	8	0.13	1

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Costo de inventario total

Una vez obtenida la Q_{opt} de cada uno de los productos, se procede al cálculo de los costos totales anuales de inventario, para determinar la proyección de que se espera para el final del periodo a evaluar, con esto se determina si se cumple o no con la restricción monetaria.

Para el cálculo del costo total de inventario anual se aplica la siguiente ecuación.

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

Esta incluye la sumatoria de los costos de compra, costos de pedido y costos por mantener el inventario, es decir considerando que se ha calculado la cantidad económica de pedido y tenemos la demanda por cada material, tomando en cuenta que dicha demanda fue estimada por tres meses, se prosigue a calcular los costos de inventario de cada artículo.

Los costos asociados con el inventario son:

- Costo de compra para las unidades: Estos costos se obtienen al multiplicar la demanda por el costo unitario por cada material, es decir, implica el costo generado por la utilización de los artículos por determinado tiempo
- Costo de pedido: Tomando en cuenta que tenemos la cantidad de pedido (Q), la demanda (D) y el costo de preparación de pedido (S) se lleva a cabo la aplicación de la siguiente formula:

$$\frac{D}{Q}S$$

- Costo de mantenimiento: Para determinar este costo para artículo se utilizan las variables que ya hemos calculado anteriormente que son la cantidad económica de pedido (Q) y el costo anual de mantenimiento (H). Para su obtención se aplica la siguiente formula:

$$\frac{Q}{2}H$$

Los resultados obtenidos se muestran a continuación, enlistándose los materiales de tipo A con los que se han trabajado anteriormente, en la tabla 4.6 se muestran los costos de inventario obtenido.

Tabla 8 Costo de inventario anual total

NÚM. MATERIAL	COSTO DE COMPRA	COSTO DE PEDIDO	COSTO DE MANTTO.	COSTO TOTAL (TC)
1	\$ 13,357.67	\$ 2,907.87	\$ 2,214.95	\$ 18,480.49
2	\$ 446.40	\$ 527.98	\$ 10,459.49	\$ 11,433.87
3	\$ 8,978.88	\$ 2,366.64	\$ 1,886.81	\$ 13,232.33
4	\$ 225.00	\$ 375.70	\$ 11,854.09	\$ 12,454.78
5	\$ 267.50	\$ 409.79	\$ 10,336.44	\$ 11,013.73
6	\$ 156.80	\$ 313.18	\$ 12,387.32	\$ 12,857.30
7	\$ 120.90	\$ 275.33	\$ 13,371.74	\$ 13,767.96
8	\$ 387.20	\$ 493.78	\$ 7,055.03	\$ 7,936.01
9	\$ 137.60	\$ 293.29	\$ 11,607.98	\$ 12,038.87
10	\$ 163.00	\$ 319.75	\$ 10,090.33	\$ 10,573.07
11	\$ 166.80	\$ 324.04	\$ 8,490.64	\$ 8,981.48
12	\$ 181.89	\$ 338.32	\$ 7,547.24	\$ 8,067.44
13	\$ 45.60	\$ 169.27	\$ 13,330.72	\$ 13,545.59
14	\$ 138.72	\$ 294.74	\$ 6,849.94	\$ 7,283.40
15	\$ 57.60	\$ 189.86	\$ 10,008.29	\$ 10,255.75
16	\$ 42.50	\$ 163.42	\$ 10,295.42	\$ 10,501.33
17	\$ 4,095.00	\$ 1,568.32	\$ 984.42	\$ 6,647.74
18	\$ 4,788.00	\$ 1,746.41	\$ 861.37	\$ 7,395.78
19	\$ 234.33	\$ 382.90	\$ 3,773.62	\$ 4,390.85
20	\$ 687.11	\$ 656.46	\$ 2,173.93	\$ 3,517.51
21	\$ 57.60	\$ 189.86	\$ 7,506.22	\$ 7,753.68
22	\$ 33.00	\$ 144.11	\$ 9,064.89	\$ 9,242.00
23	\$ 96.00	\$ 245.11	\$ 5,168.22	\$ 5,509.33
24	\$ 25.01	\$ 125.26	\$ 9,639.14	\$ 9,789.41
25	\$ 598.80	\$ 616.03	\$ 1,927.83	\$ 3,142.66
26	\$ 245.44	\$ 390.01	\$ 2,994.28	\$ 3,629.74
27	\$ 56.64	\$ 188.55	\$ 6,193.66	\$ 6,438.85
28	\$ 14,250.00	\$ 3,056.21	\$ 369.16	\$ 17,675.37
29	\$ 1,008.00	\$ 794.80	\$ 1,394.60	\$ 3,197.40
30	\$ 3,523.63	\$ 1,461.87	\$ 697.30	\$ 5,682.80
31	\$ 85.26	\$ 231.82	\$ 4,183.80	\$ 4,500.87
32	\$ 670.08	\$ 643.41	\$ 1,476.63	\$ 2,790.13
33	\$ 72.00	\$ 212.50	\$ 4,470.92	\$ 4,755.42
34	\$ 2,705.18	\$ 1,319.00	\$ 615.26	\$ 4,639.44
35	\$ 573.04	\$ 591.53	\$ 1,271.55	\$ 2,436.11

36	\$ 1,163.75	\$ 844.48	\$ 820.35	\$ 2,828.58
37	\$ 1,832.82	\$ 1,061.63	\$ 615.26	\$ 3,509.72
38	\$ 1,680.00	\$ 1,029.46	\$ 615.26	\$ 3,324.73
39	\$ 1,690.12	\$ 997.29	\$ 615.26	\$ 3,302.67
40	\$ 5,295.00	\$ 1,809.60	\$ 328.14	\$ 7,432.74
41	\$ 630.00	\$ 629.43	\$ 943.40	\$ 2,202.83
42	\$ 375.00	\$ 482.56	\$ 1,230.53	\$ 2,088.09
43	\$ 45.00	\$ 168.33	\$ 3,527.51	\$ 3,740.85
44	\$ 98.00	\$ 245.67	\$ 2,255.97	\$ 2,599.63
45	\$ 13.50	\$ 91.75	\$ 5,824.50	\$ 5,929.75
46	\$ 130.00	\$ 285.15	\$ 1,804.77	\$ 2,219.92
47	\$ 1,406.50	\$ 928.00	\$ 533.23	\$ 2,867.73
48	\$ 864.00	\$ 723.84	\$ 656.28	\$ 2,244.12
49	\$ 417.60	\$ 503.54	\$ 943.40	\$ 1,864.55
50	\$ 111.36	\$ 263.21	\$ 1,804.77	\$ 2,179.35
51	\$ 204.70	\$ 358.03	\$ 1,271.55	\$ 1,834.27
52	\$ 1,716.00	\$ 1,061.63	\$ 410.18	\$ 3,187.81
53	\$ 277.86	\$ 424.65	\$ 1,025.44	\$ 1,727.95
54	\$ 260.00	\$ 402.13	\$ 984.42	\$ 1,646.56
55	\$ 451.82	\$ 539.33	\$ 697.30	\$ 1,688.45
56	\$ 62.70	\$ 199.32	\$ 1,886.81	\$ 2,148.83
57	\$ 225.00	\$ 377.66	\$ 943.40	\$ 1,546.06
58	\$ 1,980.00	\$ 1,085.76	\$ 328.14	\$ 3,393.90
59	\$ 643.68	\$ 643.41	\$ 492.21	\$ 1,779.30
60	\$ 1,020.00	\$ 804.27	\$ 369.16	\$ 2,193.43
61	\$ 193.95	\$ 344.69	\$ 861.37	\$ 1,400.01
62	\$ 53.25	\$ 180.96	\$ 1,640.70	\$ 1,874.91
63	\$ 2,940.00	\$ 1,447.68	\$ 205.09	\$ 4,592.77
64	\$ 957.88	\$ 750.65	\$ 369.16	\$ 2,077.69
65	\$ 770.00	\$ 675.58	\$ 410.18	\$ 1,855.76
66	\$ 420.00	\$ 519.68	\$ 533.23	\$ 1,472.91
67	\$ 49.14	\$ 173.23	\$ 1,599.69	\$ 1,822.05
68	\$ 75.40	\$ 216.32	\$ 1,189.51	\$ 1,481.23
69	\$ 36.40	\$ 149.36	\$ 1,722.74	\$ 1,908.50
70	\$ 838.44	\$ 723.84	\$ 328.14	\$ 1,890.42
TOTAL				\$385,416.58

Fuente: Elaboración propia

El valor del costo anual total de inventario es \$385,416.58, Los resultados obtenidos de los costos por material indican lo que cuesta tener un inventario para la empresa, considerando que se utiliza la cantidad óptima de pedido para evitar gastos innecesarios por solicitar más de lo previsto.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Uno de los principales objetivos dentro del sector industrial para la obtención de beneficios es manejar una mínima inversión de inventario.

Antes de aplicar cualquier metodología para la solución de un problema es importante documentarse y analizar los procedimientos aplicados por diversos autores, por lo cual se revisó el estado del arte sobre problemáticas relacionadas con el control de inventario.

En base a los objetivos planteados se obtuvieron resultados óptimos para tener un mejor control de los inventarios y llevar a cabo un proceso correcto de almacenaje, así mismo dar solución a la problemática, la cual consistía en que los gastos de compra del área de almacén Facilities, contaba con un incremento en costos de un 25% en promedio, en relación con el presupuesto asignado por Tuxpan Port Terminal.

Las herramientas aplicadas permitieron destinar mejoras al almacén; con los resultados de la clasificación ABC, no solo se identificaron los productos para el cálculo del tamaño de lote económico, sino que también esta información es aprovechada por el personal, en el proceso de entrega y recepción de materiales, y a su vez en la toma de decisiones en futuros proyectos de distribución de planta.

Con los resultados del cálculo del tamaño de lote económico, se logró determinar el punto de reorden de cada uno de los productos, lo cual generó una mejor organización al momento de elaborar la orden de compra.

Los modelos de inventario EOQ en algunas ocasiones producen resultados que no son factibles. Lo cual, fue lo ocurrido en el caso de estudio, la solución propuesta fue aplicar el algoritmo de la heurística (Método de multiplicadores de Lagrange) utilizando hojas de cálculo de Excel, lo cual generó cantidades económicas de pedido,

cuyo costo de compra de \$34,999.94 si permite satisfacer la restricción del presupuesto proporcionado por la empresa.

Se recomienda para futuros trabajos de investigación, se aborde más a profundidad el tema de heurísticas aplicadas a los sistemas de inventario, ya que permiten generar buenas soluciones, en tiempos considerados.

Tuxpan Port Terminal

- Es importante manejar un control estadístico histórico de la demanda de cada uno de los productos que conforman el inventario
- Contar con una bitácora de costos de inventario.
- Establecer con los proveedores indicadores de cumplimiento en los tiempos de entrega y parámetros de calidad de los productos.
- Reportar cualquier detalle o inconveniente, relacionado con el sistema de control de inventario.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anaya Tejero, J. J. (2008). *Almacenes: Análisis, diseño y organización*. España: ESIC .
- Arrieta, S., & Villar , A. (2013). *Modelo estocástico de inventario multiarticulo, con restricciones de espacio, presupuesto, frecuencia de pedido y nivel de inventario*. Montería Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Ballou, R. (2004). *Logistica Administracion de la cadena de suministro*. Mexico: Pearson Educacion.
- Brenes, P. (2015). *Tecnicas de almacen*. Madrid: Editex S.A.
- Causado Rodriguez, E. (2015). Modelo de Inventarios para control economico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Ingenierias Universidad de Medellin*, 163-177.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administracion de Operaciones. Producción y cadena de suministros*. Mexico: McGraw Hill.
- Duran , Y. (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. *Vision Gerencial*, 55-78.
- Gaither , N., & Frazier, G. (2000). *Administracion de Produccion y Operaciones*. Mexico: International Thomson Editores.
- Gomez Aparicio, J. M. (2013). *Gestion Logística y Comercial*. España: Mc Graw Hill.
- Guamantica, V. (2013). *Diseño del modelo de cantidad economica de pedido (EOQ) del inventario de la empresa General Motors del Ecuador*. Quito: UTE.
- Heizer, J., & Render, B. (2008). *Direccion de la produccion y de las operaciones, Desiciones tacticas*. Madrid: Pearson Educación.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introduccion a la Investigacion de Operaciones*. Ciudad de Mexico: McGrawHill.
- Hopp, W., Spearman, S., & Zhang, R. (1997). Easily Implementable Inventory Control Policies. *Operations Research*, 327-340.

- Izar, J. M., & Mendez, H. (2013). Estudio comparativo de la aplicación de 6 modelos de inventarios para decidir la cantidad y el punto de reorden de un artículo. *Ciencia y Tecnología*, 217-232.
- Jara, S., & Sanchez, D. (2017). Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora. *Revista de Ingeniería Industrial*, 1-18.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones. Procesos y cadenas de valor*. Mexico: Pearson Educación.
- Mc Graw Hill. (2015). *El almacén en la cadena logística*. Obtenido de Mc Graw Hill Education: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448199278.pdf>
- Moncada, L., & Varela, E. (2011). *Formulación de un modelo de inventario multiproducto en la PYME Espumas M&M LTDA*. Bogota: Universidad Libre, Facultad de Ingeniería.
- Nahmias, S. (2007). *Administración de la producción y las operaciones*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Piña, J. (2012). Determinación de la cantidad económica de pedido en una empresa cauchera venezolana aplicando la técnica LIMIT. *Ingeniería industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 61-72.
- Valencia, J., & Lamban, M. (2014). Desarrollo de un modelo para determinar el lote óptimo de producción mediante programación no lineal y propuesta de resolución con una hoja de cálculo. *Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 134-144.
- Zhang, R., Hopp, W., & Supatgiat, C. (2001). Spreadsheet Implementable Inventory Control for a Distribution Center. *Journal of Heuristics*, 183-203.

V. ANEXOS

Anexo 1 Aplicación de la metodología de clasificación ABC para las herramientas al resguardo del almacén de Facilities.

Anexo 2. Aplicación de la metodología de clasificación ABC para el material consumible

Anexo 3. Planilla de cálculo de cantidad económica de pedido de múltiples productos.

Anexo 1

HERRAMIENTA	EXISTENCIA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (MXN)	VALOR TOTAL (MXN)	VALOR ACUMULAD	% ACUMULAD	CLASIFICACIÓN ZONA	%
ESTUCHE MEGGER-MEDIR RESISTENCIA (FLUKE VIEW FORMS 1555 10KV)	1	ESTUCHE	\$ 110,000.00	\$ 110,000.00	\$ 110,000.00	17.39%	A	79.8%
JUEGO DE 22 HERRAMIENTAS AISLADO (KIT ESTUCHE AMARILLO) MCA.K-TOOLS	1	JGO	\$ 56,179.00	\$ 56,179.00	\$ 166,179.00	26.27%		
LINTERNAS MARCA SEALITE COLOR AMARILLO SL-310-4	2	PZA	\$ 15,210.00	\$ 30,420.00	\$ 196,599.00	31.08%		
AMPERIMETRO DE GANCHO 376 FLUKE	2	PZA	\$ 14,994.00	\$ 29,988.00	\$ 226,587.00	35.83%		
PINZA MEDIDORA DE RESISTENCIA DE TIERRA 1630 EARTH GOROUND CLAMP FLUKE SERIE:29230010	1	PZA	\$ 22,800.00	\$ 22,800.00	\$ 249,387.00	39.43%		
DESTAPACAÑOS MOTOR INDUCCION 390W COD.DE640 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 22,489.00	\$ 22,489.00	\$ 271,876.00	42.99%		
JUEGO DE SIERRAS BIMETALICAS C/13 PIEZAS 120757 MCA. SURTEK	13	PZA	\$ 1,568.00	\$ 20,384.00	\$ 292,260.00	46.21%		
MARTILLO DEMOLEDOR TE700-AVR C/3 PIEZAS (ESTUCHE) MCA. Hilti	1	ESTUCHE	\$ 18,600.00	\$ 18,600.00	\$ 310,860.00	49.15%		
VIBRO CIPSA COLOR AMARILLO MCA. KOHER SH265 CON MAGUERA	1	PZA	\$ 15,715.00	\$ 15,715.00	\$ 326,575.00	51.63%		
LINTERNAS MARCA SEALITE COLOR ROJO SL-C310-G	1	PZA	\$ 15,210.00	\$ 15,210.00	\$ 341,785.00	54.04%		
LINTERNA COLOR VERDE MODELO MCL200 SL-C 310-G SERIE 539541	1	PZA	\$ 15,210.00	\$ 15,210.00	\$ 356,995.00	56.44%		
COMPRESOR DE AIRE CON MOTOR A GASOLINA 5.5 HP 60L MCA. MIKEL'S	1	PZA	\$ 13,400.00	\$ 13,400.00	\$ 370,395.00	58.56%		
GANCHO DE RESXATE CON MANGO DE FIBRA DE VIDRIO MCA. SALISBURY (GANCHO DE VIDA)	1	PZA	\$ 13,360.00	\$ 13,360.00	\$ 383,755.00	60.67%		
INDICADOR DE GIRO DE FASE FLUKE 9040	1	PZA	\$ 11,897.00	\$ 11,897.00	\$ 395,652.00	62.56%		
JUEGO DE SIERRAS PERFORADORAS GRANDES 31645 (5 PZAS) MCA. K-TOOLS	1	JGO	\$ 11,817.00	\$ 11,817.00	\$ 407,469.00	64.42%		
ROTOMARTILLO ELECTRONEUMATICO CON ESTUCHE NEGRO URREA RM-1030	1	PZA	\$ 10,999.00	\$ 10,999.00	\$ 418,468.00	66.16%		
DESBROZADORA A GASOLINA MARCA STILL FS 120, 120 R, 250	3	PZA	\$ 3,200.00	\$ 9,600.00	\$ 428,068.00	67.68%		
PODADORA DE PASTO A GASOLINA 5HP SURTTEK 5HP SURTEK PP620R	1	PZA	\$ 6,500.00	\$ 6,500.00	\$ 434,568.00	68.71%		
TALADRO ATORNILLADOR A BATERIA DE 3/8 DEWALT C/CARGADOR Y 2 PILAS	2	PZA	\$ 3,160.00	\$ 6,320.00	\$ 440,888.00	69.71%		
JGO DE SACABOCADOS DE 1/2 CON LLAVE DE MATRACA EN ESTUCHE (9 PZA)53732-SEN MCA.K-TOOLS	1	JGO	\$ 6,136.00	\$ 6,136.00	\$ 447,024.00	70.68%		
PERTIGA ESCOPETA MCA.HASTINGS	1	PZA	\$ 5,800.00	\$ 5,800.00	\$ 452,824.00	71.59%		
MULTIMETRO 114 FLUKE SIN ESTUCHE NUM 1	1	PZA	\$ 5,533.00	\$ 5,533.00	\$ 458,357.00	72.47%		
MULTIMETRO 114 FLUKE SIN ESTUCHE NUM 3	1	PZA	\$ 5,533.00	\$ 5,533.00	\$ 463,890.00	73.34%		
SOLDADORA INVERTER 140 A 110 V MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 4,850.00	\$ 4,850.00	\$ 468,740.00	74.11%		
SOPLADORA A GASOLINA SAG532 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 4,599.00	\$ 4,599.00	\$ 473,339.00	74.84%		
BOMBA PARA VACIO A. VALY MODELO VA-120 N 110-60 H2 AZUL	1	PZA	\$ 4,500.00	\$ 4,500.00	\$ 477,839.00	75.55%		
ESCALERA TELEFERICA F3288-03 MCA.CUPRUM 300lb 20 PIES	1	PZA	\$ 4,500.00	\$ 4,500.00	\$ 482,339.00	76.26%		
MANOMETRO YELLOW JACKET	1	JGO	\$ 4,476.00	\$ 4,476.00	\$ 486,815.00	76.97%		
ESCALERA DE TIJERA FIBRA DE VIDRIO MCA. CUPRUM DE 300lb 9 PELD.	1	PZA	\$ 4,399.00	\$ 4,399.00	\$ 491,214.00	77.66%		
COMPRESOR DE AIRE 2.5 HP MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 3,790.00	\$ 3,790.00	\$ 495,004.00	78.26%		
TARRAJA DE PEINE PARA TUBO TA-851 C/6 PIEZAS (ESTUCHE) MCA. TRUPER	1	ESTUCHE	\$ 3,285.00	\$ 3,285.00	\$ 498,289.00	78.78%		
BROCA TIPO SDS DE 7/8" X 10"	6	PZA	\$ 530.00	\$ 3,180.00	\$ 501,469.00	79.29%		
CONOS DE VIENTO DE ALUMINIO	7	PZA	\$ 440.00	\$ 3,080.00	\$ 504,549.00	79.77%		

SOLDADORA 200 A MCA.SURTEK	1	PZA	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00	\$ 507,549.00	80.25%
TALADRO ELECTRICO DE 1/2" 850 WATTS MCA. URREA	2	PZA	\$ 1,450.00	\$ 2,900.00	\$ 510,449.00	80.71%
TARRAJA DE PEINE PARA TUBO TMP10 C/6 PIEZAS (ESTUCHE) MCA. SURTEK	1	ESTUCHE	\$ 2,840.00	\$ 2,840.00	\$ 513,289.00	81.15%
SIERRA SABLE SS815A 60Hz 5/8" MCA.SURTEK	1	PZA	\$ 2,812.00	\$ 2,812.00	\$ 516,101.00	81.60%
JUEGO DE EMPALMADOR DE CABLE 46037 MCA. KLEIN TOOLS	1	JGO	\$ 2,778.00	\$ 2,778.00	\$ 518,879.00	82.04%
ESCALERA DE ALUMINIO TELEFERICA SIN SERIE (GOYO PIPA)	1	PZA	\$ 2,600.00	\$ 2,600.00	\$ 521,479.00	82.45%
LLAVES STILLSON 18" (GRIS Y VERDE) MCA. URREA	2	PZA	\$ 1,299.00	\$ 2,598.00	\$ 524,077.00	82.86%
CORREA DE AMARRE CON TENSOR DE TRINQUETE CON GANCHO	6	PZA	\$ 430.00	\$ 2,580.00	\$ 526,657.00	83.27%
MICROMETRO DIGITAL SURTEK EN CAJA DE MADERA 122230	1	PZA	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00	\$ 529,157.00	83.66%
INDICADOR DE CIRCUITOS COLOR NARANJA K-TOOLS ET300	1	PZA	\$ 2,400.00	\$ 2,400.00	\$ 531,557.00	84.04%
TERMOFUNCIONADORA #2 600 W RJQ CON 19 PZAS	1	ESTUCHE	\$ 2,208.00	\$ 2,208.00	\$ 533,765.00	84.39%
ESCALERA DE TIJERA FIBRA DE VIDRIO MCA. CUPRUM DE 300lb 3 PIES	1	PZA	\$ 2,200.00	\$ 2,200.00	\$ 535,965.00	84.74%
BARRETA HEXAGONAL DE PUNTA 175 cm SURTEK	3	PZA	\$ 725.00	\$ 2,175.00	\$ 538,140.00	85.08%
JGO. DE 14 DESARMADORES MCA. KLEIN TOOLS	1	JGO	\$ 2,157.00	\$ 2,157.00	\$ 540,297.00	85.43%
ESMERILADORA ANGULAR 120V COD.EA1109 MCA. URREA (PULIDOR)	1	PZA	\$ 2,098.00	\$ 2,098.00	\$ 542,395.00	85.76%
TORNILLO DE BANCO COD. 107028 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 2,089.00	\$ 2,089.00	\$ 544,484.00	86.09%
JUEGO CORTACIRCULOS PARA PLOMERO Y ELECTRICISTA JH512 CON 12 PIEZAS MCA. URREA	1	JGO	\$ 1,995.00	\$ 1,995.00	\$ 546,479.00	86.40%
JUEGO DE DADOS Y ACCESORIOS STANLEY SIN ESTUCHE CON 38 PZS	1	JGO	\$ 1,899.00	\$ 1,899.00	\$ 548,378.00	86.70%
HIDROLAVADORA MARCA KOBLENZ	1	PZA	\$ 1,885.00	\$ 1,885.00	\$ 550,263.00	87.00%
JGO. DE 29 BROCAS A.V. 1/16 A 1/2" METALICO COLOR GRIS GREEFIELD	1	JGO	\$ 1,720.00	\$ 1,720.00	\$ 551,983.00	87.27%
DOBLADOR DE TUBO ENSAMBLADO C/ MANGO EN T MCA K-TOOLS 1" 3/4" CON MANGO	1	PZA	\$ 1,655.00	\$ 1,655.00	\$ 553,638.00	87.53%
ASPIRADORA KATKER WD-1 COLOR AMARILLO 1200 WATT	1	PZA	\$ 1,550.00	\$ 1,550.00	\$ 555,188.00	87.78%
CARETA PARA SOLDAR ELECTROMECANICA 9-13 SOMBRAS COD. 137332 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 1,517.00	\$ 1,517.00	\$ 556,705.00	88.02%
GATO HIDRAULICO DE PATIN 2 TONELADAS 14824 MCA. TRUPER	2	PZA	\$ 739.00	\$ 1,478.00	\$ 558,183.00	88.25%
MARRO 12 LBS CON MANGO LARGO FIBRA DE VIDRIO MCA. SURTEK	2	PZA	\$ 715.00	\$ 1,430.00	\$ 559,613.00	88.48%
TERMOFUNCIONADORA #1 800 W RJQ CON 12 PZAS (NUEVA)	1	ESTUCHE	\$ 1,425.00	\$ 1,425.00	\$ 561,038.00	88.70%
ODOMETRO NARANJA SERIE NUM. H4P1201075 TRUPER	1	PZA	\$ 1,395.00	\$ 1,395.00	\$ 562,433.00	88.93%
ESCALERA DE TIJERA ALUM ROJA 5 PELD. MCA.CUPRUM 150Kg, 6 PIES	1	PZA	\$ 1,389.00	\$ 1,389.00	\$ 563,822.00	89.14%
PONCHADORA HIDRAULICA CON 23 PIEZAS MCA. EQUISER (ESTUCHE)	1	ESTUCHE	\$ 1,334.00	\$ 1,334.00	\$ 565,156.00	89.36%
MALACATE DE CABLE P/4 TON. COD.14727 CLAVE:MAL-4 MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 1,318.00	\$ 1,318.00	\$ 566,474.00	89.56%
JGO DE LLAVES HEXAGONALES ESTANDAR C/MANGO "T " Y EXTREMO BOLA ROJAS JTH610ETB C/10 PIEZAS	1	JGO	\$ 1,301.00	\$ 1,301.00	\$ 567,775.00	89.77%
JUEGO DE SEGUETAS PARA SIERRA CALADORA C/29 PIEZAS	5	JGO	\$ 260.00	\$ 1,300.00	\$ 569,075.00	89.98%
PINZA DESFORRADOR-CORTADOR DE CABLE NM DUAL K1412 MCA. KLEIN TOOLS	1	PZA	\$ 1,274.00	\$ 1,274.00	\$ 570,349.00	90.18%

B

CARRETILLA COLOR NARANJA TRUPER	1	PZA	\$ 1,255.00	\$ 1,255.00	\$ 571,604.00	90.38%
PINZA DESFORRADOR-CORTADOR DE ALAMBRE 11055 MCA. KLEIN TOOLS	1	PZA	\$ 1,211.00	\$ 1,211.00	\$ 572,815.00	90.57%
ESMERILADORA ANGULAR 4 1/2" MCA. DEWALT (MINIPULIDOR)	1	PZA	\$ 1,190.00	\$ 1,190.00	\$ 574,005.00	90.75%
SOMBRILLA SOLDADOR COLOR ROJO	1	PZA	\$ 1,153.00	\$ 1,153.00	\$ 575,158.00	90.94%
ODOMETRO VERDE SERIE NUM. 122271 GIMEX	1	PZA	\$ 1,150.00	\$ 1,150.00	\$ 576,308.00	91.12%
BROCA P/METAL 3/8" X 5"	7	PZA	\$ 162.00	\$ 1,134.00	\$ 577,442.00	91.30%
TALADRO ATORNILLADOR RECARGABLE AR412(SIN CARGADOR) MCA.SURTEK	1	PZA	\$ 1,130.00	\$ 1,130.00	\$ 578,572.00	91.48%
CARETA FACIAL: AMARILLA (MCA. SURTEK), AZUL (MCA. TOOLCRAFT), NEGRA (MCA. INFRA)	3	PZA	\$ 367.00	\$ 1,101.00	\$ 579,673.00	91.65%
JGO LLAVES HEXAG. MILIM. C/ MANGO "T" Y EXTREMO BOLA AZUL JTH68MB (8 PZAS)	1	JGO	\$ 1,100.00	\$ 1,100.00	\$ 580,773.00	91.82%
DOBLADOR DE TUBO ENSAMBLADO C/ MANGO EN T KLEIN TOOLS 3/4" SIN TUBO 56209	1	PZA	\$ 1,100.00	\$ 1,100.00	\$ 581,873.00	92.00%
CUCHILLA PARA DESBROZADORA STILH FS250 2 PUNTAS	2	PZA	\$ 535.00	\$ 1,070.00	\$ 582,943.00	92.17%
SIERRA CALADORA SK503A MCA.SURTEK (averiada)	1	PZA	\$ 1,049.00	\$ 1,049.00	\$ 583,992.00	92.33%
CORTADOR DE PVC	3	PZA	\$ 349.00	\$ 1,047.00	\$ 585,039.00	92.50%
PUNTA DE CAJA DE 5/16" (NUEVAS)	40	PZA	\$ 26.00	\$ 1,040.00	\$ 586,079.00	92.66%
CARRETILLA COLOR AZUL	1	PZA	\$ 1,015.00	\$ 1,015.00	\$ 587,094.00	92.82%
GATO HIDRAULICO DE PATIN 2 TONELADAS 13700 MCA. SURTEK	2	PZA	\$ 499.00	\$ 998.00	\$ 588,092.00	92.98%
PINZA PONCHADORA Y CORTADORA DE CABLE 8/3" MANGO ROJO/NEGRO MCA. KLEIN TOOLS	1	PZA	\$ 989.00	\$ 989.00	\$ 589,081.00	93.14%
DOBLADOR DE TUBO SANTUL 1" CON MANGO DE FIERRO GALVANIZADO	1	PZA	\$ 978.00	\$ 978.00	\$ 590,059.00	93.29%
ESCALERA DE TIJERA ALUM. AMARILLA 4 PELD.	1	PZA	\$ 969.00	\$ 969.00	\$ 591,028.00	93.45%
LLAVES ALLEN ESTANDAR EN T ESTUCHE PLASTICO MANGO ROJO 4972R C/11 PIEZAS MCA.URREA	1	JGO	\$ 968.00	\$ 968.00	\$ 591,996.00	93.60%
LLAVES ALLEN MILIMETRICAS EN T ESTUCHE PLASTICO MANGO AZUL 49752-M C/ 10 PIEZAS MCA.URREA	1	JGO	\$ 968.00	\$ 968.00	\$ 592,964.00	93.75%
BARRETA HEXAGONAL DE UÑA NARANJA MCA. TRUPER 3/4X0.45	3	PZA	\$ 295.00	\$ 885.00	\$ 593,849.00	93.89%
CAJA METALICA COLOR ROJO PARA HERRAMIENTA	1	PZA	\$ 879.00	\$ 879.00	\$ 594,728.00	94.03%
DOBLADOR DE TUBO ENSAMBLADO C/ MANGO EN T KLEIN TOOLS 1/2" SIN TUBO 56208	1	PZA	\$ 863.00	\$ 863.00	\$ 595,591.00	94.17%
PRENSA DE CADENA COD. PCF35 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 858.00	\$ 858.00	\$ 596,449.00	94.30%
CUCHARA PARA ALBAÑIL MCA.BELLOTA	3	PZA	\$ 283.00	\$ 849.00	\$ 597,298.00	94.44%
LINTERNA LED PARA CABEZA MCA.URREA	1	PZA	\$ 840.00	\$ 840.00	\$ 598,138.00	94.57%
ESCALERA DE TIJERA DE ALUMINIO 4 PELD. DE 0.92 Mts.	1	PZA	\$ 799.00	\$ 799.00	\$ 598,937.00	94.70%
TRIPIE UNIVERSAL COD. TF1 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 795.00	\$ 795.00	\$ 599,732.00	94.82%
MACHETE CACHA NARANJA	12	PZA	\$ 66.00	\$ 792.00	\$ 600,524.00	94.95%

B

JUEGO DE CABLES CON PINZAS PARA SOLDAR 2 MTS-200 A MCA. TRUPER	1	JGO	\$ 745.00	\$ 745.00	\$ 601,269.00	95.07%
BROCA SDS P/CONCRETO 5/8" X 8" MCA. TRUPER	2	PZA	\$ 350.00	\$ 700.00	\$ 601,969.00	95.18%
HOJA DE SIERRA BIMETALICA AJUSTABLE DE 12" X 24" MCA. KLEIN	1	PZA	\$ 692.00	\$ 692.00	\$ 602,661.00	95.29%
CORTADOR DE CABLE MANGO ROJO ACCION CARRACA 63750 MCA. KEIN TOOLS	1	PZA	\$ 650.00	\$ 650.00	\$ 603,311.00	95.39%
CABEZAL PARA DESBROZADORA STILH	1	PZA	\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 603,911.00	95.48%
PUNTA DE CAJA DE 3/8" (NUEVAS)	23	PZA	\$ 26.00	\$ 598.00	\$ 604,509.00	95.58%
BROCA TIPO SDS DRILL P/CONCRETO DE 3/4 X 8"	1	PZA	\$ 580.00	\$ 580.00	\$ 605,089.00	95.67%
PUNTA DE CAJA DE 1/4" (NUEVAS)	15	PZA	\$ 35.00	\$ 525.00	\$ 605,614.00	95.75%
ARCO P/SEGUETA AJUS. SOLERA DE 8-10-12" MCA.URREA	2	PZA	\$ 251.00	\$ 502.00	\$ 606,116.00	95.83%
JUEGO COMBINADO DE BROCAS, PUNTAS Y ACCESORIOS MCA. SURTEK	1	JGO	\$ 500.00	\$ 500.00	\$ 606,616.00	95.91%
CAVA HOYOS TIPO HERCULES MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 495.00	\$ 495.00	\$ 607,111.00	95.99%
BROCA DORADA GREINFIELD P/METAL 1/4" X 4"	5	PZA	\$ 95.00	\$ 475.00	\$ 607,586.00	96.06%
INYECTOR DE GRASA C/BOQUILLA 14oz. GRAS-14 MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 468.00	\$ 468.00	\$ 608,054.00	96.14%
PINZAS DE ELECTRICISTA	3	PZA	\$ 150.00	\$ 450.00	\$ 608,504.00	96.21%
PALA (CUCHARA) MCA. SURTEK	2	PZA	\$ 213.00	\$ 426.00	\$ 608,930.00	96.28%
PALA DE CUCHARA MCA. SURTEK (donadas)	2	PZA	\$ 213.00	\$ 426.00	\$ 609,356.00	96.34%
CIZALLA 24" COLOR AMARILLO MCA. SURTEK (CORTAPERROS)	1	PZA	\$ 420.00	\$ 420.00	\$ 609,776.00	96.41%
DESTAPACAÑO MANUAL 25"(7.6m) 121023 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 413.10	\$ 413.10	\$ 610,189.10	96.48%
BROCA DORADA P/METAL 1/2" X 6"	2	PZA	\$ 205.00	\$ 410.00	\$ 610,599.10	96.54%
TIJERAS PARA PODAR COLOR NARANJA T-595 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 399.00	\$ 399.00	\$ 610,998.10	96.60%
AZADON MCA. TRUPER	2	PZA	\$ 199.00	\$ 398.00	\$ 611,396.10	96.67%
MACHETE CACHA ROJA	9	PZA	\$ 43.00	\$ 387.00	\$ 611,783.10	96.73%
ESLINGA MORADA CON GANCHO 8 MTS	1	PZA	\$ 380.00	\$ 380.00	\$ 612,163.10	96.79%
PINZAS CORTA CABLE # 2 DE 9"A6 MANGO ROJO CON NEGRO BOCA DE PESCADO MCA. KLEIN TOOLS	1	PZA	\$ 379.00	\$ 379.00	\$ 612,542.10	96.85%
GUIA JALABACLES MCA. KLEIN TOOLS	1	PZA	\$ 377.00	\$ 377.00	\$ 612,919.10	96.91%
PALA ESCARRAMAN MCA SURTEK (DE CORTE)	2	PZA	\$ 188.00	\$ 376.00	\$ 613,295.10	96.97%
TIJERAS DE AVIACION CORTE RECTO 303B MANGO PLASTICO AMARILLO MCA. URREA	1	PZA	\$ 374.00	\$ 374.00	\$ 613,669.10	97.03%
JUEGO DE BROCAS Y EXTRACTORES DE TORNILLO C/ 10 PZS 107044 MCA. SURTEK	1	JGO	\$ 373.00	\$ 373.00	\$ 614,042.10	97.08%
BROCA TIPO SDS DRILL P/CONCRETO DE 5/8" X 12"	1	PZA	\$ 370.00	\$ 370.00	\$ 614,412.10	97.14%
JUEGO DE SEGUETA PARA SIERRA SABLE C/2 PZA. MCA. SURTEK	4	JGO	\$ 90.00	\$ 360.00	\$ 614,772.10	97.20%
ALICATES DE PUNTA LARGA ESTANDAR DE CORTE LATERAL J203-6 MCA. KLEIN TOOLS (PINZA)	1	PZA	\$ 360.00	\$ 360.00	\$ 615,132.10	97.26%
BROCA SDS P/CONCRETO 1/2" X 6" MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 357.00	\$ 357.00	\$ 615,489.10	97.31%
JGO. PROFESIONAL COMBINADO DE CINCELES, PUNTOS Y BOTADORES C/ 9 PZS.	1	JGO	\$ 340.00	\$ 340.00	\$ 615,829.10	97.37%
JUEGO DE AVELLANADOR DE TUBOS CON PRENSA 351F MCA. SURTEK	1	JGO	\$ 339.00	\$ 339.00	\$ 616,168.10	97.42%
JUEGO DE 8 BROCAS P/MADERA 1/8 A 3/8" JBMA-8 MCA. TRUPER	1	JGO	\$ 338.00	\$ 338.00	\$ 616,506.10	97.47%

CORTADOR DE RAMAS ALTAS 130225 MANGO ALUMINIO MCA. SURTEK SIN MANGO	1	PZA	\$ 338.00	\$ 338.00	\$ 66,844.10	97.53%
BROCA TIPO SDS DRILL P/CONCRETO DE 5/8" X 6"	1	PZA	\$ 330.00	\$ 330.00	\$ 17,174.10	97.58%
BROCA TIPO SDS DE PUNTA P/CONCRETO DE 5/8 X 9"	1	PZA	\$ 330.00	\$ 330.00	\$ 17,504.10	97.63%
BROCA TIPO SDS DE PALETA P/CONCRETO DE 5/8 X 9"	1	PZA	\$ 330.00	\$ 330.00	\$ 67,834.10	97.68%
SERRUCHO TRIPLE FILO MANGO MADERA MCA. SURTEK	2	PZA	\$ 160.00	\$ 320.00	\$ 61,154.10	97.73%
PISTOLA PARA PINTAR COLOR GRIS CON MANOMETRO MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 318.00	\$ 318.00	\$ 18,472.10	97.79%
FLEXOMETRO MCA. URREA DE 8m.	1	PZA	\$ 310.00	\$ 310.00	\$ 18,782.10	97.83%
CRUCETA FIBRA DE VIDRIO 50 M. CLX50 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 309.00	\$ 309.00	\$ 19,091.10	97.88%
CEPILLO DE ALAMBRE MANGO DE PLASTICO AMARILLO MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 30.00	\$ 300.00	\$ 19,391.10	97.93%
TIJERA PARA PODAR SIN SERIE MANGO NEGRO C/ROJO EN ESTUCHE NEGRO	1	PZA	\$ 298.00	\$ 298.00	\$ 19,689.10	97.98%
HORQUILLO DE 4 DIENTES MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 295.00	\$ 295.00	\$ 19,984.10	98.02%
PISTOLA CALAFATEADORA 17558 COLOR NARANJA / NVA. MCA. TRUPER	2	PZA	\$ 145.00	\$ 290.00	\$ 20,274.10	98.07%
PALA CUADRADA MCA. SURTEK	3	PZA	\$ 92.00	\$ 276.00	\$ 20,550.10	98.11%
CINTA METRICA TIPO CRUCETA 50M-164' MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 275.00	\$ 275.00	\$ 20,825.10	98.16%
DESARMADOR PUNTA DE CRUZ MCA. STANLEY	2	PZA	\$ 136.00	\$ 272.00	\$ 21,097.10	98.20%
PINZAS PARA MECANICO	1	PZA	\$ 260.00	\$ 260.00	\$ 21,357.10	98.24%
PINZA PELACABLE AUTOMATICA COLOR NARANJA 17360 MCA. TRUPER DE 8"	1	PZA	\$ 255.00	\$ 255.00	\$ 21,612.10	98.28%
PINZA DE PRESION TIPO C DE 11" MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 255.00	\$ 255.00	\$ 21,867.10	98.32%
DESARMADOR PLANO 3/8"X8" 9408 MCA.URREA	2	PZA	\$ 125.00	\$ 250.00	\$ 22,117.10	98.36%
DESTAPACAÑO MANUAL 15"(4.5m) 121023 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 249.20	\$ 249.20	\$ 22,366.30	98.40%
ESCUADRA 24" DE METAL SURTEK	1	PZA	\$ 242.00	\$ 242.00	\$ 22,608.30	98.44%
LLANA PROFESIONAL CON MANGO DE MADERA 11X5" 10 REMACHES CUADRADA	3	PZA	\$ 80.00	\$ 240.00	\$ 22,848.30	98.48%
ESTUCHE SURTEK COLOR AMARILLO BAV10 CON 7 PZAS BROCAS P/CONCRETO	1	ESTU	\$ 240.00	\$ 240.00	\$ 23,088.30	98.52%
JGO. DE 4 DESARMADORES MCA. TRUPER	1	JGO	\$ 240.00	\$ 240.00	\$ 23,328.30	98.55%
VOLTEADOR DE ALUMINIO MCA. SURTEK	3	PZA	\$ 79.00	\$ 237.00	\$ 23,565.30	98.59%
NIVEL DE ALUMINIO 24" COLOR NARANJA MCA. TRUPER (UNO NUEVO)	2	PZA	\$ 118.00	\$ 236.00	\$ 23,801.30	98.63%
PRENSA C DE HIERRO NODULAR GARGANTA PROFUNDA (SARGENTOS)	2	PZA	\$ 115.00	\$ 230.00	\$ 24,031.30	98.66%
BASE PARA RODILLO	4	PZA	\$ 55.00	\$ 220.00	\$ 24,251.30	98.70%
CAJA METALICA COLOR AZUL PARA HERRAMIENTA	1	PZA	\$ 220.00	\$ 220.00	\$ 24,471.30	98.73%
MAZO CABEZA DE HULE BLANCO 22 oz. MCA. URREA	1	PZA	\$ 219.00	\$ 219.00	\$ 24,690.30	98.77%
LIMA PLANA BASTARDA 10" LPB-10 TRUPER	3	PZA	\$ 72.00	\$ 216.00	\$ 24,906.30	98.80%
TIRALINEA METALICO COLOR AMARILLO MCA.SURTEK	1	PZA	\$ 196.50	\$ 196.50	\$ 25,102.80	98.83%
ESCOBA METALICA REFORZADA RECTA 24 DIENTES 130597 MCA. SURTEK (ARAÑA)	1	PZA	\$ 196.00	\$ 196.00	\$ 25,298.80	98.86%
ESPATULA TAPIZADORA 12" MCA. SURTEK	2	PZA	\$ 97.00	\$ 194.00	\$ 25,492.80	98.90%
CHAROLA PLASTICA PROFESIONAL 9" PARA PINTURA MCA. SHERWIN WILIAMS	1	PZA	\$ 189.00	\$ 189.00	\$ 25,681.80	98.93%

CORTATUBOS 350F MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 189.00	\$ 189.00	\$ 25,870.80	98.96%
REGLA "T" DE PLASTICO AZUL DE 60cm.	1	PZA	\$ 180.00	\$ 180.00	\$ 26,050.80	98.98%
EXTENSIONES ELECTRICA DE USO RUDO 15 MTS	1	PZA	\$ 175.00	\$ 175.00	\$ 26,225.80	99.01%
CAUTIN LAPIZ 60 WATTS CAU-60 C/ 3 PUNTAS Y SOPORTE MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 175.00	\$ 175.00	\$ 26,400.80	99.04%
CINCEL PARA CONCRETO 86A 5/8 MCA. URREA	2	PZA	\$ 85.00	\$ 170.00	\$ 26,570.80	99.07%
MANGO PARA RASTRILLO R-16M 152CM (60") MCA. TRUPER	2	PZA	\$ 84.00	\$ 168.00	\$ 26,738.80	99.09%
JUEGO PARA MECANICO SIN ESTUCHE AZUL (LLAVES ESPAÑOLAS) 6 PIEZAS	1	JGO	\$ 165.00	\$ 165.00	\$ 26,903.80	99.12%
RASTRILLO PARA JARDINERIA DIENTES CURVOS MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 165.00	\$ 165.00	\$ 27,068.80	99.14%
POLAINAS PARA SOLDADOR	1	PAR	\$ 165.00	\$ 165.00	\$ 27,233.80	99.17%
CINCEL DE PUNTA PARA CONCRETO 96 5/8 MCA. URREA	2	PZA	\$ 82.00	\$ 164.00	\$ 27,397.80	99.20%
REMACHADORA MCA. SURTEK SERIE 112521	1	PZA	\$ 160.00	\$ 160.00	\$ 27,557.80	99.22%
ANGULO DE SOLDADURA MAGNETICA P/SOLDAR 50LB	2	PZA	\$ 80.00	\$ 160.00	\$ 27,717.80	99.25%
MARRO CON MANGO CORTO DE MADERA MCA. TRUPER DE 3LBS. 21cm.	1	PZA	\$ 156.00	\$ 156.00	\$ 27,873.80	99.27%
MARRO CON MANGO CORTO DE FIBRA DE VIDRIO MCA. SURTEK DE 3LBS.	1	PZA	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 28,023.80	99.30%
ESCUADRA CON NIVEL DE GOTA MCA. SURTEK STAINLESS HARDENED	1	PZA	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 28,173.80	99.32%
REGLA "T" DE PLASTICO NEGRA DE 50cm.	1	PZA	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 28,323.80	99.34%
LLAVES AJUSTABLES CROMADA 8" (PERICA) MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 139.00	\$ 139.00	\$ 28,462.80	99.36%
JUEGO DE JARDINERIA EN ESTUCHE DE PLASTICO C/4 PZA. MCA. SURTEK	1	JGO	\$ 135.00	\$ 135.00	\$ 28,597.80	99.39%
PINZAS DE CORTE DIAGONAL 8" MACA. TRUPER	1	PZA	\$ 128.00	\$ 128.00	\$ 28,725.80	99.41%
GRIFA de 1/2" MCA. TRUPER GRT-19	1	PZA	\$ 128.00	\$ 128.00	\$ 28,853.80	99.43%
TIJERAS PARA PODAR 20" (JARDINERIA) MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 127.00	\$ 127.00	\$ 28,980.80	99.45%
LIMA TRIANGULAR 8"	2	PZA	\$ 60.00	\$ 120.00	\$ 29,100.80	99.47%
MACHETE CACHA NEGRA	2	PZA	\$ 60.00	\$ 120.00	\$ 29,220.80	99.48%
EXTENSIONES ELECTRICAS CON CAJA COLOR NARANJA 11 MTS	1	PZA	\$ 118.00	\$ 118.00	\$ 29,338.80	99.50%
NIVEL TORPEDO MAGNETICO 9" COD. 122110MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 115.00	\$ 115.00	\$ 29,453.80	99.52%
MARRO CON MANGO CORTO DE MADERA 2LBS. 19cm.	1	PZA	\$ 111.00	\$ 111.00	\$ 29,564.80	99.54%
AMARRADOR DE VARILLA MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 109.00	\$ 109.00	\$ 29,673.80	99.56%
LLAVE AJUSTABLE 8" CROMADA CON CRIP (PERICA) MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 109.00	\$ 109.00	\$ 29,782.80	99.57%
BROCA SDS 3/8" X 6" MCA. IRWIN JORAN.	2	PZA	\$ 50.00	\$ 100.00	\$ 29,882.80	99.59%
HACHA MCA SURTEK	1	PZA	\$ 97.82	\$ 97.82	\$ 29,980.62	99.60%
JUEGO DE 6 BROCAS PARA CONCRETO 11295 JBCT-6 MCA. TRUPER	1	JGO	\$ 97.00	\$ 97.00	\$ 30,077.62	99.62%
ARCO JUNIOR DE ALUMINIO 120067	1	PZA	\$ 96.00	\$ 96.00	\$ 30,173.62	99.64%
PINZAS DE CORTE DIAGONAL 6" MACA. TRUPER	1	PZA	\$ 93.00	\$ 93.00	\$ 30,266.62	99.65%
LIMA ESCOFINA MEDIA CAÑA BASTARDAS CON MANGO 120295 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 90.45	\$ 90.45	\$ 30,357.07	99.66%
BROCA P/VIDRIO Y AZULEJO 117703 5/16" COD. BVI-5/16 MCA. TRUPER	2	PZA	\$ 45.00	\$ 90.00	\$ 30,447.07	99.68%

FLEXOMETRO ANTI IMPACTO MCA.MAXTOOL DE 5m.	1	PZA	\$ 89.00	\$ 89.00	\$ 30,536.07	99.69%
JUEGO DE EXTRACTOR "COLA DE COCHINO" PARA TORNILLOS C/ 5 PZS	1	JGO	\$ 88.00	\$ 88.00	\$ 60,624.07	99.71%
BOMBA DESOLDADORA 112557 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 30,709.07	99.72%
LIMA PLANA MUZA 10" LPM-10 TRUPER	1	PZA	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 30,789.07	99.73%
EXTENSION ELECTRICA COLOR AZUL CON FRANJA NEGRA 8 MTS	1	PZA	\$ 80.00	\$ 80.00	\$ 30,869.07	99.75%
MARTILLO MANGO NEGRO	1	PZA	\$ 75.00	\$ 75.00	\$ 30,944.07	99.76%
SERRUCHO BIMETALICO PARA TABLAROCA MANGO AMARILLO C/NEGRO 120900 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 72.00	\$ 72.00	\$ 31,016.07	99.77%
BROCA P/VIDRIO Y AZULEJO 11705 1/2" COD.BVI-1/2 MCA.TRUPER	1	PZA	\$ 70.00	\$ 70.00	\$ 31,086.07	99.78%
TIJERA MANGO NEGRO MCA. MAPED OFFICE	1	PZA	\$ 69.00	\$ 69.00	\$ 31,155.07	99.79%
ESPATULA FLEXIBLE MANGO MADERA ROJO 3" MCA. ÉXITO	3	PZA	\$ 22.50	\$ 67.50	\$ 31,222.57	99.80%
NAVAJA PARA ACRILICO REMPLAZABLE MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 63.00	\$ 63.00	\$ 31,285.57	99.81%
JUEGO DE LLAVES HEXAGONALES T 6" 33168 C/7 PIEZAS	1	JGO	\$ 63.00	\$ 63.00	\$ 31,348.57	99.82%
SEGUETA BIMETALICA SB1-18 MCA. TRUPER	3	PZA	\$ 20.00	\$ 60.00	\$ 31,408.57	99.83%
CEPILLO CERDAS MIXTAS #2	1	PZA	\$ 59.00	\$ 59.00	\$ 31,467.57	99.84%
ACEITERA 6OZ AMARILLO	1	PZA	\$ 59.00	\$ 59.00	\$ 31,526.57	99.85%
CEPILLO CON CERDA SURTEK	1	PZA	\$ 59.00	\$ 59.00	\$ 31,585.57	99.86%
FLEXOMETRO CONTRA IMPACTO FH-3M MCA. TRUPER DE 3m.	1	PZA	\$ 58.00	\$ 58.00	\$ 31,643.57	99.87%
CEPILLO DE ALAMBRE MANGO DE MADERA DIENTES CORTOS	1	PZA	\$ 56.00	\$ 56.00	\$ 31,699.57	99.88%
JUEGO DE PUNTAS MCA. SURTEK	1	JGO	\$ 56.00	\$ 56.00	\$ 31,755.57	99.89%
BROCA P/VIDRIO Y AZULEJO 11704 3/8" COD.BVI-3/8 MCA.TRUPER	1	PZA	\$ 55.00	\$ 55.00	\$ 31,810.57	99.89%
ESPATULA FLEXIBLE MANGO MADERA AMARILLO 2" MCA. SURTEK	3	PZA	\$ 18.00	\$ 54.00	\$ 31,864.57	99.90%
FLEXOMETRO AMARILLO/NEGRO MCA. SURTEK DE 3m.	1	PZA	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 31,918.57	99.91%
HIDROMETRO MARCA RIO AUTOMATIVE	1	PZA	\$ 54.00	\$ 54.00	\$ 31,972.57	99.92%
JUEGO DE 4 CUÑAS PARA RASPAR MANGO DE PLASTICO MCA.FOY	1	JGO	\$ 51.51	\$ 51.51	\$ 32,024.08	99.93%
FLEXOMETRO AMARILLO MCA. FOY 142124 DE 5m.	1	PZA	\$ 51.00	\$ 51.00	\$ 32,075.08	99.94%
JGO. DE 2 DESARMADORES MCA. MAXTOOL	1	JGO	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 62,125.08	99.94%
CALAFATEADORA COLOR AZUL	1	PZA	\$ 48.00	\$ 48.00	\$ 32,173.08	99.95%
REPUESTO PARA RODILLO MCA. EXITO	2	PZA	\$ 23.00	\$ 46.00	\$ 32,219.08	99.96%
BROCA P/VIDRIO Y AZULEJO 11702 1/4" COD.BVI-1/4 MCA.TRUPER	1	PZA	\$ 44.00	\$ 44.00	\$ 32,263.08	99.97%
LIMA REDONDA BASTARDA CON MANGO 120288 MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 42.00	\$ 42.00	\$ 62,305.08	99.97%
CORTA VIDRIOS DE 101F MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 42.00	\$ 42.00	\$ 32,347.08	99.98%
BROCA P/VIDRIO Y AZULEJO 119352 1/4" MCA. SURTEK	1	PZA	\$ 34.00	\$ 34.00	\$ 32,381.08	99.98%
LIMA TRIANGULAR 6"	1	PZA	\$ 26.00	\$ 26.00	\$ 32,407.08	99.99%
DESAMADOR PLANO DR 3/16X4 MCA. TRUPER	1	PZA	\$ 25.00	\$ 25.00	\$ 32,432.08	99.99%
PLASTI PROTECTOR USO LIGERO 2.5 X 6 MCA. COMEX	1	PZA	\$ 20.00	\$ 20.00	\$ 32,452.08	100.00%

Anexo 2

DESCRIPCION MATERIAL	UTILIZACIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO /MX	VALOR DE UTILIZACIÓN (MXN)	VALOR ACUMULA	% ACUMULA	CLASIFICACIÓN O ZONA
THINNER	325.4	LT	\$ 41.05	\$ 13,357.67	\$ 13,357.67	12.20%	A
TAQUETE BLANCO DE PLASTICO EL PRO 1/4"	279	PZA	\$ 1.60	\$ 446.40	\$ 13,804.07	12.60%	
TRAPO INDUSTRIAL	225.6	KG	\$ 39.80	\$ 8,978.88	\$ 22,782.95	20.80%	
ARANDELA CON NEUPRENO DE 1/4"	225	PZA	\$ 1.00	\$ 225.00	\$ 23,007.95	21.01%	
PIJA AUTALADRANTE CAB.HEX 1/4 X 1"	214	PZA	\$ 1.25	\$ 267.50	\$ 23,275.45	21.25%	
REMACHE DE ALUMINIO 3/16" X 1/4" (BOLSA 100 PZS)	196	PZA	\$ 0.80	\$ 156.80	\$ 23,432.25	21.40%	
REMACHE DE ALUMINIO 1/8" X 1/2" (BOLSA CON 100 PZS)	186	PZA	\$ 0.65	\$ 120.90	\$ 23,553.15	21.51%	
ABRAZADERA DE UÑA 3/4"	176	PZA	\$ 2.20	\$ 387.20	\$ 23,940.35	21.86%	
PIJA AUTOTALADRANTE CAB.HEX 1/4 X 1/2"	172	PZA	\$ 0.80	\$ 137.60	\$ 24,077.95	21.98%	
ARANDELA DE PRESION 1 1/2"	163	PZA	\$ 1.00	\$ 163.00	\$ 24,240.95	22.13%	
REMACHE DE ALUMINIO 5/32" X 1/2" (BOLSA CON 100PZS)	139	PZA	\$ 1.20	\$ 166.80	\$ 24,407.75	22.29%	
HILO PARA DESBROZADORA STIHL 2.4 MM. / 0.095" 261 M/856 1 LIBRA	129	MTS	\$ 1.41	\$ 181.89	\$ 24,589.64	22.45%	
ARANDELA PLANA ALA ANCHA 1/4	114	PZA	\$ 0.40	\$ 45.60	\$ 24,635.24	22.49%	
PIJA AUTOTALADRANTE CAB.HEX 1/4 X 1 1/2"	102	PZA	\$ 1.36	\$ 138.72	\$ 24,773.96	22.62%	
ARANDELA PLANA ALA ANCHA 5/8	96	PZA	\$ 0.60	\$ 57.60	\$ 24,831.56	22.67%	
CINCHO COLOR BLANCO 100 MMX2.5MM SURTEK	85	PZA	\$ 0.50	\$ 42.50	\$ 24,874.06	22.71%	
DISCO DE CORTE P /METAL AUSTROMEX COD. 756 DE 4-1/2 X 3/64 X 7/8 "	78	PZA	\$ 52.50	\$ 4,095.00	\$ 28,969.06	26.45%	
SILICON BLANCO PEPE 280ML	76	PZA	\$ 63.00	\$ 4,788.00	\$ 33,757.06	30.82%	
TAPA VERDE PVC CONDUIT P/CAJA ELECTRICA 4 X 4"	73	PZA	\$ 3.21	\$ 234.33	\$ 33,991.39	31.04%	
CABLE THW 600 V 75°C/90°C CAL. 12 blanco	72.1	MTS	\$ 9.53	\$ 687.11	\$ 34,678.50	31.66%	
ARANDELA DE PRESION 3/4	72	PZA	\$ 0.80	\$ 57.60	\$ 34,736.10	31.72%	
ARANDELA PLANA ALA ANCHA GALV. 1/2"	66	PZA	\$ 0.50	\$ 33.00	\$ 34,769.10	31.75%	
ABRAZADERA UÑA 1/2" FU0248 FULGORE	64	PZA	\$ 1.50	\$ 96.00	\$ 34,865.10	31.83%	
PIJA PARA TABLAROCA 5/32 X 1"	61	PZA	\$ 0.41	\$ 25.01	\$ 34,890.11	31.86%	
TAQUETE EXPANSIVO Z 3/8" (10mm.) X 2" BROCA DE 5/8"	60	PZA	\$ 9.98	\$ 598.80	\$ 35,488.91	32.40%	
CAJA CUADRADA DE PLASTICO VERDE. 4 x 4 3/4"	59	PZA	\$ 4.16	\$ 245.44	\$ 35,734.35	32.63%	
CINCHO COLOR NEGRO 200 MMX3.6MM SURTEK	59	PZA	\$ 0.96	\$ 56.64	\$ 35,790.99	32.68%	
HERBICIDA AGRICOLA/LIQUIDO SOLUBLE 950ML GLYSATO	57	PZA	\$ 250.00	\$ 14,250.00	\$ 50,040.99	45.69%	
ABRAZADERA UNICANAL 2 1/2"	56	PZA	\$ 18.00	\$ 1,008.00	\$ 51,048.99	46.61%	
COMEX 100 PRIMARIO GRIS	51.5	LTS	\$ 68.42	\$ 3,523.63	\$ 54,572.62	49.83%	
TAQUETE PARA TABLA ROCA PLASTICO (MURO FALSO/COLA DE COCHINO) THORSMAN	49	PZA	\$ 1.74	\$ 85.26	\$ 54,657.88	49.91%	
ABRAZADERA UNICANAL 2"	48	PZA	\$ 13.96	\$ 670.08	\$ 55,327.96	50.52%	
PIJA AUTOTALADRANTE CAB.HEX. 3/8 X1/4 X 3"	48	PZA	\$ 1.50	\$ 72.00	\$ 55,399.96	50.58%	

SILICON TRANSPARENTE PEPE 280 ML	41	PZA	\$ 65.98	\$ 2,705.18	\$ 58,105.14	53.05%
BROCHA MANGO DE PLASTICO NIKA 2"	38	PZA	\$ 15.08	\$ 573.04	\$ 58,678.18	53.58%
SIKAFLEX 1A 300ML.	35	PZA	\$ 33.25	\$ 1,163.75	\$ 59,841.93	54.64%
CINTA AISLAR SUPER 33 Scotch (8132- Y 7822) OC-#8132	33	PZA	\$ 55.54	\$ 1,832.82	\$ 61,674.75	56.31%
DISCO DE CORTE P/METAL AUSTROMEX COD. 778 DE 4-1/2 X 0.040 X 7/8 X 7/8 "	32	PZA	\$ 52.50	\$ 1,680.00	\$ 63,354.75	57.85%
CEPILLO COPA TRENZADA DE ACERO MCA. CINASA752650/ TENAZI 2855/EASY CUT 2886 DE 3"	31	PZA	\$ 54.52	\$ 1,690.12	\$ 65,044.87	59.39%
PINTURA FLASCH COAT ESMALTE ALQUIDALICO DE SECADO RAPIDO, COLOR VERDE TPT COM	30	LTS	\$ 176.50	\$ 5,295.00	\$ 70,339.87	64.22%
TAQUETE EXPANSIVO TX 1/2"	30	PZA	\$ 21.00	\$ 630.00	\$ 70,969.87	64.80%
FUSIBLE 10X38 DE 32AMP. MCA. FERRAZ	30	PZA	\$ 12.50	\$ 375.00	\$ 71,344.87	65.14%
PIJA PARA TABLAROCA 3"	30	PZA	\$ 1.50	\$ 45.00	\$ 71,389.87	65.18%
CONECTOR CONDUIT PVC TIPO PESADO 1/2" (13mm.)	28	PZA	\$ 3.50	\$ 98.00	\$ 71,487.87	65.27%
ARANDELA PLANA GALVANIZADA 5/16"	27	PZA	\$ 0.50	\$ 13.50	\$ 71,501.37	65.29%
TAQUETE ARPON 3/8" X 3"	26	PZA	\$ 5.00	\$ 130.00	\$ 71,631.37	65.40%
CINTA MASKING 2" (NAVITECK)	25	PZA	\$ 56.26	\$ 1,406.50	\$ 73,037.87	66.69%
DISCO DE DESBASTE P/METAL AUSTROMEX COD. 2004 DE 4-1/4 X 1/4 X 7/8"	24	PZA	\$ 36.00	\$ 864.00	\$ 73,901.87	67.48%
CINTA TEFLON 1" X 13.2m CTF-1/2#1250 TRUPER	24	PZA	\$ 17.40	\$ 417.60	\$ 74,319.47	67.86%
CONECTOR CONDUIT PVC TIPO PESADO 3/4"	24	PZA	\$ 4.64	\$ 111.36	\$ 74,430.83	67.96%
TIZA PARA METAL	23	PZA	\$ 8.90	\$ 204.70	\$ 74,635.53	68.15%
CAJA CONDULTS FS 3/4"	22	PZA	\$ 78.00	\$ 1,716.00	\$ 76,351.53	69.71%
ABRAZADERA UNICANAL 1 1/2"	22	PZA	\$ 12.63	\$ 277.86	\$ 76,629.39	69.97%
COPE GALV. 3/4"	20	PZA	\$ 13.00	\$ 260.00	\$ 76,889.39	70.21%
BROCHA MANGO DE PLASTICO NIKA 3"	19	PZA	\$ 23.78	\$ 451.82	\$ 77,341.21	70.62%
ABRAZADERA GALV. TIPO PERA DE 3/4"	19	PZA	\$ 3.30	\$ 62.70	\$ 77,403.91	70.67%
LIJA FANDELI J-73 # 50	18	PZA	\$ 12.50	\$ 225.00	\$ 77,628.91	70.88%
ESPUMA EXPANSIVA MAX FILL 340ml	18	PZA	\$ 110.00	\$ 1,980.00	\$ 79,608.91	72.69%
APAGADOR SENCILLO MCA. BTICINO	16	PZA	\$ 40.23	\$ 643.68	\$ 80,252.59	73.28%
CAJA CONDULTS FS 1/2"	15	PZA	\$ 68.00	\$ 1,020.00	\$ 81,272.59	74.21%
CABLE THW 600 V 75°C/90°C CAL. 10 blanco	15	MTS	\$ 12.93	\$ 193.95	\$ 81,466.54	74.38%
TAPA DE PVC VERDE DE 3X3	15	PZA	\$ 3.55	\$ 53.25	\$ 81,519.79	74.43%
FIJADOR DE ROSCAS LOCTITE 262	15	PZA	\$ 196.00	\$ 2,940.00	\$ 84,459.79	77.12%
COMEX 100 PRIMARIO BLANCO	14	LTS	\$ 68.42	\$ 957.88	\$ 85,417.67	77.99%
SILICON POLYSTO 300 ML	14	PZA	\$ 55.00	\$ 770.00	\$ 86,187.67	78.70%
COPE PVC HIDRAULICO 1/2"	14	PZA	\$ 30.00	\$ 420.00	\$ 86,607.67	79.08%
ABRAZADERA TIPO Ω GALVANIZADA DE 3/4 "	14	PZA	\$ 3.51	\$ 49.14	\$ 86,656.81	79.12%
SUJETADOR MARIPOSA 3/16" X 2 1/2"	13	PZA	\$ 5.80	\$ 75.40	\$ 86,732.21	79.19%
TAQUETE ADHERIBLE BASE PARA CINCHO 3/4" X 3/4"	13	PZA	\$ 2.80	\$ 36.40	\$ 86,768.61	79.23%
CONECTOR RECTO LICUATITE ELT-200 2"	12	PZA	\$ 69.87	\$ 838.44	\$ 87,607.05	79.99%

A

COPLE PVC HID. 3/4"	12	PZA	\$ 18.00	\$ 216.00	\$ 87,823.05	80.19%
LIJA FANDELI C-99 # 80	12	PZA	\$ 9.54	\$ 114.48	\$ 87,937.53	80.29%
ABRAZADERA UNICANAL 1/2"	12	PZA	\$ 7.87	\$ 94.44	\$ 88,031.97	80.38%
MANGUERA TRANSPARENTE 1/4"	12	MTS	\$ 3.50	\$ 42.00	\$ 88,073.97	80.42%
TAQUETE DE PLASTICO COLOR ROJO 1/4"	12	PZA	\$ 0.40	\$ 4.80	\$ 88,078.77	80.42%
MANGUERA TRANSPARENTE 3/4"	11.5	MTS	\$ 15.48	\$ 178.02	\$ 88,256.79	80.58%
PLACA PARA INTERPERIE DUPLEX COOPER	11	PZA	\$ 43.54	\$ 478.94	\$ 88,735.73	81.02%
COPLE CPVC 3/4	11	PZA	\$ 20.00	\$ 220.00	\$ 88,955.73	81.22%
TAPA GALVANIZADA P/CAJA ELECTRICA 4 X 4"	11	PZA	\$ 5.00	\$ 55.00	\$ 89,010.73	81.27%
MORDAZA GALV. 32 MM	11	PZA	\$ 50.00	\$ 550.00	\$ 89,560.73	81.77%
REPUESTO P/RODILLO DE 9" (FELPA RUGOSO 3/4") MCA. ÉXITO 19AEX00119	10	PZA	\$ 51.04	\$ 510.40	\$ 90,071.13	82.24%
CLAVIJA PLASTICA ATERRIZADA 3 POLOS-3 HILOS VOLTECK	10	PZA	\$ 22.00	\$ 220.00	\$ 90,291.13	82.44%
CABLE THW 600 V 75°C/90°C CAL. 10 negro	10	MTS	\$ 12.92	\$ 129.20	\$ 90,420.33	82.56%
CONECTOR GLANDULA DE ALUMINIO 3/4"	9	PZA	\$ 20.62	\$ 185.58	\$ 90,605.91	82.73%
WD-40 382ML.	9	PZA	\$ 78.00	\$ 702.00	\$ 91,307.91	83.37%
ACEITE DE DOS TIEMPOS SURTEK, STIHIL(80ML)	9	PZA	\$ 21.00	\$ 189.00	\$ 91,496.91	83.54%
CONECTOR GLANDULA NYLON P/CABLE EXTERIOR NPT 1"	9	PZA	\$ 13.08	\$ 117.72	\$ 91,614.63	83.65%
BROCHA MANGO DE PLASTICO SURTEK 123311 DE 1"	9	PZA	\$ 10.00	\$ 90.00	\$ 91,704.63	83.73%
CINTA ADHESIVA PARA DUCTO INDUSTRIAL GRIS 48 X 45 CM. TC1063 TOOLCRAFT	9	PZA	\$ 92.80	\$ 835.20	\$ 92,539.83	84.49%
BANDA IMPERMEABILIZANTE DE ALUMIO 25C M X 10MTS (PRESTO-BAND)	8	PZA	\$ 500.00	\$ 4,000.00	\$ 96,539.83	88.15%
COPLE PVC HID. 1"	8	PZA	\$ 60.00	\$ 480.00	\$ 97,019.83	88.59%
FOTOCELDA FOTOCONTROL TORK 2024, INTERMATIC LC4521MX(120V)	8	PZA	\$ 90.78	\$ 726.24	\$ 97,746.07	89.25%
ABRAZADERA TIPO Ω GALVANIZADA DE 1 1/4"	8	PZA	\$ 4.64	\$ 37.12	\$ 97,783.19	89.28%
ABRAZADERA TIPO Ω GALVANIZADA DE 1"	8	PZA	\$ 4.00	\$ 32.00	\$ 97,815.19	89.31%
ABRAZADERA DE UÑA 1 1/2"	8	PZA	\$ 5.00	\$ 40.00	\$ 97,855.19	89.35%
CINTA PARA AISLAMIENTO INSSU 0.17MM X 48MM X 25 M	7	PZA	\$ 85.00	\$ 595.00	\$ 98,450.19	89.89%
NIPLE GALV. 3/4 X 4"	7	PZA	\$ 14.00	\$ 98.00	\$ 98,548.19	89.98%
SEGUETA BIMETALICA SB1-18 MCA. TRUPER	7	PZA	\$ 12.00	\$ 84.00	\$ 98,632.19	90.06%
CODO PVC DE 3/4" x 90°	7	PZA	\$ 3.50	\$ 24.50	\$ 98,656.69	90.08%
TAQUETE DE CAMISA 3/4" X 5 1/2"	7	PZA	\$ 23.04	\$ 161.28	\$ 98,817.97	90.23%
CAJA CUADRADA DE PLASTICO VERDE 3 X 3 DE 1/2"	7	PZA	\$ 5.05	\$ 35.35	\$ 98,853.32	90.26%
PINTURA ESMALTE PREMIUM DE MAXIMA DURABILIDAD COMEX 100 NEGRO	6.3	LTS	\$ 161.50	\$ 1,017.45	\$ 99,870.77	91.19%
PINTURA SPRAY EN AEROSOL COMEX COLOR BLANCO BRILLANTE DE 400 ML C/U	6	PZA	\$ 135.00	\$ 810.00	\$ 100,680.77	91.93%
CONECTOR LICUATITE 1"	6	PZA	\$ 49.00	\$ 294.00	\$ 100,974.77	92.20%
CODO PVC 1"	6	PZA	\$ 6.90	\$ 41.40	\$ 101,016.17	92.23%
TAPA DE CONTACTO DUPLEX EATON-LEVITON-BTICINO 5320	6	PZA	\$ 6.20	\$ 37.20	\$ 101,053.37	92.27%
TAPA PARA CONTACTO DOBLE VENTANA BTICINO	6	PZA	\$ 5.60	\$ 33.60	\$ 101,086.97	92.30%
ABRAZADERA SIN FIN DE 3/4"	6	PZA	\$ 4.90	\$ 29.40	\$ 101,116.37	92.33%
CONECTOR HEMBRA PVC HIDRAULICO 1/2"	6	PZA	\$ 2.57	\$ 15.42	\$ 101,131.79	92.34%
PEGAMENTO PVC AZUL REFORZADO WET BLUE (473 ML)	5	PZA	\$ 219.00	\$ 1,095.00	\$ 102,226.79	93.34%
DESODIXANTE Y FOSFATIZANTE COMEX BOTELLA DE 960 ML	5	PZA	\$ 89.70	\$ 448.50	\$ 102,675.29	93.75%
CINTA BARRICADA "PRECAUCION" AMARILLO	5	PZA	\$ 73.66	\$ 368.30	\$ 103,043.59	94.09%
CAJA REGISTRO (CONDULET) LL 3/4"	5	PZA	\$ 45.77	\$ 228.85	\$ 103,272.44	94.29%
PEGAMENTO PVC MASTERPROF (125ML)	5	PZA	\$ 44.00	\$ 220.00	\$ 103,492.44	94.50%
CONECTOR LICUATITE 3/4"	5	PZA	\$ 35.00	\$ 175.00	\$ 103,667.44	94.66%
CEPILLO DE ALAMBRE MANGO DE PLASTICO SURTEK	5	PZA	\$ 30.00	\$ 150.00	\$ 103,817.44	94.79%
REMACHE DE ALUMINIO 3/32" X 1/2" (BOLSA CON 100PZS)	5	BOLSA	\$ 22.90	\$ 114.50	\$ 103,931.94	94.90%

B

14.71%

CONECTOR PARA MANGUERA DE AIRE 3/4"	5	PZA	\$ 21.86	\$ 109.30	\$ 104,041.24	95.00%
BROCHA MANGO DE PLASTICO NIKA DE 1 1/2"	5	PZA	\$ 11.60	\$ 58.00	\$ 104,099.24	95.05%
DIELECTRICO K-I III BOTELLA DE 1LT.	5	PZA	\$ 105.00	\$ 525.00	\$ 104,624.24	95.53%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) T 3/4"	4	PZA	\$ 217.55	\$ 870.20	\$ 105,494.44	96.32%
SILICON RTV GRISMEGA QUIMICA TF FORMA JUNTEX 80MI.	4	PZA	\$ 189.00	\$ 756.00	\$ 106,250.44	97.01%
BISAGRA CUADRADA DE ACERO COLOR DORADO DE LIBRO 4"	4	PZA	\$ 95.00	\$ 380.00	\$ 106,630.44	97.36%
TAPA CIEGA BTICINO COLOR MARFIL	4	PZA	\$ 25.00	\$ 100.00	\$ 106,730.44	97.45%
CINTA SELLA ROSCAS 1" x 520" MCA.DOGUTULS	4	PZA	\$ 17.40	\$ 69.60	\$ 106,800.04	97.52%
REDUCCION BUSHING PVC HID. 2" X 1 1/2"	4	PZA	\$ 14.50	\$ 58.00	\$ 106,858.04	97.57%
BISAGRA TUBULAR 1/2"	4	PZA	\$ 14.50	\$ 58.00	\$ 106,916.04	97.62%
CINTA CANELA 48mm x 50m TRUPER CCA-50 COD. 12554	4	PZA	\$ 13.50	\$ 54.00	\$ 106,970.04	97.67%
CONECTOR CONDUIT 3/4"	4	PZA	\$ 8.50	\$ 34.00	\$ 107,004.04	97.70%
LIJA FANDELI C-99 # 120	4	PZA	\$ 7.20	\$ 28.80	\$ 107,032.84	97.73%
CAJA CUADRADA GALV. 3 X 3 3/4"	4	PZA	\$ 4.16	\$ 16.64	\$ 107,049.48	97.74%
COPELE CPVC 1/2"	4	PZA	\$ 3.00	\$ 12.00	\$ 107,061.48	97.75%
CINCHO COLOR AMARILLO 100 MMX2.5MM SURTEK	4	PZA	\$ 0.50	\$ 2.00	\$ 107,063.48	97.76%
PEGAMENTO CPVC SILER (480GRS.)	3	PZA	\$ 126.28	\$ 378.84	\$ 107,442.32	98.10%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) T 1"	3	PZA	\$ 72.52	\$ 217.56	\$ 107,659.88	98.30%
CONECTOR MACHO DE TUBO PLUS 25 mm X 3/4"	3	PZA	\$ 51.48	\$ 154.44	\$ 107,814.32	98.44%
PORTA CANDADO 3"	3	PZA	\$ 37.00	\$ 111.00	\$ 107,925.32	98.54%
CLAVIJA BLINDADA ATERRIZADA ALTO VOLTAJE 15A 125V COOPER 2867-BOX	3	PZA	\$ 14.00	\$ 42.00	\$ 107,967.32	98.58%
BARNIZ TINTA COMEX (1LTS)	2	LTS	\$ 195.50	\$ 391.00	\$ 108,358.32	98.94%
CODO PVC SANITARIO 4" 100mm. X 90°	2	PZA	\$ 96.00	\$ 192.00	\$ 108,550.32	99.11%
CONECTOR HEMBRA DE TUBO PLUS 25 mm X 3/4"	2	PZA	\$ 38.50	\$ 77.00	\$ 108,627.32	99.18%
CONECTOR LICUATITE 1 1/4"	2	PZA	\$ 38.19	\$ 76.38	\$ 108,703.70	99.25%
BISAGRA CUADRADA DE ACERO INOX. DE LIBRO CAB.PLANA MCA.HERMEX 3 X 3"	2	PZA	\$ 23.00	\$ 46.00	\$ 108,749.70	99.30%
KOLA LOKA 2 GRS.	2	PZA	\$ 22.00	\$ 44.00	\$ 108,793.70	99.34%
CLAVIJA O CONTACTO ELECTRICO INDUSTRIAL USO RUDO 15A 125V COPPER 2887	2	PZA	\$ 20.00	\$ 40.00	\$ 108,833.70	99.37%
BISAGRA TUBULAR 3/4"	2	PZA	\$ 14.50	\$ 29.00	\$ 108,862.70	99.40%
LIMA TRIANGULAR PESADO #6 #4091-6 BELLOTA	2	PZA	\$ 14.00	\$ 28.00	\$ 108,890.70	99.42%
CONECTOR HEMBRA PVC HIDRAULICO 1 1/2"	2	PZA	\$ 13.00	\$ 26.00	\$ 108,916.70	99.45%
COPELE PVC HID. 4"	2	PZA	\$ 9.47	\$ 18.94	\$ 108,935.64	99.47%
FUSIBLE STEREN # 5	2	PZA	\$ 8.38	\$ 16.76	\$ 108,952.40	99.48%
CODO PVC 1/2" x 90°	2	PZA	\$ 5.00	\$ 10.00	\$ 108,962.40	99.49%
LIJA FANDELI DO81 # 80	2	PZA	\$ 5.00	\$ 10.00	\$ 108,972.40	99.50%
PEGAMENTO U.H.U 125 ML	2	PZA	\$ 89.00	\$ 178.00	\$ 109,150.40	99.66%
COPELE DE TUBO PLUS DE 25mm	2	PZA	\$ 11.00	\$ 22.00	\$ 109,172.40	99.68%
ARANDELA DE PRESION GALV. 1/2"	2	PZA	\$ 0.80	\$ 1.60	\$ 109,174.00	99.68%
LIMPIADOR SUAVE BAR REEPERS FRIEND (737ML)	1	PZA	\$ 82.90	\$ 82.90	\$ 109,256.90	99.76%

CAJA REGISTRO (CONDULETS) LB 3/4"	1	PZA	\$ 45.77	\$ 45.77	\$ 109,358.35	99.85%
BROCHA MANGO DE PLASTICO NIKI 4"	1	PZA	\$ 36.00	\$ 36.00	\$ 109,394.35	99.88%
CONECTOR GALV. 3/4"	1	PZA	\$ 31.90	\$ 31.90	\$ 109,426.25	99.91%
TEE PVC SANITARIO 2"	1	PZA	\$ 31.50	\$ 31.50	\$ 109,457.75	99.94%
CURVA GALVANIZADA PARED DELGADA 3/4"	1	PZA	\$ 27.00	\$ 27.00	\$ 109,484.75	99.97%
COPEL CONDUIT PARED DELGADA 1"	1	PZA	\$ 14.00	\$ 14.00	\$ 109,498.75	99.98%
CODO GALV. 3/4"	1	PZA	\$ 9.00	\$ 9.00	\$ 109,507.75	99.99%
FUSIBLE STEREN # 2	1	PZA	\$ 8.38	\$ 8.38	\$ 109,516.13	100.00%
CONECTOR MACHO PVC HIDRAULICO 3/4"	1	PZA	\$ 3.50	\$ 3.50	\$ 109,519.63	100.00%
ARANDELA PLANA ALA ANCHA 1 1/2"	1	PZA	\$ 1.50	\$ 1.50	\$ 109,521.13	100.00%
CINCHO COLOR VERDE-F 100 MMX2.5MM SURTEK	0	PZA	\$ 0.50	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
BANDA PARA CARRO HI-POWER B40	0	PZA	\$ 150.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CINCHO COLOR NEGRO 300 MMX4.6MM SURTEK 114213-VOLTECK CIN-5030	0	PZA	\$ 1.04	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
DISCO LAMINADO PARA METAL TIPO A TENAZIT 4 1/2 X 5/8" -11H	0	PZA	\$ 70.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
DISCO DE CORTE P/METAL AUSTROMEX COD. 733 DE 14 X 1/8 X 1"	0	PZA	\$ 28.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CINCHO COLOR VERDE OLIVO 100 MMX2.5MM SURTEK	0	PZA	\$ 0.50	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CINCHO COLOR AZUL 100 MMX2.5MM SURTEK	0	PZA	\$ 0.50	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
GIS DE REPUESTO P/TIRALINEAS TRUPER COD. 18576 DE 226 GRS.	0	PZA	\$ 26.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
SOLDADURA CON NÚCLEO DE RESINA 50/50 SOL-50/50 TRUPER DE 450GRS.	0	PZA	\$ 209.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
FUNDENTE PARA SOLDADURA COBRE PASTA SILER 75GRS.	0	PZA	\$ 190.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
BROCHA MANGO DE PLASTICO NIKI 6"	0	PZA	\$ 45.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
BROCHA PELO DE CAMELLO PERFECT/COMEX 3"	0	PZA	\$ 23.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
GRAPA DE ACERO FEFORZADO 1/2"	0	PZA	\$ 12.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
BISAGRA PARA MALLA CICLONICA 3"	0	PZA	\$ 95.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
BASES PARA EXTINTOR	0	PZA	\$ 63.80	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
PORTA CANDADO 4"	0	PZA	\$ 69.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
PICA PORTE (PASADOR LP40LOZ 15")	0	PZA	\$ 35.80	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
PICA PORTE (PASADOR LP40LOZ 18")	0	PZA	\$ 80.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
SENSOR DE HUMO FSP-851	0	PZA	\$ 699.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) LB 1/2"	0	PZA	\$ 38.61	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) LB 1 1/4"	0	PZA	\$ 180.00	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) LB 1"	0	PZA	\$ 73.26	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULET) LR 1 "	0	PZA	\$ 73.26	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULET) LR 3/4"	0	PZA	\$ 45.77	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) T 1 1/2"	0	PZA	\$ 104.89	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) T 1/2"	0	PZA	\$ 186.57	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) T 1 1/4"	0	PZA	\$ 151.74	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) T 2"	0	PZA	\$ 293.14	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULET) LR 2 1/2"	0	PZA	\$ 129.91	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%
CAJA REGISTRO (CONDULETS) LB 2 1/2"	0	PZA	\$ 125.76	\$ -	\$ 109,521.13	100.00%

C

Anexo 3

PLANTILLA PARA CALCULO DE TAMAÑO DE LOTE ECONOMICO CON RESTRICCIONES												
				Objetivo	35,000							
						DELTA (δ)	2.427484339					
		COSTO POR UNIDAD (c)	482.56	Costo total	\$41,499.03			\$34,999.94		\$35,000.45		
		COSTO DE PEDIDO (S)	482.56									
		TASA DE INTERES ANUAL	0.17						Tiempo de entrega L	10		
		COSTO DE MANTENER	82.0352									
No.	PRODUCTO	DEMANDA	COSTO	Qopt	Costo total	Incremento	Qoptδ	COSTOδ	Final Qopt	COSTO FINAL	Demanda diaria d	R
1	Thinner	325.4	\$41.05	61.87	\$2,539.76	3590.50894	54.27	\$2,227.78	54	\$2,216.70	3.62	36
2	Taquete blanco de plástico el pro 1/4"	279	\$1.60	57.29	\$91.66	656.376087	254.54	\$407.26	255	\$408.00	3.1	31
3	Trapo industrial	225.6	\$39.80	51.52	\$2,050.50	2943.75554	45.89	\$1,826.42	46	\$1,830.80	2.51	25
4	Arandela con neopreno de 1/4"	225	\$1.00	51.45	\$51.45	465.995708	289.14	\$289.14	289	\$289.00	2.5	25
5	Pija auto taladrante Cab. Hex. 1/4 x 1"	214	\$1.25	50.18	\$62.73	508.103926	252.21	\$315.26	252	\$315.00	2.38	24
6	Remache de aluminio 3/16" x 1/4" (bolsa 100 pzs.)	196	\$0.80	48.02	\$38.42	389.012617	301.72	\$241.38	302	\$241.60	2.18	22
7	Remache de aluminio 1/8" x 1/2" (bolsa con 100 pzs.)	186	\$0.65	46.78	\$30.41	341.588946	326.07	\$211.95	326	\$211.90	2.07	21
8	Abrazadera de uña 3/4"	176	\$2.20	45.5	\$100.10	611.305541	172.41	\$379.30	172	\$378.40	1.96	20
9	Pija auto taladrante cab.hex 1/4 x 1/2"	172	\$0.80	44.98	\$35.98	364.418046	282.64	\$226.11	283	\$226.40	1.91	19
10	Arandela de presión 1 1/2"	163	\$1.00	43.79	\$43.79	396.628995	246.1	\$246.10	246	\$246.00	1.81	18
11	Remache de aluminio 5/32" x 1/2" (bolsa con 100pzs)	139	\$1.20	40.44	\$48.53	401.225642	207.46	\$248.95	207	\$248.40	1.54	15
12	Hilo para desbrozadora stihl 2.4 mm. / 0.095" 261 m/856 1 libra	129	\$1.41	38.96	\$54.93	418.981714	184.37	\$259.96	184	\$259.44	1.43	14
13	Arandela plana ala ancha 3/4"	114	\$0.40	36.62	\$14.65	209.784346	325.41	\$130.16	325	\$130.00	1.27	13
14	Pija auto taladrante cab.hex 1/4 x 1 1/2"	102	\$1.36	34.64	\$47.11	365.898137	166.93	\$227.02	167	\$227.12	1.13	11
15	Arandela plana ala ancha 5/8	96	\$0.60	33.61	\$20.17	235.777251	243.82	\$146.29	244	\$146.40	1.07	11
16	Cincho color blanco 100 mmx2.5mm surtek	85	\$0.50	31.62	\$15.81	202.528023	251.33	\$125.67	251	\$125.50	0.94	9
17	Disco de corte p/metal austromex cód. 756 de 4-1/2 x 3/64 x 7/8 "	78	\$52.50	30.29	\$1,590.23	1988.00563	23.5	\$1,233.75	24	\$1,260.00	0.87	9
18	Silicón blanco pepe 280ml	76	\$63.00	29.9	\$1,883.70	2149.64987	21.17	\$1,333.71	21	\$1,323.00	0.84	8
19	Tapa verde pvc conduit p/caja eléctrica 4 x 4"	73	\$3.21	29.31	\$94.09	475.559218	91.92	\$295.06	92	\$295.32	0.81	8
20	Cable thw 600 v 75°c/90°c cal. 12 blanco	72.1	\$9.53	29.12	\$277.51	814.338074	53.02	\$505.28	53	\$505.09	0.8	8
21	Arandela de presión 3/4"	72	\$0.80	29.1	\$23.28	235.777251	182.87	\$146.30	183	\$146.40	0.8	8
22	Arandela plana ala ancha galv. 1/2"	66	\$0.50	27.87	\$13.94	178.462769	221.46	\$110.73	221	\$110.50	0.73	7
23	Abrazadera uña 1/2" fu0248 fulgore	64	\$1.50	27.44	\$41.16	304.387122	125.91	\$188.87	126	\$189.00	0.71	7
24	Pija para tabla roca 5/32 x 1"	61	\$0.41	26.79	\$10.98	155.362966	235.12	\$96.40	235	\$96.35	0.68	7
25	Taquete expansivo z 3/8" (10mm.) x 2" broca de 5/8"	60	\$9.98	26.57	\$265.17	760.206456	47.26	\$471.65	47	\$469.06	0.67	7
26	Caja cuadrada de plástico verde. 4 x 4 3/4"	59	\$4.16	26.35	\$109.62	486.702222	72.59	\$301.97	73	\$303.68	0.66	7
27	cincho color negro 200 mmx3.6mm surtek	59	\$0.96	26.35	\$25.30	233.804185	151.11	\$145.07	151	\$144.96	0.66	7
28	Herbicida agrícola/liquido soluble 950ml glyrato	57	\$250.00	25.9	\$6,475.00	3708.49835	9.2	\$2,300.00	9	\$2,250.00	0.63	6
29	Abrazadera unicanal 2 1/2"	56	\$18.00	25.67	\$462.06	986.327005	34	\$612.00	34	\$612.00	0.62	6
30	Comex 100 primario gris	51.5	\$68.42	24.61	\$1,683.82	1844.10569	16.72	\$1,143.98	17	\$1,163.14	0.57	6

31	Taquete para tabla roca plástico (muro falso/cola de cochino)thorsman	49	\$1.74	24.01	\$41.78	286.855593	102.29	\$177.98	102	\$177.48	0.54	5
32	Abrazadera unicanal 2"	48	\$13.96	23.76	\$331.69	804.181329	35.74	\$498.93	36	\$502.56	0.53	5
33	Pija auto taladrante cab.hex. 3/8 x1/4 x 3"	48	\$1.50	23.76	\$35.64	263.60698	109.04	\$163.56	109	\$163.50	0.53	5
34	Silicón transparente pepe 280 ml	41	\$65.98	21.96	\$1,448.92	1615.80423	15.19	\$1,002.24	15	\$989.70	0.46	5
35	Brocha mango de plástico nika 2"	38	\$15.08	21.14	\$318.79	743.674905	30.6	\$461.45	31	\$467.48	0.42	4
36	Sikaflex 1a 300ml.	35	\$33.25	20.29	\$674.64	1059.79168	19.78	\$657.69	20	\$665.00	0.39	4
37	Cinta aislar súper 33 scotch (8132- y 7822) oc-#8132	33	\$55.54	19.7	\$1,094.14	1329.99671	14.86	\$825.32	15	\$833.10	0.37	4
38	Disco de corte p/metal austromex cód. 778 de 4-1/2 x 0.040 x 7/8 x 7/8 "	32	\$52.50	19.4	\$1,018.50	1273.34269	15.05	\$790.13	15	\$787.50	0.36	4
39	Cepillo copa trenzada de acero mca. cinasa752650/ tenazi 2855/easy cut 2886 de 3" (carda)	31	\$54.52	19.1	\$1,041.33	1277.17212	14.54	\$792.72	15	\$817.80	0.34	3
40	Pintura flasch coat esmalte alquidalico de secado rápido, color verde tpt comex	30	\$176.50	18.79	\$3,316.44	2260.59957	7.95	\$1,403.18	8	\$1,412.00	0.33	3
41	Taquete expansivo tx 1/2"	30	\$21.00	18.79	\$394.59	779.759963	23.04	\$483.84	23	\$483.00	0.33	3
42	Fusible 10x38 de 32amp. Mca. ferraz	30	\$12.50	18.79	\$234.88	601.597872	29.86	\$373.25	30	\$375.00	0.33	3
43	Pija para tabla roca 3"	30	\$1.50	18.79	\$28.19	208.399616	86.2	\$129.30	86	\$129.00	0.33	3
44	Conector conduit pvc tipo pesado 1/2" (13mm.)	28	\$3.50	18.15	\$63.53	307.541477	54.52	\$190.82	55	\$192.50	0.31	3
45	Arandela plana galvanizada 5/16"	27	\$0.50	17.82	\$8.91	114.145171	141.65	\$70.83	142	\$71.00	0.3	3
46	Taquete arpón 3/8" x 3"	26	\$5.00	17.49	\$87.45	354.211236	43.96	\$219.80	44	\$220.00	0.29	3
47	Cinta masking 2" (naviteck)	25	\$56.26	17.15	\$964.86	1165.09282	12.85	\$722.94	13	\$731.38	0.28	3
48	Disco de desbaste p/metal austromex cód. 2004 de 4-1/4 x 1/4 x 7/8"	24	\$36.00	16.8	\$604.80	913.161366	15.74	\$566.64	16	\$576.00	0.27	3
49	Cinta teflón 1" x 13.2m ctf-1/2#1250 truper	24	\$17.40	16.8	\$292.32	634.849677	22.64	\$393.94	23	\$400.20	0.27	3
50	Conector conduit pvc tipo pesado 3/4"	24	\$4.64	16.8	\$77.95	327.834963	43.84	\$203.42	44	\$204.16	0.27	3
51	Tiza para metal	23	\$8.90	16.45	\$146.41	444.477293	30.99	\$275.81	31	\$275.90	0.26	3
52	Caja conduits fs. 3/4"	22	\$78.00	16.09	\$1,255.02	1286.91333	10.24	\$798.72	10	\$780.00	0.24	2
53	Abrazadera unicanal 1 1/2"	22	\$12.63	16.09	\$203.22	517.849634	25.44	\$321.31	25	\$315.75	0.24	2
54	Cople galv. 3/4"	20	\$13.00	15.34	\$199.42	500.930334	23.91	\$310.83	24	\$312.00	0.22	2
55	Brocha mango de plástico nika 3"	19	\$23.78	14.95	\$355.51	660.348785	17.23	\$409.73	17	\$404.26	0.21	2
56	Abrazadera galv. tipo pera de 3/4"	19	\$3.30	14.95	\$49.34	245.993951	46.25	\$152.63	46	\$151.80	0.21	2
57	Lija fandelí j-73 # 50	18	\$12.50	14.55	\$181.88	465.995708	23.13	\$289.13	23	\$287.50	0.2	2
58	Espuma expansiva máx. fill 340ml	18	\$110.00	14.55	\$1,600.50	1382.36667	7.8	\$858.00	8	\$880.00	0.2	2
59	Apagador sencillo mca. bticino	16	\$40.23	13.72	\$551.96	788.180463	12.16	\$489.20	12	\$482.76	0.18	2
60	Caja conduits fs 1/2"	15	\$68.00	13.28	\$903.04	992.180629	9.05	\$615.40	9	\$612.00	0.17	2
61	Cable thw 600 v 75°C/90°C cal. 10 blanco	15	\$12.93	13.28	\$171.71	432.648846	20.76	\$268.43	21	\$271.53	0.17	2
62	Tapa de pvc verde de 3x3	15	\$3.55	13.28	\$47.14	226.699449	39.62	\$140.65	40	\$142.00	0.17	2
63	Fijador de roscas loctite 262	15	\$196.00	13.28	\$2,602.88	1684.47404	5.33	\$1,044.68	5	\$980.00	0.17	2
64	Comex 100 primario blanco	14	\$68.42	12.83	\$877.83	961.493185	8.72	\$596.62	9	\$615.78	0.16	2
65	Silicón polysto 300 ml	14	\$55.00	12.83	\$705.65	862.057075	9.73	\$535.15	10	\$550.00	0.16	2
66	Cople pvc hidráulico 1/2"	14	\$30.00	12.83	\$384.90	636.671344	13.17	\$395.10	13	\$390.00	0.16	2
67	Abrazadera tipo Ω galvanizada de 3/4 "	14	\$3.51	12.83	\$45.03	217.775106	38.5	\$135.14	39	\$136.89	0.16	2
68	Sujetador mariposa 3/16" x 2 1/2"	13	\$5.80	12.37	\$71.75	269.759241	28.86	\$167.39	29	\$168.20	0.14	1
69	Taquete adherible base para cincho 3/4" x 3/4"	13	\$2.80	12.37	\$34.64	187.430969	41.53	\$116.28	42	\$117.60	0.14	1
70	Conector recto licuatite elt-200 2"	12	\$69.87	11.88	\$830.06	899.552785	7.99	\$558.26	8	\$558.96	0.13	1