



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LA
EMPRESA ASTAP APLICANDO LA HOMOLOGÍA PERSISTENTE

AUTOR

Addis Scarlett Abalco Dias

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LA
EMPRESA ASTAP APLICANDO LA HOMOLOGÍA PERSISTENTE

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera en Producción Industrial

Profesor Guía

PhD. Mauricio Angel Angel

Autora

Addis Scarlett Abalco Dias

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Optimización del Sistema de Gestión de Inventarios de la empresa ASTAP aplicando la Homología Persistente, a través de reuniones periódicas con el estudiante Addis Scarlett Abalco Dias, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Mauricio Angel Angel

Doctor en Ciencias, mención Matemáticas

CI: 1756975098

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo Optimización del Sistema de Gestión de Inventarios de la empresa ASTAP aplicando la Homología Persistente, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Roque Alejandro Morán Gortaire

Master of Science

CI: 1704903317

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Addis Scarlett Abalco Dias

CI: 1720136009

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Marco Rodríguez, Gerente de ASTAP, y todos sus colaboradores, por hacer posible el desarrollo exitoso de este trabajo. A Juan Carlos García, por todo su valioso apoyo. A Susana Ochoa, por brindarme su valiosa amistad. A Mauricio Angel, por ser el único que con una parábola, anécdota o historia matemática, lograba que vea las cosas con más claridad. A Christian Chimbo, por impulsar mi crecimiento personal y académico. A Omar Flor, por sus valiosos consejos. A Javier Benítez, por ser un excelente amigo.

DEDICATORIA

“Si he logrado ver más lejos ha sido porque he subido a hombros de gigantes”

Isaac Newton

A Dios por el infinito amor y bondad que siempre me ha acompañado en mi camino.

A mis amados padres Inés y Ernesto, por ser esos gigantes que han sido como dos estrellas brillantes en el cielo que siempre han iluminado mi vida, incluso en la noche más oscura.

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en la optimización del sistema de gestión de inventarios de la empresa ASTAP, mediante la aplicación del análisis topológico de datos (ATD), con la finalidad de identificar las variables significativas de la nube de datos de inventarios, para, en base a éstas, realizar una segmentación ABC de los productos y plantear un modelo adecuado de inventario.

ABSTRACT

The present work focuses on the optimization of the inventory management system of the company ASTAP, through the application of topological data analysis (ATD), in order to identify the significant variables of the inventory data cloud, for, in base a, perform an ABC segmentation of the products and propose an adequate model of inventory.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Definición sobre inventario, tipos, función e importancia.....	4
2.2 Tipos de costos asociados al inventario	7
2.3 Modelos matemáticos para la gestión de inventarios.....	8
2.4 Métodos para el manejo de inventarios	19
2.5 Técnicas y herramientas para el análisis de datos	22
2.6 Terminología adicional para manejo de inventarios.....	25
3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	27
3.1 Historia.....	27
3.2 Giro de negocio.....	28
3.3 Localización	28
3.4 Estructura Organizacional	28
3.5 Funcionamiento de las áreas	29
3.6 Tipo de proyectos.....	32
3.7 Proveedores	32
3.8 Clientes	33
3.9 Productos y Servicios	34
3.10 Manejo del almacén	34
3.11 Planteamiento de la situación actual de la empresa	36
3.11.1 Consecuencias de no tener adecuadamente organizada la información ..	41

4. ANÁLISIS DE DATOS	41
4.1 Análisis descriptivo.....	41
4.2 Análisis topológico de datos	50
4.3 Análisis de Conglomerados	51
4.4 Análisis de Componentes Principales	53
4.5 Análisis mediante la aplicación de Homología Persistente	56
5. PROPUESTA DE MEJORA	62
5.1 Aplicación de MCABC	62
5.2 Aplicación de modelo EOQ.....	67
5.3 Método de Conteo Cíclico	78
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
6.1 CONCLUSIONES.....	79
6.2 RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS	83

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de las empresas, independientemente de su giro de negocio o tamaño, son conscientes de que, para mantenerse competitivas en el mercado, es indispensable que adopten varias estrategias que impacten directamente en la optimización de recursos, reducción de costos y en el aumento de la productividad. Una forma de lograr todo esto es aplicando diferentes técnicas de la Teoría de Inventarios, que permita tener una adecuada gestión en el manejo de inventarios, de una determinada empresa. Mantener un buen nivel de inventario y gestionarlo adecuadamente es esencial si se desea optimizar recursos, reducir costos, aumentar la rentabilidad y competitividad de la empresa. Estas son algunas de las razones, por las que el presente trabajo, se enfoca en la optimización del sistema de gestión de inventarios de la empresa ASTAP mediante la aplicación de una nueva herramienta, que permite identificar patrones de comportamiento de la nube de datos de inventario y luego elegir el modelo de inventario que se adapte mejor a las necesidades de la empresa, esta herramienta se llama: la Homología Persistente.

Actualmente en el almacén se maneja el inventario acorde a la metodología FIFO, es decir lo que primero ordenan, primero venden, esto es lo que ocurre la mayoría de veces, cuando el producto llega a bodega automáticamente en un lapso de 48 horas, lo entregan al cliente, sin embargo, hay cierta cantidad de inventario que se va quedando y al final lo que ocurre es que pasa mucho tiempo antes de que este stock vuelva a rotar.

No se utiliza ningún tipo de software o sistema para la gestión de inventarios que les indique cuándo y cuánto ordenar, tampoco existe una persona que controle la rotación de inventarios o la cantidad de SKUs existentes, por lo que a menudo se produce el caso de que un área solicita que se importe un producto y resulta que otra área lo tenía ya en bodega.

Cada determinado tiempo se stockean de ciertos productos como repuestos, que la empresa empíricamente sabe que son los que más rotan. La mayoría de veces la empresa no sabe si en realidad los SKUs del almacén están rotando o no y

con qué frecuencia lo hacen, incluso ocurre que hay algunos productos que llevan en el almacén más de un año sin rotar.

El costo de mantener este nivel de inventario, ha ido incrementando con el transcurso del tiempo. Según los datos obtenidos en el año 2014 se tenía un costo de \$222.000,00, luego en el año siguiente 2015 el costo incremento a \$318.000,00, hasta que en año 2016 el costo anual fue de \$ 385.400,00, el valor real del año 2017 aún no se ha dado a conocer oficialmente, pero se estima que será un valor de \$400.000,00.

En conclusión, el problema que presenta ASTAP es que tiene una alta cantidad de SKUs en bodega sin segmentar, ni controlar. Adicionalmente gran parte del inventario que se encuentra en el almacén, aparentemente está congelado es decir sin rotar desde el año 2014 hasta la presente fecha, lo que implica que la empresa incurra en un alto costo por mantener ese inventario, presentar una disminución en su liquidez financiera, también ocasiona pérdidas desde el punto de vista de costo de oportunidad, entre otros aspectos.

El objetivo general de este trabajo de titulación, es optimizar el sistema de gestión de inventarios, mediante la aplicación de la homología persistente, para la reducción de costos y la mejora del manejo de inventarios de la empresa ASTAP.

Los objetivos específicos son:

- ❖ Obtener todos los datos referentes a la gestión de inventarios
- ❖ Analizar la situación actual de la empresa, con respecto al manejo de inventarios.
- ❖ Identificar las estructuras algebraicas que se formaron dentro del conjunto de datos analizados, para la determinación de la interrelación de determinadas variables.
- ❖ Escoger el modelo matemático y validarlo para la comprobación de que sea el adecuado para la situación de la empresa, para lo cual se utilizarán técnicas de análisis topológico de datos y softwares especializados.

- ❖ Realizar la propuesta del modelo de gestión de inventarios que se ha escogido para mejorar el manejo de inventarios de la empresa ASTAP.

El trabajo se va a enfocar sólo en una de las tres bodegas que maneja la empresa, se va centrar sólo en la Bodega S5, debido a que los costos, han ido incrementando en el transcurso del tiempo, convirtiéndose en un valor significativo para la empresa, se va a proponer un modelo matemático, que logre ayudar a gestionar de manera óptima los niveles de inventarios que maneja ASTAP.

En la primera fase se comenzará por obtener los datos respecto a todo lo que sea referente con inventarios. Luego se organizará los datos en una sola base de datos unificada, para realizar el análisis de estos datos mediante el uso de la homología persistente, técnicas de análisis topológico de datos y softwares especializados.

Existen una gran diversidad de herramientas para analizar datos, pero pocas logran identificar con exactitud los patrones que forman entre las variables de una nube de datos. La nueva herramienta de Análisis Topológico de Datos, permite encontrar estos patrones y así permite identificar de forma más clara y precisa el comportamiento de los datos.

Después del análisis de datos, se procederá a identificar las distintas estructuras que se formaron, las cuales indicaran las relaciones existentes entre variables de los datos analizados. Finalmente, en base a esta información, la siguiente fase será escoger un modelo matemático de inventario adecuado, con la finalidad de presentarlo a la empresa como propuesta de mejora.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se dará a conocer la terminología que el lector necesita conocer previamente a la lectura del presente trabajo, para que tenga una mejor comprensión del mismo.

2.1 Definición sobre inventario, tipos, función e importancia

- **Definición de inventario**

El término “inventario”, tiene varias definiciones. Según lo que menciona Coyle (2009), desde el punto de vista contable, el inventario es un activo en el balance financiero y un gasto variable en el estado de resultados.

Otra definición, tomada del libro de Chase (2016), plantea que el inventario, es la existencia de una pieza o cualquier tipo de recurso que se utilice en la organización.

Es la cantidad de mercancía existente para un determinado tiempo en el almacén.

Conjunto de bienes corpóreos, tangibles y en existencia, propios y de disponibilidad inmediata para su consumo (materia prima), transformación (productos en procesos) y venta (mercancías y productos terminados) (Perdomo, p.72).

- **Definición y objetivo del control de inventarios**

Según menciona Coyle (2009), el control de inventario es el conjunto de procedimientos que se utilizan para determinar la disponibilidad de los productos, en el momento, lugar, cantidad y calidad adecuada.

- **Definición de sistema de inventario**

Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles, que se encargan de establecer los niveles óptimos de inventarios, cuando es el momento de reabastecerse, el tamaño del pedido.

La mayoría de los sistemas de inventario presentan dos problemas importantes, el primero es mantener el control adecuado de cada ítem del inventario y el segundo, es garantizar que se lleven los registros precisos de las existencias disponibles (Chase, 2016).

- **Objetivo del análisis de inventario**

En cualquier tipo de industria, de manufactura o servicio. Las dos razones principales para analizar el inventario son: Determinar el momento preciso de reabastecimiento y la segunda razón es para especificar, el tamaño del pedido (Chase, 2016).

- **Definición de gestión de inventarios**

El momento en el que se menciona la palabra de gestión, implícitamente se está refiriendo a definir políticas y controles para monitorear que los niveles de los inventarios sean los correctos. Dentro de la gestión de inventarios, existen 3 actividades fundamentales que son: determinación de las existencias, análisis de los inventarios, control de la producción (FIAEP, 2016).

En cada empresa se debe establecer un adecuado sistema de gestión de inventarios, que se adapte al “*core bussiness*” del negocio. Existen varios métodos para gestionar adecuadamente el inventario, dos alternativas, pueden ser:

- 1.- Clasificar los artículos del inventario, a este método también se lo conoce como Análisis ABC.
- 2.- Mantener registros de inventarios exactos.

- **Importancia del inventario**

Algunas de las razones para mantener un adecuado manejo del inventario son:

- 1.- Cubrir la variación de la demanda.
- 2.- Protegerse contra la variación en el tiempo de entrega de los pedidos.

3.- Aprovechar los descuentos basados en el tamaño de pedido.

Además, siempre es necesario recordar que mantener un inventario es costoso y que impactan directamente en la rentabilidad de la empresa (Chase, 2016).

- **Función del inventario**

Una de las funciones importantes del buen manejo de inventarios, es dar mayor flexibilidad a los procesos de la empresa. Existen cuatro funciones principales del inventario que son:

- 1) En el caso de una empresa de manufactura, la función del inventario, es permitir separar las diferentes partes del proceso productivo.
- 2) En el caso de empresas minoristas, le permite a la empresa reducir el impacto de rotura de stock, ante las fluctuaciones de la demanda.
- 3) Permite reducir los costes de mercancías por la compra de grandes volúmenes y de esta manera aprovechar los descuentos por cantidad.
- 4) Otra de las funciones del buen manejo de inventarios, es proteger a la empresa de la inflación y el aumento de los precios.

- **Tipos de Inventarios**

En general, se puede clasificar a los inventarios de la siguiente manera:

- Inventarios de materias primas: En el caso de las empresas de manufactura, son los materiales que se compran, previamente a ser procesados.
- Inventario de trabajos en curso o semielaborados: Son productos que ya no son materias primas, pero que tampoco son productos terminados.
- Inventario MRO (Mantenimiento, reparación y operación): Son los artículos que se utilizan para el mantenimiento, reparación y operación de las máquinas y los procesos.

- Inventario de productos acabados: Son productos que ya están terminados y sólo están esperando a ser enviados.

Cada empresa puede tener cualquiera de estos tipos de inventarios. Esto dependerá del giro de negocio de la empresa (Chase,2016)

2.2 Tipos de costos asociados al inventario

- **Costos de inventario**

Para determinar el costo de inventario, es indispensable considerar los principales costos asociados, que son: el costo de pedir, el costo de mantener o almacenar y el costo de agotamiento o faltantes (Stephen, 2003)

- **Costo de mantener**

En los costos de mantenimiento, están inmersos los costos de instalaciones de almacenamiento, el manejo, seguros, desperdicios y daños, obsolescencia, depreciación, impuesto y el costo de oportunidad del capital. Este tipo de costos, favorece a los bajos niveles de inventario y la reposición frecuente. (Chase, 2016).

- **Costo de pedir**

En los costos de pedidos, se encuentran los costos administrativos y de oficina por preparar la orden de compra, dentro de este tipo de costos, también se incluyen a los costos asociados con el mantenimiento del sistema que se necesita para rastrear a los pedidos (Chase, 2016).

- **Costo de faltantes**

Este tipo de costos, se produce cuando se agotan la existencia de un producto, pieza o insumo en bodega y para cubrir el pedido y se debe esperar hasta que el faltante, se vuelva a solicitar para cubrir la demanda, pero, aunque se logre cubrir la demanda, el costo asociado por faltantes ya se produjo (Chase, 2016).

- **Costo de Logística entrante**

Se encuentra relacionado con la inspección, recepción, el transporte (movilización de la mercancía), este coste si es dependiente del volumen de la orden de compra (Stephen, 2003).

- **Costo de capital**

Le hace referencia a la inversión, los intereses sobre el capital de trabajo y también al costo de oportunidad del dinero que invirtió en el inventario (Stephen, 2003).

- **Costos de servicios de inventario**

Dentro de estos costos se encuentran el seguro, la TI y aplicaciones como equipos RFDI, también se considera el manejo físico que implica al talento humano que se necesita para estas operaciones. También se incluye los gastos por el control de inventario y el recuento de ciclos (Stephen, 2003).

- **Costo de riesgo de inventario**

Este tipo de costes cubren a los productos en el caso de que puedan sufrir algún tipo de desvalorización a lo largo del periodo de almacenamiento, especialmente en el caso de productos perecederos. Los costes de riesgos incluyen la merma del inventario, por obsolescencia, por pérdidas, costo de almacenamiento no capitalizable (Stephen, 2003).

2.3 Modelos matemáticos para la gestión de inventarios

Existen varios tipos de modelos matemáticos, que se utilizan para la optimización del sistema de gestión de inventario. Según lo que menciona Hillier (2010), la clasificación de los modelos de inventarios, según el tipo de demanda, está dividida en: Modelos Determinísticos y Modelos Estocásticos.

En el caso de tener una demanda conocida, se utilizará un modelo determinístico, pero cuando no se puede predecir con precisión el

comportamiento de la demanda, es necesario utilizar un modelo de inventario estocástico. A continuación, se describirán algunos de estos modelos.

- **Modelo de la cantidad económica de pedido (EOQ)**

Según Heizer (2007), el modelo EOQ, es un modelo determinístico, su investigación comenzó en el año de 1915. Este modelo, se lo utiliza como una técnica, que permite el adecuado control de inventarios. Entre sus ventajas, se encuentran: la minimización de los costes totales de lanzamiento y de almacenamiento. Antes de emplearlo, se debe tomar los siguientes criterios:

- 1.- La demanda es conocida, constante e independiente
- 2.- El plazo de aprovisionamiento (tiempo desde que se cursó el pedido, hasta que se recibe la mercancía) es conocido y constante, y dentro de este modelo es cero.
- 3- No existe la posibilidad de descuentos por cantidad.
- 4.- Los únicos costes que son variables, son los costos de preparación y los costos de mantener el inventario.
- 5.- Se evitan las roturas de stock, si se realizan los pedidos en el momento adecuado.

Heizer (2007), el modelo EOQ, permite realizar un pedido de tamaño óptimo y corresponde al punto en el que el coste total de preparación es igual al coste total de almacenamiento.

Los pasos para el desarrollo del modelo son los siguientes:

- 1.- Desarrollo de la fórmula de los costes de preparación o lanzamiento.
- 2.- Desarrollo de la fórmula de los costes de almacenamiento

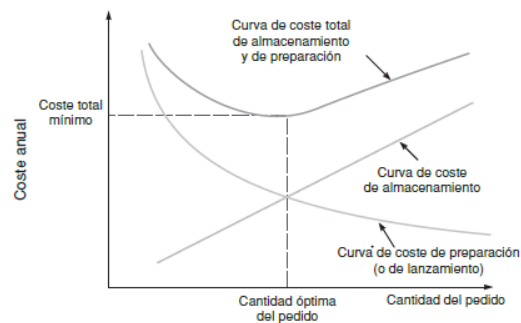


Figura 1. Coste total en función de la cantidad de pedido.

Adaptada de Heizer, 2007.

3.- Igualar los costes de almacenamiento y de preparación

4.- Resolver la ecuación para calcular el tamaño óptimo de pedido

Las variables necesarias para el cálculo de los costes de preparación y de almacenamiento y encontrar el valor Q^* , son las siguientes:

Q = Número de unidades por pedido

Q^* = Número óptimo de unidades por pedido (EOQ)

D = Demanda anual en unidades de artículo de inventario

S = Coste de preparación o de lanzamiento de cada pedido

H = Coste de almacenamiento por unidad y año

1.- Coste de preparación anual = (Número de pedidos lanzados por año) * (Coste de preparación o lanzamiento por pedido)

Coste de preparación anual = (Demanda anual/Número de unidades por pedido) * (Coste de preparación por pedido)

$$\text{Coste de preparación anual} = \left(\frac{D}{Q}\right) S \quad (\text{Ecuación 1})$$

2.- Coste de almacenamiento anual = (Nivel de inventario medio) *(Coste de almacenamiento por unidad y año)

Coste de preparación anual = (Cantidad del pedido/2) *(Coste de almacenamiento por unidad por año)

$$\text{Coste de almacenamiento anual} = \left(\frac{Q}{2}\right) H \quad (\text{Ecuación 2})$$

3.- La cantidad óptima de pedido corresponde al valor en el que el coste de almacenamiento anual es igual al coste de preparación anual:

$$\left(\frac{D}{Q}\right) S = \left(\frac{Q}{2}\right) H \quad (\text{Ecuación 3})$$

4.- Despejar Q, para tener la ecuación de la cantidad óptima del pedido:

$$2DS = Q^2 \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$Q^2 = \frac{2DS}{H} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Adicionalmente, también se puede realizar el cálculo del número de pedidos y del tiempo que transcurre entre pedidos:

$$\text{Número estimado de pedidos} = \frac{\text{Demanda}}{\text{Cantidad óptima de pedido}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$N = \frac{D}{Q^*} \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$\text{Tiempo estimado entre pedidos} = \frac{\text{Número de días laborables por año}}{\text{Número estimado de pedidos}} \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$T = \frac{\text{Número de días laborables por año}}{N} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Otro parámetro que se debe considerar en este modelo EOQ, es el coste variable anual total del inventario, que se calcula de la siguiente manera:

Coste total anual = Coste de preparación + Coste de almacenamiento

$$CT = \left(\frac{D}{Q}\right)S + \left(\frac{Q}{2}\right)H \quad (\text{Ecuación 11})$$

Una de las ventajas del modelo EOQ, es que la curva es muy plana, una de las razones que lo convierte en un modelo robusto. Esto significa que, a pesar de la existencia de errores o variaciones en los costes de preparación, de almacenamiento, en la demanda o incluso en el EOQ, se provocan diferencias relativamente pequeñas en el coste total (Heizer, 2007).

Existen dos preguntas importantes dentro de la gestión de inventarios, *cuánto* y *cuándo* se debe pedir. Para la primera pregunta de ¿cuánto pedir?, se utiliza el modelo EOQ que le permite a la empresa identificar la cantidad óptima a pedir al proveedor. Para la segunda pregunta sobre ¿cuándo pedir?, se debe utilizar el Punto de pedido o Punto de Reorden (Heizer, 2007).

- **Punto de Pedido**

Se utiliza este modelo, cuando el tiempo entre la emisión y recepción de un pedido, llamado plazo de aprovisionamiento o de entrega, no es instantáneo y puede llegar a tardarse varios días, semanas e incluso meses hasta que se lo reciba. Este modelo permite determinar el momento oportuno para realizar el pedido (Heizer, 2007).

El punto de emisión del pedido (PP), viene dado por la siguiente ecuación:

$$PP = (\text{Demanda por día})(\text{Plazo de entrega de un pedido en días}) \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$PP = d * L \quad (\text{Ecuación 13})$$

La demanda por día se calcula de la siguiente manera:

$$d = \frac{D \text{ (Demanda anual)}}{\text{Número de días laborables por año}} \quad (\text{Ecuación 14})$$

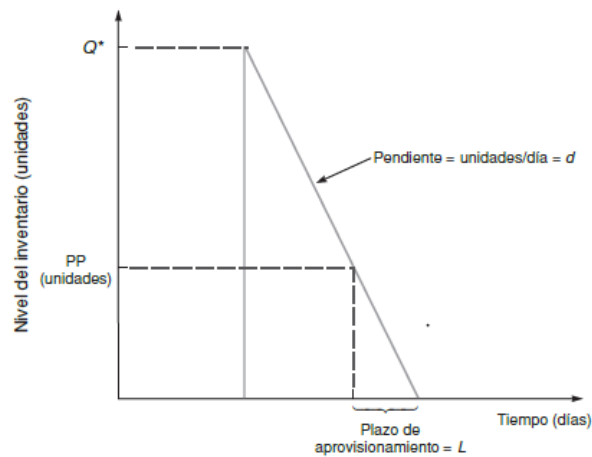


Figura 2. La curva del punto de pedido (PP).

Adaptada de Heizer, 2007.

L = Tiempo de aprovisionamiento, es decir, el tiempo que demora entre colocar el pedido de un producto y recibir la orden en bodega.

- **Punto de Reorden en el caso de Demanda Fija - Lead Time Fijo**

La presente fórmula permite calcular el punto de reorden, y se la utiliza cuando cumple con dos criterios: demanda y el lead time sean fijos.

$$R = \frac{D \text{ (Demanda)}}{\text{Número de días laborables por año}} * (L) \quad (\text{Ecuación 15})$$

- **Modelo determinístico con revisión periódica**

En este modelo de revisión periódica, se debe plantear cuanto producir u ordenar, durante los siguiente "n" periodos, dentro de los cuales se deberá reabastecer el inventario. Lo más usual, al utilizar este modelo es que la orden

de reabastecer el inventario, puede requerir la compra de las unidades o su producción. Las demandas en los respectivos periodos son conocidas, aunque no sean las misma en todos los periodos Frederick (2010).

- **Modelo estocástico con revisión continua**

Los tipos de modelos estocásticos, están diseñados para analizar sistemas de inventarios, donde existe una gran incertidumbre acerca de las demandas futuras.

En este tipo de modelo, se considera un sistema de inventario con revisión continua de un tipo específico de producto, se basa en dos criterios: punto de reorden y cantidad por ordenar. La política de inventario que se utiliza es del punto de reorden, es decir que cuando el producto llegue a un punto R unidades, se coloca una orden Q de unidades, para el reabastecimiento.

$$Q = \sqrt{\frac{2dK}{h}} \sqrt{\frac{p+h}{p}} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Esta fórmula, se utiliza para determinar la cantidad de unidades óptima, que se debe ordenar.

$$R = a + L(b - a) \quad (\text{Ecuación 17})$$

Esta es la fórmula para determinar el punto R, hasta el cual debe llegar el nivel de inventario, antes de realizar una orden de compra para el reabastecimiento. Esto se encuentra asociado con la cantidad de inventario de seguridad, que se debe mantener en el caso de que existan variaciones en la demanda.

$$\text{Inventario de seguridad} = R - E(D) = a + L(b - a) - \frac{a+b}{2} \quad (\text{Ecuación 18})$$

$$= \left(L - \frac{1}{2}\right)(b - a) \quad (\text{Ecuación 19})$$

Con esta fórmula, se puede calcular la cantidad de inventario de seguridad, que se debe tener en almacén, para no generar un desabastecimiento e incumplir con los pedidos de los clientes (Heizer, 2007).

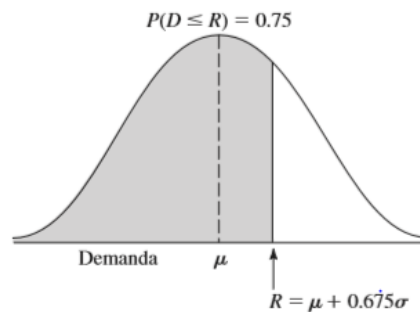


Figura 3. Cálculo del punto de reorden R según el modelo estocástico.

Adaptada de Heizer, 2007.

En la Figura 3., se observa el cálculo del punto de reorden R, según el modelo estocástico con revisión continua, en el caso de que $L=0,75$ y la distribución de probabilidad de la demanda en el tiempo de entrega es una normal con media μ y desviación estándar (Hillier, 2010).

- **Modelos de inventario con demanda conocida e independiente**

En esta parte, se presenta la Tabla 1, referente a las variables que intervienen en los modelos. La Tabla 2., es un resumen de los modelos de inventario, con demanda independiente y conocida, en la Tabla 2 también se encontrarán las formulas detalladas, que se deben utilizar en cada modelo.

Tabla 1.

Definición de variables

TABLA DE LAS VARIABLES QUE INTERVIENEN EN LOS MODELOS	
Q = número de artículos por pedido	I = Coste anual de almacenamiento del inventario como porcentaje del precio
EOQ = Cantidad óptima de pedido (Q^*)	
D = Demanda anual en unidades	μ = Demanda media
S = Coste de preparación o de lanzamiento de cada pedido	σ_{dLT} = Desviación estándar de la demanda durante el plazo de aprovisionamiento (e
H = Coste de almacenamiento por unidad y año en dólares	σ_{dLT} = Desviación estándar del plazo de aprovisionamiento (entrega
p = Tasa de producción diaria	Z = Valor estándar en la curva normal
d = Tasa de demanda diaria	P = precio

<u>DESCRIPCIÓN DEL MODELO</u>	<u>ECUACIONES</u>
Modelo EOQ de la cantidad de pedido en producción	$Q_p^* = \sqrt{\frac{2DS}{H\left(1 - \left(\frac{d}{p}\right)\right)}}$
Coste total para el EOQ y para los modelos EOQ de descuento por cantidad	<p style="text-align: center;">$CT = \text{Coste total}$</p> <p style="text-align: center;">$CT = \text{Coste preparación} + \text{Coste de almacenamiento} + \text{Coste de producto}$</p> $CT = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H + PD$
Modelo EOQ de descuento por cantidad	$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{IP}}$
Modelo probabilístico conociendo la demanda esperada durante el plazo de aprovisionamiento	<p>PP $= \text{Demanda esperada durante plazo de aprovisionamiento} - Z\sigma_{dLT}$</p> <p style="text-align: center;">$\text{Stock de seguridad} = Z\sigma_{dLT}$</p>
Modelo probabilístico con demanda variable y plazo	<p>$PP = (\text{Demanda diaria media} * \text{Plazo de aprovisionamiento}) - Z\sigma_{dLT}$</p>

<p>de aprovisionamiento o constante</p>	
<p>Modelo probabilístico con demanda constante y plazo de aprovisionamiento o variable</p>	$PP = (\text{Demanda diaria} \\ * \text{Plazo de aprovisionamiento medio}) \\ + Z(\text{Demanda diaria})\sigma_{LT}$
<p>Modelo probabilístico con demanda y plazo de aprovisionamiento o variable</p>	$PP = (\text{Demanda diaria media} \\ * \text{Plazo de aprovisionamiento medio}) \\ + Z\sigma_{dLT}$

2.4 Métodos para el manejo de inventarios

- **Análisis ABC**

Es un método para clasificar en tres grupos los artículos disponibles en inventario. La clasificación o segmentación, se la puede hacer por: rotación, rentabilidad o costo, dependerá del enfoque de la empresa. Cuando se realiza una segmentación por rotación y rentabilidad, se tiene un enfoque comercial. El otro enfoque es logístico, cuando se realiza una segmentación por rotación y costo (Heizer, 2007).

En el Análisis ABC, se utiliza el principio de Pareto, en donde plantea que “existen pocos críticos y muchos irrelevantes”.

El objetivo de realizar este Análisis ABC, es definir políticas de inventarios, que enfoquen la mayor parte de los recursos en los pocos artículos más importantes, en los críticos y no en los muchos triviales

- **Fórmulas para realizar el Análisis ABC**

En el presente trabajo, se van a utilizar los dos tipos de segmentaciones, es decir, se va a hacer una doble segmentación, que será por rentabilidad y rotación. Para hacer la primera segmentación por rentabilidad, se debe comenzar por obtener el volumen anual en dólares de cada artículo (VD). Esto se lo obtiene de la multiplicación de la demanda anual (D_a) de cada artículo de inventario por el coste unitario (C_u) (Heizer, 2007).

$$VD = D_a * C_u \quad \text{(Ecuación 20)}$$

En base al cálculo del volumen anual en dólares, se clasificará en tres tipos de clase:

- Clase A: Son aquellos ítems que tengan un volumen anual en dólares alto. Pueden representar aproximadamente un 15% del total de los artículos que se encuentra en el inventario y entre el 70% u 80% del consumo total en dólares.

- Clase B: Son los que tienen un volumen anual en dólares medio. Representan alrededor del 30% de todos los artículos de inventarios. Entre un 15 y 25% del valor total.
- Clase C: Tienen un volumen anual en dólares bajo, que representan un 5% del volumen anual en dólares y el 55% del total de artículos del inventario.

A continuación, en la Fig. 10, se muestra un ejemplo gráficamente de la segmentación considerando el volumen anual en dólares (Heizer, 2007).

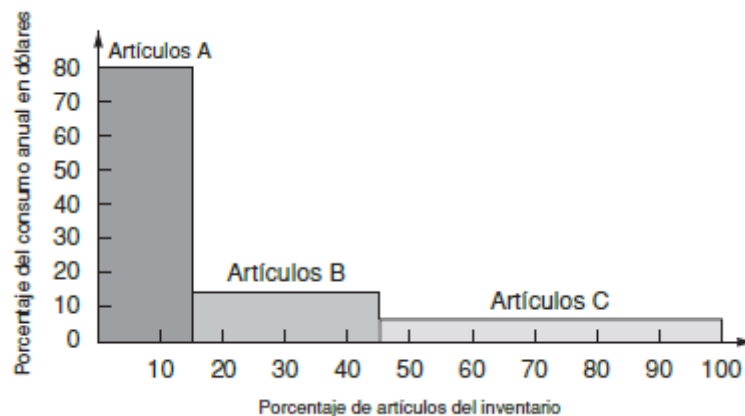


Figura 4. Representación gráfica del Análisis ABC según el volumen anual \$.

Adaptada de Heizar, 2007.

Según Heizer, para la segunda segmentación, se debe comenzar por obtener la rotación del inventario en el año, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Inventario Promedio}} \quad (\text{Ecuación 21})$$

Luego de acuerdo a la rotación de los diferentes productos en bodega, se realiza la segunda segmentación.

Un dato adicional, es que la mayoría de los sistemas automatizados de gestión de inventarios, utilizan el Análisis ABC.

Esta es una forma de realizar una segmentación ABC del inventario, pero también se lo puede realizar utilizando el análisis MCABC

- **Análisis MCABC**

En el anterior método conocido como Análisis ABC, se limita a utilizar un solo criterio, pero si se va a involucrar dos o más criterios, para la clasificación del inventario, entonces se utiliza la: Clasificación ABC Multicriterio, o también llamado MCABC por sus siglas en inglés (Castro, 2011).

Existen diferentes métodos para realizar el Análisis MCABC, entre estos métodos se encuentran:

- El análisis multivariado de clústers
- Proceso analítico jerárquico
- Redes neuronales artificiales
- Optimización Lineal Ponderada
- Lógica fuzzy

Estos son algunos de los métodos que se pueden emplear, pero existen investigaciones en las que generan nuevos métodos, a partir de la combinación de estos (Castro, 2011).

- **Fórmulas para el Análisis MCABC**

Según Castro (2011), en el caso de realizar un Análisis MCABC, primero se debe normalizar los valores de las diferentes variables, debido a que las unidades de cada variable no son iguales. Por ejemplo, las unidades de la demanda, pueden ser en kg., y las unidades del LT puede ser en días, si cada variable tiene diferentes unidades de medida, como en este caso, entonces no se puede comparar las variables, ni hacer ninguna operación entre ellas. La fórmula que permite obtener los valores normalizados de cada variable es:

$$yn_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,..,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,..,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,..,I}\{y_{ij}\}} \quad (\text{Ecuación 22})$$

Donde:

yn_{ij} = Es el valor del criterio j – ésimo para el i – ésimo ítem en inventario
(Ecuación 22)

Se debe tomar en cuenta, que los valores normalizados, se deben encontrar en el rango 0 y 1 y además ser positivos. Luego de normalizar los valores de las variables, se asigna una calificación o puntaje total, a cada variable, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Puntaje Total} = \sum_{i=1}^J w_j yn_{ij} \quad (\text{Ecuación 23})$$

Para el cálculo del puntaje total, se debe tomar en cuenta esta consideración:

$$\sum_{j=i}^J w_j = 1 \quad (\text{Ecuación 24})$$

Esta consideración, expresa que la sumatoria de los pesos asignados a cada variable, debe dar en total 1.

Finalmente, cuando se obtiene el puntaje total de cada variable, se realiza la clasificación ABC, de los ítems del inventario. Considerar que, si el valor del puntaje total es más cercano a 1, entonces significa que son productos de gran importancia, si el valor del puntaje total es más cercano a cero, entonces son productos del inventario, con menos importancia (Castro, 2011).

2.5 Técnicas y herramientas para el análisis de datos

- **Datos**

Existen varias definiciones de datos, algunas de ellas son:

Desde un punto de vista abstracto, los datos son algo parecido a símbolos que representan algo en el mundo real.

De acuerdo a la definición de la ISO IEC 11179, los datos son “una representación reinterpretable de la información de manera adecuada para su procesamiento”.

Otra definición por parte de la asociación profesional de manejo de datos, es que son “la materia prima, para la creación de la información”.

- **Variables**

Las variables son los elementos de los datos, de los cuales se espera que sus valores cambien (Zozus, 2017).

- **Constantes**

Las constantes son elementos de los datos, que mantienen sus valores invariantes (Zozus, 2017).

- **Gestionar datos**

Gestionar datos implica agregar valor a los datos e información iniciales (Zozus, 2017).

- **Ciclo de vida de los datos**

Según Zozus (2017), los datos tienen un ciclo de vida de tres fases:

- La fase originaria, en la cual se recopilan los datos
- La fase activa, durante la cual los datos se van acumulando y cambiando
- La fase inactiva, es en la cual los datos ya no se acumulan, ni cambian.

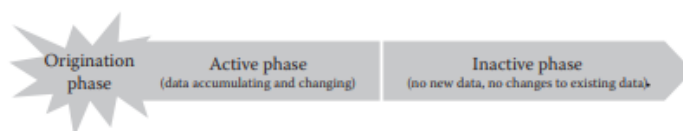


Figura 5. Ciclo de vida de los datos.

Adaptada de Zozus, 2017

- **ATD (Análisis Topológico de datos)**

El análisis topológico de datos es una herramienta matemática, que permite identificar la estructura intrínseca de la nube de datos, para realizar este análisis se involucran elementos y conceptos de topología algebraica, computo e incluso cada vez más probabilidad y estadística (Pérez, 2016).

- **Topología**

Es una de las ramas de la matemática, que se enfoca principalmente en el estudio de formas, estructuras en un espacio topológico (Pérez, 2016).

- **Topología Algebraica**

Es parte de la topología, estudia los espacios topológicos, utilizando herramientas algebraicas, para determinar cuál es “marca” de ese espacio, que lo hace diferente al resto (Pérez, 2016).

- **Grafos**

Se define a un grafo como el conjunto de puntos, vértices, que se encuentran conectados entre sí. Lo realmente importante de estos grafos, son las conexiones de los vértices (Stadler, 2008).

- **Análisis de Componentes Principales**

El ACP, es una técnica estadística, que permite sintetizar la información, para determinar las variables significativas dentro de la nube de datos (Terrádez, sa).

- **Análisis de conglomerados (clúster)**

Es una técnica multivariante que intenta agrupar las variables, para homogenizar los diferentes grupos que existen en la nube (Terrádez, sa).

- **Dendograma**

Es la representación gráfica del análisis de conglomerados, que permite observar la agrupación de las variables (Terrádez, sa).

- **Homología Persistente**

Es una herramienta ideal que permite capturar la estructura de los datos. Consiste en encontrar las características en las diferentes dimensiones del espacio topológico en donde se encuentran los datos. (Martínez, 2015).

- **R**

Es un software libre, que se utiliza para el análisis estadístico de datos.

2.6 Terminología adicional para manejo de inventarios

- **Optimización**

Es un proceso, una acción o metodología que permite que un diseño, sistema o decisión sea la más adecuada y obtenga los mayores beneficios posibles (Calameo,sf).

- **Cadena de Abastecimiento**

Es el conjunto de actividades que se producen desde el momento de la gestión para la obtención de materia prima, hasta cuando se la transforma y se obtiene el producto terminado y llega hasta el cliente final.

- **Determinación de las existencias**

Es el proceso para determinar la cantidad exacta y real que se mantiene en bodega, se utilizan procesos como auditorias de existencias, conteos cíclicos (FIAEP, 2016).

- **Inventario en Tránsito**

Es el que generalmente se mantiene para no desabastecer el momento de que llegue el pedido del cliente, y se debe a que el material debe moverse de un lugar a otro (FIAEP, 2016).

- **Indicadores de los Inventarios**

Los movimientos de cada uno de los materiales a través de la cadena de suministro, es un factor clave para la gestión logística, debido a que de esto dependerá que el reabastecimiento sea en las cantidades adecuadas en función al nivel de servicio que ofrece la empresa, a la operación comercial, y a la logística de la misma (Mora, 2016).

- **Rotación del Inventario**

Es un indicador que permite determinar el número de veces que el inventario ha rotado en un determinado periodo de tiempo, para de esta manera poder determinar la eficiencia del uso del capital de trabajo de la empresa (Heizer, 2017).

- **Stock de Seguridad**

Es el nivel óptimo de productos en el almacén, de tal manera que no exista un exceso ni un déficit de inventario (Chase, 2016).

- **Nivel de Servicio**

Implica que cuando el cliente coloque el pedido, la empresa siempre se va a encontrar en la capacidad de responder a la demanda, un mayor nivel de servicio, implica un mayor costo (Chase, 2016).

- **Almacén**

Es el lugar destinado a guardar toda clase de materiales, como materias primas o productos terminados con la finalidad de precautelar la bienestar e integridad de los productos (FIAEP, 2016).

- **Política de inventario**

Para realizar la formulación de la política de inventario, se debe realizar un minucioso análisis, acerca de la información con respecto a los tiempos de entrega, disponibilidad de materiales, tendencia en los precios de los materiales de compras, tendencia de las demandas (FIAEP, 2016).

- **Punto de Reorden**

También es conocido como ROP o nivel de disparo, dado que mediante este se puede optimizar los niveles de inventario, y optimizar si se lo requiere (Chase, 2016).

- **SKU**

El término SKU en inglés significa *stock keeping unit*, que en español quiere decir, unidad de mantenimiento en stock.

- **Ruptura de stock**

Se refiere a que el cliente coloca la orden, o demanda de una cierta cantidad de producto, pero no se le puede satisfacer, debido a la ausencia de stock en el almacén (Chase, 2016).

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En el capítulo 3, se va describir detalladamente la situación actual de la empresa, se va a describir su historia, giro de negocio, estructura organizacional, proveedores, el tipo de proyectos que realiza, etc., hasta llegar a describir todo lo relacionado con el manejo del inventario.

3.1 Historia

A partir de la II Guerra Mundial, que sucedía en Europa. En el año de 1941, llegaron a Ecuador 3 inmigrantes europeos llamados Ackelberg, Stadker y Patzka, con la iniciativa de traer nuevas tecnologías al país, como cables eléctricos y baterías para automóviles. Con esta idea en mente decidieron crear

una empresa que fusionará sus tres nombres, dando origen al nombre de ASTAP.

3.2 Giro de negocio

La empresa ASTAP se ha especializado en el suministro de soluciones integrales; hidráulicas, mecánicas y eléctricas con tecnología avanzada para las diferentes industrias de agua potable, petróleo, energía, medio ambiente y procesos. Además de brindar servicio postventa.

Para la clasificación de una empresa según su tamaño, la Superintendencia de Compañías se basa en el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, tomando en cuenta dos parámetros principales que son: los ingresos y el número de trabajadores. En base a este análisis, la empresa ASTAP debido a sus ingresos por venta que fueron de \$2.309.796,68 en el año 2016, fue clasificada como una empresa de tamaño grande, independientemente de su número de trabajadores.

Del total de contratos que se maneja anualmente, aproximadamente el 70% de estos proyectos son realizados con empresas públicas y apenas un 30% con empresas privadas.

3.3 Localización

ASTAP se encuentra ubicada en el sector Norte de la ciudad de Quito, en el Edificio de la Previsora, Bloque B, piso 6 oficina 612. Además, tiene 3 bodegas, de las cuales 2 están localizadas en la ciudad de Quito, específicamente la una está en San Antonio y la otra en el subsuelo del mismo Edificio de la Previsora, en donde se encuentra la sede principal, la tercera bodega se encuentra en la ciudad de Guayaquil en Almagro.

3.4 Estructura Organizacional

La estructura organizacional está conformada por la colaboración de 28 trabajadores, quienes se encuentran distribuidos en las siguientes áreas que se presentan a continuación: Área Legal y de Talento Humano, Desarrollo de

Negocios, Contabilidad, Importaciones y Logística, Agua Potable y Saneamiento, Petróleo y Gas y el Área de Vehículos y Proyectos Especiales. Cada una de éstas a su vez tienen sus propias subdivisiones, que se las puede visualizar de mejor forma en el organigrama presentado en la Figura. 6

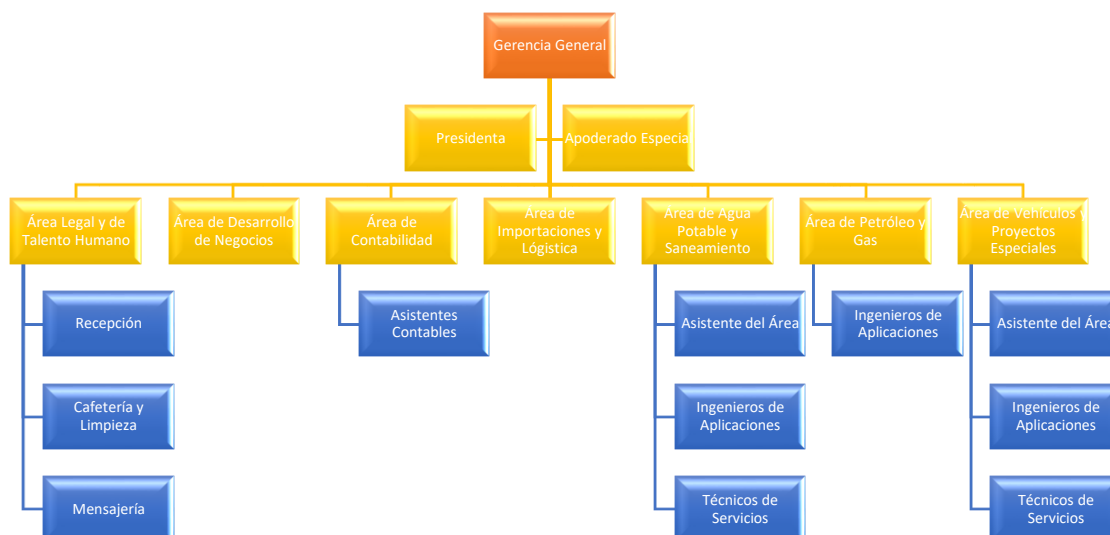


Figura 6. Estructura Organizacional de ASTAP.

3.5 Funcionamiento de las áreas

Cada una de las diferentes áreas, maneja un determinado tipo de proyecto. Dependiendo de la naturaleza del proyecto, éste será ejecutado por cualquiera de las 3 áreas principales: el Área de Vehículos y Proyectos Especiales, la de Petróleo y Gas o el Área de Agua Potable y Saneamiento.

Por ejemplo, si se trata de la adquisición de medidores de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de pulgadas que solicita la EPMAPS, o del mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua, como se observa en la Figura 7., que tienen una duración aproximada entre 30 y 45 días hasta que el cliente cancele por completo su deuda, son proyectos que le corresponderán al Área de Agua Potable y Saneamiento.

Nombre Entidad	Descripción de la compra	Descripción_CPC	Valor Adju
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento	ADQUISICIÓN DE MEDIDORES DE 1/2 Y 3/4 PULGADAS	MEDIDORES DE AGUA POTABLE CHORRO MULTIPLE TIPO B DE BRONCE C	\$ 54.399,00
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA		\$ 8.707,83

Figura 7. Ejemplo de un tipo de Proyecto que maneja el Área de Agua Potable.

Para tener una mejor comprensión del funcionamiento de cada departamento, se realizaron diagramas, que permiten observar la interrelación de cada una de las 3 áreas principales con sus respectivos clientes, productos, proveedores y el stock que manejan en las distintas bodegas. Así por ejemplo en la Figura 8, se observa de manera general las variables con las que interactúa el área de Vehículos y Proyectos Especiales. Es importante resaltar que a visión de esta área es poder diseñar cualquier tipo de vehículo en función de la necesidad del cliente.

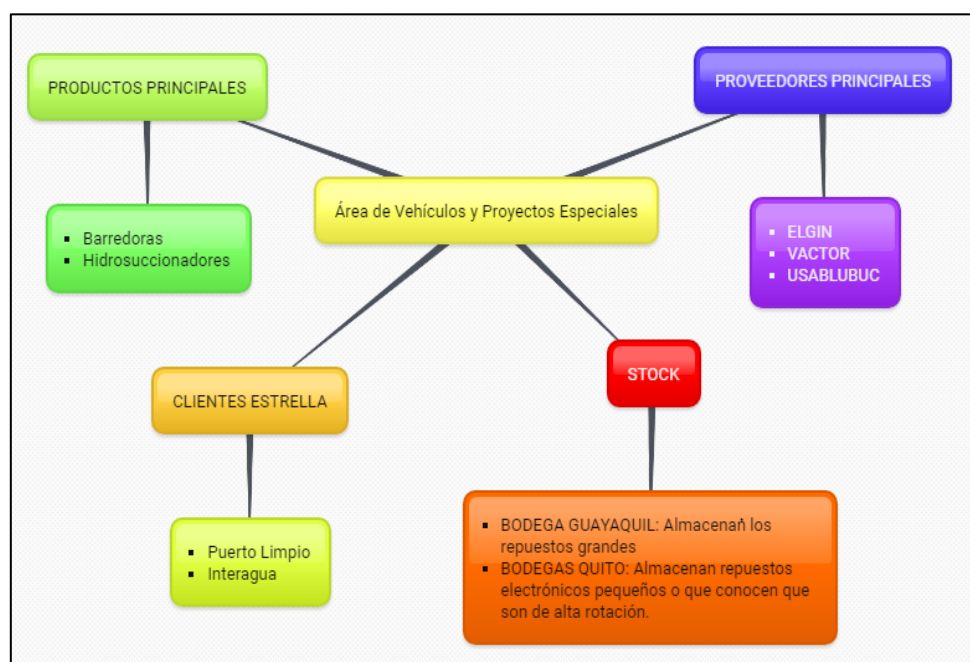


Figura 8. Interrelación del Área de Vehículos y Proyectos Especiales.

En la Figura 9, de manera similar que en el anterior gráfico pueden visualizar las variables que interactúan con el Área de Agua Potable y Saneamiento.

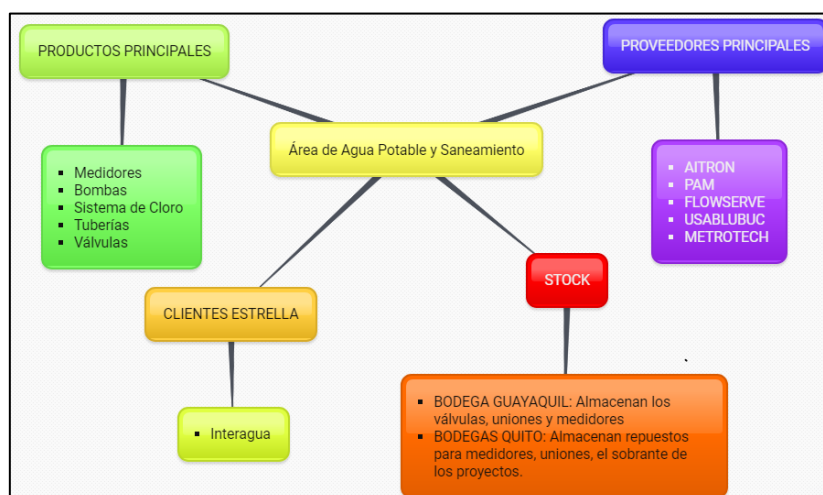


Figura 9. Interrelación del Área de Agua Potable y Saneamiento.

Finalmente, en la Figura 10, se aprecian las variables que interactúan con el Área de Petróleo y Gas.

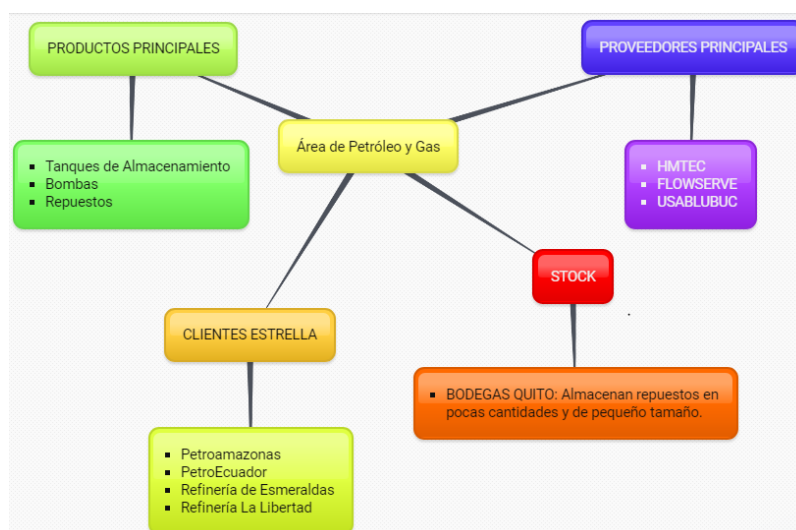


Figura 10. Interrelación del Área de Petróleo y Gas con distintas variables

3.6 Tipo de proyectos

Los tipos de proyectos de los cuales se encarga ASTAP es el suministrar equipos, materiales y brindar el servicio para todo tipo de aplicaciones mecánicas, hidráulicas y eléctricas.

Del total de contratos que se maneja anualmente, aproximadamente el 70% de estos proyectos son realizados con empresas públicas y apenas un 30% con empresas privadas.

En la Figura 11, se observa un ejemplo de uno de los proyectos que maneja el Área de Agua Potable y Saneamiento, en el que, el cliente Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón, solicita un servicio que es el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de agua, o del mantenimiento de sistemas de tratamiento de agua, este proyecto tiene una duración aproximada entre 20 y 30 días hasta que el cliente cancele por completo su deuda, son proyectos que le corresponderán al Área de Agua Potable y Saneamiento y tiene un valor de \$ 8707,83.

Nombre Entidad	Descripción de la compra	Descripción_CPC	Valor Adju
Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento	ADQUISICIÓN DE MEDIDORES DE 1/2 Y 3/4 PULGADAS	MEDIDORES DE AGUA POTABLE CHORRO MULTIPLE TIPO B DE BRONCE C	\$ 54.399,00
GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON	MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA		\$ 8.707,83

Figura 11. Ejemplo de un tipo de Proyecto de Servicio que maneja ASTAP.

3.7 Proveedores

La empresa ASTAP es representante en Ecuador de varios de los más importantes fabricantes internacionales. Varios proveedores que son líderes internacionales en cada una de sus respectivas áreas, has sido representados por ASTAP por más de 50 años, permitiéndoles que sus productos se encuentren operando en diversas industrias e importantes proyectos en varias regiones del Ecuador.

Para brindar este tipo de soluciones, la empresa se apoya en proveedores que han demostrado ser prestigiosas compañías de fabricación como son: USABLUBUC, PAM, FLOWSERVE, VACTOR, ELGIN, entre otras.

Los proveedores del Área de Vehículos Especiales son ELGIN cuando desea solicitar barredoras, VACTOR cuando requiere de Hidrosuccionadores y en el caso de que necesiten otro tipo de productos como repuestos, etc., acuden a USABLUBUC.

En el caso del Área de Agua Potable sus proveedores son: AITRON para medidores, PAM para tuberías, FLOWSER para bombas de agua, METROTECH para localizadores para la detección de fugas de agua, USABLUBUC para diversidad de productos como cloro, repuestos, etc., BLINKJONSON para uniones mecánicas.

Finalmente, el Área de Petróleos son: HMTECH, ITANC, FLOWSERVE, que principalmente se encuentran en EEUU.

3.8 Clientes

Los clientes que maneja ASTAP, son de distinta naturaleza, por lo que se ha clasificado en seis áreas, con la finalidad de tener una mejor comprensión del target al cual esta empresa se encuentra dirigida. Las áreas son:

- Petróleos y Energía
- Agua y Saneamiento
- Constructores y contratistas
- Municipios
- Organismos Públicos
- Otros Clientes

Los principales clientes del Área de Vehículos Especiales son: Puerto Limpio e Interagua porque han sido clientes fieles por más de 10 años, y realizan pedidos al mes de al menos \$10.000.

En el caso del Área de Agua Potables los clientes estrella son Interagua, por razones similares a las mencionadas anteriormente, como el hecho de realice pedido entre \$8000 y \$10000 dólares mensuales de manera regular.

En el caso del Área de Petróleos sus clientes estrellas son: PetroAmazonas y Petroecuador, debido a que son clientes frecuentes y con muchos años de fidelidad.

3.9 Productos y Servicios

Los productos y servicios que ofrece ASTAP son respaldados por selectos proveedores, que tienen un alto nivel de calidad en sus productos.

La principal característica de esos productos y servicios es que conducen miden, procesan, controlan, almacenan, extraen, protegen, purifica, dosifica, separan y transformar fluidos en todo tipo de aplicaciones industriales, además de brindar un servicio de postventa, que es el mantenimiento de los diferentes productos que se ha vendido a los clientes.

Los principales productos del Área de Vehículos Especiales son: Barredoras e Hidrosuccionadores, debido a que son los más solicitados por los clientes principales.

Los productos del Área de Agua Potable que tienen una mayor rotación son: Medidores, válvulas de agua, repuesto, localizadores de detección de fugas de agua.

Finalmente, el Área de Petróleos tiene una mayor demanda en lo que son: accesorios para tanques de almacenamiento, válvulas, bombas.

3.10 Manejo del almacén

ASTAP cuenta con 3 bodegas, de las cuales 2 están localizadas en la ciudad de Quito. Se encuentran ubicadas en San Antonio, en el subsuelo del Edificio de la Previsora en donde se encuentran ubicadas las oficinas y en la ciudad de Guayaquil en Almagro.

Las 3 áreas principales de la empresa, mantienen una cierta cantidad de inventario en la cada una de las bodegas, pero el área que mayor cantidad de SKUs tiene en los almacenes es el Área de Vehículos Especiales, a la cual también se le conocía con el nombre de Área de Saneamiento.

En las bodegas se maneja dos tipos de inventarios que clasificados en: Inventario B e Inventario P.

El inventario B consiste en el stock que se mantiene en bodega durante un lapso de tiempo mayor a 1 semana; mientras que el inventario P es el inventario en tránsito, es decir, que únicamente dura 48 horas en bodega.

Actualmente en el almacén se maneja el inventario acorde a la metodología FIFO, es decir lo que primero ordenan, primero venden, esto es lo que ocurre la mayoría de veces, cuando el producto llega a bodega automáticamente en un lapso de 48 horas, lo entregan al cliente; sin embargo, hay cierta cantidad de inventario que se va quedando y, al final, lo que ocurre es que pasa mucho tiempo antes de que este stock vuelva a rotar.

No se utiliza ningún tipo de software o sistema para la gestión de inventarios que les indique cuándo y cuánto ordenar; tampoco existe una persona que controle la rotación de inventarios o la cantidad de SKUs existentes, lo que ocasiona que el área solicite un producto a su proveedor, pero luego se da cuenta que la otra área lo tenía en bodega. Además, se producen otros efectos, como pérdidas en el inventario, obsolescencia, etc.

El área que se encuentra a cargo del control del inventario, con un enfoque financiero es el área de contabilidad, pero ellos únicamente se encargan de realizar un conteo cada 6 meses, para verificar y validar que los valores teóricos que se encuentran en su registro de Excel, sean los correctos y coincidan con los valores físicos que encuentran en bodega de los productos.

3.11 Planteamiento de la situación actual de la empresa

Para determinar la situación actual de la empresa, se realizó una recopilación de datos, mediante entrevistas. Después de comprender el funcionamiento de la empresa y la forma en como manejaban sus inventarios, se determinó que, en base a las entrevistas, varios trabajadores, manifestaban que existía un problema con el manejo de los inventarios, por lo cual se decidió buscar información que sustentara las afirmaciones de los trabajadores.

La información que se necesitaba para realizar un diagnóstico inicial fue solicitada a la empresa y facilitada por el Área contable. Los datos recopilados fueron los consolidados de inventarios y los kardex de cada uno de los ítems de los años 2014, 2015 y 2016.

En el archivo del consolidado de inventario, se encontraba la información global de los ítems del inventario; su costo unitario; PVP; la cantidad que se encontraba en bodega; el proveedor; también, existía información sobre stock antiguo que manejaban y en cuál de las tres bodegas se encontraba. Con este consolidado, se logró determinar la situación inicial de la empresa y verificar que efectivamente existía un problema con el manejo de inventarios. Como se observa en la Figura 12, si se analiza el inventario de forma global, se observa que ha ido incrementando desde el año 2014 hasta el 2016, no sólo en cantidad, sino también en valor, es decir, que la empresa no sólo está acumulando una mayor cantidad de ítems, sino que esos ítems también son más caros.

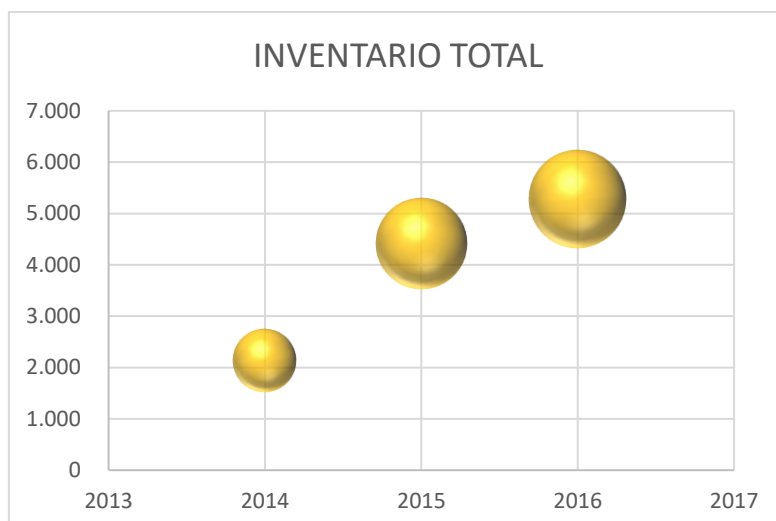


Figura 12. Comportamiento del inventario.

En las Fig. 13, 14, 15, se detalla la cantidad de SKUs que se encontraban en bodega y en cuanto estaban valorados de cada año. Tomar en cuenta, que este análisis se lo realizó únicamente de los consolidados facilitados por la empresa.

AÑO 2016	NATURALEZA	CANTIDAD SKUs	VALOR
	TOTAL INVENTARIO 2016	5.278	\$ 362.880,20

Figura 13. Valoración del inventario 2016.

AÑO 2015	NATURALEZA	CANTIDAD SKUs	VALOR
	TOTAL INVENTARIO 2015	4.405	\$ 312.699,41

Figura 14. Valoración del inventario 2015.

AÑO 2014	NATURALEZA	CANTIDAD SKUs	VALOR
	TOTAL INVENTARIO 2014	2.137	\$ 150.735,59

Figura 15. Valoración del inventario 2014.

A continuación, se presenta un detalle de la cantidad de stock y su valoración, en cada una de las 3 bodegas.

BODEGA S5 - INVENTARIO		
AÑO	SKUs	Valor
2014	880	\$ 87.457,82
2015	3.011	\$ 189.351,53
2016	3.655	\$ 155.481,31

Figura 16. Detalle del inventario de la Bodega S5.

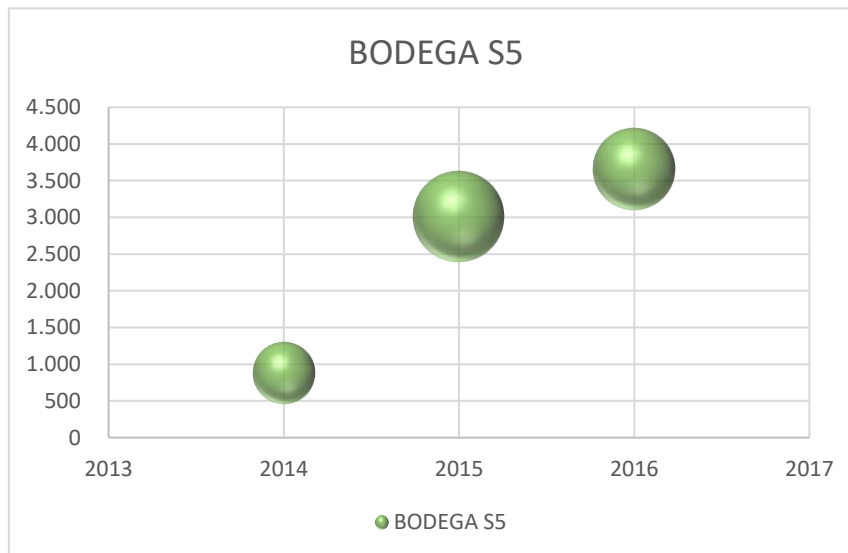


Figura 17. Detalle del inventario de la Bodega S5.

BODEGA ALMAGRO - INVENTARIO		
AÑO	SKUs	Valor
2014	967	\$ 4.124,93
2015	1.055	\$ 93.729,05
2016	1.284	\$198.272,92

Figura 18. Detalle del inventario de la Almagro.

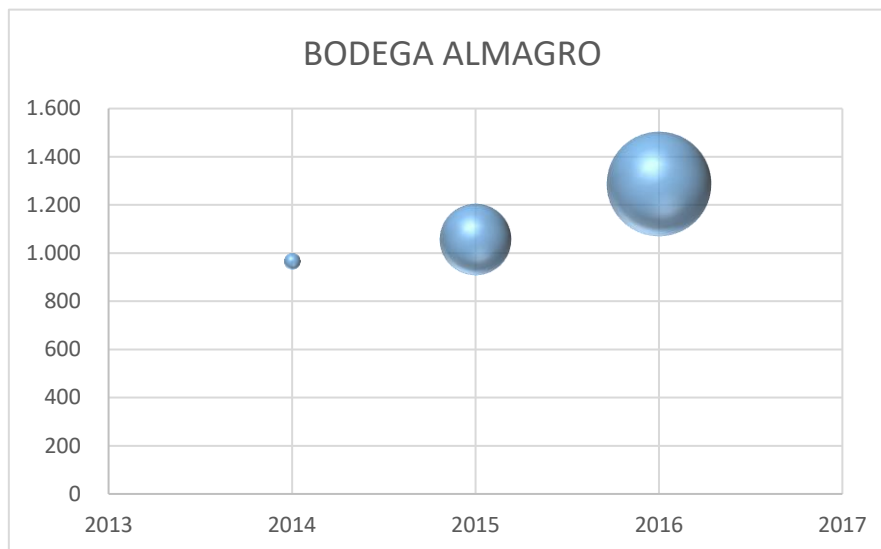


Figura 19. Detalle del inventario de la Bodega Almagro.

BODEGA SAN ANTONIO - INVENTARIO		
AÑO	SKUs	Valor
2014	290	\$ 59.152,84
2015	339	\$ 29.618,84
2016	339	\$ 9.125,98

Figura 20. Detalle del inventario de la Bodega San Antonio.

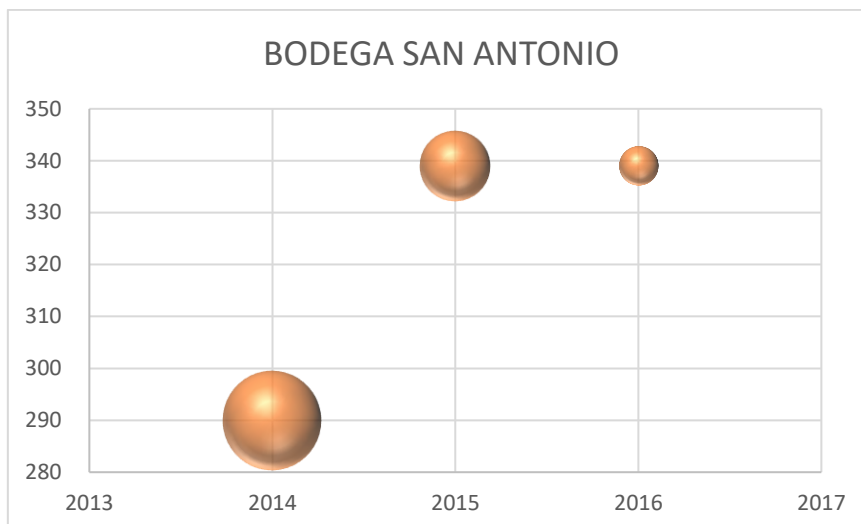


Figura 21. Detalle del inventario de la Bodega San Antonio.

Con la información de los consolidados, se visualizó que efectivamente existía un problema con el manejo del inventario, pero para realizar un análisis más profundo, del comportamiento de los datos, se necesitaba el detalle de cada uno de los ítems, desde el año 2014.

Toda esta información se encontraba en los kardex, por lo que el área contable nos facilitó los kardex del año 2014, 2015 y 2016. En estos kardex, sólo estaba información de los productos tipo B que se encontraban en la bodega S5, cuando se solicitó el resto de datos, se nos informó que, en las otras dos bodegas de San Antonio y Almagro, no existía una gran cantidad de inventario en comparación con la de la bodega S5; adicional a esto, se nos comentó que ellos no disponían de la información detallada de los ítems que se encontraban en las otras 2 bodegas.

Es importante resaltar que la información entregada por parte del área Contable presentaba varias inconsistencias; las más relevantes que se encontraron, fueron fechas y nombres de clientes mal ingresados; kardex con información incompleta; la incompatibilidad entre las fechas que pedían a fábrica y vendían.

Además, el formato no era el adecuado para la complejidad del funcionamiento del inventario, lo cual incrementaba aún más la dificultad para estructurar y ordenar adecuadamente los datos; no tenían el detalle de los ítems en un solo

archivo, en un formato estandarizado, sino que trabajan con varios archivos de Excel, lo cual no permitía tener una visión global del comportamiento de los datos; por lo que se comenzó por estructurar una base de datos unificada con el detalle de cada uno de los ítems.

3.11.1 Consecuencias de no tener adecuadamente organizada la información

Las consecuencias de no llevar adecuadamente la información, al igual que tampoco utilizar alguno de los modelos para inventario planteados en el capítulo 1, se refleja en las Fig. 7, 8 y 9, en donde se puede observar que a partir del año 2014 hasta el 2016, el inventario ha ido creciendo tanto en la cantidad de ítems, como en la valoración de los mismos, lo que significa que a medida que transcurre el tiempo, la empresa sin darse cuenta ha ido acumulando una mayor cantidad de productos, que a su vez son más caros.

La finalidad de este trabajo es mejorar la situación actual de la empresa, optimizando su sistema de gestión de inventarios. La propuesta consiste en realizar varios análisis de forma descriptiva y también utilizando el análisis topológico de datos, para determinar el comportamiento de los datos y en base a esto, determinar un método y un modelo adecuado para optimizar el sistema de gestión de inventarios.

4. ANÁLISIS DE DATOS

En el capítulo 4, se va a realizar un análisis de los datos de dos tipos, un análisis descriptivo y un análisis topológico de datos, con la finalidad de determinar el comportamiento de los datos e identificar las variables significativas, para plantear un adecuado modelo de gestión de inventario.

4.1 Análisis descriptivo

Para comenzar con el análisis de datos, previamente se estructuró una base de datos unificada con el detalle de todos los ítems que ha manejado la empresa desde el año 2012 hasta el 2016. Para realizar esto, se utilizaron todos los kardex facilitados por parte de la empresa. El formato de los kardex, estaba dividido en

3 procesos, el proceso de pedido, recibido y de vendido, a continuación, se presenta el formato que utiliza la empresa para el control de inventarios.

CONTROL DE INVENTARIO

ARTICULO						N° DE ARTICULO			N° DE PAGINA						
PEDIDO						RECIBIDO			VENDIDO						
FECHA	N° PEDIDO	PROVEEDOR	CANTIDAD	CONSOL	LIQUIDACION	FECHA	CANTIDAD	FENICIENTE	FECHA ENTREGA	PEDIDO	CANTIDAD	CLIENTE	SALDO	SALDO	COMENTARIO

Figura 22. Formato de la empresa para el Control de Inventarios.

En base a toda la información de este formato, se estructuró la base de datos unificada de inventarios a la cual se la va a llamar BDUI. El formato de la BDUI, que se diseño fue:

NCOD	AÑO	DEMANDA	No PEDIDO CLIENTE	CANTIDAD PEDIDA FABRICA	N° PEDIDO AL FABRICANTE	C. UNIT	LT FPR	LTFRCL	PROVEEDORES	CLIENTE	RECURRENCIA	ROTACIÓN	FECHA PEDIDO	FECHA RECEPCIÓN	FECHA ENTREGA CLIENTE
------	-----	---------	-------------------	-------------------------	-------------------------	---------	--------	--------	-------------	---------	-------------	----------	--------------	-----------------	-----------------------

Figura 23. Formato de la BDUI.

El propósito de diseñar este formato, fue para tener una visión holística del comportamiento de cada uno de los ítems. Se consideró importante, realizar cálculos adicionales a los que se encontraba en el formato original de la empresa. Las columnas que se calcularon fueron las de: LTFPR, LTFRCL, la Recurrencia y Rotación, el resto de columnas fueron el resultado de la información que se obtuvo de los kardex entregados por parte de la empresa.

El LTFPR (Lead Time Fecha Pedido Recibido), es el tiempo que se demora entre colocar la orden de compra y recibir el producto en bodega, es decir el tiempo que se demora el proveedor en entregar el producto solicitado. Se lo obtuvo de la resta entre: Fecha de Pedido y Fecha de Recepción.

El LTFRCL (Lead Time Fecha Recepción Cliente), es el tiempo que transcurre entre recibir la orden y venderlo al cliente, es decir es el tiempo que el producto permanece en bodega. Se lo calcula de la resta entre la Fecha de Pedido y la Fecha de Entrega Cliente; existían casos en los que no había esa información y se colocó en los espacios vacíos cero.

Los kardex de algunos de sus ítems, contenían información desde el año 2012, hasta el 2016, es decir, que lo algunos productos lo habían solicitado desde el 2012 y lo continuaban solicitando. Para cuantificar esto, se hizo el cálculo de la recurrencia, con la finalidad de conocer cuáles eran los productos que más se habían solicitado. Finalmente, se calculó el porcentaje de rotación de cada ítem.

Luego de estructurar la BDUI, se comenzó a eliminar las diferentes inconsistencias que se encontraron en los kardex; colocar las fechas en el mismo formato; hasta que se obtuvo una base de datos completamente limpia, sin ningún tipo de errores. En total, la base de datos se conformó de 21 columnas por 1971 filas.

A partir de esta BDUI, se comenzó con el Análisis Descriptivo, para lo cual se realizaron varias tablas dinámicas, con la finalidad de observar cómo se comportan los datos de forma global; en este tipo de análisis, no se puede encontrar ninguna estructura en los datos, ni variables significativas, pero es necesario realizarlo para tener una mejor comprensión del comportamiento de los datos, previamente a utilizar técnicas más avanzadas de análisis de datos. Es importante recalcar que la base de datos no será expuesta en su totalidad, detalladamente, en el presente trabajo, debido a un acuerdo de confidencialidad con la empresa.

A continuación, se van a presentar varias tablas dinámicas, que permitirán una mejor comprensión de comportamiento de los datos. Es importante aclarar que el termino cantidad vendida, se lo va a utilizar como sinónimo del término demanda, esto se debe a que la empresa se encuentra en un periodo de madurez, en donde la cantidad vendida es similar a la demanda.

En la Figura 24, se puede observar, un notable incremento de la cantidad pedida con respecto a la demanda, desde el año 2012 hasta el 2016. Esto significa, que desde el año 2012, la empresa ha ido acumulando cada vez más un mayor número de ítems.

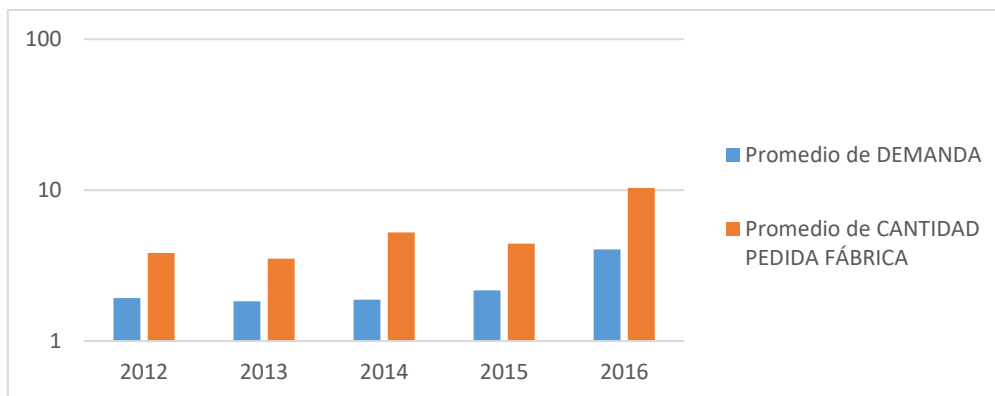


Figura 24. Cantidad Pedida Fábrica vs Demanda.

En la Figura 25, se compara el proveedor vs la cantidad pedida. En la gráfica, se aprecia que la mayor cantidad de productos se compra a VACTOR.

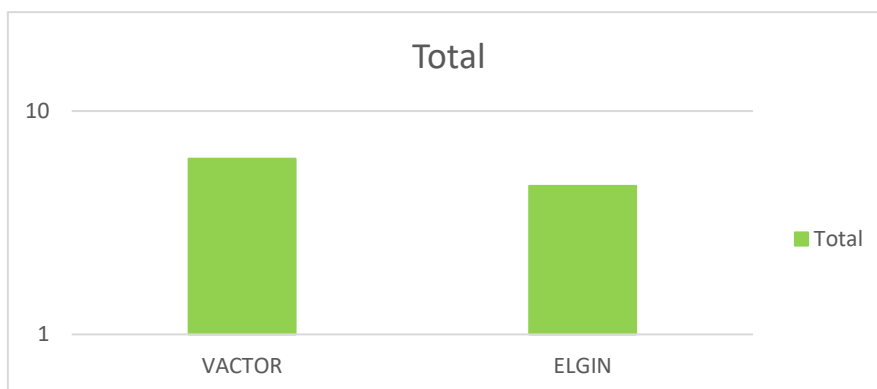


Figura 25. Proveedor vs Cantidad Pedida.

Esta gráfica relaciona al proveedor vs el LTFPR (el tiempo que se demora entre pedir el producto y recibirlo en bodega), se visualiza que el mayor LTFPR, es de VACTOR, esto significa que, VACTOR se demora más en su entrega del producto.

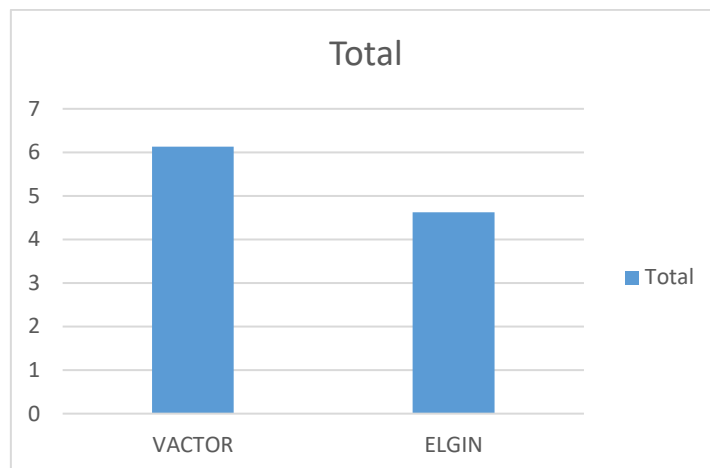


Figura 26. Proveedor vs LTFPR.

En esta gráfica, se compara la demanda vs la cantidad pedida fábrica. Se observa que, desde el año 2012 al 2016, la cantidad vendida, siempre es menor a la cantidad pedida, e incluso existen ítems que se pidieron y no se vendieron.

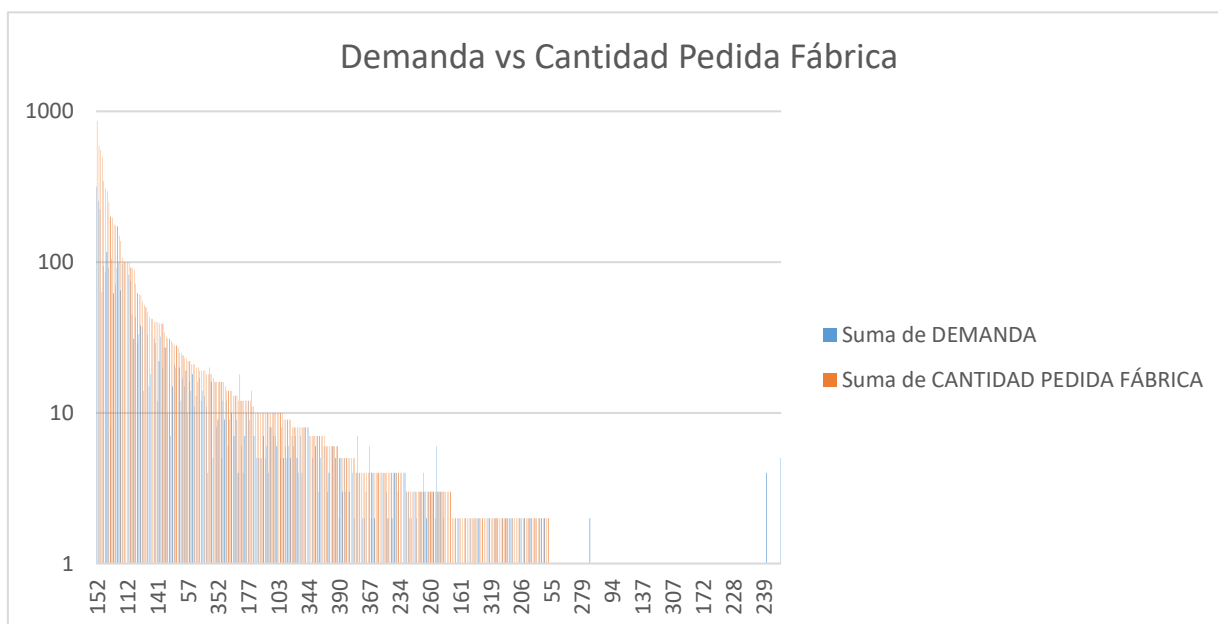


Figura 27. Demanda vs Cantidad Pedida Fábrica.

En esta gráfica, se relaciona ítems vs LTFRCL, y se observa que existen productos que permanecen durante un largo periodo de tiempo en bodega, antes que logren ser vendidos. Los valores negativos de la gráfica, representan el stock antiguo que se tenía en bodega y se vendió.

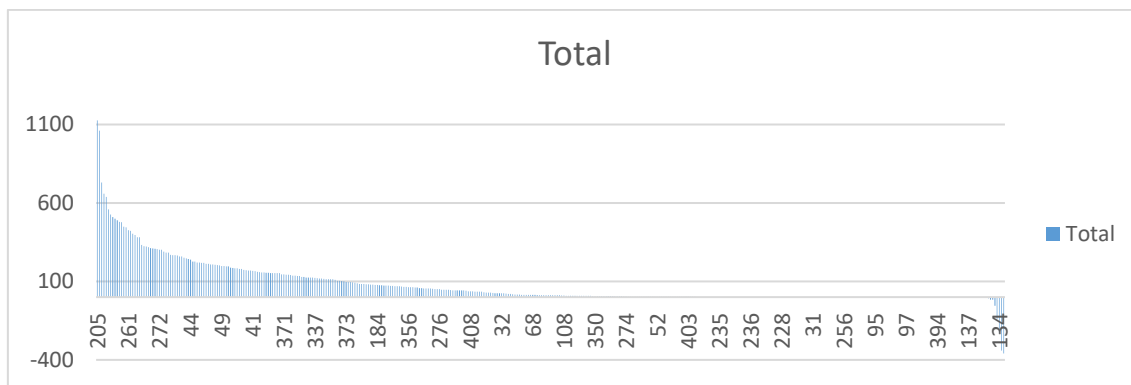


Figura 28. Ítems vs LTFRCL.

En resumen, la información que se ha obtenido de las tablas dinámicas, ha permitido, tener una mejor comprensión del comportamiento del inventario desde el año 2012 hasta el 2016 y de esta manera determinar cuáles son realmente los problemas que se presentan en el manejo del inventario. Entre los principales problemas que identificó, fueron:

- 1.- Alto tiempo de permanencia de los productos en bodega.
- 2.- Se pide más cantidad a fábrica de lo que realmente se vende.

Estos dos problemas, son justamente los que se había mencionado en el capítulo 1, que la mayoría de las empresas presentan, debido a que no logran responder a estas dos preguntas de: *¿cuánto?* es la cantidad óptima que se debe pedir y *¿cuándo?* es el momento en el que se debe ordenar ese producto.

En la introducción, se había concluido que el problema principal de ASTAP con respecto a su sistema de inventarios es que manejan una gran cantidad de SKUs, los cuales se encuentran sin segmentar, ni controlar, incluso había productos sin rotar desde el año 2014, esto se convierte en un problema dado que éste ha ido creciendo considerablemente, tanto en la cantidad de productos que ha ido adquiriendo, como en el valor de esos artículos, desde el año 2014 al 2016. En total en las 3 bodegas en el año 2014 tenían una cantidad de 2137 ítems, valorados en \$150.735,59, y estos valores fueron creciendo hasta que, en el año 2016, tenían 5278 ítems valorados en \$362.880,20. Si se enfoca sólo en la bodega S5, se puede observar en la Fig. 30 que al final de cada año el

porcentaje desde el 2012 hasta el 2016 ha ido aumentando; esto se contrasta con el cálculo de la media geométrica, que ascendió al 53% desde el año 2012 al 2016, lo cual refleja que del total de productos que se pide, en promedio, aproximadamente el 53% se quedan en bodega; todo esto implica costos por mantener, costos por pedir, costos de oportunidad.

En la Figura 29, se puede visualizar, como el costo de almacenamiento en la bodega S5 ha ido incrementando desde el año 2012, en el que fue de \$41,79 y en el año 2016 el costo subió a \$75,44. De acuerdo a la gráfica, se observa que habrá una tendencia de crecimiento en los años futuros.

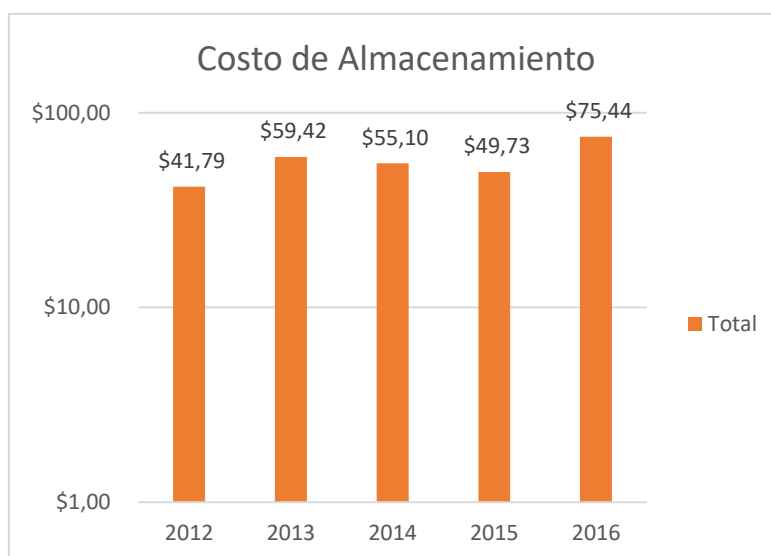


Figura 29. Costo de Almacenamiento.

En la Figura 30, se puede visualizar, como el costo por pedir en la bodega S5 ha ido incrementando desde el año 2012, en el que fue de \$62,68 y en el año 2016 el costo subió a \$113,17. De acuerdo a la gráfica, se observa que habrá una tendencia de crecimiento en los años futuros.



Figura 30. Costo por Pedir.

Después de identificar el problema de la empresa con respecto al manejo de sus inventarios, mediante el análisis de las tablas dinámicas. Se crea una tabla de resumen, sólo de los diferentes ítems, que se han manejado desde el año 2012 hasta el 2016. En la Figura 27, se observa detalladamente, la comparación que se hace entre la cantidad pedida y la demanda de cada año. En esta tabla, también se incluyó el cálculo de la Recurrencia y la Rotación.

Para el cálculo de la Recurrencia se utilizó la función en Excel “Contar”.

Etiquetas de fila	Suma de CANTIDAD PEDIDA 2012	Suma de CANTIDAD VENDIDA 2012	Suma de CANTIDAD PEDIDA 2013	Suma de CANTIDAD VENDIDA 2013	Suma de CANTIDAD PEDIDA 2014	Suma de CANTIDAD VENDIDA 2014	Suma de CANTIDAD PEDIDA 2015	Suma de CANTIDAD VENDIDA 2015	Suma de CANTIDAD PEDIDA 2016	Suma de CANTIDAD VENDIDA 2016	Recurrencia Anual	ROTACIÓN

Figura 31. Formato de la Tabla de Resumen de los diferentes ítems.

Para el cálculo de la Recurrencia se utilizó la función en Excel “Contar”. En el caso del cálculo de la Rotación, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Rotación} = \frac{2 * \text{Demanda (Promedio)}}{\text{Inventario Inicial} + \text{Inventario Final}} \quad (\text{Ecuación 25})$$

En la Figura 32, se observan los resultados de la “TENENCIA” y el “SOBRANTE”, de cada año. El sobrante representa la cantidad de ítems que se quedaron en bodega al final del año, y la tenencia es la representación en porcentaje de esa tenencia.

TENENCIA	33,6%	48,9%	62,5%	59,1%	70,5%
SOBRANTE					
AÑO	227	436	1411	898	1673

Figura 32. Tabla Resultados “TENENCIA” y “SOBRANTE”.

La fórmula que se aplicó para el cálculo de la tenencia, fue:

$$Tenencia = \frac{Cantidad\ Pedida}{Cantidad\ Pedida - Cantidad\ Vendida} * 100\% \quad (\text{Ecuación 26})$$

La fórmula que se aplicó para el cálculo del sobrante, fue:

$$Sobrante = Cantidad\ Pedida - Cantidad\ Vendida \quad (\text{Ecuación 27})$$

Finalmente se calculó la media geométrica, para determinar en promedio el porcentaje de stock que se ha quedado en bodega, desde el año 2012 hasta el 2016. El resultado fue que el 53% de los productos se quedan en bodega. Se utilizó la media geométrica, debido a que el porcentaje de tenencia de cada año era distinta, es decir la ponderación para cada año no era la misma.

MEDIA GEOMÉTRICA	53%
-----------------------------	------------

Figura 33. Media Geométrica.

Para el cálculo de esta media geométrica, se utilizó la fórmula de Excel de Media Geométrica de la tenencia de cada año.

4.2 Análisis topológico de datos

Después de finalizar la fase del análisis descriptivo, se comienza a realizar el Análisis Topológico de Datos (ATD); el propósito de utilizar esta herramienta del ATD, es para encontrar estructuras dentro de la nube de datos y de esta manera determinar cuál es el comportamiento de la nube de datos. Además, este tipo de análisis, permite identificar las conexiones que existen entre las diferentes variables de la base de datos BDUI. El software que se va a utilizar es R.

Previamente al desarrollo del ATD, en la Tabla.2, se va especificar cuáles son las variables que se van a considerar para el análisis y su descripción.

Tabla 2.

Descripción de la Variables para ATD

Variables para el Análisis Topológico de Datos			
NCOD: Código del producto	No. PEDIDO CLIENTE: Número de pedido del cliente. No. PEDIDO AL FABRICANTE: Número de pedido a fábrica	LTFPR: Es el tiempo que se demora entre colocar la orden de compra y recibir el producto en bodega.	CLIENTE: El nombre del cliente, que compró el producto.
AÑO: El año en el que se registró movimiento del inventario.	CANTIDAD PEDIDA A FÁBRICA: La cantidad que la empresa solicita al proveedor.	LTFRCL: Es el tiempo que permanece el producto en bodega, hasta que es vendido.	RECURRENCIA: Es la frecuencia con la que el producto ha aparecido desde el 2012 hasta el 2016.

DEMANDA: La demanda de cada ítem en cada año.	C. UNITARIO: El costo unitario de cada producto.	PROVEEDORES: El nombre del proveedor que entregó el producto.	ROTACIÓN: Es la cuantificación en porcentaje del movimiento del producto.
--	--	---	---

4.3 Análisis de Conglomerados

Una parte del ATD, es el Análisis de Conglomerados, que permite identificar las relaciones que existen entre las variables y agruparlas según sus características en común.

Para comenzar con el ATD, se utiliza el programa R. El proceso consiste en ingresar la BDUI al programa. Pero antes de ingresar la base de Excel a R, se debe verificar que el documento se encuentre sin ningún error de escritura o de cálculo; además, se debe validar que todas las columnas se encuentren en el mismo formato.

Después de tomar en cuenta estas consideraciones, se ingresa la BDUI a R, para comenzar con el Análisis de Conglomerados. Lo que se pretende es obtener un gráfico llamado Dendograma.

El Dendograma es el resultado gráfico del Análisis de Conglomerados; para obtener este gráfico, se debe utilizar el código de programación, que se observa en la Figura 34.

```
> S.qt<-PCAmixdata::splitmix(data2)$X.quant
> S.q1<-PCAmixdata::splitmix(data2)$X.quali
> T5 <- hclustvar(S.qt,S.q1)
> plot(T5)
```

Figura 34. Código para el Análisis de Conglomerados.

En la Figura 35, se puede apreciar el Dendograma que se obtuvo, como resultado de la aplicación del código de la Fig. 34. La interpretación de la gráfica de la Fig. 35., es que las variables se encuentran principalmente divididas en cinco grupos.

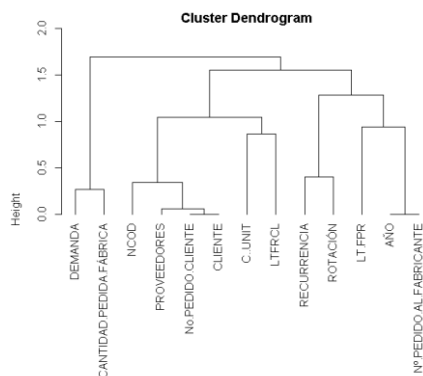


Figura 35. Dendograma de la BDUI.

Como ya se había mencionado anteriormente, las variables se agrupan según las características en común, la afinidad, que exista entre ellas. Las 4 principales agrupaciones son:

Tabla 4.

Agrupaciones de las variables obtenidas del Dendograma.

Agrupación 1	Demanda y Cantidad Pedida a Fábrica
Agrupación 2	NCOD, Proveedores, No Pedido Cliente, Cliente.
Agrupación 3	C. Unitario, LTFRCL.
Agrupación 4	Recurrencia, Rotación.
Agrupación 5	Año, No pedido al fabricante, LTFPR

4.4 Análisis de Componentes Principales

Luego de identificar los grupos que forman las variables de la BDUI, el siguiente paso es realizar un Análisis de Componentes Principales (ACP). La finalidad de realizar un ACP, es para determinar la ponderación, es decir, el peso que tiene cada una de las variables en el espacio. En la Fig. 36, se puede visualizar que el vector de la variable de mayor magnitud, tiene una mayor ponderación.

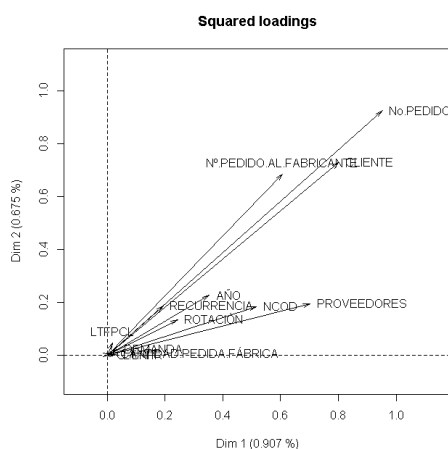


Figura 36. Resultado gráfico del ACP.

En la Figura 37, se observa el detalle de la ponderación de cada una de las variables en el espacio R^{16} . Debido a que se está trabajando con 16 variables diferentes, se dice que las variables se encuentran en un espacio de 16 dimensiones.

	dim 1	dim 2	dim 3	dim 4	dim 5	dim 6	dim 7	dim 8	dim 9	dim 10	dim 11	dim 12	dim 13	dim 14	dim 15	dim 16
NCOD	0.52	0.18	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AÑO	0.35	0.23	0.18	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DEMANDA	0.03	0.02	0.08	0.00	0.04	0.09	0.04	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.02
CANTIDAD.PEDIDA.FÁBRICA	0.02	0.00	0.14	0.00	0.04	0.04	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
C..UNIT	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
LT.FPR	0.03	0.00	0.05	0.04	0.24	0.01	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LTFPCL	0.02	0.05	0.00	0.07	0.02	0.05	0.02	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.02
RECURRENCIA	0.19	0.19	0.18	0.05	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ROTACIÓN	0.24	0.13	0.17	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
No.PEDIDO.CLIENTE	0.95	0.93	0.85	0.94	0.86	0.92	0.90	0.94	0.94	0.94	0.95	0.93	0.93	0.94	0.95	0.93
N°.PEDIDO.AL.FABRICANTE	0.61	0.69	0.65	0.72	0.67	0.61	0.64	0.66	0.63	0.61	0.62	0.60	0.55	0.55	0.56	0.49
PROVEEDORES	0.70	0.19	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CLIENTE	0.80	0.73	0.60	0.85	0.72	0.82	0.79	0.85	0.85	0.84	0.86	0.84	0.85	0.89	0.83	0.84

Figura 37. Ponderación de las variables en un espacio R^{16} .

Las ponderaciones obtenidas en la Figura 38, son ponderaciones de las variables que se encuentran en el espacio, por lo que es necesario, colocar a las variables en los ejes. Al colocar a las variables a los ejes y en 3 dimensiones, se podrá obtener cuales son realmente las ponderaciones de cada una de las variables, en 3 dimensiones.

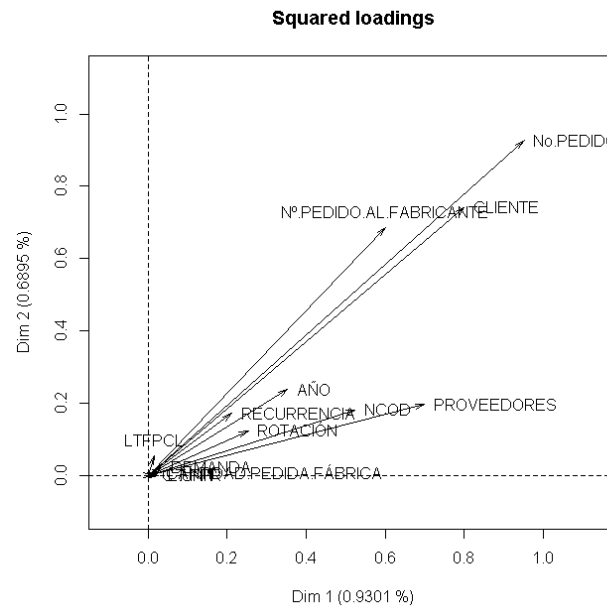


Figura 38. Gráfica resultante del ACP.

Para obtener las verdaderas ponderaciones de cada variable, se debe aplicar los comandos de la Fig. 39, después de ingresar este código, se obtiene la gráfica de la Figura 40.

```
· rot=PCArot(pca,3)
· plot(rot,choice="cor")
· summary(rot)
```

Figura 39. Código para colocar las variables en los ejes.

En la gráfica de la Figura 40, se observan las variables colocadas en los 3 ejes.

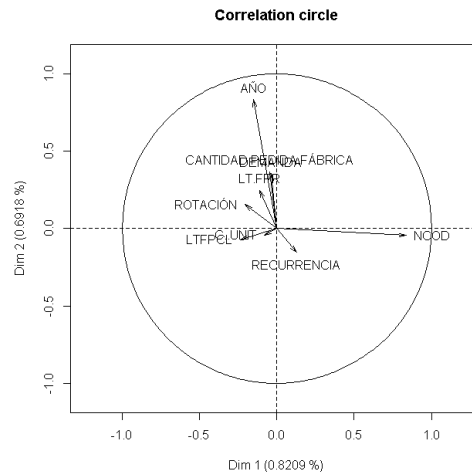


Figura 40. Resultado gráfico de las variables en un espacio R^3 .

Finalmente, en la Fig. 41, se obtiene una tabla de resumen, con los resultados, de todas las variables con su respectiva ponderación en cada una de las 3 dimensiones. Estas son las ponderaciones, con las que trabajará más adelante para la Clasificación ABC.

	dim1.rot	dim2.rot	dim3.rot
NCOD	0.70	0.00	0.01
AÑO	0.02	0.69	0.04
DEMANDA	0.00	0.13	0.00
CANTIDAD.PEDIDA.FÁBRICA	0.00	0.13	0.03
C..UNIT	0.01	0.00	0.02
LT.FPR	0.01	0.06	0.01
LTFPCL	0.06	0.01	0.00
RECURRENCIA	0.02	0.02	0.52
ROTACIÓN	0.04	0.02	0.48
No.PEDIDO.CLIENTE	0.97	0.90	0.87
N°.PEDIDO.AL.FABRICANTE	0.47	0.85	0.63
PROVEEDORES	0.87	0.02	0.01
CLIENTE	0.89	0.58	0.67

Figura 41. Tabla de ponderaciones detallada de las variables en un espacio R^3 .

Parte del ATD, es la Homología Persistente (HP), la cual es una herramienta que permite visualizar los datos de forma global. La finalidad de utilizar esta herramienta, es para lograr identificar la estructura de la nube de datos, también se puede observar el verdadero comportamiento de los datos y las conexiones

que persisten en el tiempo, después de eliminar todo el “ruido”. Cuando se emplea el término “ruido”, se refiere a los datos que no tienen ningún tipo de conexión y se encuentran aislados. Otra de las razones importantes para utilizar la HP, es que, en el Diagrama de persistencia, se puede identificar cual es el intervalo a partir del que se debe trabajar, para encontrar conexiones que persistan en el tiempo.

4.5 Análisis mediante la aplicación de Homología Persistente

En la Figura 42, se observa el Diagrama de Barras de la BDUI, el cual es el resultado de aplicar la HP. En el Diagrama, el color negro que tiene forma de curva, representa todo el “ruido” de la nube de datos, el mismo que va desapareciendo a medida que transcurre el tiempo. El color rojo, que se encuentra en la parte superior del gráfico y que tiene forma de código de barras, representan las conexiones en la nube de datos y al comienzo se observa como estas conexiones aparecen y desaparecen, pero llega un punto, aproximadamente en el intervalo 50, en el que las conexiones se vuelven estables y persisten en el tiempo.

Existe una relación entre el código de barras y el ruido que aparece en el Diagrama, esta relación es que a medida que el ruido desaparece, las conexiones entre los datos se vuelven más estables y comienzan a persistir en el tiempo.

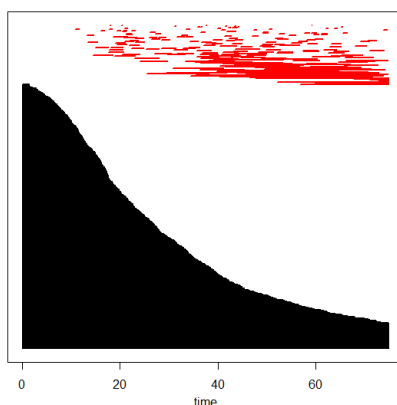


Figura 42. Diagrama de Barras.

Parte de aplicar la HP, es realizar el Diagrama de Persistencia, el cual permite observar el tiempo de vida y muerte de los datos; los triángulos rojos son las diferentes conexiones entre los datos.

Además, la línea negra vertical en el gráfico, representa la forma en la que los datos se encuentran conectados, es decir, está línea permite determinar si los datos son linealmente independientes o dependientes: si los unos dependen de los otros; dado que los datos se encuentran en una misma línea, se concluye que son colineales, datos conexos, lo que implica que sean linealmente independientes. Esto significa, que no se puede tratar a todos los ítems del inventario de una misma forma, sino que se los deberá tratar de forma independiente unos de los otros; a partir de esta conclusión, se puede determinar el tipo de modelo adecuado que se deberá aplicar para la optimización del inventario y descartar otros modelos.

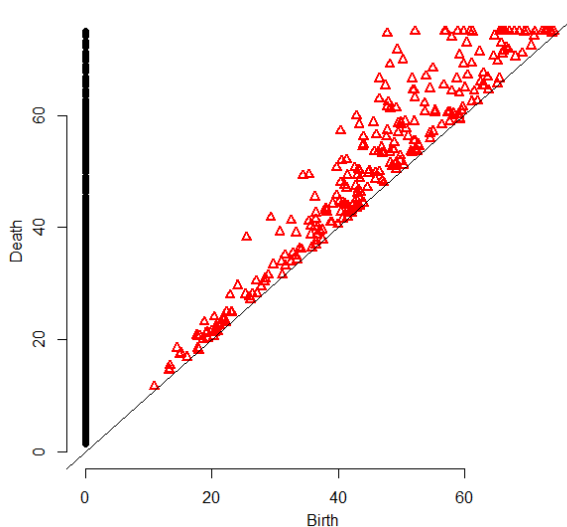


Figura 43. Diagrama de Persistencia

Para el último ATD, se va utilizar el paquete TDAmapper, con la finalidad de construir complejos simpliciales o también conocidos como grafos. Una parte de la información relevante que proporcionan los grafos, es acerca del número de conexiones existentes entre los datos.

Para realizar estos grafos en R, como ya se lo había mencionado anteriormente, se requiere del paquete TDAMapper, también se va utilizar la función filtro. La función filtro consiste en escoger una variable y filtrarla, y de esta manera poder observar desde la perspectiva de esta variable, el comportamiento, las relaciones y estructuras que se van formando en la nube de datos, con respecto a la variable que se escogió.

Se aplicó la función filtro por cada una de las variables de la base de datos que se cargó en R, para poder determinar cuál o cuáles son las variables que logra conectar con la mayor cantidad de datos. Para escoger la variable que conecta la mayor cantidad de datos, se debe tomar en cuenta la cantidad de vértices a su alrededor y la conexión entre esos vértices, es decir, que se debe buscar una variable que tenga la menor cantidad de vértices posibles y la mayor cantidad de conexiones entre esos vértices.

El código que se va a emplear, para obtener los diferentes grafos, es el que se observa en la Figura 44. En el código el parámetro del número de intervalos, es importante, dado que es el número de partes en las cuales se va a dividir la nube de datos, para encontrar relaciones relevantes entre datos, y este número de intervalos, ya se lo determinó anteriormente en el Diagrama de Barras.

En ese Diagrama, se analizó que a partir del intervalo 50, se comenzaban a visualizar conexiones que eran persistentes en el tiempo por lo en este comando, en el parámetro de numero de intervalos se utilizó el número 50, con la finalidad de que el grafo que se obtenga, represente las conexiones que sean persistentes en el tiempo. Se va a utilizar el mismo comando con los mismos parámetros, para obtener los grafos de todas las variables, sólo se va a cambiar el número de columna por el cual se va a filtrar, la razón es porque cada columna representa una variable.

```

ska.mapper<-mapper(dist_object=S.dist, filter_values=data2[,1], num_intervals=50, percent_overlap=35, num_bins_when_clustering = 15)
B <- graph.adjacency(ska.mapper$adjacency, mode="undirected")
plot(B)

```

Figura 44 Código para la obtención de grafos

A continuación, se muestran los diferentes grafos que se obtuvo y se describe lo que representa cada uno. Cuando se realiza el filtro por las variables NCOD y ROTACIÓN, se observa tanto en la Fig. 50 y 51, que existen pequeñas conexiones entre varios de los vértices, y demasiados puntos dispersos, esto significa que no son variables en las que la empresa se deba enfocar completamente para mejorar su gestión de inventarios.

En las Fig. 45, 46, 47, 48, 49, 50 y 51, que corresponden a las variables de DEMANDA, CANTIDAD PEDIDA A FÁBRICA, COSTO UNITARIO, LTFPR y LTFRCL, RECURRENCIA y ROTACIÓN, se observa que sus grafos tienen una menor cantidad de vértices que los grafos de las Fig. 38 y 46, además también se visualiza, que existe una mayor conexión entre los vértices. Esto implica que, desde la perspectiva de estas variables, existe una mayor conexión entre los datos, por lo que, si se plantea cualquier tipo modelo, herramienta o método para mejorar para el manejo de inventarios, necesariamente estas variables, deben estar involucradas.

Adicionalmente, también se debe observar, que, en cada uno de los grafos, independientemente de la variable por la cual se esté filtrando, existe una gran conexión en la parte inferior izquierda, la cual persiste en todos los grafos. La interpretación de esto, sería que existe un determinado grupo de productos que se están relacionando entre sí fuertemente, por lo que independientemente de la perspectiva que se los observe, la conexión no varía significativamente.

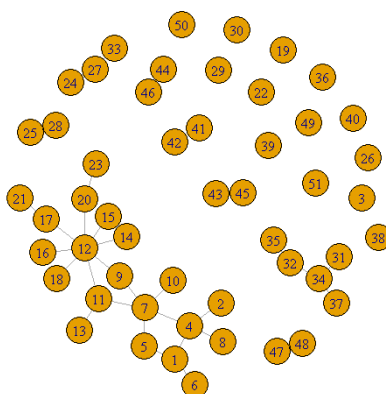


Figura 45. Grafo de la DEMANDA

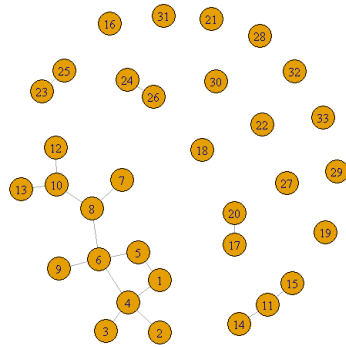


Figura 46. Grafo de la CANT PEDIDA FÁBR

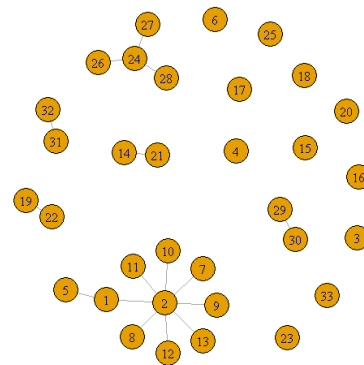


Figura 47. Grafo del C. Unitario

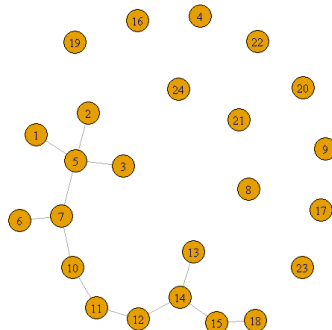


Figura 48. Grafo del LTFPR

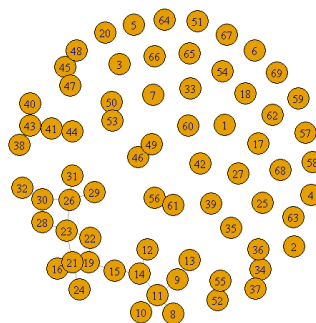


Figura 49 Grafo del LTFRCL

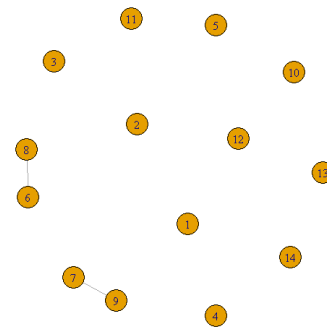


Figura 50. Grafo de la Recurrencia

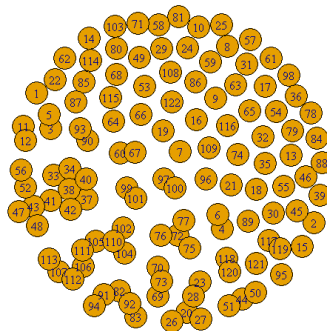


Figura 51. Grafo de la Rotación

Una de las causas del mal manejo del inventario en la empresa es la falta de conocimiento sobre el manejo de inventarios por parte de la persona encargada; no llevar la información organizada; otra causa de no gestionar adecuadamente el inventario es la gran cantidad de datos existente, que dificulta realizar un análisis profundo acerca de lo que está sucediendo, y las medidas adecuadas que se deben tomar para implementar mejoras.

La conclusión del ATD, es que, es un tipo de análisis más profundo que el descriptivo y permite observar con mayor claridad el comportamiento de los datos. La importancia de este análisis se resume en lo que menciona Gunnar Carson, acerca de que el problema no es la gran cantidad de datos, sino identificar la complejidad de su estructura.

5. PROPUESTA DE MEJORA

En el capítulo 4, se va aplicar las distintas metodologías existentes para lograr plantear una propuesta de mejora. En base a todos los análisis que se realizó en el Capítulo 3, se determinó que existe una gran conexión entre algunos productos, en los que se debe enfocar la mayor parte de los recursos de la empresa. Una forma de determinar este tipo de productos es mediante la aplicación de la Clasificación ABC, pero debido a la gran cantidad de datos de la BDUI, no se va a emplear una simple Clasificación ABC, debido a que este método utiliza sólo un criterio para clasificar los productos y como se determinó el análisis, no existe sólo una variable que conecte al resto de datos, sino son algunas variables que se deben considerar, para gestionar adecuadamente el sistema de inventarios.

5.1 Aplicación de MCABC

En base a este criterio, se ha decidido que la mejor opción para una segmentación ABC, es aplicar una Clasificación Multicriterio ABC, también conocida por sus siglas en inglés como MCABC. El detalle de las fórmulas y la descripción del método se encuentra en el capítulo 1.

Para aplicar esta herramienta, existen dos parámetros, que son muy importantes y se deben considerar, el momento de realizar la segmentación, estos son:

- 1.- Las variables significativas
- 2.- Las ponderaciones que se le debe asignar a cada variable.

Si no se escoge adecuadamente estos dos parámetros, el resultado de la clasificación se verá afectado notablemente.

Para aplicar el MCABC, primero se debe escoger adecuadamente las variables; estas variables se las va a escoger en base al análisis que se obtuvo de los grafos, en donde el resultado fue que necesariamente las variables que se deben involucrar son: DEMANDA, CANTIDAD PEDIDA A FÁBRICA, COSTO

UNITARIO, LTFPR y LTFRCL. Adicional a estas variables, también se van a incluir 4 criterios más, que son: No PEDIDO CLIENTE, No PEDIDO AL FABRICANTE, ROTACIÓN, RECURRENCIA. Estas cuatro variables adicionales que se incluyen dentro de los criterios para la MCABC, se debe a dos razones, la primera, es que son variables relevantes dentro del ACP y la segunda es que, según un criterio empresarial, es importante la rotación y recurrencia del producto, al igual que es importante considerar el número de veces que el cliente solicitó el producto y el número de veces que se le solicitó este producto al fabricante.

Luego de identificar las variables, con las cuales que se va a trabajar, se les debe asignar una ponderación. Se va a utilizar la tabla de ponderaciones de la Fig. 41, la cual se obtuvo del resultado del Análisis de Componentes Principales.

	dim1.rot	dim2.rot	dim3.rot
NCOD	0.70	0.00	0.01
AÑO	0.02	0.69	0.04
DEMANDA	0.00	0.13	0.00
CANTIDAD.PEDIDA.FÁBRICA	0.00	0.13	0.03
C..UNIT	0.01	0.00	0.02
LT.FPR	0.01	0.06	0.01
LTFPCL	0.06	0.01	0.00
RECURRENCIA	0.02	0.02	0.52
ROTACIÓN	0.04	0.02	0.48
No.PEDIDO.CLIENTE	0.97	0.90	0.87
N°.PEDIDO.AL.FABRICANTE	0.47	0.85	0.63
PROVEEDORES	0.87	0.02	0.01
CLIENTE	0.89	0.58	0.67

Figura 52. Tabla de ponderaciones del ACP.

De la tabla de la Figura 52, se van a descartar las variables no significativas, y se va a crear una segunda tabla, en la que se encuentren únicamente las variables que se definió anteriormente. La tabla con la que se va a trabajar para la Clasificación Multicriterio ABC, es la que se observa en la Figura 53.

TABLA DE RESULTADO DEL ANÁLISIS COMPONENTES PRINCIPALES					
VARIABLE	DIM1	DIM2	DIM3	SUMA	ponderación
DEMANDA	0	0,13	0	0,13	1,93%
CANT PEDIDA FÁBRICA	0	0,13	0,03	0,16	2,58%
COSTO UNITARIO	0,01	0	0,02	0,03	0,48%
LTFPR	0,01	0,06	0,01	0,08	0,81%
LTFPRCL	0,06	0,01	0	0,07	1,13%
No PEDIDO DEL CLIENTE	0,97	0,9	0,87	2,74	44,12%
No PEDIDO AL FABRICANTE	0,47	0,85	0,63	1,95	31,24%
ROTACIÓN	0,04	0,48	0,46	0,98	8,70%
RECURRENCIA	0,02	0,02	0,52	0,56	9,02%

Figura 53. Tabla para la MCABC.

La ponderación se obtuvo de la sumatoria del peso de la variable en cada dimensión, dividido para el sumatorio total de cada variable.

Luego, se creó una tabla en la que se colocaban todos los criterios que se habían escogido; posteriormente se le asignó a cada criterio el valor correspondiente al producto que se encontraba en la columna NCOD; este valor se lo obtuvo de la BDUI. El número de ítems que se ingresó en la columna de NCOD, fue de 409 tipos de productos diferentes.

CRITERIOS									
NCOD	DEMANDA	CANT PEDIDA FÁBRICA	COSTO UNITARIO	LTFPR	LTFPRCL	No PEDIDO DEL CLIENTE	No PEDIDO A FÁBRICA	ROTACIÓN	RECURRENCIA

Figura 54. Formato de la MCABC.

Después se aplicó la siguiente fórmula para normalizar los valores:

$$yn_{ij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}} \quad (\text{Ecuación 26})$$

Donde:

$$yn_{ij} = \text{Es el valor del criterio } j - \text{ésimo para el } i - \text{ésimo ítem en inventario} \quad (\text{Ecuación 27})$$

Una vez normalizados los valores de los 409 ítems, se obtiene una tabla con valores positivos y que se encontraba entre 1 y 0, como se observa en la Figura 55.

APLICACIÓN DE LAS FÓRMULAS								
DEMANDA	CANT	COSTO	LTFPR	LTFPR	No	No	ROTACI	RECURRE
A	PEDIDA	UNITARI		L	PEDIDO	PEDIDO	ÓN	NANCIA
	FÁBRICA	O			DEL	A		
0,02	0,02	0,00	0,13	0,31	1,00	1,00	0,11	1,00
0,01	0,02	0,03	0,17	0,27	0,32	0,79	0,24	1,00
0,02	0,03	0,00	0,14	0,32	0,79	0,76	0,17	1,00
0,03	0,10	0,00	0,16	0,33	0,95	0,44	0,11	0,80
0,02	0,03	0,00	0,13	0,33	0,66	0,78	0,13	1,00
0,02	0,05	0,00	0,21	0,31	0,74	0,51	0,04	0,80
0,02	0,03	0,00	0,14	0,30	0,60	0,57	0,21	1,00
0,02	0,02	0,00	0,15	0,30	0,59	0,60	0,14	0,80
0,02	0,02	0,00	0,12	0,33	0,56	0,49	0,18	0,80
0,01	0,01	0,01	0,13	0,30	0,51	0,51	0,26	0,80
0,02	0,03	0,01	0,13	0,29	0,56	0,29	0,13	0,80
0,01	0,01	0,07	0,20	0,29	0,34	0,40	0,36	0,80
0,01	0,02	0,00	0,14	0,38	0,34	0,40	0,18	0,80
0,01	0,01	0,00	0,15	0,36	0,33	0,32	0,24	0,80
0,01	0,01	0,04	0,14	0,26	0,25	0,29	0,43	1,00
0,13	0,15	0,00	0,19	0,42	0,26	0,32	0,26	0,80
0,01	0,02	0,00	0,12	0,34	0,33	0,24	0,27	0,80

Figura 55. Tabla con valores normalizados

Finalmente, se calcula el Puntaje Total, mediante la siguiente fórmula:

$$Puntaje\ Total = \sum_{i=1}^J w_j y_{ij} \quad (\text{Ecuación 28})$$

En base a este Puntaje Total, se clasifican los ítems en Productos Tipo A, Tipo B y Tipo C. En el puntaje total se observan los valores que se encuentren más cercanos a 1 son significativos, mientras que los que más se acerquen a 0, serán productos no importantes, es decir, se los clasificará como productos Tipo C. Como resultado, se obtuvo que, de los 409 productos, apenas 10 son Tipo A, lo que representa el 3% de todos los productos que han venido manejando desde el 2012. El resumen de la clasificación ABC y el nivel de servicio que se le asignó a cada tipo de producto, se lo observa en la Figura 56.

CLASIFICACIÓN ABC			Nivel de Servicio
A	10	2%	95%
B	69	17%	80%
C	330	81%	40%
TOTAL	409	100%	

Figura 56. Resumen de la Clasificación Multicriterio ABC.

El detalle de los productos Tipo A, se lo presenta en la Figura 57. El detalle del cálculo y la clasificación de todos los tipos de producto A, B y C, se encuentra en el Anexo1.

NCOD	ÍTEM	PUNTAJE TOTAL	CLASIFICACIÓN ABC
373	CADENA (DRIVE CHAIN)	0,86	A
292	BANDA TRANSPORTADORA (BELT-CHEVRON 157.0") PELICAN	0,77	A
76	SET DE SEGMENTOS CEPILLOS LATERALES PLASTICOS (SIDE BROOM	0,70	A
178	SET SEGMENTOS CEPILLO LATERAL-4 (A-S/BR SEG_PO/WIR-PS)	0,65	A
119	CHUMACERA DE EJE DEL CEPILLO CENTRAL (BEARING-TAKE UP)	0,64	A
181	CEPILLO CENTRAL POLIPROPILENO (SINGLE WRAP MAIN BROOM 66)	0,57	A
309	VALVULA CHECK ASPERSORES DE AGUA (INLINE CHECK VALVE)	0,56	A
317	PIÑÓN PEQUEÑO (SPROCKET-	0,54	A
385	PIÑÓN GRANDE (CONV DRIVEN SPROCKET)	0,49	A
176	KIT FILTRO HIDRAULICO (HYDRAULIC FILTER KIT)	0,48	A

Figura 57. Detalle de los productos A.

Una vez que se ha realizado la clasificación ABC, se escoge uno de los tipos de modelos de inventario, para poder optimizar el sistema de inventarios de la empresa ASTAP. El modelo que se va a escoger, es el modelo EOQ. Se escogió este modelo, debido a que la demanda de estos productos es relativamente estable e independiente y el lead time es fijo; en base a estas consideraciones, la probabilidad de un quiebre de stock es casi 0, por lo cual no es necesario disponer de un stock de seguridad (GEO, 2014).

Como se había mencionado anteriormente, se debe tratar a cada producto de manera individual, por lo que se va a determinar la cantidad óptima de pedido y el punto de reabastecimiento de cada uno de los ítems Tipo A.

5.2 Aplicación de modelo EOQ

Para aplicar el modelo EOQ, se utilizó una plantilla obtenida de la página Ingeniería Industrial Online (Salazar, 2016). En esta plantilla se ingresaron los respectivos datos de cada uno de los productos, y de esta manera, se obtuvo la cantidad óptima para pedir y el punto de reorden de cada ítem Tipo A. Existen 10 ítems tipo A, a continuación, se va a indicar el EOQ de cada uno y sólo de los tres primeros ítems tipo A, se va a demostrar el porcentaje de optimización.

Para calcular el coste de preparación anual y del almacenamiento anual, de cada uno de los ítems, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Coste de preparación anual} = \left(\frac{D}{Q}\right) S \quad (\text{Ecuación 29})$$

$$\text{Coste de almacenamiento anual} = \left(\frac{Q}{2}\right) H \quad (\text{Ecuación 30})$$

En donde:

Q = Número de unidades por pedido

D = Demanda anual en unidades de artículo de inventario

S = Coste de preparación o de lanzamiento de cada pedido

H = Coste de almacenamiento por unidad y año

La fórmula que se utilizó para el cálculo del Punto de Reorden (R) en el caso de Demanda Fija - Lead Time Fijo es:

$$R = \frac{D (\text{Demanda})}{\text{Número de días laborables por año}} * (L) \quad (\text{Ecuación 31})$$

La fórmula que se utilizó para el cálculo de la cantidad óptima es:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (\text{Ecuación 32})$$

En donde:

D = Demanda anual en unidades de artículo de inventario

S = Coste de preparación o de lanzamiento de cada pedido

H = Coste de almacenamiento por unidad y año

En la Figura 57, se observa a detalle, todos los parámetros que se necesita para calcular el EOQ del ítem 76.

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)			
(D)	Tasa de demanda	20	Unidades/año
(S)	Costo de colocación de una orden	\$ 2,71	unidades monetarias / unidad
(C)	Costo total unitario	\$ 4,00	unidades monetarias / unidad
(i)	Tasa de mantenimiento	0,00%	Porcentaje anual
(H)	Costo anual de mantenimiento	\$ 1,81	unidades monetarias/unidad
	Días laborales por año	350	Días/año
(L)	Lead time del proveedor	30	Días
EOQ	Cantidad Económica de Pedido	8	unidades / pedido
	Costo anual de colocar ordenes	\$ 27,10	unidades monetarias/año
	Costo anual de mantenimiento del inventari	\$ 1,81	unidades monetarias/año
(TRC)	Costo Total Relevante	\$ 28,91	unidades monetarias/año
(N)	Número de ordenes colocadas al año	3	Ordenes/año
(T)	Tiempo entre cada orden	135	Días
(R)	Punto de reorden	2	unidades
	Periodo de consumo del EOQ	135	Días

Figura 58. Detalle del Cálculo del EOQ del ítem 76.

En la Figura 58, se encuentra el costo mínimo, es decir, el punto de equilibrio entre el costo anual de colocar órdenes y el costo anual de mantenimiento del inventario. Según la gráfica, el costo mínimo total del ítem 76, es de \$14,01.

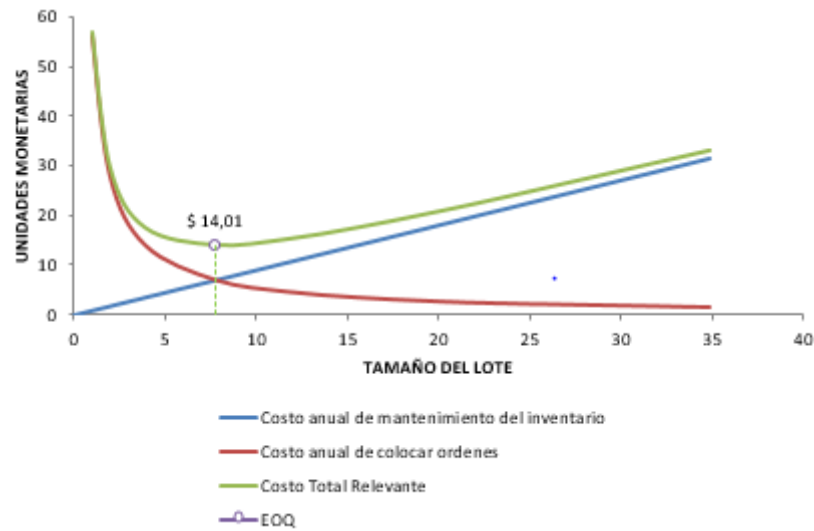


Figura 59. Coste total mínimo del ítem 76.

En la Figura 59, se determina el EOQ del producto, es decir la cantidad óptica que se debe realizar en cada pedido. La gráfica indica que, la cantidad solicitada, se va a consumir en 135 días y que se debe realizar el pedido, cuando se tenga 2 productos en bodega. La forma óptima de manejar este ítem es realizar 3 pedidos al año de 8 unidades.

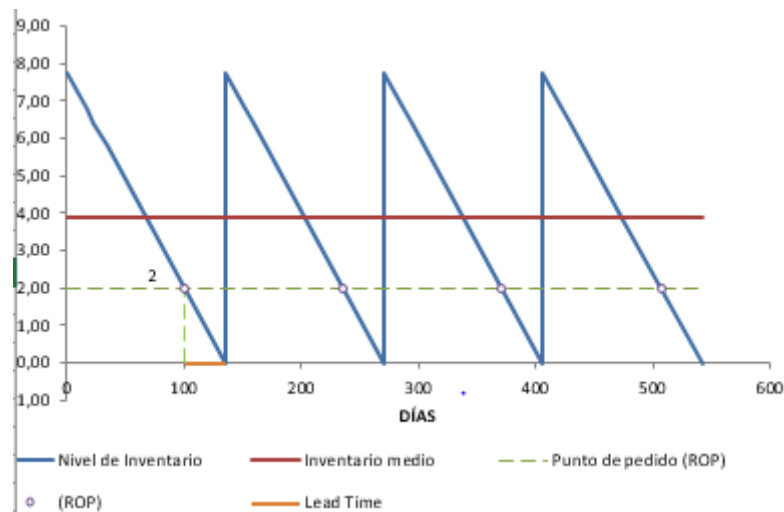


Figura 60. Modelo EOQ del ítem 76.

En la Figura 60, se observa a detalle, todos los parámetros que se necesita para calcular el EOQ del ítem 373.

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)			
(D)	Tasa de demanda		8 Unidades/año
(S)	Costo de colocación de una orden	\$	2,23 unidades monetarias / unidad
(C)	Costo total unitario	\$	3,71 unidades monetarias / unidad
(i)	Tasa de mantenimiento		0,00% Porcentaje anual
(H)	Costo anual de mantenimiento	\$	1,48 unidades monetarias/unidad
	Días laborales por año		350 Días/año
(L)	Lead time del proveedor		29 Días
EOQ	Cantidad Económica de Pedido		5 unidades / pedido
	Costo anual de colocar ordenes	\$	8,92 unidades monetarias/año
	Costo anual de mantenimiento del inventari	\$	1,48 unidades monetarias/año
(TRC)	Costo Total Relevante	\$	10,40 unidades monetarias/año
(N)	Número de ordenes colocadas al año		2 Ordenes/año
(T)	Tiempo entre cada orden		215 Días
(R)	Punto de reorden		1 unidades
	Periodo de consumo del EOQ		215 Días

Figura 61. Detalle del Cálculo del EOQ del ítem 373.

En la Figura 61, se encuentra el costo mínimo, es decir, el punto de equilibrio entre el costo anual de colocar órdenes y el costo anual de mantenimiento del inventario. Según la gráfica, el costo mínimo total del ítem 373, es de \$7,27

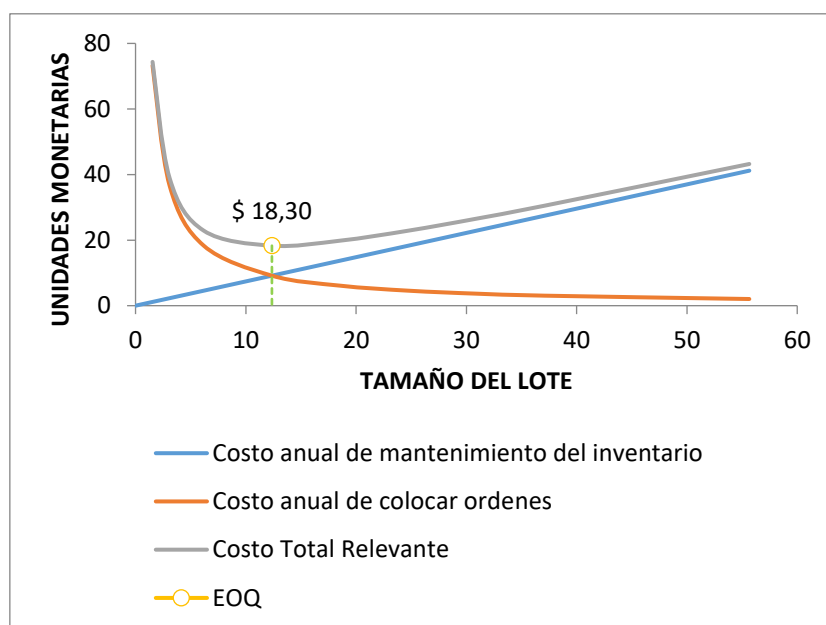


Figura 62. Coste total mínimo del ítem 373.

En la Figura 62, se determina el EOQ del producto, es decir la cantidad óptima que se debe realizar en cada pedido. La gráfica indica que, la cantidad solicitada, se va a consumir en 215 días y que se debe realizar el pedido, cuando se tenga

1 producto en bodega. Para optimizar recursos, se debe realizar 2 pedidos de 5 al año.

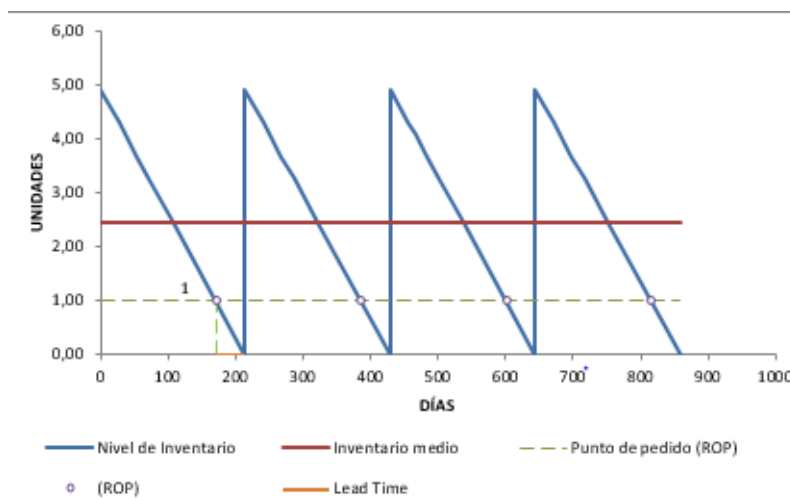


Figura 63. Modelo EOQ del ítem 373.

En la Figura 63, se observa a detalle, todos los parámetros que se necesita para calcular el EOQ del ítem 292.

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ)			
(D) Tasa de demanda		8	Unidades/año
(S) Costo de colocación de una orden	\$	14,15	unidades monetarias / unidad
(C) Costo total unitario	\$	26,18	unidades monetarias / unidad
(i) Tasa de mantenimiento		0,00%	Porcentaje anual
(H) Costo anual de mantenimiento	\$	1,48	unidades monetarias/unidad
Días laborales por año		350	Días/año
(L) Lead time del proveedor		30	Días
EOQ Cantidad Económica de Pedido		12	unidades / pedido
Costo anual de colocar ordenes	\$	56,60	unidades monetarias/año
Costo anual de mantenimiento del inventari	\$	1,48	unidades monetarias/año
(TRC) Costo Total Relevante	\$	58,08	unidades monetarias/año
(N) Número de ordenes colocadas al año		1	Ordenes/año
(T) Tiempo entre cada orden		541	Días
(R) Punto de reorden		1	unidades
Periodo de consumo del EOQ		541	Días

Figura 64. Detalle del Cálculo del EOQ del ítem 292.

En la Figura 64, se encuentra el costo mínimo, es decir, el punto de equilibrio entre el costo anual de colocar órdenes y el costo anual de mantenimiento del inventario. Según la gráfica, el costo mínimo total del ítem 292, es de \$18,30.

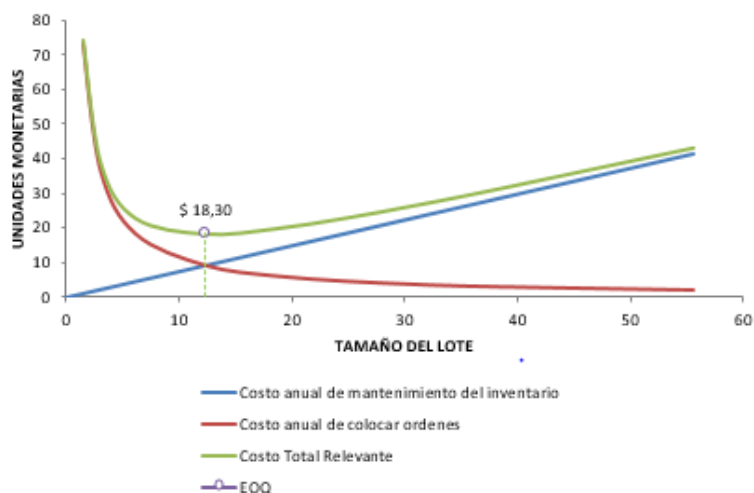


Figura 65. Coste total mínimo del ítem 292.

En la Figura 65, se determina el EOQ del producto, es decir la cantidad óptima que se debe realizar en cada pedido. La gráfica indica que, la cantidad solicitada, se va a consumir en 541 días y que se debe realizar el pedido, cuando se tenga 1 producto en bodega. La forma óptima del manejo de este ítem, es realizar 1 pedido de 12 unidades.

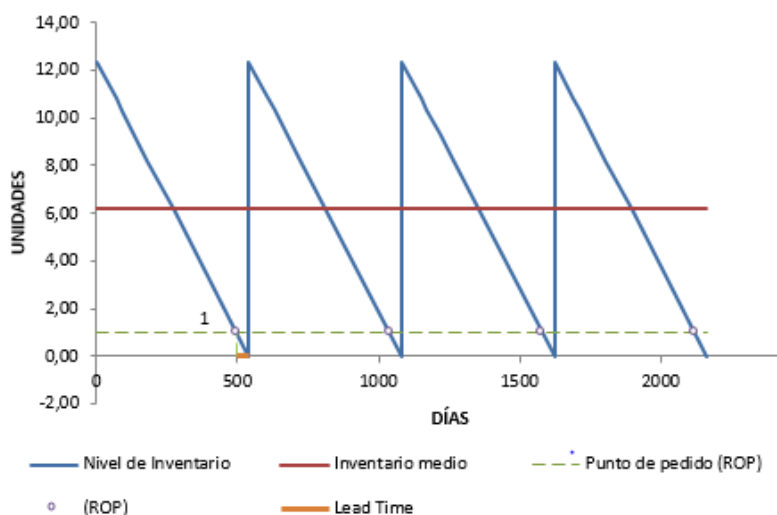


Figura 66. Modelo EOQ del ítem 292.

El ítem 178, van a realizar 3 pedidos al año de 11 unidades, y va a generar la orden de compra cuando tenga sólo 1 producto en bodega.

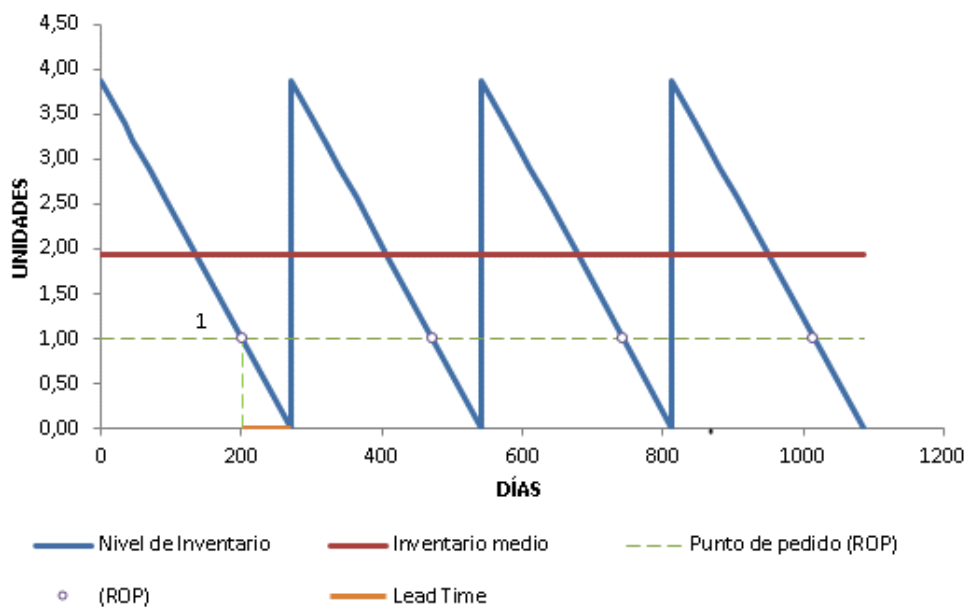


Figura 67. Modelo EOQ del ítem 178.

El ítem 119, va a realizar 2 pedidos al año de 5 unidades, y va a generar la orden de compra cuando tenga sólo 1 producto en bodega.

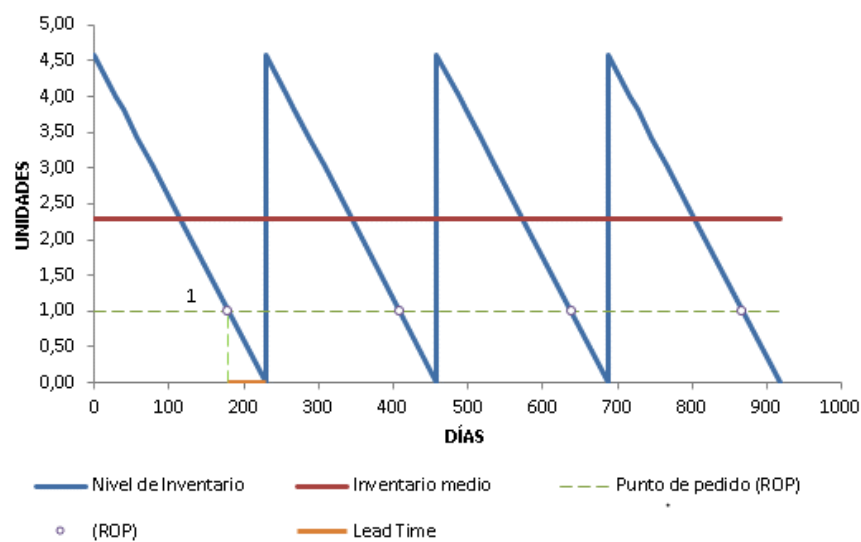


Figura 68. Modelo EOQ del ítem 119.

El ítem 181, va a realizar 3 pedidos al año de 4 unidades, y va a generar la orden de compra cuando tenga sólo 1 producto en bodega.

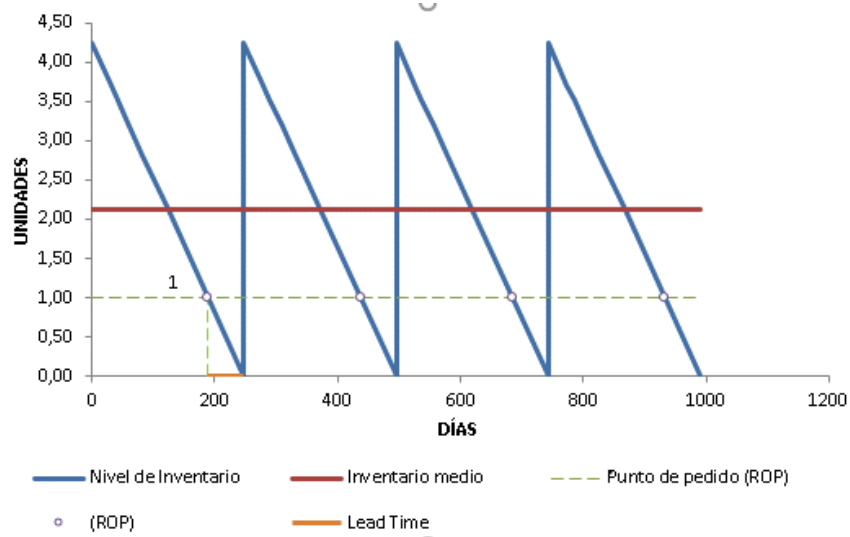


Figura 69. Modelo EOQ del ítem 181.

El ítem 309, va a realizar 2 pedidos al año de 4 unidades, y va a generar la orden de compra cuando se tenga sólo 1 producto en bodega.

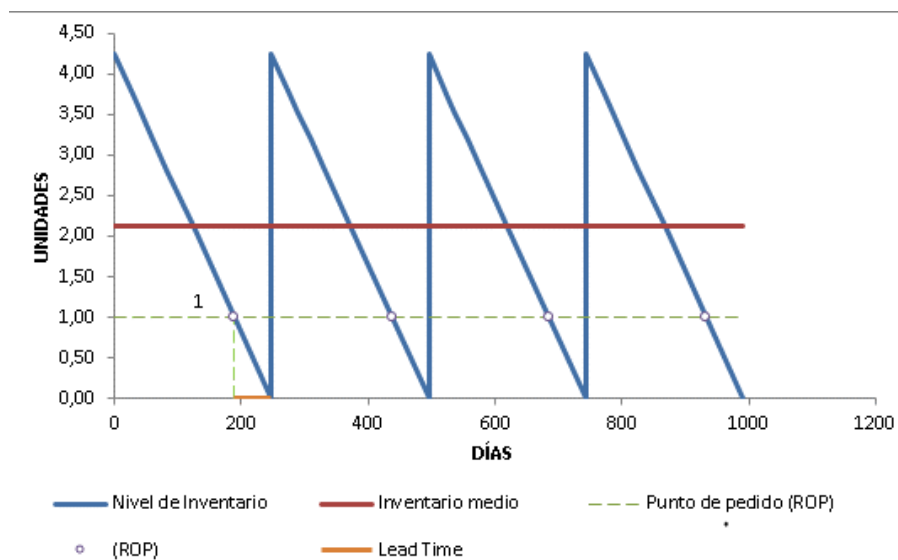


Figura 70. Modelo EOQ del ítem 309.

El ítem 317, va a realizar 6 pedidos al año de 4 unidades, y va a generar la orden de compra cuando se tenga sólo 1 producto en bodega.

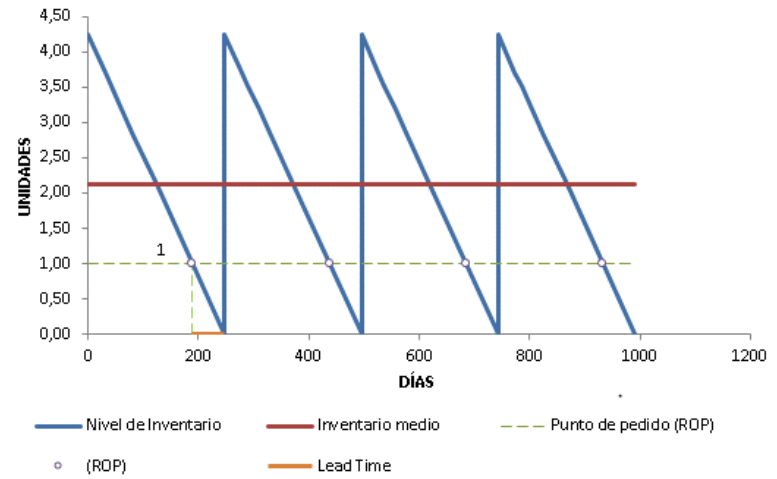


Figura 71. Modelo EOQ del ítem 317.

El ítem 317, va a realizar 5 pedidos al año de 5 unidades, y va a generar la orden de compra cuando se tenga sólo 1 producto en bodega.

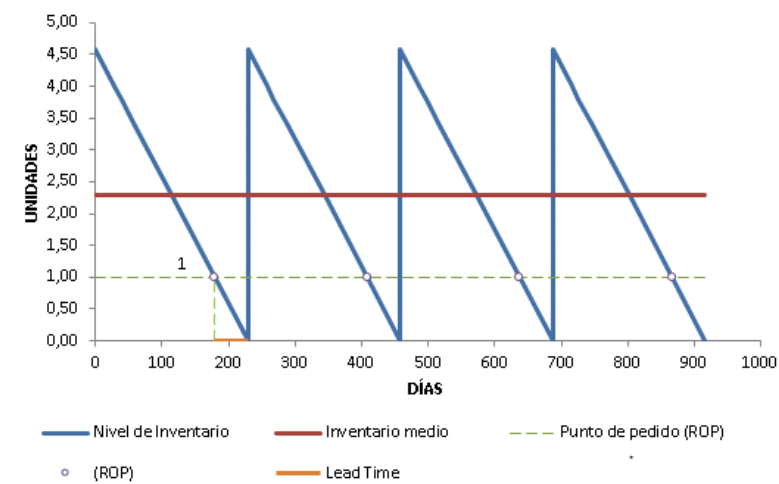


Figura 72. Modelo EOQ del ítem 317.

El ítem 317, va a realizar 6 pedidos al año de 5 unidades, y va a generar la orden de compra cuando se tenga sólo 1 producto en bodega.

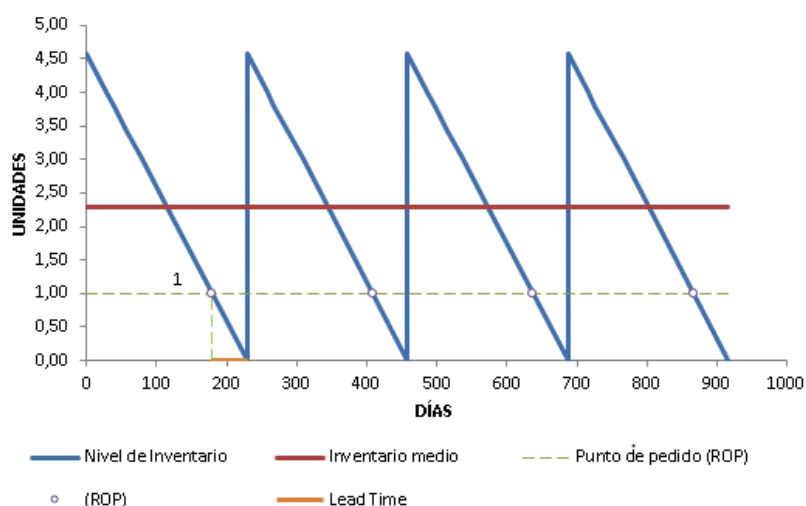


Figura 73. Modelo EOQ del ítem 176.

En la Figura 74, se observa una tabla que resume de los ítems A, en la cual se aprecia detalladamente la cantidad y el número de pedidos que actualmente se solicita, versus la cantidad y el número de pedidos óptimos que se deben realizar a los proveedores. Adicionalmente, en esta tabla, también se encuentran los costos por almacenar y por pedir en los que se incurre actualmente versus los costos por almacenar y por pedir optimizados.

TABLA RESUMEN										
ÍTEM	CANT ACTUAL	PEDIDOS ACTUALES	CANT OPT	PEDIDOS ÓPTIMOS	COSTO POR ALMACENAR	COSTO POR PEDIR	COSTO POR ALMACENAR ACTUAL	COSTO POR PEDIR ACTUAL	COSTO POR ALMACENAR OPTIMIZADO	COSTO POR PEDIR OPTIMIZADO
373	5	5	5	2	1,48	2,23	7,4	11,15	7,4	4,46
292	6	3	12	1	1,48	14,15	8,88	42,45	17,76	14,15
76	8	5	8	3	1,81	2,71	14,48	13,55	14,48	8,13
178	7	15	4	11	6,98	10,47	48,86	157,05	27,92	115,17
119	7	4	5	2	1,75	2,63	12,25	10,52	8,75	5,26
181	7	5	4	3	22,51	33,77	157,57	168,85	90,04	101,31
309	5	6	4	2	3,91	5,87	19,55	35,22	15,64	11,74
317	4	7	4	6	1,8	2,7	7,2	18,9	7,2	16,2
385	6	6	5	5	2,32	3,48	13,92	20,88	11,6	17,4
176	4	7	5	6	50,39	75,59	201,56	529,13	251,95	453,54
TOTAL							491,67	1007,7	452,74	747,36

Figura 74. Tabla Resumen ítems A.

En la Figura 74, se visualiza la reducción total de los costos por almacenar de los ítems A. Este costo se reduce de \$497.67, a \$454.74.

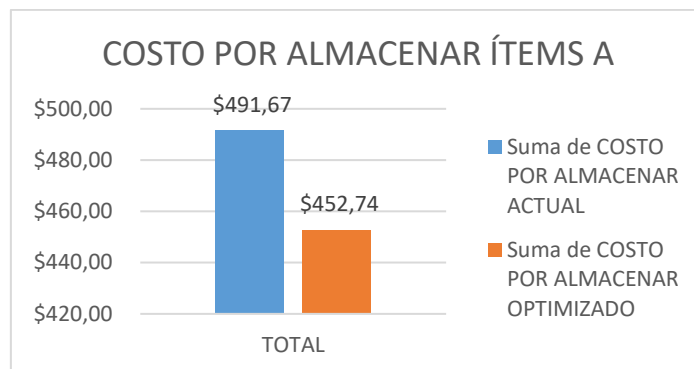


Figura 75. Modelo EOQ del ítem 176.

En la Figura 75, se visualiza la reducción total de los costos por pedir de los ítems A. Este costo se reduce de \$1007.70, a \$747.36.

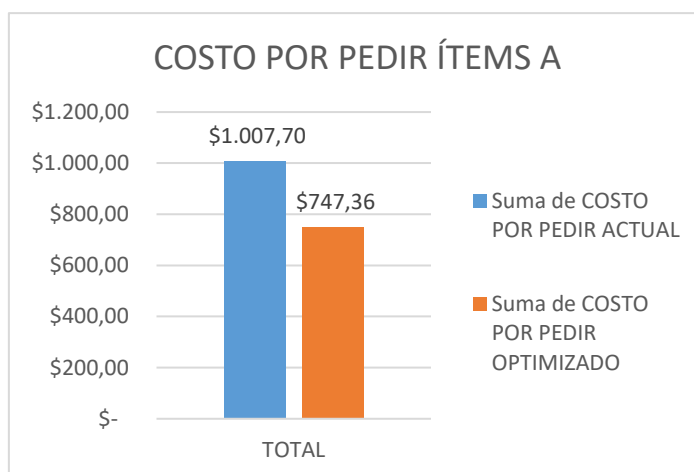


Figura 76. Modelo EOQ del ítem 176.

Finalmente, es importante resaltar que el modelo EOQ, en algunas ocasiones es difícil de implementar, debido a que los proveedores no son flexibles, en cuanto al despacho de la cantidad que solicita la empresa, por eso siempre se debe tomar en cuenta este parámetro, que en algunas ocasiones se convierte en una barrera para utilizar un modelo EOQ.

La ventaja es que, ASTAP, tiene excelentes proveedores en todo el mundo, que le brindan la facilidad, de realizar este tipo de pedidos, por lo cual se puede implementar el modelo EOQ, sin ningún problema.

5.3 Método de Conteo Cíclico

En el método de conteo cíclico, utiliza la segmentación ABC de los productos, que se obtuvo como resultado de la aplicación del Multicriterio ABC. Este método consiste en determinar la cantidad de veces que los artículos A, B y C van a ser contados. No existe una regla para definir la frecuencia del conteo de cada artículo, estas frecuencias pueden variar de acuerdo al criterio y experiencia de la persona encargada del manejo del inventario.

CONTEO CÍCLICO	
CLASIFICACIÓN	# ARTÍCULOS
A	10
B	69
C	330
TOTAL	409

Figura 77. Conteo Cíclico ABC.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La herramienta de homología persistente, permitió realizar un análisis profundo del comportamiento y estructura de los datos de inventario y de esta manera, se logró escoger un modelo de inventario y las técnicas adecuadas para optimizar hasta en un 83% el manejo del sistema de inventarios de la empresa ASTAP.

Una vez analizada la situación actual de la empresa, se determinó que el desde el año 2012 hasta el 2016, presentan un 53% de tenencia de su inventario, lo que significa que del total que piden, en promedio, aproximadamente el 53% se queda en bodega.

Las estructuras algebraicas que se identificaron en la nube de datos, permitieron comprender con mayor claridad el comportamiento de los datos de inventario, y determinar que fueron 9 las variables que se encontraban interrelacionadas, para luego plantear un modelo.

Los dos tipos de análisis que se realizó, tanto el descriptivo como el ATD, fueron importantes para escoger las mejores técnicas y modelos que se adaptaban a la realidad de la empresa. El análisis descriptivo, permitió determinar que desde el año 2012 al 2016, la cantidad de ítems había incrementado y el ATD, permitió encontrar las 9 variables significativas y sus ponderaciones.

Se escogió el modelo EOQ, debido a que es el que mejor se adapta a su realidad, ya que se enfoca en dos costos que la empresa de acuerdo a su giro de negocio considera importantes, que son los costos por pedir y los costos por mantener. Se logró

reducir el costo por almacenar de \$497.67, a \$454.74 y el costo por pedir de \$1007.70, a \$747.36

6.2 RECOMENDACIONES

Para establecer un modelo de inventarios adecuado en cualquier tipo de empresa, es importante realizar un análisis profundo de los datos, mediante la combinación de técnicas de análisis de datos, porque esto permitirá comprender mejor el tipo de modelo óptimo que requiere la empresa.

La empresa debe implementar inmediatamente un modelo de inventarios, para reducir sus costos y mejorar el manejo y control de inventarios y evitar que sus costos por mantener y por pedir, continúen aumentando.

Para obtener información relevante y determinar la relación entre las variables, se debe identificar su estructura algebraica.

En la actualidad, se maneja una gran cantidad de datos, y el problema no es el volumen de datos, sino identificar las estructuras que se forman, no sólo para escoger un modelo de inventario, sino para también tomar decisiones adecuadas y asertivas.

Antes de implementar un modelo EOQ, se debe verificar que la empresa tenga el poder de negociación con el proveedor, para que le despache esa cantidad óptima de pedido.

REFERENCIAS

- Castro, A (2011). Clasificación ABC Multicriterios y Efectos en la Asignación de Pesos. Recuperado el 12 de Enero de 2018 de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/5035>
- Calameo. (2011). Investigación de Operaciones. Recuperado el 11 de Enero de 2018 de <http://en.calameo.com/read/0008400025e13c601d8cf>.
- Coyle, J (2012). Administración de la Cadena de suministro. Recuperado el 01 de Febrero del 2018 de [/AdministracióndeCadenadesuministroestrategia,planeación_y_operación.pdf](#)
- Chase, R (2006). Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros. Recuperado el 01 de Enero de 2018 de http://Administracion_de_Operaciones_-_Completo%20Great.pdf
- FIAEP. (2014). Control de inventarios. Recuperado el 12 de Marzo de 2018 de <http://fiaep.org/inventario/controlymanejodeinventarios.pdf>.
- GEO, (2014). Punto de Reposición e Inventario de Seguridad con Demanda y/o Lead Time Variable. Recuperado el 14 de Enero de 2018 de <https://www.gestiondeoperaciones.net/inventarios/punto-de-reposicion-e-inventario-de-seguridad-con-demanda-yo-lead-time-variable/>
- Heizer, J (2007). Dirección de la producción y de operaciones. Recuperado el 10 de Enero del 2018 de http://DireccióndeProducciónyde_Operaciones20_a20Ed%20_Heizer20DT.pdf
- Hillier, F (2010). Introducción a la investigación de operaciones. Recuperado el 01 de Abril del 2018 de http://Libro_Introduccion_a_la_investigacion_de.pdf

- Martínes, L. (2015). Homología Persistente. Recuperado el 23 de Enero de 2018 de <http://atd.cimat.mx/sites/ATD/files/Homolog%C3%ADa%20Persistente%20en%20el%20An%C3%A1lisis%20Topol%C3%B3gico%20de%20Datos.pdf>.
- Mora, G. (2012). Gestión de Inventarios. Recuperado el 01 de Enero de 2018 de https://books.google.com.ec/books?id=hXs5DwAAQBAJ&dq=que+es+el+WMS&hl=es&source=gbs_navlinks_s.
- Perdomo, M. A. (2004). Fundamentos de control interno. Recuperado el 01 de Enero del 2018 de [http:// Metodología_de_Fundam_de_Contr.pdf](http://Metodología_de_Fundam_de_Contr.pdf)
- Perez, J (2015). Análisis Topológico de Datos. Recuperado el 05 de Enero de 2018 de <http://atd.cimat.mx/sites/ATD/files/TesisJesusPerez.pdf>.
- Stadler, M (2008). Topología. Recuperado el 20 de Enero de 2018 de <http://www.ehu.eus/~mtwmastm/TopoAlg0708.pdf>.
- Stephen G. Timme y Christine Williams-Timme (2003). *The Real Cost of Holding Inventory*. Recuperado el 07 de Enero del 2018 de [http:// Inventory%20Control.pdf](http://Inventory%20Control.pdf)
- Terradez, M (2010). Análisis de Conglomerados y Componentes Principales. Recuperado el 10 de Enero de 2018 de <http://www.ehu.eus/~mtwmastm/TopoAlg0708.pdf>.
- Zozus, M (2017). *The Data Book Collection and Management of Research Data*. Recuperado el 14 de Enero del 2018 de [http:// /The%20Data%20Book%20Collection%20and%20Management%20of%20Research%20Data.pdf](http://The%20Data%20Book%20Collection%20and%20Management%20of%20Research%20Data.pdf)

ANEXOS

ANEXO 1

Detalle del inventario de la Clasificación Multicriterio ABC

NCOD	DEMANDA	CANT. PED. FÁB	COST. UNIT.	LTFPR	LTFPRCL	No PEDIDO DEL CLIENT	No PEDIDO A FÁB	ROTACIÓN	RECURR.	PUNTAJE TOTAL	CLAS. ABC
373	0,02	0,02	0,00	0,13	0,31	1,00	1,00	0,11	1,00	0,86	A
292	0,02	0,03	0,00	0,17	0,27	0,92	0,79	0,24	1,00	0,77	A
762	0,03	0,00	0,00	0,14	0,32	0,79	0,76	0,17	1,00	0,70	A
178	0,10	0,00	0,00	0,16	0,33	0,95	0,44	0,11	0,80	0,65	A
119	0,03	0,00	0,00	0,13	0,33	0,66	0,78	0,13	1,00	0,64	A
181	0,05	0,00	0,00	0,21	0,31	0,74	0,51	0,04	0,80	0,57	A
309	0,03	0,00	0,00	0,14	0,30	0,60	0,57	0,21	1,00	0,56	A
317	0,02	0,00	0,00	0,15	0,30	0,59	0,60	0,14	0,80	0,54	A
385	0,02	0,00	0,00	0,12	0,33	0,56	0,49	0,18	0,80	0,49	A
176	0,01	0,01	0,01	0,13	0,30	0,51	0,51	0,26	0,80	0,48	A
386	0,03	0,01	0,01	0,13	0,29	0,56	0,29	0,13	0,80	0,43	B
109	0,01	0,07	0,07	0,20	0,29	0,34	0,40	0,36	0,80	0,38	B

27 1	0,0 1	0,02	0,00	0,1 4	0,3 8	0,34	0,4 0	0,1 8	0,8 0	0,3 7	B
35 3	0,0 1	0,01	0,00	0,1 5	0,3 6	0,33	0,3 2	0,2 4	0,8 0	0,3 4	B
25 4	0,0 1	0,01	0,04	0,1 4	0,2 6	0,25	0,2 9	0,4 3	1,0 0	0,3 3	B
13 9	0,1 3	0,15	0,00	0,1 9	0,4 2	0,26	0,3 2	0,2 6	0,8 0	0,3 2	B
32 6	0,0 1	0,02	0,00	0,1 2	0,3 4	0,33	0,2 4	0,2 7	0,8 0	0,3 2	B
30 0	0,0 2	0,02	0,00	0,1 2	0,3 5	0,30	0,2 7	0,2 5	0,8 0	0,3 2	B
22 6	0,0 2	0,01	0,00	0,1 2	0,3 2	0,26	0,2 5	0,3 3	0,8 0	0,3 0	B
75	0,0 1	0,01	0,01	0,1 4	0,3 6	0,23	0,2 7	0,2 2	0,8 0	0,2 8	B
16 0	0,0 1	0,01	0,01	0,1 4	0,2 9	0,23	0,2 2	0,3 5	0,8 0	0,2 8	B
30 5	0,0 1	0,01	0,03	0,1 1	0,3 2	0,22	0,2 4	0,4 0	0,6 0	0,2 6	B
82	0,0 1	0,01	0,00	0,1 5	0,3 8	0,25	0,2 1	0,3 5	0,6 0	0,2 6	B
26 6	0,0 1	0,01	0,03	0,1 4	0,3 2	0,19	0,1 9	0,4 6	0,8 0	0,2 6	B
15 6	0,0 4	0,06	0,00	0,4 2	0,3 5	0,22	0,2 4	0,3 0	0,6 0	0,2 6	B
14 7	0,0 1	0,01	0,01	0,1 8	0,2 8	0,18	0,2 2	0,3 9	0,8 0	0,2 6	B
18 9	0,0 2	0,02	0,01	0,1 0	0,3 2	0,22	0,2 4	0,2 6	0,6 0	0,2 5	B
17	0,0 1	0,01	0,01	0,1 7	0,2 9	0,19	0,2 1	0,4 1	0,6 0	0,2 4	B

40	0,0	0,01	0,00	0,1	0,3	0,16	0,1	0,4	0,8	0,2	B
	2			3	1		6	3	0	4	
12	0,0	0,02	0,00	0,1	0,3	0,22	0,1	0,2	0,6	0,2	B
5	2			5	8		4	9	0	3	
13	0,0	0,02	0,00	0,1	0,5	0,15	0,1	0,3	0,8	0,2	B
8	2			6	3		6	2	0	2	
13	0,0	0,02	0,00	0,1	0,3	0,21	0,1	0,2	0,8	0,2	B
0	1			6	8		0	9	0	2	
22	0,0	0,06	0,00	0,1	0,3	0,14	0,1	0,4	0,8	0,2	B
9	8			2	1		3	9	0	2	
68	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,15	0,1	0,6	0,6	0,2	B
	2			4	5		3	1	0	2	
20	0,0	0,01	0,00	0,1	0,3	0,15	0,1	0,4	0,6	0,2	B
2	1			1	4		7	2	0	2	
12	0,0	0,01	0,02	0,1	0,3	0,10	0,1	0,6	0,8	0,2	B
9	1			5	2		3	2	0	1	
11	0,0	0,01	0,00	0,1	0,4	0,12	0,1	0,4	0,8	0,2	B
6	1			3	2		3	0	0	1	
96	0,0	0,01	0,04	0,1	0,3	0,11	0,1	0,5	0,6	0,2	B
	1			5	9		6	7	0	1	
12	0,0	0,01	0,00	0,1	0,6	0,15	0,1	0,3	0,6	0,2	B
6	1			6	0		4	8	0	1	
16	0,1	0,09	0,00	0,2	0,2	0,07	0,1	0,9	0,6	0,2	B
6	9			1	9		0	2	0	1	
92	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,12	0,1	0,4	0,6	0,2	B
	1			4	9		6	8	0	1	
83	0,0	0,01	0,03	0,1	0,3	0,11	0,1	0,4	0,8	0,2	B
	1			4	1		3	5	0	0	
80	0,0	0,03	0,00	0,1	0,4	0,18	0,1	0,3	0,6	0,2	B
	2			7	2		0	2	0	0	
21	0,0	0,01	0,00	0,1	0,3	0,14	0,1	0,5	0,4	0,2	B
8	1			3	4		4	8	0	0	

105	0,01	0,01	0,04	0,15	0,33	0,07	0,08	0,73	0,80	0,20	B
315	0,02	0,02	0,00	0,14	0,37	0,14	0,17	0,23	0,60	0,20	B
110	0,01	0,01	0,09	0,17	0,32	0,10	0,13	0,58	0,60	0,19	B
371	0,01	0,01	0,00	0,13	0,34	0,14	0,14	0,31	0,60	0,19	B
146	0,01	0,01	0,01	0,17	0,25	0,07	0,10	0,62	0,80	0,19	B
391	0,01	0,01	0,01	0,11	0,50	0,11	0,10	0,55	0,60	0,19	B
284	0,01	0,01	0,00	0,12	0,30	0,12	0,11	0,43	0,60	0,19	B
154	0,02	0,02	0,00	0,15	0,41	0,08	0,11	0,55	0,60	0,18	B
151	0,01	0,01	0,01	0,16	0,41	0,10	0,14	0,55	0,40	0,18	B
274	0,01	0,01	0,04	0,10	0,24	0,07	0,08	0,73	0,60	0,18	B
221	0,01	0,01	0,00	0,16	0,30	0,11	0,13	0,33	0,60	0,18	B
219	0,01	0,01	0,00	0,11	0,28	0,12	0,16	0,35	0,40	0,18	B
152	0,40	0,54	0,00	0,15	0,33	0,11	0,13	0,28	0,40	0,18	B
222	0,01	0,01	0,00	0,12	0,33	0,14	0,13	0,39	0,40	0,18	B
106	0,01	0,01	0,03	0,17	0,27	0,10	0,11	0,44	0,60	0,17	B
285	0,01	0,01	0,01	0,10	0,36	0,05	0,06	1,00	0,40	0,17	B

18	0,0 1	0,01	0,01	0,1 3	0,3 5	0,07	0,1 0	0,6 1	0,6 0	0,1 7	B
36	0,0 1	0,01	0,01	0,1 4	0,3 3	0,12	0,1 6	0,3 0	0,4 0	0,1 7	B
19	0,0 1	0,01	0,01	0,4 1	0,3 6	0,11	0,1 1	0,5 1	0,4 0	0,1 7	B
26	0,0 2	0,01	0,02	0,5 4	0,2 5	0,05	0,0 6	0,7 3	0,6 0	0,1 7	B
16	0,0 1	0,01	0,01	0,1 7	0,3 7	0,07	0,1 0	0,5 5	0,6 0	0,1 7	B
15 5	0,0 1	0,01	0,01	0,1 5	0,4 6	0,07	0,1 0	0,4 7	0,6 0	0,1 6	B
24 4	0,0 8	0,06	0,00	0,1 2	0,2 8	0,08	0,1 3	0,4 8	0,4 0	0,1 6	B
18 8	0,0 2	0,02	0,00	0,1 3	0,3 9	0,08	0,1 0	0,6 1	0,4 0	0,1 6	B
20 4	0,0 2	0,02	0,00	0,1 2	0,3 4	0,08	0,0 6	0,7 3	0,4 0	0,1 6	B
29 7	0,0 1	0,01	0,00	0,1 4	0,3 5	0,07	0,0 8	0,7 3	0,4 0	0,1 6	B
99	0,0 1	0,01	0,00	0,1 4	0,3 4	0,10	0,1 0	0,2 8	0,6 0	0,1 6	B
81	0,0 1	0,01	0,00	0,1 2	0,5 4	0,08	0,1 0	0,3 0	0,6 0	0,1 5	B
39 1	0,0 2	0,01	0,03	0,2 7	0,3 5	0,12	0,0 6	0,4 1	0,4 0	0,1 5	B
18 0	0,0 1	0,02	0,02	0,2 0	0,4 5	0,11	0,1 4	0,1 8	0,4 0	0,1 5	B
28 1	0,0 1	0,01	0,05	0,1 7	0,2 8	0,08	0,0 8	0,3 6	0,6 0	0,1 5	B
19 1	0,0 2	0,01	0,01	0,1 0	0,2 8	0,07	0,0 8	0,4 2	0,6 0	0,1 5	B

62	0,0	0,01	0,12	0,2	0,3	0,05	0,0	0,7	0,4	0,1	B
	1			1	3		6	3	0	5	
39	0,0	0,01	0,00	0,1	0,2	0,07	0,1	0,5	0,4	0,1	B
6	1			9	8		0	5	0	5	
35	0,0	0,01	0,00	0,1	0,4	0,11	0,1	0,2	0,4	0,1	B
2	1			5	4		1	5	0	5	
37	0,0	0,01	0,00	0,1	0,3	0,07	0,0	0,5	0,4	0,1	C
4	1			5	5		8	5	0	4	
19	0,0	0,02	0,00	0,1	0,3	0,03	0,0	0,7	0,4	0,1	C
4	2			4	2		8	3	0	4	
34	0,0	0,04	0,00	0,1	0,2	0,08	0,0	0,5	0,4	0,1	C
3	5			0	6		6	0	0	4	
20	0,0	0,03	0,00	0,1	0,4	0,10	0,1	0,1	0,4	0,1	C
3	2			2	5		3	6	0	4	
74	0,0	0,01	0,00	0,1	0,4	0,08	0,1	0,2	0,4	0,1	C
	1			3	3		1	9	0	4	
27	0,0	0,01	0,01	0,1	0,3	0,04	0,0	0,7	0,4	0,1	C
	2			3	5		5	3	0	4	
58	0,0	0,01	0,02	0,1	0,2	0,04	0,0	0,7	0,4	0,1	C
	1			7	8		5	3	0	4	
9	0,0	0,01	0,03	0,1	0,2	0,04	0,0	0,7	0,4	0,1	C
	1			3	9		5	3	0	4	
27	0,0	0,01	0,02	0,1	0,4	0,10	0,0	0,3	0,4	0,1	C
2	1			3	5		6	6	0	4	
28	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,05	0,0	0,5	0,4	0,1	C
6	2			5	9		8	0	0	3	
14	0,0	0,01	0,02	0,1	0,3	0,05	0,0	0,4	0,4	0,1	C
5	1			9	4		8	8	0	3	
29	0,0	0,01	0,04	0,0	0,2	0,04	0,0	0,7	0,4	0,1	C
5	1			9	5		3	3	0	3	
39	0,0	0,01	0,00	0,1	0,3	0,05	0,0	0,5	0,4	0,1	C
3	1			5	6		6	2	0	3	

49	0,0 1	0,01	0,00	0,1 2	0,3 8	0,07	0,1 0	0,3 2	0,4 0	0,1 3	C
69	0,0 1	0,01	0,01	0,1 1	0,3 7	0,08	0,0 6	0,3 6	0,4 0	0,1 3	C
15 3	0,0 2	0,03	0,00	0,1 5	0,2 7	0,05	0,0 8	0,4 4	0,4 0	0,1 3	C
21 3	0,0 1	0,01	0,01	0,1 5	0,2 9	0,07	0,0 8	0,3 6	0,4 0	0,1 3	C
41	0,0 1	0,01	0,01	0,2 0	0,3 5	0,04	0,0 6	0,5 5	0,4 0	0,1 3	C
43	0,0 1	0,01	0,07	0,2 3	0,2 8	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
27 3	0,0 2	0,01	0,01	0,1 8	0,3 0	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
19 8	0,0 1	0,01	0,01	0,1 1	0,2 5	0,07	0,0 8	0,3 6	0,4 0	0,1 3	C
14 8	0,0 2	0,01	0,01	0,1 6	0,3 1	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
11 5	0,0 2	0,01	0,02	0,1 4	0,2 7	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
40 2	0,0 1	0,01	0,04	0,1 6	0,2 5	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
13 5	0,0 2	0,01	0,01	0,1 4	0,2 5	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
18 4	0,0 1	0,01	0,04	0,0 8	0,2 9	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
33 8	0,0 2	0,01	0,01	0,1 4	0,2 5	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
28 2	0,0 1	0,01	0,07	0,1 0	0,2 6	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
21 7	0,0 2	0,01	0,02	0,0 9	0,2 7	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C

183	0,0 1	0,01	0,01	0,2 2	0,1 5	0,03	0,0 3	0,7 3	0,4 0	0,1 3	C
60	0,0 2	0,01	0,00	0,1 6	0,2 5	0,01	0,0 5	0,7 3	0,4 0	0,1 2	C
117	0,0 1	0,01	0,00	0,1 6	0,4 5	0,08	0,0 6	0,2 7	0,4 0	0,1 2	C
230	0,0 8	0,08	0,00	0,1 3	0,2 9	0,07	0,0 6	0,3 3	0,4 0	0,1 2	C
179	0,0 2	0,03	0,00	0,2 0	0,4 4	0,11	0,0 5	0,1 5	0,4 0	0,1 2	C
25	0,0 1	0,01	0,01	0,1 7	0,3 5	0,04	0,0 5	0,7 3	0,2 0	0,1 2	C
404	0,0 1	0,01	0,01	0,1 8	0,2 7	0,07	0,0 5	0,3 6	0,4 0	0,1 2	C
89	0,0 1	0,01	0,00	0,1 4	0,3 9	0,04	0,0 5	0,4 8	0,4 0	0,1 2	C
216	0,0 1	0,01	0,01	0,1 3	0,2 5	0,07	0,0 8	0,2 4	0,4 0	0,1 2	C
127	0,0 1	0,01	0,00	0,1 5	0,3 2	0,08	0,0 6	0,2 2	0,4 0	0,1 2	C
10	0,0 1	0,01	0,01	0,2 1	0,5 1	0,03	0,0 5	0,7 3	0,2 0	0,1 2	C
144	0,0 1	0,01	0,02	0,2 3	0,3 0	0,03	0,0 5	0,5 5	0,4 0	0,1 2	C
177	0,0 6	0,03	0,01	1,0 0	0,2 4	0,03	0,0 3	0,7 3	0,2 0	0,1 2	C
65	0,0 1	0,01	0,00	0,1 2	0,3 5	0,07	0,1 0	0,3 6	0,2 0	0,1 2	C
67	0,0 2	0,02	0,00	0,1 3	0,5 7	0,05	0,0 5	0,3 6	0,4 0	0,1 1	C
44	0,0 1	0,01	0,07	0,1 5	0,4 0	0,03	0,0 5	0,7 3	0,2 0	0,1 1	C

165	1,00	0,75	0,00	0,21	0,26	0,01	0,02	0,48	0,20	0,11	C
301	0,02	0,02	0,00	0,09	0,37	0,05	0,05	0,38	0,40	0,11	C
261	0,01	0,01	0,08	0,16	0,53	0,03	0,03	0,55	0,40	0,11	C
390	0,01	0,01	0,01	0,17	0,29	0,03	0,05	0,73	0,20	0,11	C
246	0,50	0,25	0,00	0,11	0,24	0,01	0,02	0,73	0,20	0,11	C
872	0,01	0,01	0,00	0,15	0,58	0,05	0,03	0,36	0,40	0,11	C
141	0,01	0,01	0,01	0,15	0,29	0,03	0,05	0,48	0,40	0,11	C
107	0,01	0,01	0,02	0,16	0,96	0,01	0,03	0,73	0,20	0,11	C
260	0,01	0,01	0,01	0,11	0,39	0,03	0,03	0,73	0,20	0,11	C
482	0,01	0,01	0,00	0,14	0,25	0,03	0,03	0,73	0,20	0,11	C
328	0,01	0,01	0,01	0,13	0,26	0,03	0,03	0,73	0,20	0,11	C
259	0,01	0,01	0,01	0,13	0,24	0,03	0,03	0,73	0,20	0,11	C
21	0,02	0,02	0,00	0,01	0,28	0,10	0,03	0,18	0,40	0,11	C
187	0,01	0,01	0,01	0,12	0,24	0,03	0,03	0,73	0,20	0,11	C
134	0,01	0,01	0,01	0,16	0,09	0,04	0,05	0,61	0,20	0,11	C
142	0,05	0,05	0,00	0,18	0,33	0,05	0,08	0,15	0,40	0,11	C

57	0,1 0	0,06	0,00	0,1 8	0,2 5	0,01	0,0 3	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
20	0,0 1	0,01	0,01	0,1 1	1,0 0	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
38	0,0 1	0,01	0,00	0,1 9	0,3 8	0,03	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
14	0,0 1	0,03	0,00	0,1 0	0,5 4	0,07	0,0 5	0,1 6	0,4 0	0,1 0	C
22	0,0 1	0,01	0,00	0,1 2	0,2 7	0,05	0,0 8	0,3 6	0,2 0	0,1 0	C
12	0,1 3	0,50	0,00	0,1 9	0,4 6	0,07	0,0 8	0,0 9	0,2 0	0,1 0	C
29	0,0 1	0,01	0,02	0,2 5	0,2 4	0,01	0,0 3	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
19	0,0 3	0,02	0,00	0,1 8	0,4 6	0,03	0,0 3	0,6 2	0,2 0	0,1 0	C
12	0,0 1	0,01	0,00	0,1 6	0,2 4	0,01	0,0 3	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
16	0,1 4	0,08	0,00	0,1 5	0,2 6	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
31	0,0 9	0,01	0,02	0,0 7	0,2 4	0,01	0,0 3	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
45	0,0 1	0,01	1,00	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
20	0,0 1	0,01	0,01	0,1 9	0,5 6	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
72	0,0 2	0,01	0,00	0,1 6	0,5 6	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
5	0,0 1	0,01	0,11	0,1 9	0,4 3	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
19	0,0 9	0,02	0,00	0,1 8	0,2 4	0,03	0,0 3	0,6 2	0,2 0	0,1 0	C

157	0,08	0,04	0,00	0,16	0,27	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
332	0,02	0,01	0,00	0,09	0,25	0,03	0,03	0,42	0,40	0,10	C
342	0,02	0,01	0,00	0,09	0,25	0,03	0,03	0,42	0,40	0,10	C
401	0,03	0,02	0,00	0,16	0,39	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
1588	0,08	0,04	0,00	0,16	0,24	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
81	0,01	0,01	0,00	0,11	0,47	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
471	0,01	0,01	0,13	0,31	0,24	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
313	0,01	0,01	0,48	0,10	0,24	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
461	0,01	0,01	0,00	0,13	0,42	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
916	0,06	0,03	0,00	0,16	0,25	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
196	0,01	0,01	0,20	0,23	0,24	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
140	0,02	0,01	0,00	0,07	0,39	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
235	0,01	0,01	0,01	0,30	0,24	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
131	0,01	0,01	0,05	0,24	0,27	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
363	0,06	0,03	0,00	0,09	0,25	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C
301	0,01	0,01	0,01	0,28	0,25	0,01	0,02	0,73	0,20	0,10	C

30 3	0,0 4	0,02	0,00	0,1 6	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
66	0,0 1	0,01	0,05	0,2 5	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
23 1	0,0 2	0,01	0,00	0,2 3	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
19 7	0,0 1	0,01	0,15	0,1 5	0,2 6	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
38	0,0 1	0,01	0,00	0,2 6	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
35 0	0,0 3	0,02	0,00	0,1 6	0,2 5	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
35 1	0,0 2	0,01	0,00	0,1 6	0,2 7	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
3	0,0 1	0,01	0,02	0,1 9	0,2 6	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
31	0,0 1	0,01	0,06	0,1 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
27 7	0,0 1	0,01	0,02	0,1 5	0,2 8	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
33 5	0,0 4	0,02	0,00	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
21 4	0,0 2	0,01	0,02	0,1 6	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
27 8	0,0 1	0,01	0,03	0,1 5	0,2 7	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
40 8	0,0 2	0,01	0,00	0,1 3	0,2 7	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
37 9	0,0 4	0,02	0,00	0,0 7	0,2 5	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
71	0,0 1	0,01	0,06	0,1 5	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C

37	0,0	0,01	0,02	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
	1			6	5		2	3	0	0	
90	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
	1			3	7		2	3	0	0	
28	0,0	0,01	0,05	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
3	2			1	4		2	3	0	0	
40	0,0	0,01	0,02	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
5	2			3	4		2	3	0	0	
13	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
	1			6	5		2	3	0	0	
16	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
2	1			6	5		2	3	0	0	
52	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
	2			2	4		2	3	0	0	
27	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
9	1			1	8		2	3	0	0	
40	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
7	1			3	7		2	3	0	0	
29	0,0	0,02	0,01	0,0	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
4	3			8	4		2	3	0	0	
35	0,0	0,01	0,00	0,0	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
6	1			9	9		2	3	0	0	
38	0,0	0,01	0,01	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
4	2			1	4		2	3	0	0	
13	0,0	0,01	0,02	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
6	1			3	5		2	3	0	0	
34	0,0	0,01	0,00	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
1	2			1	4		2	3	0	0	
93	0,0	0,01	0,02	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
	1			3	5		2	3	0	0	
12	0,0	0,01	0,00	0,1	0,2	0,01	0,0	0,7	0,2	0,1	C
2	1			3	5		2	3	0	0	

54	0,0 2	0,01	0,00	0,1 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
38	0,0 2	0,01	0,00	0,1 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
13	0,0 1	0,01	0,01	0,1 3	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
63	0,0 1	0,01	0,01	0,1 3	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
94	0,0 1	0,01	0,00	0,1 3	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
40	0,0 1	0,01	0,00	0,1 3	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
4	0,0 1	0,01	0,03	0,1 0	0,2 5	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
30	0,0 1	0,01	0,02	0,1 1	0,2 5	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
35	0,0 1	0,01	0,05	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
37	0,0 1	0,01	0,02	0,1 1	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
38	0,0 3	0,02	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
34	0,0 1	0,01	0,04	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
36	0,0 1	0,01	0,04	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
53	0,0 1	0,01	0,03	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
29	0,0 1	0,01	0,01	0,1 1	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
36	0,0 1	0,01	0,02	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C

33 4	0,0 1	0,01	0,00	0,0 9	0,2 5	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
35 5	0,0 1	0,01	0,00	0,0 9	0,2 5	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
34 5	0,0 2	0,01	0,00	0,0 7	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
70 1	0,0	0,01	0,04	0,0 7	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
38 0	0,0 1	0,01	0,01	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
51 1	0,0	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
36 4	0,0 1	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
61 1	0,0	0,01	0,01	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
23 8	0,0 1	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
24 1	0,0 1	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
15 9	0,0 2	0,01	0,00	0,1 0	0,2 0	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
31 4	0,0 1	0,01	0,00	0,0 6	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
32 4	0,0 1	0,01	0,01	0,0 5	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
32 5	0,0 1	0,01	0,01	0,0 5	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
32 2	0,0 2	0,01	0,01	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
35 7	0,0 1	0,01	0,00	0,1 2	0,3 6	0,04	0,0 5	0,2 4	0,4 0	0,1 0	C

32 1	0,0 2	0,01	0,01	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
36 8	0,0 1	0,01	0,05	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
31 1	0,0 1	0,01	0,01	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
31 8	0,0 1	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
21 1	0,0 1	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
28 1	0,0 1	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,1 0	C
35 1	0,0 1	0,01	0,10	0,1 9	0,0 0	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,0 9	C
32 7	0,0 2	0,01	0,00	0,0 9	0,0 1	0,01	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,0 9	C
15 1	0,0 2	0,01	0,00	0,1 6	0,3 9	0,03	0,0 3	0,5 5	0,2 0	0,0 9	C
11 3	0,0 2	0,02	0,00	0,1 4	0,3 3	0,03	0,0 5	0,2 7	0,4 0	0,0 9	C
55 1	0,0 1	0,01	0,08	0,2 1	0,2 4	0,00	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,0 9	C
15 0	0,0 1	0,01	0,01	0,1 6	0,2 5	0,00	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,0 9	C
39 9	0,0 1	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,0 9	C
40 0	0,0 1	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,7 3	0,2 0	0,0 9	C
21 5	0,0 3	0,06	0,00	0,2 7	0,2 4	0,11	0,0 2	0,1 2	0,2 0	0,0 9	C
14 9	0,0 2	0,01	0,00	0,1 4	0,2 7	0,03	0,0 5	0,4 4	0,2 0	0,0 9	C

14 1	0,0 4	0,05	0,00	0,1 8	0,4 5	0,04	0,0 6	0,2 4	0,2 0	0,0 9	C
73	0,0 2	0,02	0,00	0,0 9	0,5 9	0,04	0,0 6	0,2 4	0,2 0	0,0 9	C
79	0,0 6	0,04	0,00	0,2 4	0,2 4	0,01	0,0 2	0,5 5	0,2 0	0,0 8	C
28 0	0,0 1	0,01	0,01	0,1 7	0,2 6	0,03	0,0 5	0,3 6	0,2 0	0,0 8	C
64	0,0 2	0,02	0,00	0,0 7	0,2 4	0,03	0,0 2	0,4 8	0,2 0	0,0 8	C
12 0	0,0 2	0,02	0,00	0,1 0	0,6 7	0,03	0,0 5	0,2 9	0,2 0	0,0 8	C
36 7	0,0 2	0,01	0,00	0,1 7	0,3 7	0,05	0,0 3	0,2 4	0,2 0	0,0 8	C
11 4	0,0 1	0,01	0,00	0,1 4	0,5 0	0,03	0,0 3	0,3 6	0,2 0	0,0 8	C
85	0,0 2	0,02	0,00	0,0 7	0,4 1	0,03	0,0 3	0,3 6	0,2 0	0,0 8	C
25 5	0,0 1	0,01	0,00	0,2 4	0,2 8	0,03	0,0 3	0,3 6	0,2 0	0,0 8	C
37 8	0,0 1	0,01	0,00	0,1 8	0,2 5	0,03	0,0 3	0,3 6	0,2 0	0,0 8	C
6	0,0 1	0,01	0,00	0,1 5	0,2 4	0,01	0,0 3	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C
28 9	0,0 1	0,01	0,04	0,0 8	0,2 4	0,01	0,0 3	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C
10 1	0,0 5	0,05	0,00	0,1 9	0,2 5	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C
10 0	0,0 5	0,05	0,00	0,1 9	0,2 5	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C
86	0,0 5	0,05	0,00	0,1 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C

10 2	0,0 5	0,05	0,00	0,1 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C
13 2	0,0 1	0,01	0,01	0,1 6	0,2 4	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C
17 5	0,0 1	0,01	0,00	0,1 6	0,2 5	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 7	C
27 0	0,0 1	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 6	C
18 5	0,0 1	0,01	0,00	0,0 7	0,2 4	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 6	C
33 2	0,0 1	0,01	0,03	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 2	0,3 6	0,2 0	0,0 6	C
23 3	0,0 1	0,01	0,00	0,1 5	0,6 8	0,03	0,0 6	0,0 0	0,2 0	0,0 6	C
22 5	0,0 2	0,01	0,02	0,1 6	0,3 7	0,05	0,0 3	0,0 0	0,2 0	0,0 6	C
34 4	0,0 4	0,04	0,00	0,0 7	0,2 5	0,03	0,0 2	0,2 1	0,2 0	0,0 6	C
24 8	0,0 8	1,00	0,00	0,2 1	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 3	0,2 0	0,0 6	C
11	0,0 1	0,02	0,00	0,2 1	0,2 4	0,01	0,0 2	0,2 4	0,2 0	0,0 6	C
16 3	0,0 1	0,02	0,00	0,1 6	0,2 5	0,01	0,0 2	0,2 4	0,2 0	0,0 5	C
28 7	0,0 1	0,02	0,00	0,1 9	0,2 4	0,01	0,0 2	0,1 8	0,2 0	0,0 5	C
78	0,0 1	0,02	0,00	0,1 5	0,2 4	0,01	0,0 2	0,1 8	0,2 0	0,0 5	C
50	0,0 1	0,03	0,00	0,1 7	0,2 4	0,01	0,0 2	0,1 5	0,2 0	0,0 5	C
31 6	0,0 1	0,01	0,00	0,1 5	0,2 4	0,01	0,0 5	0,0 0	0,2 0	0,0 4	C

234	0,01	0,01	0,00	0,15	0,25	0,01	0,05	0,00	0,20	0,04	C
190	0,02	0,01	0,00	0,19	0,29	0,01	0,03	0,00	0,20	0,04	C
881	0,01	0,01	0,03	0,16	0,73	0,01	0,02	0,00	0,20	0,04	C
354	0,01	0,01	0,01	0,11	0,25	0,01	0,03	0,00	0,20	0,04	C
256	0,01	0,01	0,05	0,08	0,24	0,01	0,03	0,00	0,20	0,04	C
206	0,02	0,01	0,01	0,22	0,24	0,01	0,02	0,00	0,20	0,03	C
108	0,01	0,01	0,00	0,13	0,25	0,01	0,02	0,00	0,20	0,03	C
329	0,01	0,01	0,00	0,16	0,24	0,01	0,02	0,00	0,20	0,03	C
195	0,01	0,01	0,18	0,00	0,24	0,01	0,02	0,00	0,20	0,03	C
308	0,00	0,01	0,00	0,10	0,25	0,03	0,05	0,00	0,00	0,03	C
247	0,00	0,50	0,00	0,21	0,24	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	C
249	0,00	0,50	0,00	0,21	0,24	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	C
112	0,00	0,50	0,00	0,00	0,39	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	C
210	0,00	0,11	0,00	0,11	0,24	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	C
770	0,00	0,07	0,00	0,18	0,25	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	C
360	0,02	0,00	0,00	0,00	0,24	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	C

29 6	0,0 1	0,01	0,04	0,1 1	0,2 5	0,01	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 2	C
56	0,0 0	0,01	0,99	0,0 0	0,4 2	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
39 5	0,0 0	0,01	0,00	0,1 7	0,2 5	0,00	0,0 3	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
16 9	0,0 0	0,01	0,01	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 3	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
22 1	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 7	0,00	0,0 3	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
32 3	0,0 0	0,01	0,00	0,1 3	0,2 4	0,00	0,0 3	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
29 0	0,0 0	0,01	0,01	0,2 4	0,6 2	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
29 8	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 3	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
29	0,0 1	0,00	0,00	0,0 0	0,5 1	0,01	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
17 3	0,0 0	0,01	0,01	0,4 7	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
17 1	0,0 0	0,01	0,01	0,4 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
17 2	0,0 0	0,01	0,01	0,4 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
23	0,0 0	0,01	0,00	0,4 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
26 5	0,0 0	0,01	0,35	0,2 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
39 2	0,0 0	0,01	0,01	0,1 5	0,4 2	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
26 8	0,0 0	0,01	0,28	0,2 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C

118	0,0 0	0,08	0,00	0,1 3	0,2 6	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
306	0,0 0	0,01	0,00	0,3 7	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
103	0,0 0	0,05	0,00	0,1 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
269	0,0 0	0,01	0,13	0,2 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
24	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,3 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
242	0,0 0	0,01	0,00	0,2 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
288	0,0 0	0,01	0,00	0,2 2	0,2 7	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
420	0,0 0	0,03	0,00	0,0 0	0,3 7	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
124	0,0 0	0,01	0,00	0,2 5	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
369	0,0 0	0,03	0,00	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
223	0,0 0	0,01	0,01	0,2 3	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
337	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,3 2	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
339	0,0 5	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
980	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,3 0	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
232	0,0 0	0,01	0,00	0,1 3	0,3 0	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
212	0,0 0	0,01	0,01	0,1 6	0,2 8	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C

1	0,0 0	0,04	0,00	0,0 4	0,2 9	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
84	0,0 0	0,01	0,00	0,2 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
26	0,0 0	0,01	0,02	0,2 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
16	0,0 0	0,02	0,00	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
12	0,0 0	0,01	0,11	0,0 6	0,3 0	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
10	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,2 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
31	0,0 0	0,02	0,00	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
37	0,0 0	0,02	0,00	0,1 5	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
32	0,0 0	0,01	0,01	0,1 6	0,2 6	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
18	0,0 0	0,01	0,01	0,1 6	0,2 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
13	0,0 0	0,01	0,02	0,0 7	0,3 1	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
20	0,0 0	0,01	0,01	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
21	0,0 0	0,01	0,01	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
27	0,0 0	0,01	0,01	0,1 2	0,2 8	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
20	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
16	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C

23 7	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,2 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
31 2	0,0 0	0,02	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
25 1	0,0 0	0,02	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
34 9	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 6	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
17 0	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
17 4	0,0 0	0,01	0,00	0,1 6	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
40 3	0,0 0	0,01	0,00	0,1 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
30 2	0,0 0	0,01	0,01	0,1 2	0,2 6	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
7 0	0,0 0	0,01	0,01	0,1 6	0,2 3	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
38 1	0,0 0	0,01	0,01	0,1 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
38 2	0,0 0	0,01	0,01	0,1 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
39 4	0,0 0	0,01	0,00	0,1 3	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
39 7	0,0 0	0,01	0,00	0,1 3	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
11 1	0,0 1	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
22 7	0,0 1	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
38 9	0,0 1	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,01	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C

25 8	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
25 2	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
95 0	0,0 0	0,01	0,00	0,1 3	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
24 5	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
20 0	0,0 0	0,01	0,01	0,1 3	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
26 4	0,0 0	0,01	0,01	0,1 3	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
12 8	0,0 0	0,01	0,00	0,1 3	0,2 3	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
36 1	0,0 0	0,01	0,00	0,1 3	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
19 2	0,0 0	0,02	0,00	0,0 7	0,2 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
27 5	0,0 0	0,01	0,01	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
26 2	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
25 7	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
23 6	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
25 3	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
34 2	0,0 0	0,01	0,00	0,1 2	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
37 6	0,0 0	0,01	0,04	0,0 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C

186	0,0 0	0,01	0,02	0,0 7	0,2 7	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
168	0,0 0	0,01	0,01	0,1 1	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
59	0,0 0	0,01	0,01	0,1 1	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
377	0,0 0	0,01	0,04	0,0 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
347	0,0 0	0,01	0,00	0,0 9	0,2 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
267	0,0 0	0,01	0,01	0,0 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
331	0,0 0	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
346	0,0 0	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
320	0,0 0	0,01	0,00	0,0 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
333	0,0 0	0,01	0,01	0,0 8	0,2 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
201	0,0 0	0,01	0,01	0,0 9	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
304	0,0 0	0,01	0,01	0,0 8	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
299	0,0 0	0,01	0,00	0,0 7	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
240	0,0 0	0,02	0,00	0,0 0	0,2 5	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
330	0,0 0	0,01	0,03	0,0 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
406	0,0 0	0,01	0,00	0,0 0	0,2 7	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C

34 0	0,0 0	0,01	0,00	0,0 4	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
97	0,0 0	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
37 5	0,0 0	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
22 8	0,0 0	0,01	0,02	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
20 7	0,0 0	0,01	0,02	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
39 8	0,0 0	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
22 4	0,0 0	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 2	0,0 0	0,0 0	0,0 1	C
35 9	0,0 0	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	C
33 6	0,0 0	0,01	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	C
36 2	0,0 0	0,00	0,00	0,0 0	0,2 5	0,00	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	C
23 9	0,0 0	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	C
24 3	0,0 0	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	C
25 0	0,0 0	0,00	0,00	0,0 0	0,2 4	0,00	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	C

