

**CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA EN EXCEL PARA LA  
GESTIÓN DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS DE  
REPUESTOS EN LA EMPRESA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍA TCC**

**CAMILO ARANGO CUARTAS**

**UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
MEDELLÍN**

**2011**

**CREACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA EN EXCEL PARA LA  
GESTIÓN DE ADMINISTRACIÓN Y MANEJO DE INVENTARIOS DE  
REPUESTOS EN LA EMPRESA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍA TCC**

**CAMILO ARANGO CUARTAS**

**Proyecto de grado para optar por el título de  
Ingeniero Mecánico**

**Asesor**

**Gustavo Hernando Chica Mejía**

**Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD EAFIT**

**ESCUELA DE INGENIERÍAS**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**MEDELLÍN**

**2011**

## AGRADECIMIENTOS

- A mi familia por su apoyo incondicional durante todos estos años de estudio.
- A Rogelio Ortiz, ingeniero del departamento técnico de la empresa TCC por brindarme la ayuda y las herramientas necesarias para la realización del proyecto.
- A la empresa transportadora de paquetes TCC por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto en sus instalaciones. Por dejarme aplicar los conocimientos adquiridos durante mi formación y por todo el aprendizaje obtenido durante mi estadía.
- A Gustavo Chica, asesor del proyecto, por su disponibilidad e interés en cada etapa de desarrollo del proyecto.
- A la universidad EAFIT por la formación teórica y práctica ofrecida en mi carrera de ingeniería mecánica.

## CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. OBJETIVOS .....	14
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
3. ALCANCE.....	15
4. MARCO TEÓRICO .....	16
4.1. HISTORIA DE TCC .....	16
4.2. GESTIÓN FLOTA.....	20
4.3. INVENTARIOS .....	22
4.4. COSTOS EN INVENTARIOS.....	27
4.5. CLASIFICACIÓN ABC.....	28
4.6. CRITICIDAD .....	33
4.7. VARIABILIDAD.....	34
4.8. AUTOCORRELATION FUNCTION, ACF .....	37
4.9. DISTRIBUCIÓN DE POISSON.....	38
4.10. CALIFICACIÓN PUSH O PULL.....	39
4.11. ÍNDICE DE ROTACIÓN.....	46
5. METODOLOGÍA.....	47
5.1. 1Datos.....	48
5.2. 2ACF! .....	67
5.3. 2Poisson.....	67
5.4. 3Ejecutor .....	69
5.5. 4Push .....	79
5.6. 5Pull .....	81
5.7. 6ReportePush.....	81
5.8. 7ReportePull.....	90

5.9.	INTERACCIÓN ENTRE HOJAS DE CALCULO EN EXCEL POR MEDIO DE MACROS. ....	98
6.	RESULTADOS .....	99
7.	CONCLUSIONES.....	102
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	105
9.	ANEXOS.....	107

## LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1- Apoyo logístico.....	31
Ecuación 2- Porcentaje acumulado de cantidad monetaria anual .....	31
Ecuación 3- Porcentaje acumulado de artículos.....	31
Ecuación 4- Punto de reorden tipo A. ....	31
Ecuación 5- Desviación estándar censurada.....	32
Ecuación 6- Punto de reorden tipo B. ....	32
Ecuación 7- Punto de reorden tipo C. ....	32
Ecuación 8- Ecuación ACF. ....	37
Ecuación 9- Ecuación distribución de Poisson.....	39
Ecuación 10- EOQ .....	41
Ecuación 11- Pedido óptimo con el mínimo costo en Push. ....	43
Ecuación 12- Numero óptimo de pedidos por año. ....	43
Ecuación 13- Tiempo óptimo de pedido.....	43
Ecuación 14- Pedido óptimo con el mínimo costo en Pull. ....	43
Ecuación 15- Nivel de inventario máximo .....	44
Ecuación 16- Inventario máximo a mantener.....	44
Ecuación 17- Cantidad única a pedir. ....	45
Ecuación 18- Probabilidad. ....	45
Ecuación 19- Rotación.....	46

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1- Sede inicial de la Empresa .....	17
Ilustración 2- Evolución logos TCC.....	18
Ilustración 3- Cuadro Organizacional de la Empresa.....	20
Ilustración 4- Clasificación ABC.....	30
Ilustración 5- Matriz ABC-Criticidad .....	34
Ilustración 6- Primer bloque de información 1Datos. ....	48
Ilustración 7- Esquema código descriptivo.....	49
Ilustración 8- Mapa bodega repuestos.....	51
Ilustración 9- Mapa bodega llantas. ....	52
Ilustración 10- Mapa bodega laminas y perfiles.....	53
Ilustración 11- Esquema código ubicación.....	54
Ilustración 12- Mapa ubicación bodega repuestos.....	54
Ilustración 13- Segundo bloque de información 1Datos.....	58
Ilustración 14- Tercer bloque de información 1Datos.....	60
Ilustración 15- Cuarto bloque de información 1Datos. ....	62
Ilustración 16- Quinto bloque de información 1Datos. ....	65
Ilustración 17- Sexto bloque de información 1Datos.....	66
Ilustración 18- Movimientos 2ACF! .....	67
Ilustración 19- Movimiento mensual 2Poisson.....	68
Ilustración 20- Probabilidad 2Poissson.....	68
Ilustración 21- Probabilidad acumulada 2Poisson. ....	69
Ilustración 22- Botón de ejecución 3Ejecutor.....	70
Ilustración 23- Botón continuar 3Ejecutor .....	70
Ilustración 24- Información básica de activos 3Ejecutor. ....	71
Ilustración 25- Movimiento mensual 3Ejecutor.....	72
Ilustración 26- Criterio evaluación movimiento 3Ejecutor. ....	73
Ilustración 27- Criterio evaluación variabilidad 3Ejecutor.....	74
Ilustración 28- Criterio evaluación ACF 3Ejecutor.....	75
Ilustración 29- Criterio evaluación criticidad 3Ejecutor.....	76
Ilustración 30- Resultados evaluación de criterios 3Ejecutor.....	77
Ilustración 31- Resultados clasificación Push Pull 3Ejecutor. ....	78
Ilustración 32- Archivo 4Push. ....	80
Ilustración 33- Archivo 5Pull.....	81
Ilustración 34- Información general 6ReportePush.....	82
Ilustración 35- Pronósticos 6ReportePush.....	83

Ilustración 36- Movimiento mensual 6ReportePush.....	84
Ilustración 37- Demanda 6ReportePush. ....	85
Ilustración 38- Clasificación ABC 6ReportePush. ....	86
Ilustración 39- Factor de seguridad 6ReportePush.....	87
Ilustración 40- Cantidad a pedir y a mantener 6ReportePush. ....	88
Ilustración 41- Valor pedido 6ReportePush. ....	89
Ilustración 42- Exceso en días 6ReportePush. ....	90
Ilustración 43- Informacion general 7ReportePull .....	91
Ilustración 44- Pronosticos 7ReportePull .....	92
Ilustración 45- Movimiento mensual 7ReportePull.....	92
Ilustración 46- Demanda promedio mensual 7ReportePull.....	93
Ilustración 47- Clasificación ABC 7ReportePull. ....	94
Ilustración 48- Q Optimo y ROP 7ReportePull.....	95
Ilustración 49- Inventario maximo y excesos 7ReportePull.....	96
Ilustración 50- Pedido a realizar 7ReportePull.....	97



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1- Síntesis de diferencias Push Vs Pull. ....	41
Tabla 2- Clasificación plantas TCC.....	55
Tabla 3- Estructura descripción artículos.....	57
Tabla 4- Descripción de unidades TCC. ....	59
Tabla 5- Costo de pedir TCC. ....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

Las empresas comerciales están basadas en la compra ya sea de una materia prima para generar un valor agregado o de un producto ya terminado, y la venta de estos bienes o servicios; tener un manejo de los inventarios que permita el control y conocimiento del estado de cada uno de los artículos puede ayudar mucho a esta gestión. El inventario se crea con la intención de proveer a la empresa los materiales necesarios para que el proceso productivo no se vea interrumpido en ningún momento, es decir, el inventario tiene un papel vital en el desenvolvimiento regular de la empresa para satisfacer la demanda (Guerrero, 1999).

“La real academia de la lengua española define “inventario” como asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión” (EMAGISTER, 2007).

La codificación y estandarización son conceptos necesarios para lograr ese orden y precisión como lo dicta la definición en el párrafo anterior, además de conocer el comportamiento de cada uno de los artículos en el tiempo. ¿Cómo decide una empresa sobre su política de inventarios<sup>1</sup>, cuándo y cómo se reabastece y cuál debe ser la cantidad a pedir? En una empresa pequeña el administrador puede llevar un recuento de su inventario y tomar estas

---

<sup>1</sup> Política de inventarios: son las reglas y metodologías que se deben seguir para un control eficiente de los inventarios.

decisiones. Sin embargo, esto puede no ser una tarea fácil y factible, aun en empresas pequeñas, muchas compañías ahorran una buena cantidad de dinero al aplicar una administración adecuada de inventarios (EMAGISTER, 2007).

“Los directores del área encargada o incluso, los dirigentes de las empresas se deben enfocar en formular un modelo que describa el comportamiento del sistema de inventarios y mantener un registro de los niveles de los mismos para identificar, con anterioridad, cuando es conveniente reabastecerse” (Salas, 2009).

El impacto de las decisiones de inventario tiene en cuenta lo anterior; es algo que se considera en las decisiones estratégicas de las organizaciones y en la administración de las operaciones de producción. Una forma de ver el inventario es ver a cada uno de los artículos como recursos que no representan ningún beneficio para la empresa hasta antes de ser utilizados; lo único que generan es una inversión que no rinde ninguna contribución, y que al contrario, sí está generando una cantidad de costos asociados a los inventarios (Salas, 2009).

La empresa TCC<sup>2</sup> nace en 1968 y se ubica dentro del sector de servicios, se dedica la prestación de soluciones logísticas mediante el transporte de paquetes a través de todo el territorio nacional. Desde sus inicios, esta empresa ha tenido como filosofía satisfacer las necesidades del mercado a partir del mejoramiento continuo, investigación para optimizar los procesos y el desarrollo

---

<sup>2</sup> TCC: Transportadora Comercial de Colombia es un empresa logística de transporte de mercancía (paquetería).

de productos y servicios para cubrir todo el mercado al cual se enfoca (TCC, 2010).

El desarrollo y crecimiento en el territorio nacional le permite proyectarse en los mercados internacionales, generando la necesidad de adecuar su infraestructura física y productiva (desarrollo de proveedores de artículos, repuestos y servicios) para poder atender la demanda, apoyado en el mejoramiento de las relaciones con los clientes y proveedores que intervienen en la cadena productiva (Guerrero, 1999).

La carencia de herramientas de manejo y control de inventarios del taller vuelven lentos y poco efectivos algunos procesos, lo cual puede traducirse en incumplimiento e ineficacia de la empresa para con sus clientes y consumidores. Por otro lado, la falta de control genera altos costos por sostener artículos de poca rotación, costos de agotar y costos de pedir al proveedor.

La falta de técnicas para el manejo de inventarios, no es lo suficientemente confiable la generación de órdenes de compra, planeación de órdenes de trabajo, asignación de repuestos a actividades estándar, etc., ejerciendo una influencia negativa en el resultado de los indicadores de rotación del inventario (Guerrero, 1999).

El manejo y control de los inventarios, en las organizaciones, se ve enfrentado a superar los grandes retos que exige la gestión interna, teniendo que definir el

nivel adecuado de cada ítem que se debe tener para responder a los requerimientos.

La flota de camiones de TCC cuenta con más de ocho marcas diferentes de automotores, cada una con sus repuestos asociados, lo que representa una alta cantidad de ítems en el inventario; y es factible que con la aplicación de un modelo de inventarios, se conozca y controle la variabilidad e incertidumbre con la cual actualmente se generan las órdenes de compra (Osorio, 2010).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Crear e implementar un programa dinámico en Excel para el control de inventarios de repuestos en la empresa de transporte TCC, aplicando conceptos básicos de la gestión de administración de los mismos.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### 2.2.1. Objetivo 1

Definir los conceptos básicos y pertinentes acerca del manejo de repuestos en mantenimiento, tales como: criterio ABC, *Push & Pull*, Costos, Variabilidad, Criticidad, Rotación, entre otros - Nivel 1 - Conocer.

#### 2.2.2. Objetivo 2

Seleccionar la información y conceptos más relevantes para la empresa, en base a su aplicabilidad dentro de ésta - Nivel 2 - Seleccionar.

#### 2.2.3. Objetivo 3

Crear un programa en Excel para la gestión y administración de inventarios de repuestos, aplicando los conceptos pertinentes y relevantes para la empresa - Nivel 5 - construir.

#### 2.2.4. Objetivo 4

Contrastar la teoría aplicada y desarrollada en la implementación del programa de inventarios, con el comportamiento real que lleva la empresa en su actualidad- Nivel 6 - Evaluar.

#### 2.2.5. Objetivo 5

Concluir los principales resultados obtenidos en la gestión de administración de repuestos de inventario.

### 3. ALCANCE

El proyecto comprende desde la elaboración del diagnóstico, análisis y evaluación de la información obtenida, hasta la presentación de una alternativa por medio de un programa en Excel fundamentado en los conceptos técnicos y teóricos de la gestión y administración de inventarios, que facilite el manejo y control del inventario de repuestos con el que cuenta la compañía a la fecha.

El nivel de pronóstico no está comprendido dentro del proyecto, aunque se tiene en cuenta en el programa; no se realiza ningún pronóstico o referencia alguna dentro de la elaboración del trabajo. Para ello se trabaja con la demanda promedio, que se obtiene de los movimientos registrados en los últimos 4 años en el almacén.

## 4. MARCO TEÓRICO

Los siguientes conceptos son fundamentales para el entendimiento de este proyecto:

### 4.1. HISTORIA DE TCC

El transporte en Colombia tiene un permanente desafío por diferentes situaciones:

- La geografía accidentada.
- La infraestructura vial deficiente.
- Los derrumbes constantes en las vías y puentes caídos.
- Problemas de orden público como paros, grupos al margen de la ley.
- El deterioro en las calzadas.

#### 4.1.1. Orígenes.

El sector comercial ve frustradas las oportunidades de abrir y expandir sus mercados en la primera mitad del siglo XX, por la demora en la entrega de los pedidos, lo cual les hace perder credibilidad ante sus clientes y no les permite ganarse su fidelidad; es allí donde surge la oportunidad de buscar una solución factible a dicho problema (TCC, 2010).



El transporte en 1960 era muy deficiente, un vendedor realizaba las ventas y tomaba sus pedidos y desde el momento en que los tomaba y facturaba, podía la mercancía demorarse 20 días o un mes en llegar a su destino.

“El 11 de marzo de 1968 dos jóvenes emprendedores alzaron vuelo para ir por su propia y compartida meta. Él, don Jorge Agudelo Restrepo, un paisa emprendedor; ella, doña Rosalba Trujillo Trujillo, una opita serena, organizada, inteligente y sensible; juntos comenzaron a escribir una historia. En una casa familiar de Bogotá (ver ilustración 1) se dio el escenario para consolidar una idea novedosa que, sin pretensiones de hacerlo, llegaría a revolucionar el concepto de servicio en el transporte y la distribución de mercancía” (TCC, 2010).

Ilustración 1- Sede inicial de la Empresa<sup>3</sup>



Fuente: (TCC, 2010)

---

<sup>3</sup> Fotografía obtenida del departamento de administración documental de la empresa TCC.

#### 4.1.2. Evolución TCC

El transporte es una actividad reconocida dentro del sector servicios, el cual se caracteriza, entre otras, por la intangibilidad del producto ofrecido. El servicio de transporte se presta para:

- Personas.
- Animales.
- Cosas.

El último ítem puede presentarse en estado sólido, líquido o gaseoso. Adicionalmente, el servicio se ofrece a través de otros medios de transporte, tales como: fluvial, aéreo, marítimo, terrestre, férreo, etc. (Osorio, 2010). Enfocados en el transporte de cajas y paquetes por vía terrestre TCC comienza su evolución para convertirse en una de las principales empresas de logística de paquetería del país (ver ilustración 2).

Ilustración 2- Evolución logos TCC<sup>4</sup>.



Fuente: (TCC, 2010)

<sup>4</sup> Fotografía obtenida del departamento de administración documental de la empresa TCC.

#### 4.1.3. Actualidad TCC

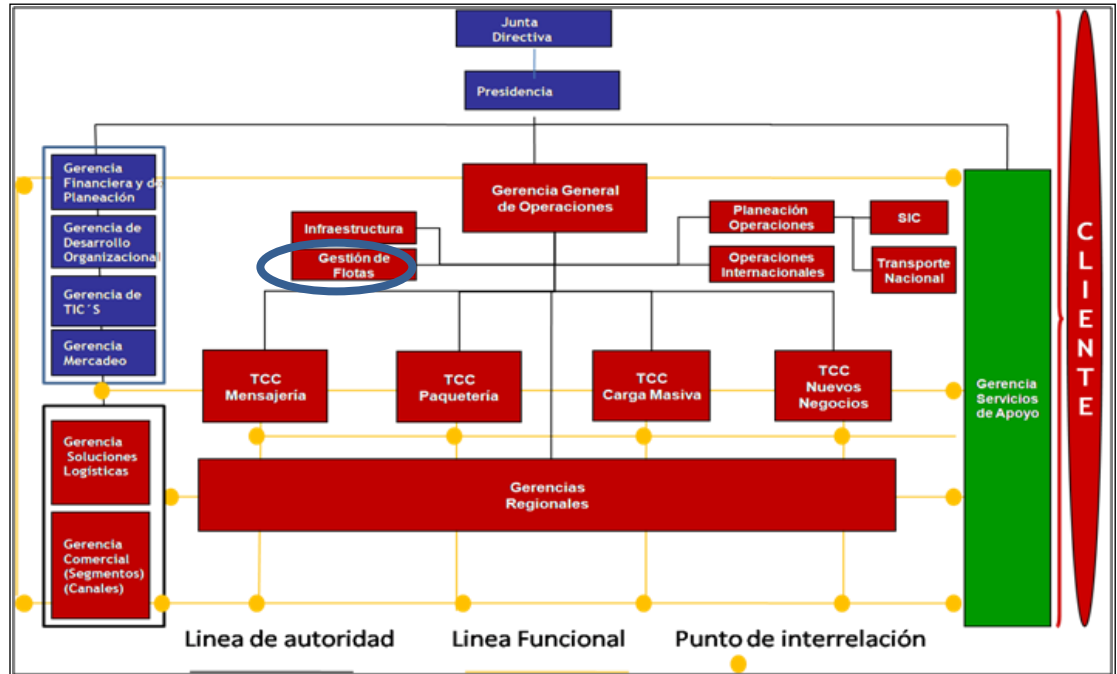
La empresa TCC tiene varias unidades de negocio entre las que se encuentran:

- TCC mensajería.
- TCC paquetería.
- TCC carga masiva.
- TCC Nuevos negocios.

Las tres primeras unidades cuentan con sus propios activos (tracto mulas, camiones y utilitarios) para realizar sus labores y brindar un servicio logístico eficiente a los clientes.

El departamento de mantenimiento es el encargado de garantizar el óptimo funcionamiento de cada uno de los activos. La empresa TCC ubica a esta área sobre cada una de las unidades de negocio (ver ilustración 3), con el fin de velar por la disponibilidad de los activos de la compañía. El área se denomina Gestión flota (ver capítulo 4.2).

Ilustración 3- Cuadro Organizacional de la Empresa<sup>5</sup>



Fuente: (TCC, 2010)

#### 4.2. GESTIÓN FLOTA.

El área de gestión flota se concentra en mantener las máquinas y los equipos en un estado de operación, lo que incluye pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazos, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción.

Los activos se comportan de manera diferente, con cada marca cambian los repuestos y lo mismo sucede con cada modelo lo que dificulta la administración de éstos (Osorio, 2010).

<sup>5</sup> Diagrama obtenido del departamento de administración documental de la empresa TCC.

La empresa TCC clasifica el transporte de paquetería en dos tipos: Acarreo local<sup>6</sup> y transporte nacional. Para el acarreo local cuenta con 300 vehículos en todo el país, con modelos entre 1990 y 2007 de los siguientes tipos:

- CHEVROLET NPR
- CHEVROLET NKR
- CHEVROLET NHR
- DELTA
- MAZDA T45
- INTERNATIONAL.

El transporte nacional utiliza 80 tracto mulas propias, a las cuales se les hace mantenimiento. Las marcas de estos activos son:

- KENWORTH
- MERCEDES
- FREIGHTLINER

Las tracto mulas varían sus modelos desde 1995 hasta 2009 (Osorio, 2010).

Los sistemas de información son necesarios para facilitar la obtención y el manejo de datos sobre los repuestos para cada uno de los activos. Actualmente TCC cuenta con el software llamado INFOMANTE<sup>7</sup> de SOPORTE & CIA LTDA.,

---

<sup>6</sup> Transporte de mercancía en áreas metropolitanas.

<sup>7</sup> INFOMANTE: información de mantenimiento.

con el cual se administra información sobre herramientas, OT<sup>8</sup>, OS<sup>9</sup>, repuestos, mantenimientos programados, entre otros.

#### 4.3. INVENTARIOS

“Los inventarios se consideran dentro de una empresa como la cantidad de repuestos, herramientas, equipos, materias primas, etc., que se almacenan para poder ser utilizados en caso de ser necesarios” (Matalobos, 1991).

El manejo de inventarios es un instrumento útil si se utiliza un sistema de información adecuado o alguna metodología que facilite la administración y el control de cada uno de los artículos que se almacenan; y mediante un correcto manejo se pueden generar grandes ahorros y lograr un mejoramiento logístico del servicio de mantenimiento (Alberto, 2005)

El inventario juega un papel muy significativo dentro del proceso productivo y puede afectar la funcionalidad y disponibilidad de un equipo o proceso. Teniendo ésto en cuenta es importante presentar algunas estrategias de manejo de inventarios (Matalobos, 1991).

---

<sup>8</sup> OT: Órdenes de Trabajo.

<sup>9</sup> OS: Órdenes de Servicio.

#### 4.3.1. Codificación.

Las posibles maneras de nombrar a un mismo artículo genera problemas en la codificación de éste, por ejemplo: un rodamiento es frecuentemente llamado balinera, rolinera, cojinete, chumacera, a pesar de que en realidad estos nombres representan cosas diferentes. Además es necesario tener una descripción precisa de sus características físicas y funcionales en sus códigos para poder cumplir su misión de manera efectiva; esto se traduce en descripciones largas que son difíciles de computarizar (Matalobos, 1991).

El sistema de codificación óptimo debe presentar algunas características:

- Los materiales equivalentes son identificados mediante referencias cruzadas.
- Los materiales conviene que se identifiquen rápidamente.
- Si es posible, debe arborizarse para facilitar la agrupación de artículos.
- El código debe tener una longitud mínima que permita clasificar todos los artículos existentes.
- Los códigos numéricos facilitan la mecanización y son preferidos por los usuarios, aunque no tiene por qué ser limitativo.
- El código tiene una descripción que lo acompañe con una longitud limitada y con un formato preestablecido; además, se debe indicar la unidad de medida que rige a este artículo (Matalobos, 1991).

La estructura planteada facilita en mantenimiento la búsqueda de un material por parte de los usuarios y permite la agregación de la información a niveles macro. La dimensión máxima del código debe ser estudiada con mucho cuidado para que sea lo más corta posible, pero que permita que se clasifiquen todos los artículos existentes (Matalobos, 1991).

La estructura del código se comienza con el proceso de codificación; esto consiste en tomar cada artículo y asignarle un único código, una descripción bajo un estándar y una unidad de medida que será la misma para la gestión y para los usuarios. El proceso de codificación es crítico y debe ser realizado por una persona capacitada en compañía de los usuarios finales del sistema de inventario; además se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El catálogo de códigos final es fácil de interpretar por el personal que va a utilizarlo.
- La existencia de catálogos con índice de orientación, de entrada por código y catálogos alfabéticos, facilita el manejo.
- Algunos artículos son utilizados en varias aplicaciones (rodamientos, lubricantes, componentes eléctricos, etc.), estos estarán en un grupo diferente de materiales identificados como de uso común.
- Si dos artículos de marcas diferentes cumplen exactamente la misma función, deben ser identificados como un solo artículo evitando la referencia a la marca. Esta información deberá ser incluida en los



archivos de compras y no en los catálogos de inventario (Matalobos, 1991).

#### 4.3.2. Tipos de inventarios.

Las razones por las cuales se crean y mantienen inventarios pueden ser:

- Inventarios de distribución o proceso: Son materias primas en proceso de transformación o ya terminadas; dentro de este grupo se encuentran, por ejemplo, la pulpa de papel en los digestores, barras de acero en procesos de laminación, entre otros; estos son básicamente productos.
- Inventarios estacionales<sup>10</sup>: Son productos que tienen demandas que dependen de algún ciclo, que puede ser estacional o no. Juguetes, artículos de moda, útiles escolares, En estos casos la producción se realiza para satisfacer la demanda en el periodo en el cual ocurre, lo que evita picos de producción excedidos.
- Inventarios especulativos: Cuando se espera un aumento de precios que sea superior a los costos de acarreo, es cuando se acumulan este tipo de inventarios. En economías inflacionarias este es un comportamiento típico, pero puede conducir a la pérdida de competitividad de la empresa frente a las que se basan en la reducción de inventarios y los costos que esto conlleva.

---

<sup>10</sup> Estacional: Hace referencia a las estaciones del año.

- Inventarios de seguridad: Este tipo de inventarios se crean para cubrir errores que se presenten en la estimación del *stock* necesario o para amortiguar variaciones en la demanda. Se parte del hecho de que la demanda del bien proviene de estudios de mercados que no ofrecen una precisión del 100%. Si la demanda es menor que la que fue estimada, se incurre en costos de almacenamiento por el exceso producido.
- Inventarios cíclicos: Cuando los artículos se producen en lotes y no de manera continua para facilitar las operaciones en sistemas de producción clásicos (Matalobos, 1991).

La existencia de almacenes de repuestos para satisfacer la necesidad se justifica cuando el tiempo de transporte es muy largo, el lugar de fabricación está muy separado del sitio donde serán consumidos los repuestos o artículos, o cuando el consumo de estos repuestos es más alto que la velocidad de producción; pero si cada vez que se requiera un artículo se puede adquirir inmediatamente, es inútil mantener un *stock* de este.

El costo de mantener inventarios puede variar entre el 10% y el 40% de su valor y representa casi un 15% de la venta total de las empresas anualmente (Mora, 2009).

#### 4.4. COSTOS EN INVENTARIOS.

Los costos de pedir, almacenar y de oportunidad en el inventario son los principales costos que se le asocian a los almacenes.

- Costos de pedir al proveedor: El valor es constante independiente de la referencia y no está relacionado directamente con el volumen del pedido. En esta categoría entran los costos del procesamiento del pedido, comunicaciones, elaboración de documentos pertinentes, el tiempo de los funcionarios que intervienen, el costo de la producción o de los artículos, las transacciones bancarias y transporte asociados al hecho de solicitar una cantidad determinada de una referencia para ser entregadas en un tiempo estipulado.
- Costos de sostener: Los valores más altos que se tienen en cuenta para los costos totales, son el costo financiero del valor total de la mercancía almacenada, los costos de alquiler o de renta del espacio físico que ocupa la bodega, los costos de impuestos y seguros que se relacionan con el volumen y valor del inventario y los costos por obsolescencia, (que son los que generan los artículos que por alguna razón dejan de ser utilizados o se deterioran).
- Costos de agotar: El costo comienza cuando no se puede entregar el repuesto o artículo a quien lo solicita, por falta de materia prima o del producto como tal, o cuando la demanda es mayor que la oferta, se generan costos extras, como pueden ser el incumplimiento a los clientes

o al departamento solicitante de la organización, trabajos de mantenimiento paralizados por la falta de repuestos y que genera a su vez retrasos en la producción. Generalmente estos costos son difíciles de calcular y lo habitual es que se asuman como costos de oportunidad (Mora, 2009).

El reducir el costo en inventarios es importante; también mantener una disponibilidad suficiente de las diferentes referencias, con los volúmenes adecuados para poder satisfacer la demanda de estos. Este nivel de servicio se calcula a partir de las probabilidades de disponibilidad de cada uno de los artículos que regularmente piden los clientes (Alberto, 2005).

#### 4.5. CLASIFICACIÓN ABC.

La gestión de inventarios, con el principio de Pareto, indica que unos pocos artículos representan la mayor parte del valor de uso de los mismos, teniendo en cuenta que el valor de uso es el producto del consumo en un periodo de permanencia del artículo, por el precio ponderado (Guerrero, 1999).

Los repuestos e insumos son categorizados; para esto lo más importante es tomar el valor de uso o monto económico que representa ese consumo durante un periodo de tiempo, partiendo del hecho que se debe prestar a una cantidad pequeña de referencias que mueven un gran volumen, mayor esfuerzo

logístico. Para lograr esto se deben establecer algunas relaciones, las más usadas son las siguientes:

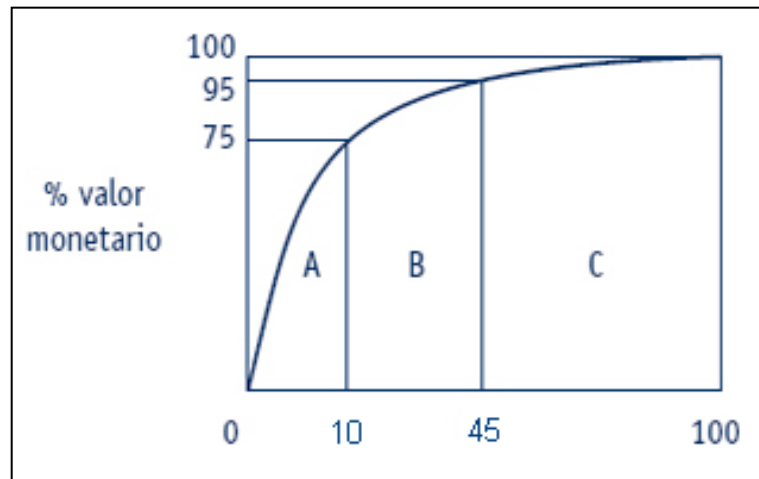
- El ingeniero Eduardo Àrbones afirma que el 10% de los artículos mueve el 75% de la cantidad utilizada o vendida; el 35% de las referencias el 20% de la demanda, y el 55% de los productos solo mueve el 5% de la cantidad total de lo almacenado.
- Ronald Ballou, en su libro *Administración de la cadena de suministro*, plantea que el 20% de las referencias representan al menos el 80% de la cifra utilizada en total del ítem (Guerrero, 1999).

Las empresas hacen la clasificación ABC para desarrollar estrategias con las referencias de cada tipo, teniendo en cuenta el valor del inventario por el número de artículos como se muestra en la ilustración 4:

- Tipo A: Debe mantener un buen nivel de inventario en los almacenes que existan. Se recomienda tener 1,25 veces el consumo promedio mes.
- Tipo B: En este grupo se encuentran las referencias que mantienen niveles medios de inventario solo en los almacenes que sea necesario. Es recomendable tener 0,75 veces el consumo promedio mes.
- Tipo C: Entran los artículos a los cuales no se les mantiene buenos márgenes de inventario, o que, en caso de hacerlo, solo se tienen en uno que otro almacén de repuestos (si existen varios); cuando solo hay un almacén, el artículo solo se pide cuando se requiera. Si se quiere tener

en inventario se recomienda 0,35 veces, o menos, el consumo promedio mes (Mora, 2009).

Ilustración 4- Clasificación ABC



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.1. Proporción Àrbones X y Y.

El ABC que adopta Eduardo Àrbones para categorizar todos los artículos del almacén de repuestos señala que el 10% de las referencias son A, el 35% entran en la categoría B y el resto se establece como artículos tipo C (Mora, 2009).

Para la clasificación ABC de inventarios aplicamos las siguientes formulas:

Ecuación 1- Apoyo logístico

$$A = \frac{X * (1 - Y)}{(Y - X)}$$

Ecuación 2- Porcentaje acumulado de cantidad monetaria anual

$$Y = \frac{X*(1+A)}{(a-X)}$$

Ecuación 3- Porcentaje acumulado de artículos

$$X = \frac{A * (Y - 1)}{(1 - Y)}$$

La clasificación ABC determina por otro lado el punto de reorden (ROP) de cada uno de los repuestos.

4.5.2. ROP para artículos tipo A.

Para los repuestos tipo A, conociendo la demanda y el LT, tiempo de espera de los repuestos (*lead time*) calculamos el ROP.

Ecuación 4- Punto de reorden tipo A.

$$ROP = \text{Demanda promedio (mes)} * LT + \text{Nivel de significacion } z \\ * \text{Desviacion estandar censurada}$$

Ecuación 5- Desviación estándar censurada

$$Desviacion\ estandar\ censurada = \sqrt{LT * S_d + D^2 * S_{TE}^2}$$

Dónde:

TE = Es el tiempo de espera (*lead time*).

S<sub>d</sub> = Desviación estándar de la demanda.

D = Demanda por unidad de tiempo

S<sub>TE</sub> = Es la desviación estándar de los diferentes tiempos de espera

4.5.3. ROP para artículos tipo B conociendo LT y demanda.

Ecuación 6- Punto de reorden tipo B.

$$ROP = Demanda\ promedio * LT + Nivel\ de\ significacion\ z \\ * Desviacion\ estandar * \sqrt{LT}$$

4.5.4. ROP para artículos tipo C.

Ecuación 7- Punto de reorden tipo C.

$$ROP = Demanda\ promedio * LT$$



#### 4.6. CRITICIDAD

Al diseñar un sistema para el manejo de inventarios se debe tener en cuenta la clasificación de materiales o repuestos, de acuerdo a su criticidad o el impacto que puede generar en el proceso de producción la ausencia o carencia de este (Blanco, 2005). Si en algún momento llegan a faltar borradores, por ejemplo, esto causa poco efecto en la producción; pero la falta de un repuesto crítico puede causar una parada en la operación. Por esto a cada artículo se le debe asignar una prioridad, lo que permitirá:

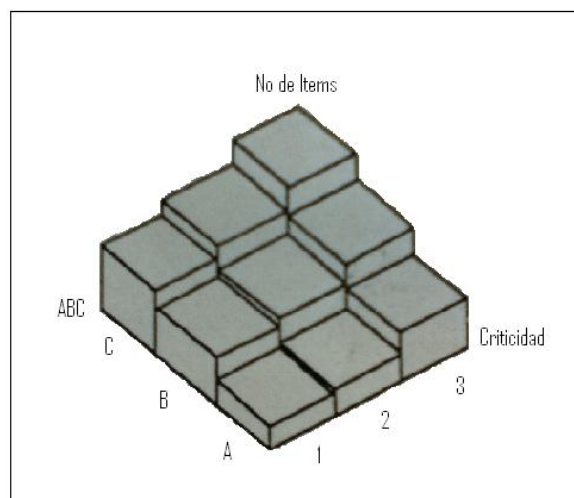
- Generar matices valor de Uso-Criticidad, para obtener criterios de decisión en el momento de elegir políticas para el manejo de inventarios.
- Asignar factores de servicio más bajos a los materiales o repuestos menos críticos, para compensar los costos de los factores de servicio altos para aquellos repuestos críticos.

La criticidad suele dividirse en 4 niveles; en la práctica resulta difícil escoger entre criticidad tres y cuatro, dos y tres o uno y dos. Por eso puede ser más práctico utilizar 3 niveles, asignando nivel 1 a los repuestos o materiales más críticos, 3 a aquellos que no lo son y 2 a los restantes.

La relación entre la clasificación por criticidad y ABC es útil para la gestión de inventarios, ya que por ejemplo un repuesto clasificado como C puede ser muy crítico para el proceso de producción y otro repuesto que su consumo sea masivo, no serlo. De esta relación resulta la matriz ABC-Criticidad en la que,

como se muestra en la ilustración 5, hay mayor densidad de artículos hacia los extremos (si tomamos el A1 como origen). Esta matriz de clasificación permite concentrar el esfuerzo de gestión en el bloque de ítems A1, que equivalen normalmente entre el 2 y 3% del total de los artículos (Matalobos, 1991).

Ilustración 5- Matriz ABC-Criticidad



Fuente: (Matalobos, 1991)

#### 4.7. VARIABILIDAD

La variabilidad se refiere a las diferencias encontradas atribuidas a la diversidad de los artículos y deriva de procesos que son aleatorios o tienen una naturaleza y unos efectos influyentes pero desconocidos (Tichy, y otros).

La demanda de los usuarios puede variar por diferentes causas, varias de estas son: exactitud en el pronóstico de la demanda, tiempo de respuesta ya sea propio o de los proveedores, fluctuación de los precios de los artículos, pedidos estratégicos, producción por lotes.

- En el pronóstico de demanda debe considerarse:
  - Las herramientas para el pronóstico deben tener una actualización permanente mientras haya disponibles datos más nuevos, causando que la política de inventarios también deba actualizarse.
  - El stock de seguridad y la cantidad a pedir son parámetros que deben actualizarse para tener pronósticos de demanda adecuados.
- El tiempo de respuesta indica:
  - El determinar las cantidades a pedir y los niveles de stock de seguridad dependen del tiempo de respuesta de los proveedores.
  - Entre mayor sea el tiempo de respuesta debe ser mayor el inventario de seguridad y la cantidad a pedir.
  - Estos factores incrementan la variabilidad y por consiguiente los costos de almacenamiento.
- La fluctuación de precios supone:
  - Si los precios varían estacionalmente, la tendencia es inventariar durante el periodo en cual los precios son bajos.
- La variabilidad por pedidos estratégicos puede darse por:
  - La posibilidad de que el producto se vuelva escaso.
  - Aspectos fiscales que afecten el producto.

- Las estrategias que tenga la compañía para lanzar un nuevo producto pueden llevar a hacer un pedido estratégico o inflado<sup>11</sup>.
- Ordenar por lotes:
  - Ordenar en lotes involucra que de un nivel a otro se va a notar un pedido seguido de varios periodos sin demanda alguna, esto origina un patrón distorsionado de la demanda del producto en el mercado.
  - El aspecto de la variabilidad de ordenar por lotes puede hacerse más notable si:
    - El aprovechamiento de descuentos por volumen ya sea en la compra o en el transporte.
    - Si se considera el comportamiento de la fuerza de ventas para cumplir metas al final de un periodo (Blanco, 2005).

La gestión de inventarios debe tener en cuenta no solo la variabilidad en el abastecimiento, sino también en la demanda. Entre más variable sea el comportamiento de los artículos, mayor debe ser el nivel de inventario a mantener para controlar el nivel de servicio; y tener incrementos en los inventarios representa un incremento también en los costos de administración de los mismos, por esto se hace necesario disminuir los niveles de inventario y una forma de hacerlo es disminuyendo las fuentes de variabilidad (Group, 2010).

---

<sup>11</sup> Un pedido inflado es una requisición que sobrepasa los pedidos normales que se hacen de un artículo, repuesto o producto.

#### 4.8. AUTOCORRELATION FUNCTION, ACF

La definición estadística dice sobre la autocorrelación, que es el coeficiente de relación calculado respecto de los datos numéricos de una serie temporal (Tichy, y otros). Informalmente, esta función representa la similitud entre las diferentes observaciones en función de la separación de tiempo entre ellos.

La autocorrelación es una herramienta matemática que permite encontrar patrones de repetición. Si  $X_t$  representa un valor producido dentro del proceso en un tiempo  $i$ , con un valor inicial de  $\mu$ , entonces:

Ecuación 8- Ecuación ACF.

$$R(k) = \frac{E[(X_i - \mu)(X_{i+k} - \mu)]}{\sigma^2}$$

Dónde:

E: valor esperado<sup>12</sup>

K: desplazamiento temporal

La función ACF varía entre el rango [-1,1], donde 1 indica una correlación perfecta (se superpone perfectamente después del desplazamiento  $k$ ) y -1 indica anti correlación perfecta (Anonimo, 2011).

---

<sup>12</sup> Cuando la variable aleatoria es discreta, la esperanza es igual a la suma de la probabilidad de cada posible suceso aleatorio multiplicado por el valor de dicho suceso.

#### 4.9. DISTRIBUCIÓN DE POISSON.

La distribución de probabilidad de Poisson determina la probabilidad de que ocurra un determinado número de sucesos en un periodo de tiempo, partiendo de una frecuencia de ocurrencia; se utiliza cuando los eventos son impredecibles u ocurren de forma aleatoria (Loja, 2008).

La probabilidad de Poisson es útil cuando el segmento de la muestra  $n^{13}$  es muy grande y la probabilidad de ocurrencia o de éxitos  $p^{14}$  es pequeña en procesos que tienen un elemento en común, por ejemplo:

- Llamadas telefónicas recibidas en un día.
- Consumos de un repuesto determinado en un taller.
- Defectos en la manufactura de un producto por metro producido.

El intervalo en el que puede ocurrir un suceso descrito por la distribución de probabilidad, puede ser:

- Tiempo.
- Distancia
- Área
- Volumen

---

<sup>13</sup>  $n$  es el tamaño de una muestra de eventos a analizar.

<sup>14</sup>  $P$  probabilidad de que ocurra un evento en un intervalo definido.

La fórmula matemática para describir la distribución de Poisson se puede representar de la siguiente manera:

Ecuación 9- Ecuación distribución de Poisson.

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} * \lambda^k}{k!}$$

Dónde:

$P(x=k)$  es la probabilidad de ocurrencia cuando una variable **X** toma un valor finito **k**.

$\lambda$  = lambda indica la ocurrencia promedio por unidad (tiempo, distancia, área, volumen).

e = es una constante y tiene un valor aproximado de 2.711828.

k = es el número de éxitos por unidad (Moreno, 2007).

#### 4.10. CALIFICACIÓN PUSH O PULL<sup>15</sup>

La clasificación de los artículos en ABC necesita clasificar las referencias en Push o Pull para optimizar la gestión y manejo de los inventarios.

Las referencias tipo Push están en el almacén siempre disponibles, una vez el inventario establecido se agote y llegue a nivel de reposición, debe ser pedida la cantidad necesaria para alcanzar el nivel deseado a mantener

---

<sup>15</sup> Referidos también como *Technology Push*, son referencias que se lanzan desde las fábricas hacia el mercado. Conocidos como *Demand Pull*, son referencias que se demandan desde los mercados a las fábricas.

permanentemente. Las demandas futuras se calculan a partir de pronósticos por series temporales. Esta categoría generalmente se trabaja cuando existe mucha cantidad de referencias. (Alberto, 2005)

Los artículos Pull se piden al proveedor cuando estos son solicitados por el usuario, a diferencia del anterior (en nuestro caso, mantenimiento). El inventario, o saldo que queda, solo debe ser el residuo de una solicitud anterior. En esta categoría se encuentran los repuestos de muy poca demanda, o aquellos que son muy costosos y que no representan un riesgo en caso de fallar. En esta clase de artículos el lead time es un criterio de evaluación importante. (Alberto, 2005)

La demanda de este tipo de artículos, por lo general, tiene un comportamiento irregular y aleatorio. La categoría Pull se usa para repuestos no genéricos que solo le sirven a una maquina, o que solo existe un único proveedor. Sus demandas futuras son estimadas partiendo de los históricos de demanda.



Tabla 1- Síntesis de diferencias Push Vs Pull.

Push	Pull
Trabajan contra inventario	Trabajan contra producción de pedidos
Se mantiene en <i>stock</i>	No se mantiene en <i>stock</i>
Se calculan a partir de pronósticos	Se estiman a partir de demanda histórica promedio (historia + pronósticos)
Cumplen la prueba del ACF	No cumplen ACF
Sus funciones no son aleatorias	Sus funciones son aleatorias
Los datos se correlacionan entre si	Los datos no se correlacionan entre si
Presentan un estructura regular	No presentan una estructura regular
Se usan cuando se tienen múltiples referencias	Se usan para referencias o almacenes especiales
Se piden periódicamente	Se piden solo cuando el nivel llega al ROP
Las cantidades a pedir se calculan con el mayor entre asignación y EOQ	Siempre se pide el EOQ
Se fabrican continuamente	Solo se piden cuando el cliente los pide
Son estratégicos para las empresas	No son tan relevantes
Su demanda es permanente	Su demande es esporádica

Fuente: (Mora, 2009)

#### 4.10.1. Push

La cantidad optima por pedir (EOQ), con el mínimo costo para reponer inventarios está dado por la siguiente formula.

Ecuación 10- EOQ

$$\text{Costo total de pedir} = \frac{D}{Q} * S - \frac{I * C * Q}{2}$$

Dónde:

TC = Costo total pertinente anual en unidades monetarias (um)

$Q^{16}$  = Tamaño del pedido por realizar para reponer el inventario deseado, de la referencia requerida.

D = Demanda anual del artículo en reposición, el cual sucede a una tasa promedio conocida, o que se puede pronosticar con series temporales.

S = Costo de adquirir, es decir, es el costo de lanzar un pedido, en unidades monetarias por pedido.

C = Costo de unidad del artículo en estudio; también se puede definir como el valor de una unidad de la referencia en reposición, en unidades monetarias por artículo.

I = Costo de manejo de la referencia en las bodegas; se define normalmente como un porcentaje del valor del artículo, y se trabaja en porcentaje costo por año.

$D/Q$  = Número de veces que se colocan pedidos de esa referencia en un año.

$Q/2$  = Cantidad promedio del inventario disponible de la referencia en reposición.

Si se deriva la expresión anterior  $Q/2$  contra el costo, buscando optimizar el valor para determinar la cantidad óptima  $Q^*$  por pedir, se encuentra matemáticamente la expresión:

---

<sup>16</sup> Q=Cantidad a pedir o fabricar. *Quantity*.

Ecuación 11- Pedido óptimo con el mínimo costo en Push.

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

Ecuación 12- Numero óptimo de pedidos por año.

$$N = \frac{D}{Q^*}$$

Ecuación 13- Tiempo óptimo de pedido.

$$T^* = \frac{Q^*}{D}$$

#### 4.10.2. Pull

En el sistema Q, cuando la reposición de los artículos o repuestos no es inmediata, o sea que existe un lead time, el pedido óptimo con reposición no inmediata está dado por:

Ecuación 14- Pedido óptimo con el mínimo costo en Pull.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * C}} * \sqrt{\frac{P}{p - d}}$$

Dónde:

p = capacidad de producción o de entrega diaria del fabricante

d = Demanda diaria del repuesto o referencia.

La estimación del nivel máximo de inventarios en la clasificación *Pull*.

Ecuación 15- Nivel de inventario máximo

$$\begin{array}{l} M = ROP + Q^* - DE, \\ ROP = d + LT + z + S_d + DE \end{array} \quad \text{con}$$

Dónde:

d = Demanda diaria promedio en unidades

LT = Lead time = Tiempo de entrega o de espera

La Z puede obtenerse de una distribución normal para una probabilidad dada

$$S_d = S_a * \sqrt{LT}$$

DE = Déficit esperado en el peor de los eventos, se da en unidades

Q\* = pedido óptimo al minimizar costos de pedir y almacenar

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

Al reemplazar todo en una sola expresión, queda así:

$$M = d * LT + z + S_d * \sqrt{LT} + DE + Q^* - DE$$

Al eliminar las DE, se convierte en

Ecuación 16- Inventario máximo a mantener.

$$M = d * LT + z * S_d * \sqrt{LT} + Q^*$$

Hay que tener en cuenta que los elementos de cálculo deben ser revisados periódicamente (Mora, 2009).

Cuando los repuestos solo sirven para un equipo, se debe tener en cuenta que no queden remanentes; esto es muy importante ya que se pueden desaprovechar o perder. Para un caso como estos, al estimar la cantidad por pedir se deben tener en cuenta las siguientes expresiones:

Ecuación 17- Cantidad única a pedir.

$$Q^* = P + Z * S_d$$

Dónde:

P = Pronostico cálculo de demanda total.

$S_d$  = Desviación estándar de lo hasta ahora demandado.

Ecuación 18- Probabilidad.

$$Probabilidad = \frac{Utilidad\ unitaria}{Utilidad\ unitaria + Perdida\ unitaria}$$

Utilidad unitaria = Venta (costo total) – Precio unitario de adquisición.

Perdida unitaria = Precio adquisición unitario del proveedor – costo de salvamento.

El costo de salvamento es el precio al que se puede vender o reducir el artículo, para lograr recuperar la inversión o minimizar las perdidas (Matalobos, 1991).

#### 4.11. ÍNDICE DE ROTACIÓN

La clasificación de acuerdo con el índice de rotación varía según las características de cada empresa. Esta agrupa los artículos en las categorías de mayor a menor rotación. Los artículos obsoletos son los de índice de rotación extremadamente bajo, próximo a cero, pero el resto de la clasificación dependerá de las prácticas habituales de cada empresa. El índice de rotación se define de la siguiente manera:

Ecuación 19- Rotación

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Existencias}}$$

La rotación suele medirse en términos anuales, mensuales o semanales, situando el numerador de la expresión anterior a las salidas totales y en el denominador las existencias medidas en dicho periodo; además hay que tener cuidado con las unidades que se emplean en el numerador y denominador, ambas deben ser simultáneamente físicas o monetarias. El índice de rotación determina el número de veces que se logra renovar un artículo en un periodo determinado (Dell'Agnolo, 2001).

## 5. METODOLOGÍA

El programa comprende el uso de la teoría de manejo de inventarios para calcular términos como el punto de reorden y la cantidad a pedir (ver capítulo 4.10.) además de mostrar información como el porcentaje de saturación de cada uno de los artículos dentro del almacén. Para ello interactúa un programa en Excel por medio de macros los cuales son:

1. 1Datos.
2. 2ACF.
3. 2Poisson.
4. 3Ejecutor.
5. 4Push.
6. 5Pull.
7. 6Reporte Push.
8. 7Reporte Pull.

El capítulo explica cada uno de los campos que se verán intervenidos durante el uso del programa y se dará un breve acercamiento a la realidad de la empresa TCC en cada uno de ellos.

## 5.1. 1Datos.

El archivo 1Datos es la tabla donde se recopila la información de la empresa; este debe ser actualizado de forma permanente, para que los cálculos se hagan con la información más real posible y poder arrojar una información confiable que permita llevar un control de los inventarios de manera óptima. Las ilustraciones 6, 13, 14, 15, 16 y 17 muestran de forma detallada cada columna de este archivo.

Ilustración 6- Primer bloque de información 1Datos.

	A	B	C	D	E	F	
1	Codigo	Ubicación	#Planta	Planta	Codigo Anterior	Descripcion	
2	0103022	A	C	1 Medellin	E	5250006 PILA GRAND	F
3	5010000	B	0	1 Medellin		ALICATE 8in	
4	5010002	190601		1 Medellin		BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS	
5	5010004	140201		1 Medellin		CANDADO GRANDE	
6	5010005		0	1 Medellin		GATO 5ton	
7	5010008	140206		1 Medellin		JUEGO TRIANGULO SEGURIDAD	
8	5010010		0	1 Medellin		LINTERNA ENCAUCHETADA 2 PI	
9	5010012		0	1 Medellin		TACO MADERA	
10	5020003		0	1 Medellin		ESPATULA	
11	5030001		0	1 Medellin		5040228 BOQUILLA SOLDADURA MIG	

Fuente: Elaboración propia.

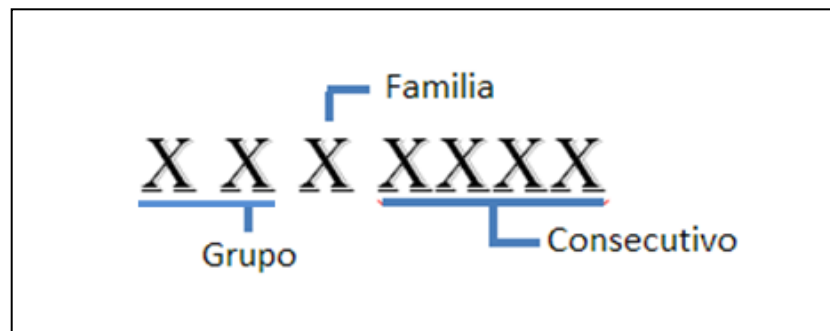
### A. CÓDIGO

La columna CÓDIGO es la primera de las columnas de información que se encuentra en el archivo de Excel 1Datos; este archivo es el que se modifica y actualiza mensualmente para la ejecución del programa. El código es quien identifica a cada artículo dentro del almacén de repuestos de la empresa TCC.



Código descriptivo del artículo TCC: Los ítems manejados en TCC son codificados de forma numérica; este código cuenta con 6 dígitos que clasifican al repuesto dentro de un grupo específico basado en el siguiente esquema:

Ilustración 7- Esquema código descriptivo.



Fuente: Elaboración propia.

- Grupo: dentro del código de descripción del ítem, es ubicado en los dos primeros dígitos y describen a cuál grupo pertenece el artículo. Los diferentes grupos y sus códigos son:
  - 50: Herramientas.
  - 51: Ferretería.
  - 52: Consumibles.
  - 53: Comunicaciones.
  - 54: Lubricantes.
  - 55: Llantas.
  - 56: Tornillería.

- 57: Racores.
  - 58: Varios.
  - 60, 70, 80: Repuestos.
- Familia: este valor especifica dónde se ubica el ítem dentro de un determinado grupo y varía dependiendo del grupo donde se ubique (ver anexo1).
  - Consecutivo: se ubican en los últimos cuatro dígitos del código y se asignan de acuerdo a su orden de creación en el sistema de información.

## B. UBICACIÓN

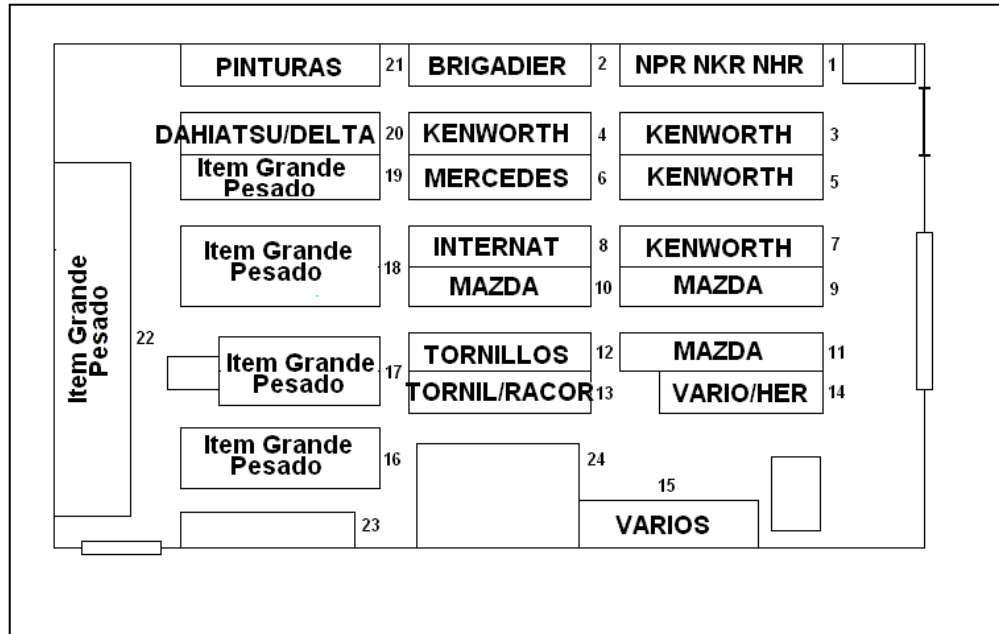
La columna UBICACIÓN indica el lugar específico donde se encuentra cada artículo dentro del almacén de repuestos.

El inventario en TCC es manejado de forma centralizada para todo el país; desde la sede principal ubicada en Medellín se suministran todos los repuestos y materiales que sean requeridos por cada una de las regionales. Esto con el fin de tener un mejor manejo y control de cada uno de los ítems del almacén. La central en Medellín cuenta con tres bodegas para el mantenimiento de la flota, distribuidas de la siguiente manera:

- Bodega de repuestos: es donde se encuentra la mayor parte del inventario y contiene los repuestos y partes necesarias para la

reparación y mantenimiento de todos los activos, distribuidos por el almacén de acuerdo a su marca como se muestra en la ilustración 8.

Ilustración 8- Mapa bodega repuestos



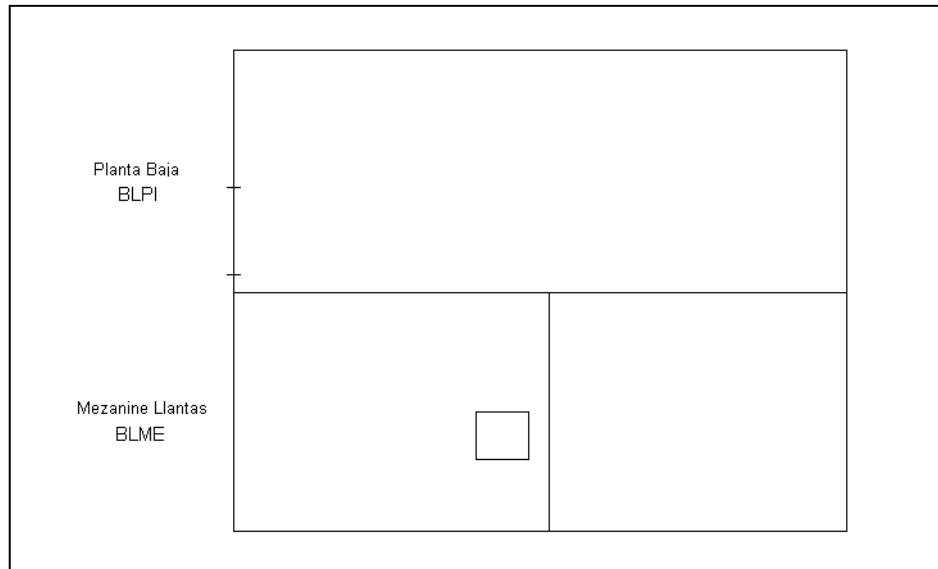
Fuente: Elaboración propia.

- Bodega de llantas: en esta bodega se almacenan llantas nuevas y reencauchadas de diferentes características para cada tipo de activo. Esta bodega está dividida en dos partes (ver ilustración 9) y en ellas se ubican las llantas de acuerdo a su movimiento. En el mezanine (BLME<sup>17</sup>) se encuentran las llantas que menos movimientos presentan y las más pequeñas; en la planta baja (BLPI<sup>18</sup>) son ubicadas las llantas más pesadas y con mayor movimiento.

<sup>17</sup> BLME: Bodega Llantas Mezanine.

<sup>18</sup> BLPI: Bodega Llantas Piso Inferior

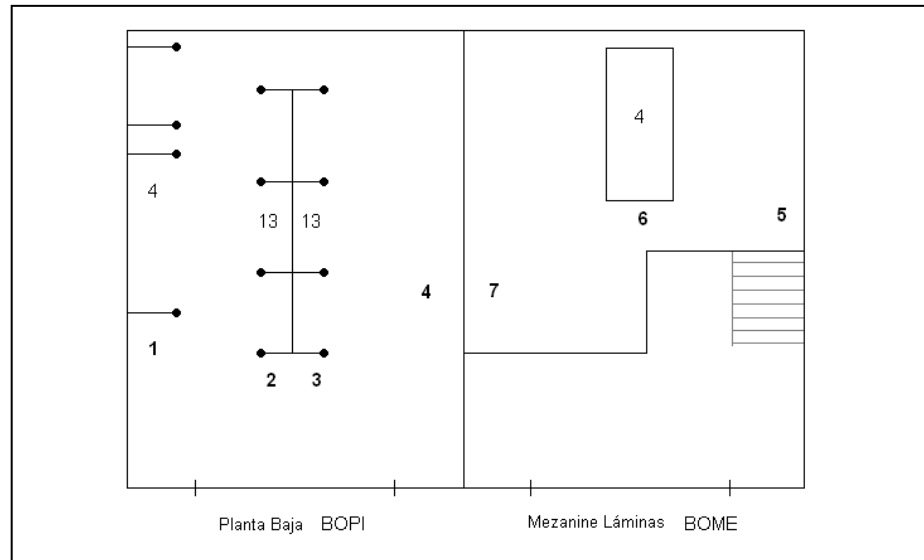
Ilustración 9- Mapa bodega llantas.



Fuente: Elaboración propia.

- Bodega de láminas y perfiles: en el lugar son almacenadas láminas de diferentes calibres y materiales, al igual que diferentes perfiles utilizados para la reparación de latonería de los vanes y camiones de la compañía. Esta bodega cuenta con un primer piso y un mezanine donde se ubican los artículos de acuerdo a su peso y tamaño (ver ilustración 10).

Ilustración 10- Mapa bodega laminas y perfiles.

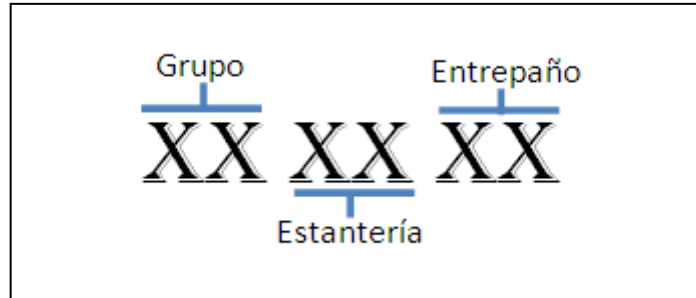


Fuente: Elaboración propia.

- Bodega de lubricantes: es un lugar que cuenta con las condiciones óptimas, tales como temperatura y humedad, para almacenar los diferentes aceites y lubricantes utilizados en el mantenimiento de la flota.

El código de ubicación TCC es asignado a cada artículo para establecer su lugar dentro del almacén y cuenta con 6 dígitos que describen el grupo de estanterías, la estantería y el entrepaño de acuerdo al siguiente esquema:

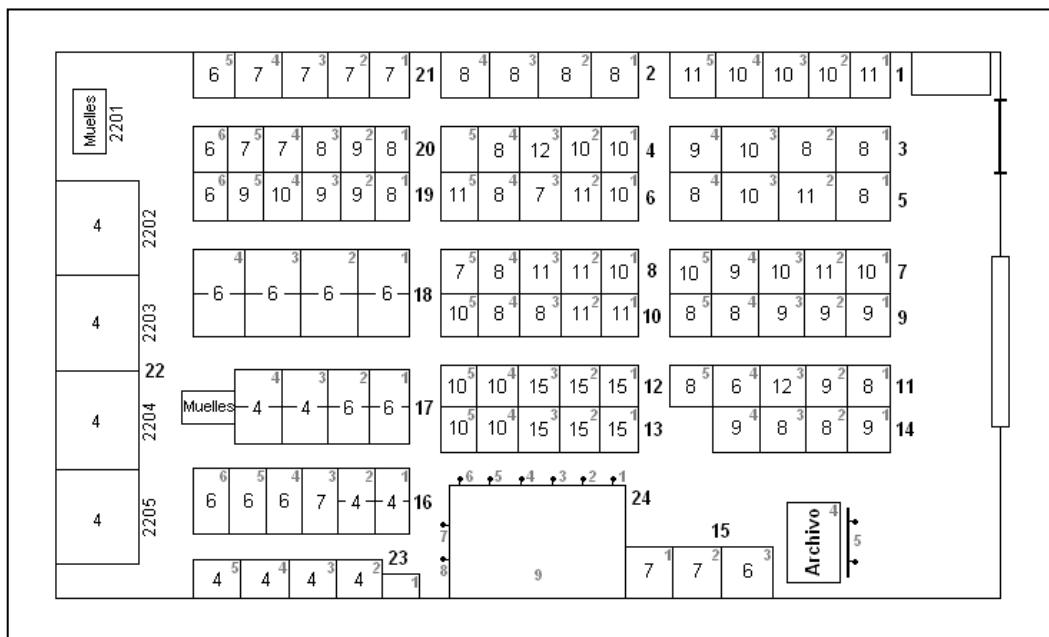
Ilustración 11- Esquema código ubicación



Fuente: Elaboración propia.

La bodega de repuestos cuenta con una distribución de las estanterías establecidas por el almacén, debidamente marcadas e identificadas, para poder ubicar cada artículo de forma fácil. La numeración para asignar las ubicaciones se encuentra en la siguiente ilustración:

Ilustración 12- Mapa ubicación bodega repuestos.



Fuente: Elaboración propia.

### C. PLANTA

La empresa TCC tiene sedes en las principales ciudades de Colombia y en cada una de ellas hay un área de mantenimiento que se encarga de mantener en óptimas condiciones la flota de cada regional, aunque no todas cuentan con un taller para hacer las reparaciones necesarias; los repuestos son pedidos, por lo general, a la sede principal en Medellín donde se encuentra el almacén de repuestos para toda la flota y de este se despacha todo lo necesario para que cada taller, propio o tercero, repare los vehículos que lo requieran.

La clasificación de las plantas en el sistema de información tiene la siguiente codificación:

Tabla 2- Clasificación plantas TCC.

# Planta	Planta
1	GESTIÓN FLOTA MEDELLÍN
2	GESTIÓN FLOTA DOSQUEBRADAS
3	GESTIÓN FLOTA CALI
4	GESTIÓN FLOTA BOGOTÁ
5	GESTIÓN FLOTA CÚCUTA
6	GESTIÓN FLOTA FLO/BLANCA
7	GESTIÓN FLOTA B/QUILLA
10	GESTIÓN FLOTA MONTERÍA INDIR.
11	GESTIÓN FLOTA MANIZALES
12	GESTIÓN FLOTA IBAGUÉ
13	GESTIÓN FLOTA C/GENA
14	GESTIÓN FLOTA PASTO
15	GESTIÓN FLOTA NEIVA
92	GESTIÓN FLOTA NACIONAL

Fuente: Elaboración propia.

#### D. CÓDIGO ANTERIOR

El año 2011 TCC comienza con un cambio en los códigos de los ítems en el almacén después de un estudio detallado de cada uno de ellos, donde se clasifican mejor cada uno de los repuestos de acuerdo a su Grupo, Familia y Categoría. Por esta razón muchos de ellos cuentan temporalmente con doble codificación<sup>19</sup> para ser identificados.

#### E. DESCRIPCIÓN

La descripción es el campo en el cual se especifican las principales características de cada uno de los ítems del almacén. Para la creación y homologación de estas descripciones se creó una estructura y se estandarizaron algunas normas para garantizar la homogeneidad en cada artículo.

---

<sup>19</sup> El código anterior solo se encuentra como informativo para ser identificado, sin embargo todas las transacciones y movimientos se hacen de acuerdo al código nuevo.



Tabla 3- Estructura descripción artículos.

GRUPO	DEF 1	DEF 2	DEF 3	DEF4	DEF 5	DEF 6	DEF 7
REPUESTOS	Nombre	Componente	Referencia de componente	Posicion	Característica (Reparado, segunda, forma, color, material)	Modelo	Referencia fabricante
TORNILLOS	Nombre	Característica (forma, acabado)	Tipo de medida (mm, in)	Paso o grado	Dimension		
RACORES	Nombre	Característica (funcion, forma, acabado)	Numero del racor		Dimension		
HERRAMIENTA	Nombre	Característica (forma, color)	Funcion		Dimension		Referencia fabricante
FERRETERIA PESADA	Nombre	Característica (funcion, forma, acabado)			Dimension		Referencia fabricante
LLANTAS	Nombre	Posicion	Marca	Tipo (nueva, reencachada)	Tamaño		Referencia de la banda

Fuente: Elaboración propia.

Estructura de descripción de acuerdo al grupo de ubicación: La descripción, después de estar especificada en cada campo, se reúne en una sola celda y se le asocia al código correspondiente; de esta forma se garantiza que todas las descripciones cuenten con la misma estructura y que futuras referencias sean ingresadas de forma correcta.

Ilustración 13- Segundo bloque de información 1Datos.

	Referencia	Fabricante	UM	Grupo	Desc Grupo	familia
1	F					
2		VARIOS	G	Un	H	50 MATERIALES Y SUMINISTROS
3	8in HAND TOOLS	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
4	CR BASICO	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
5	380B VERA 70mm	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
6	5ton	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
7		VARIOS		Jgo		50 HERRAMIENTAS
8	2 PILAS	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
9		VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
10	STANLEY 2in Y 3in	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
11	SPRAY MASTER 250 1/2	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
12	JEÑA	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
13	No2	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS
14	VH691/VHP698	VARIOS		Un		50 HERRAMIENTAS

Fuente: Elaboración propia.

## F. REFERENCIA

La columna referencia contiene información que se relaciona con los proveedores, ya que contiene la referencia comercial de cada artículo o alguna característica que lo identifica en el momento de ser adquirido con algún proveedor.

## G. FABRICANTE

Los repuestos para cada activo tienen un fabricante establecido, al igual que algunas herramientas; por esto, tener la información del fabricante puede ayudar en algún momento determinado a encontrar alguna solución a un problema, o encontrar de forma más rápida y segura algún repuesto necesario.

## H. UM

La unidad de medida de cada artículo en el almacén de repuestos, es la forma como se contabilizan y se administran los ítems en el momento de pedir o despachar a los colaboradores del taller para su uso diario. Esta UM depende de la característica de cada artículo y es imprescindible para llevar un control de los movimientos. Las UM, que maneja la empresa TCC en su almacén de repuestos, están especificadas en la siguiente tabla:

Tabla 4- Descripción de unidades TCC.

UM	DESCRIPCIÓN
cm	centímetro
cm2	centímetro cuadrado
m	Metro
Un	Unidad
Lb	Libra
L	Litro
Kg	kilo gramo
Jgo	Juego
Gal	Galón

Fuente: Elaboración propia.

## I. GRUPO FAMILIA Y CATEGORÍA.

La clasificación de grupo familia y categoría se encuentran descritas en los tres primeros dígitos del código de cada artículo y sectorizan a cada uno de ellos; la explicación de cada uno de estos se encuentra en el capítulo 5.1. El anexo1 muestra la tabla de cómo están clasificados estos dentro del código.

Ilustración 14- Tercer bloque de información 1 Datos.

	P	Q	R	S	T	U	PRI
1	Criticidad	ROP	EOQ	Fecha Ult Compra	Existencia Corte	Costo Unit Corte	
2	BAJA	0	0	07/12/2007	0,000	0	0 \$
3	BAJA	0	0	07/12/2007	0,000	0	0 \$
4	BAJA	0	0	26/08/2008	18,000	0	0 \$
5	BAJA	0	0	02/03/2009	22,000	0	0 \$
6	BAJA	0	2	22/04/2008	0,000	1,496.075	1,496.075 \$
7	BAJA	0	0	28/11/2007	62,000	0	0 \$
8	BAJA	2	2	04/03/2008	0,000	198.000	198.000 \$
9	BAJA	0	1	25/03/2008	0,000	27.000	27.000 \$
10	BAJA	1	2	04/03/2008	0,000	77.000	77.000 \$
11	BAJA	0	1	04/03/2008	0,000	135.000	135.000 \$
12	BAJA	1	1	08/03/2008	0,000	149.300	149.300 \$
13	BAJA	0	1	04/03/2008	2,000	149.300	149.300 \$
14	BAJA	0	1	04/03/2008	3,000	153.300	153.300 \$

Fuente: Elaboración propia.

## J. CRITICIDAD

Los repuestos son clasificados de acuerdo al impacto que puede generar la falta de cada uno de ellos en el proceso productivo de la empresa y la facilidad de conseguir este en el mercado local, para satisfacer la demanda en un plazo corto (ver capítulo 4.6.). Por esta razón la empresa TCC clasifica sus repuestos en tres niveles de criticidad, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Ítem crítico: es aquel repuesto o artículo que si se llegase a presentar una falla afectaría la producción de la empresa, debido a la dificultad de consecución o el tiempo de espera para su abastecimiento.
- Ítem no crítico: son aquellos artículos que pueden ser conseguidos de forma fácil y rápida en un mercado local, o que el deterioro o falla de este no afecta la producción y puede esperar su reparación o reemplazo.
- Criticidad media: en esta categoría se encuentran algunos artículos que en su ausencia pueden representar una parada del activo, afectar la producción y generar un retraso en la logística, pero que pueden ser conseguidos en un lapso de tiempo corto.

#### K. ROP y EOQ

El punto de reorden y la cantidad óptima a pedir son datos que el usuario no debe ingresar a la tabla; estos datos son calculados de acuerdo a las formulas correspondientes explicadas en el capítulo 4.5.

#### L. FECHA ÚLTIMA COMPRA.

La columna de fecha de última compra indica el día en que se hizo el último pedido para hacer reposición a los artículos en el almacén. Este campo puede ser utilizado para medir el movimiento de cada ítem a través del tiempo

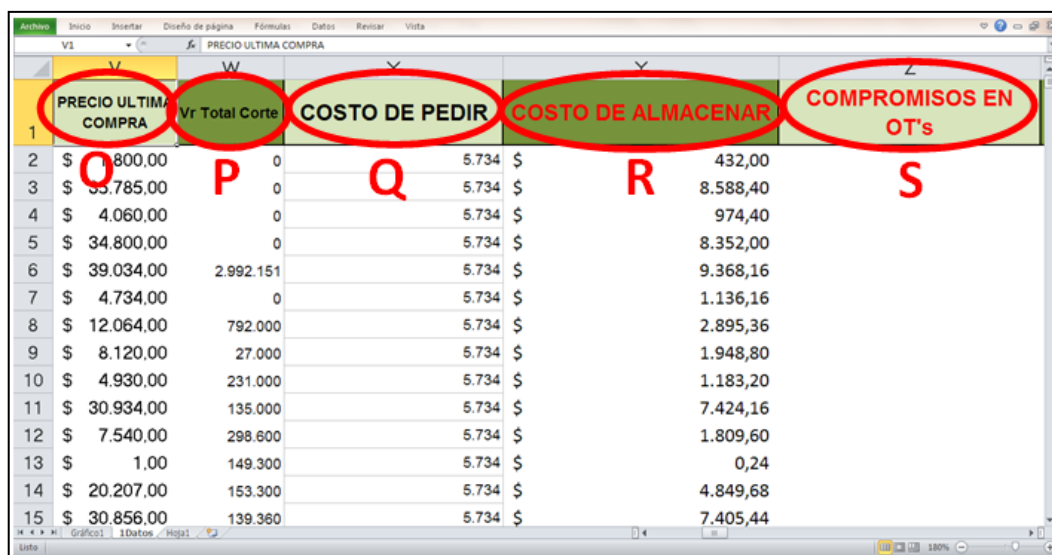
#### M. EXISTENCIA AL CORTE.

El valor de existencias al corte debe ser ingresado por el usuario final, para indicar cuantas cantidades de cada artículo hay en existencia al finalizar el mes y verificar si concuerdan con los movimientos registrados en dicho periodo.

#### N. COSTO UNITARIO AL CORTE.

El costo unitario al corte se calcula tomando los datos de ítems existentes en el almacén al momento de hacer el corte y multiplicarlos por el precio de última compra de cada ítem.

Ilustración 15- Cuarto bloque de información 1Datos.



	PRECIO ULTIMA COMPRA	Vr Total Corte	COSTO DE PEDIR	COSTO DE ALMACENAR	COMPROMISOS EN OT's
2	\$ 1.800,00	0	5.734	\$ 432,00	
3	\$ 33.785,00	0	5.734	\$ 8.588,40	
4	\$ 4.060,00	0	5.734	\$ 974,40	
5	\$ 34.800,00	0	5.734	\$ 8.352,00	
6	\$ 39.034,00	2.992.151	5.734	\$ 9.368,16	
7	\$ 4.734,00	0	5.734	\$ 1.136,16	
8	\$ 12.064,00	792.000	5.734	\$ 2.895,36	
9	\$ 8.120,00	27.000	5.734	\$ 1.948,80	
10	\$ 4.930,00	231.000	5.734	\$ 1.183,20	
11	\$ 30.934,00	135.000	5.734	\$ 7.424,16	
12	\$ 7.540,00	298.600	5.734	\$ 1.809,60	
13	\$ 1,00	149.300	5.734	\$ 0,24	
14	\$ 20.207,00	153.300	5.734	\$ 4.849,68	
15	\$ 30.856,00	139.360	5.734	\$ 7.405,44	

Fuente: Elaboración propia.

#### O. PRECIO ÚLTIMA COMPRA.

La columna indica el costo más actualizado de cada artículo del almacén de repuestos y debe ser renovada con los valores reales de la última compra.

Estos valores son indispensables para medir los costos que acarrea mantener un stock congelado en el almacén.

#### P. VR TOTAL CORTE

El valor total al corte es el resultado de multiplicar las cantidades de cada artículo que hay en el inventario, al momento de corte del mes, por su precio de última compra.

#### Q. COSTO DE PEDIR.

El costo generado al pedir cualquier artículo no depende del tipo de repuesto que se pida, sino del tiempo que tarde el vendedor en hacer el pedido. Después de hacer un estudio durante una semana cronometrando y documentado los tiempos y la cantidad de artículos solicitados por llamada y teniendo en cuenta costos, tales como el precio de la llamada y el tiempo invertido por el comprador para tal fin, se hallaron los siguientes resultados:

Tabla 5- Costo de pedir TCC.

Tipo de pedido	Tiempo Prom (min)	Costo
pedido menos de 500 mil pesos un solo proveedor	12	\$ 3.575,00
pedido menos de 500 mil pesos 3 proveedores	19	\$ 5.660,41
pedido mayor de 500 mil pesos 1 proveedor	20	\$ 6.958,33
pedido mayor de 500 mil pesos 3 proveedor	26	\$ 8.745,83

Fuente: Elaboración propia.

Los tipos de pedido están divididos debido a que, por políticas de seguridad y control de la empresa TCC, el comprador tiene la potestad de aprobar las compras hasta un monto de 500 mil pesos. Después de este valor, la compra debe ser aprobada antes de confirmar el pedido por el jefe del área, lo que retarda un poco más la compra e incrementa su costo.

El programa para el manejo de inventarios utiliza un valor promedio de los costos de pedir, consignados en la tabla 5, y se le suma un costo adicional de papelería, correo y teléfono. Este precio será cargado a todos los artículos del almacén para hacer los cálculos necesarios:

*costo de pedir TCC = \$ 13.034 COP*

#### R. COSTO DE ALMACENAR

El costo financiero que involucra tener mercancía almacenada en algún lugar, representa entre un 15 y un 35% del valor total de los ítems que en él se encuentran; para el caso de la empresa TCC se tomará un costo de almacenar del 24%, tomando el stock contabilizado en el último inventario del año 2010 para obtener el valor total de la mercancía almacenada.

#### S. COMPROMISOS EN OT`S

El día a día del área de gestión flota debe realizar mantenimiento y reparaciones a los activos que lo requieran; debido a esto se crean ordenes de



trabajo que contienen los repuestos que deben ser pedidos al almacén; estos artículos, que quedan reservados para su uso, deben ser consignados en esta columna.

Ilustración 16- Quinto bloque de información 1Datos.

The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet. The spreadsheet has a header row with two columns: 'AA' and 'AB'. The 'AA' column is highlighted in green and contains the text 'COMPRAS EN TRÁNSITO' in red, with a red oval around it. Below this, the letter 'T' is centered under the column. The 'AB' column is highlighted in light green and contains the text 'LEAD TIME TIEMPO DE ESPERA DE LOS PEDIDOS EN DÍAS' in red, with a red oval around it. Below this, the letter 'U' is centered under the column. The spreadsheet has a grid of rows numbered 1 to 15. The right side of the grid shows numerical values for each row: 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 4, 1, 0,5, 0,5, 1, 2, 2. The spreadsheet interface includes a menu bar at the top with options like 'Archivo', 'Inicio', 'Insertar', 'Diseño de página', 'Fórmulas', 'Datos', 'Revisar', and 'Vista'. The status bar at the bottom shows 'Listo'.

	AA	AB	
1	COMPRAS EN TRÁNSITO	LEAD TIME TIEMPO DE ESPERA DE LOS PEDIDOS EN DÍAS	
2			1
3			1
4			2
5			2
6			2
7			2
8			2
9			4
10			1
11			0,5
12			0,5
13			1
14			2
15			2

Fuente: Elaboración propia.

## T. COMPRAS EN TRANSITO

Las compras en tránsito son aquellas compras que están pendientes por recibir en el momento de corte de mes; en esta columna se ingresan las cantidades de cada artículo que se encuentren en este estado.

## U. LEAD TIME

El tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de compra, hasta que se completa (ver capítulo 4.5.), incluyendo el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente, es el valor que se debe ingresar en esta columna de acuerdo al proveedor de cada artículo. En TCC este tiempo es medido en días y oscila entre 0,5 y 8 días.

Ilustración 17- Sexto bloque de información 1Datos.

	dic-2009	ene-2010	feb-2010	mar-2010	abr-2010	may-2010	jun-2010	jul-2010	ago-2010	sep-2010	oct-2010	nov-2010	dic-2010	ene-2011	feb-2011	mar-2011
1	3	1	6	2	0	10	1	0	4	2	2	3	0	1	0	2
2	1	2	2	6	2	12	3	5	1	2	1	3	6	2	1	1
3	19	22	19	27	32	16	12	15	11	4	11	10	10	19	12	9
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	11	1	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0
6	3	4	1	0	0	3	1	3	0	1	4	0	0	3	1	0
7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
10	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0
18	2	3	3	2	2	3	2	3	0	4	4	2	1	2	1	3
19	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
24	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
28	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

## V. MOVIMIENTOS

El archivo 1Datos en su parte final cuenta con una serie de columnas que hacen referencia a los movimientos de cada artículo en los últimos 4 años. Los movimientos son registrados cada mes y deben ser ingresados en este archivo para poder determinar tendencias de movimientos y periodicidades y así poder calcular cuando y cuanto pedir.

## 5.2. 2ACF!

El archivo 2ACF! carga los datos de movimientos; la hoja de cálculo 1Datos (ver capítulo 5.1.) los almacena en un nueva tabla (ver ilustración 18) y luego mira y recoge la información de los conjuntos de valores que cumplen con la tendencia (ver capítulo 4.8.).

Ilustración 18- Movimientos 2ACF!

	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	
8	<b>Movimiento y Rotación mensual</b>																
9	may - 2008	jun - 2008	jul - 2008	ago - 2008	sep - 2008	oct - 2008	nov - 2008	dic - 2008	ene - 2009	feb - 2009	mar - 2009	abr - 2009	may - 2009	jun - 2009	jul - 2009	ago - 2009	sep
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

## 5.3. 2Poisson

En esta hoja de cálculo se toman los valores de movimientos ingresados en el archivo 1Datos (ver capítulo 5.1.) y calcula la distribución de probabilidad basado en la ecuación 9 del capítulo 4.9. En la primera parte de este archivo (ver ilustración 19) se muestra la tabla de movimientos y rotación mensual de cada artículo del almacén.

Ilustración 19- Movimiento mensual 2Poisson.

CONTADOR	Codigo
1	rea
2	rea
3	rea
4	rea
5	rea
6	rea
7	rea
8	rea
9	rea
10	rea
11	rea
12	rea
13	rea
14	rea
15	rea

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Movimiento y Rotación mensual</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

La segunda matriz de información de este archivo muestra el cálculo de la distribución de Poisson (ver ilustración 20) y la refleja en una tabla mostrando la probabilidad de ocurrencia mes a mes.

Ilustración 20- Probabilidad 2Poisson.

Formula:  $=5!(SBA14^{x-1} * ((SBA14^{WS8}) * EXP(-SBA14)) / FACT(WS8))$

	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)	P(9)	P(10)	P(11)	P(12)	P(13)	P(14)	P(15)	P(16)	P(17)
7	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
8	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
9	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
10	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
11	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
12	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
13	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
14	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
15	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
16	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
17	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
18	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
19	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
20	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
21	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
22	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
23	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
24	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
25	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
26	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
27	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
28	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
29	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
30	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

En la tercera etapa del archivo 2Poisson (ver ilustración 21) se muestra para cada artículo del almacén de repuestos de TCC, la probabilidad acumulada mes a mes de distribución de Poisson.

Ilustración 21- Probabilidad acumulada 2Poisson.

	P(28)	P(29)	P(30)	P(31)	P(32)	P(33)	P(34)	P(35)	P(36)	P(37)	P(38)	P(39)	P(40)	P(41)	P(42)	P(43)	P(44)
10	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
11	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
13	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
16	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
17	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
18	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
19	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
21	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
22	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
23	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
24	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
26	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
27	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
28	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
29	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
30	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia.

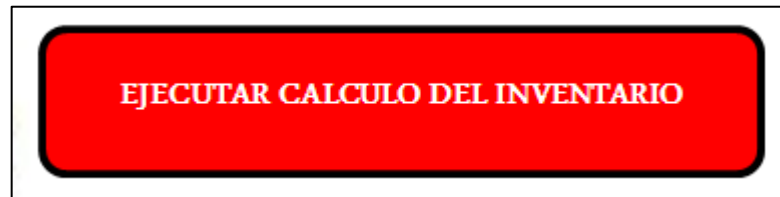
#### 5.4. 3Ejecutor

El archivo de 3Ejecutor es la plataforma principal y se encarga de reunir la información de las tablas anteriores y ejecutar los cálculos necesarios para clasificar cada artículo en Push, Pull, y los artículos a analizar (ver capítulo 4.10.). Para correr este programa el archivo cuenta con dos botones:

- Ejecutar cálculo del inventario: es el botón para iniciar los cálculos (ver ilustración 22) por medio de macros tomando datos de las tablas 1Datos,

2ACF! y 2Poisson y basado en la teoría explicada en el capítulo 4 arroja los resultados de clasificación Push/Pull.

Ilustración 22- Botón de ejecución 3Ejecutor



- Continuar: una vez corrido el programa y mostrada la clasificación de cada ítem analizado, el archivo Ejecutor arroja cuadro de dialogo que le da la opción de modificar los artículos que considere necesarios, basado en el criterio personal del usuario, cambiándolos entre las categorías Push, Pull o analizar. Una vez hechos los cambios el botón que debe hundirse es el de CONTINUAR (ver ilustración 23) para que continúe ejecutando las macros y genere el informe final para cada clasificación.

Ilustración 23- Botón continuar 3Ejecutor



La primera etapa de esta hoja de cálculo recoge la información básica de cada artículo, recopilada del archivo 1Datos y muestra los siguientes valores:

- Código
- Criticidad

- Precio última compra
- Costo de pedir
- Costo de almacenar
- Compromisos en OT
- Compras en transito
- Lead time.

La hoja de cálculo, una vez almacenados los datos, pueden ser vistos por el usuario como se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 24- Información básica de activos 3Ejecutor.

	CODIGO	CRITICIDAD	PRECIO ULTIMA COMPRA	COSTO DE PEDIR	COSTO DE ALMACENAR	COMPROMISOS EN OT's	COMPRAS EN TRÁNSITO (PENDIENTES EN LLEGAR)	LEAD TIME TIEMPO DE ESPERA DE LOS PEDIDOS EN DÍAS
10	0103022	BAJA	1800	5734	432			1
11	5010000	BAJA	35785	5734	8588,4			1
12	5010002	BAJA	4060	5734	974,4			2
13	5010004	BAJA	34800	5734	8352			2
14	5010005	BAJA	39034	5734	9368,16			2
15	5010008	BAJA	4734	5734	1136,16			2

Fuente: Elaboración propia.

La segunda etapa del archivo muestra la información de movimientos (entradas y salidas del almacén de repuestos) de cada artículo en los últimos 4 años

captados de la tabla 2ACF! (ver capítulo 5.2.) y los refleja en el archivo 3Ejecutor, como se muestra en la ilustración siguiente.

Ilustración 25- Movimiento mensual 3Ejecutor.

	may - 2007	jun - 2007	jul - 2007	ago - 2007	sep - 2007	oct - 2007	nov - 2007	dic - 2007	ene - 2008	feb - 2008	mar - 2008	abr - 2008	may - 2008	jun - 2008	jul - 2008	ago - 2008
10	0	7	3	4	4	4	5	3	3	5	5	4	0	8	6	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	4	2	3	0	0	0	1	2	10	3	1	0	0	1	
13	0	9	3	21	18	13	11	17	11	27	13	14	0	21	11	
14	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	6	3	0	1	1	0	3	1	1	0	1	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0
17	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

La tercera etapa muestra los criterios de evaluación para determinar si los artículos son Push o Pull; a cada uno de estos criterios la empresa TCC le ha dado un peso, de acuerdo a la experiencia y la importancia que tiene cada uno de estos dentro del proceso de administración del almacén de repuestos:

- Movimiento: tiene un peso de 30/100 y clasifica los movimientos en 6 etapas (ver ilustración 26) de acuerdo a la cantidad y la rotación de cada ítem en los últimos 4 años. estas 6 subdivisiones son:
  - Al menos 2 movimientos en los últimos 3 meses
  - Al menos 4 movimientos en los últimos 6 meses
  - Al menos 8 movimientos en los últimos 12 meses



- Al menos 12 movimientos en los últimos 24 meses
- Al menos 18 movimientos en los últimos 36 meses
- Al menos 24 movimientos en los últimos 48 meses

Ilustración 26- Criterio evaluación movimiento 3Ejecutor.

<b>Movimiento - Califica sobre 30</b>					
24	18	12	8	4	2
valores minimos	valores minimos	valores minimos	valores minimos	valores minimos	valores minimos
<b>48 meses</b>	<b>36 meses</b>	<b>24 meses</b>	<b>12 meses</b>	<b>6 meses</b>	<b>3 meses</b>
<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>
5	5	5	0	0	0
0	0	0	0	0	5
5	5	5	5	0	0
5	5	5	5	5	5
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

- Variabilidad: este criterio es utilizado debido a que a mayor variabilidad (ver capítulo 4.7) se debe contar con un mayor nivel de inventario. Este criterio de evaluación fue valorado por la empresa TCC con un peso de 30/100 y se muestra en el archivo 3Ejecutor de la siguiente manera:

Ilustración 27- Criterio evaluación variabilidad 3Ejecutor.

Desviación estándar 18 meses	Promedio 18 meses	Variabilidad Inferior al 50%	Cumple o No Variabilidad
23	60	38,33%	30
1	1	170,64%	0
2	3	84,85%	0
5	12	39,84%	30
1	0	424,26%	0
1	1	156,26%	0
1	1	173,93%	0

Fuente: Elaboración propia.

- ACF: la función de auto correlación (ver cap. 4.8.) refleja los cálculos hechos en el archivo 2ACF! como se muestra en la ilustración 28, clasificando cada artículo del almacén si cumple o no con ACF.; la empresa le dio un peso a este criterio de 20/100.

Ilustración 28- Criterio evaluación ACF 3Ejecutor.

ACF Auto Correlation Function - Cailifica sobre 20	
Cumple o No ACF	Criterio ACF
Si	20
No	0
Si	20
No	0
No	0

Fuente: Elaboración propia.

- Criticidad: este criterio para determinar si los artículos son Push o Pull es tomado de la base de datos 1Datos y tiene un peso dentro de la evaluación de 20/100. En la evaluación se le asignan los siguientes valores de acuerdo a su criticidad:
  - Ítem con criticidad alta: 20 puntos.
  - Ítem con criticidad media: 10 puntos.
  - Ítem con criticidad baja: 0 puntos.

Esta información se muestra dentro de la hoja de cálculo de la siguiente manera:

Ilustración 29- Criterio evaluación criticidad 3Ejecutor.

<b>Criticidad - Grado de Estratégico - Califica sobre 20</b>	
<b>¿Es o no Crítico?</b>	<b>Cumple o no criticidad</b>
No	0
No	0
No	0
No	0
No	0
No	0
No	0

Fuente: Elaboración propia.

La cuarta etapa suma los puntajes adquiridos por cada uno de los artículos del almacén de repuestos en la etapa anterior y los muestra (ver ilustración 30) para determinar de acuerdo a esos valores si el ítem es Push o Pull.

Ilustración 30- Resultados evaluación de criterios 3Ejecutor.

Criterio Movimiento	Total Criterios
15	65
5	5
20	40
30	60
0	0
0	0

Fuente: Elaboración propia.

La etapa final del programa muestra los resultados después de los cálculos, arrojando la información de cada artículo y clasificándolo dentro de Push, Pull o Análisis. Como se muestra en la ilustración 31 el programa toma los puntajes de la columna **Total criterios** (ver ilustración 30) y los separa de acuerdo a los siguientes parámetros:

- 100-80: los artículos del almacén que hayan alcanzado este puntaje estarán dentro del grupo de ítems PUSH.
- 79-50: aquellos ítems que se encuentren dentro de este rango de puntuación estarán clasificados dentro del grupo PULL.
- 49-0: los repuestos que se encuentran dentro de este rango entran en un grupo a analizar, la empresa TCC debe entrar a evaluar si debe o no tener estos artículos dentro del almacén de repuestos, ya que representan más costos que utilidades para la organización.

Ilustración 31- Resultados clasificación Push Pull 3Ejecutor.

	DV	EA	EB	EC	ED	EE
1						
2	<p style="text-align: center;"><b>Criterio Final</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>SI DESEA CAMBIAR LA CLASIFICACION, FAVOR INTRODUCIR EN ESTA COLUMNA</b></p>		<p style="text-align: center;">Total referencias analizadas 5378</p>		
3				<p style="text-align: center;">Total Criterios - Califica total sobre 30</p>		
4				100	79	49
5				80	50	0
6				Push	Pull	Items a analizar
7					Pull	
8						Analisis
9						Analisis
10					Pull	
11						
12						
13						

Fuente: Elaboración propia.

El programa realiza todos los cálculos por medio de macros, relacionando la información de las tablas 1Datos, 2acfl, 2Poisson y utilizando las formulas especificadas en el capítulo 4. Después de ejecutado el programa (ver capítulo 5.4.), aparece un cuadro de diálogo que pregunta si el usuario desea cambiar algún artículo de clasificación (basado en el criterio personal) antes de generar el informe final de los artículos PUSH y PULL. La columna para hacer los cambios se encuentra en la ubicación de columna **EA** del archivo (ver ilustración 31) y permite cambiar cada artículo manualmente. Cuando el usuario esté satisfecho con los datos arrojados por el programa, debe hundir el botón CONTINUAR (ver capítulo 5.4. ilustración 23) para que las macros organicen la información final de Push y Pull.

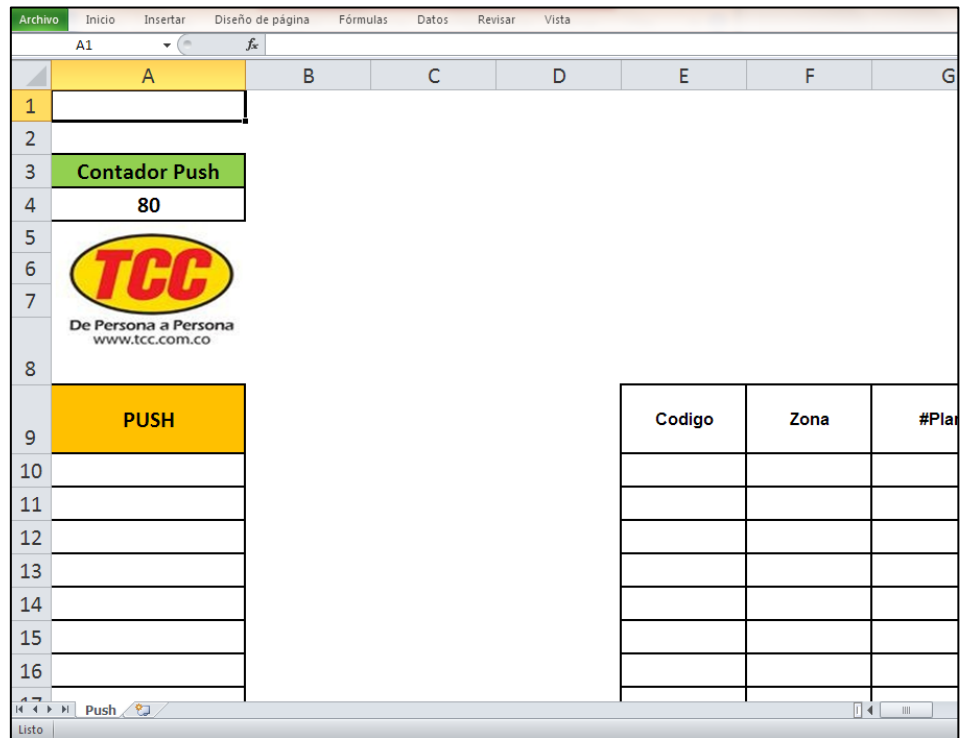
## 5.5. 4Push

El archivo 4Push muestra cada uno de los artículos clasificados como Push, en el orden como se encuentran en la base de datos del archivo 1Datos. En la primera columna de esta hoja de cálculo, referencia cuántos artículos fueron encontrados como Push (ver ilustración 32) y los marca en la posición en la cual se encuentran y además muestra la información detallada de cada ítem (ver capítulo 5.1.), en el siguiente orden:

- Código
- Zona
- # Planta
- Planta
- Cód. anterior
- Descripción
- Unidad de medida
- Grupo
- Familia
- Categoría
- Criticidad
- ROP
- EOQ
- Fecha de última compra
- Existencia al corte

- Costo unitario
- Precio última compra
- Valor total al corte
- Costo de pedir
- Costo de almacenar
- Compromisos pendientes
- Compras en transito
- Lead time

Ilustración 32- Archivo 4Push.



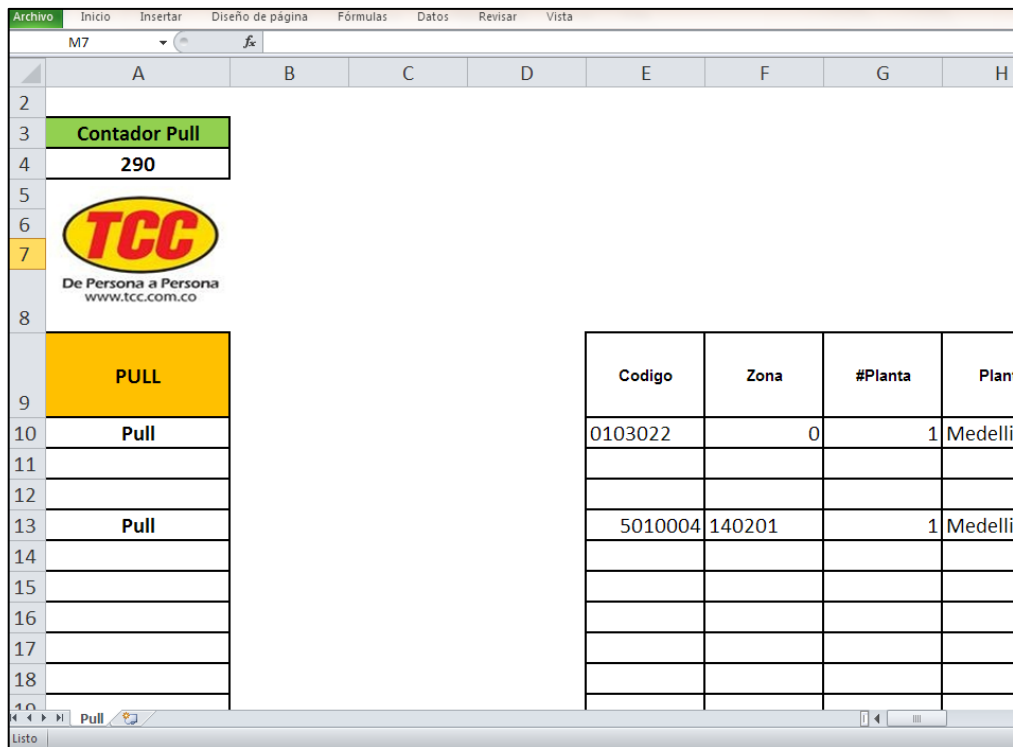
Fuente: Elaboración propia.



## 5.6. 5Pull

La estructura de este archivo es igual a la del archivo 4Push (ver capítulo 5.5), con la diferencia de que muestra todos los artículos que pertenecen a la clasificación Pull (ver ilustración 33) calculada en la hoja de cálculo 3Ejecutor.

Ilustración 33- Archivo 5Pull.



The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Row 3: **Contador Pull** (green header)
- Row 4: **290**
- Row 6: **TCC** logo with the tagline "De Persona a Persona" and website "www.tcc.com.co".
- Row 9: **PULL** (yellow header)
- Row 10: **Pull**
- Row 13: **Pull**
- Table starting at Row 9, Column E:

Código	Zona	#Planta	Plant
0103022	0	1	Medelli
5010004	140201	1	Medelli

Fuente: Elaboración propia.

## 5.7. 6ReportePush

El reporte final de los artículos Push muestra toda la información del estado del artículo en el inventario y propone información necesaria para el control y mantenimiento de cada ítem dentro del almacén de repuestos. Está dividido en varias etapas o bloques de información en el siguiente orden:

5.7.1. Información general: contiene toda la información detallada de cada artículo (ver capítulo 5.1.) como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 34- Información general 6ReportePush.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Reporte Push** (Title)
- TCC Logo** (De Persona a Persona, www.tcc.com.co)
- Total Referencias Push** (Summary table):
 

Orden	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
- Main Data Table:**

Codigo	Ubicación	#Planta	Planta	Codigo Anterior	Descripcion	Referenc
8040008	230201	4	Medellin		JUEGO BLOQUES PERFORADO Q451SD	Q451SD
5400001	LU	4	Medellin		ACEITE SINTETICO TRASMISION MOBILUBE SHC80W140	120179 COD.EXXON
6840023	220502	4	Medellin		JUEGO BLOQUES FRENO PERFORADO Q4709D	Q4709D RECOMAX
5540001		0	4	Medellin	LLANTA REENCAUCHADA 11R22.5 BTRSA	BTRSA
8040003		0	4	Medellin	CAMPANA RIN DISCO 526	
6850047	230304	4	Medellin		FILTRO AIRE T800 MOD00/02 AF1968M/LAF3551	LAF3551 LUBER FINI

Fuente: Elaboración propia.

5.7.2. Pronósticos: en este bloque del programa de reporte final se calculan los pronósticos de consumo de cada artículo en el mes (ver ilustración 35), de acuerdo al promedio de movimientos de los últimos 12 meses y se proyecta a los tres meses siguientes.

Ilustración 35- Pronósticos 6ReportePush.

AK	AL	AM	AN	AO
<b>Reporte Push</b>				
<b>Pronósticos mes actual hecho mes anterior</b>		<b>Pronósticos venideros</b>		
abril - 2011	mayo - 2011	junio - 2011	julio - 2011	
120	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	
27	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	
32	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	

Fuente: Elaboración propia.

5.7.3. Movimiento mensual: en esta etapa se toma la información del archivo 1Datos y refleja en un tabla que muestra al usuario final la información de todos los movimientos que tuvo cada artículo en los últimos 4 años (ver ilustración 36).

Ilustración 36- Movimiento mensual 6ReportePush.

Movimiento mensual											
Movimiento mensual											
ago - 2009	sep - 2009	oct - 2009	nov - 2009	dic - 2009	ene - 2010	feb - 2010	mar - 2010	abr - 2010	may - 2010	jun - 2010	jul - 2010
73	85	89	79	96	102	132	126	87	89	112	
28	26	33	31	27	27	23	24	24	30	22	
33	35	28	48	40	42	39	43	23	11	22	
12	6	8	4	3	5	7	2	6	6	9	
12	17	17	16	9	17	17	21	15	7	11	
12	21	14	23	12	19	22	17	11	30	12	
14	17	14	19	14	21	35	20	14	23	18	
12	14	7	12	9	8	7	12	4	14	7	
35	69	40	48	45	47	39	35	37	35	27	

Fuente: Elaboración propia.

5.7.4. Demanda: este bloque (ver ilustración 37) muestra el precio de última compra de cada artículo, calcula la demanda promedio de acuerdo a los movimientos en el último año y clasifica el valor de esta demanda anual, de acuerdo a su valor de última compra, el valor promedio de consumo y la criticidad (ABC-1).

Ilustración 37- Demanda 6ReportePush.

PRECIO ULTIMA COMPRA	Demanda promedio mensual de los ultimos 12 meses	Demanda ponderada mensual entre pasado y futuro (pronosticos)	Priorizacion ABC-1
\$ 78.509,00	120	120	9440707
\$ 169.546,00	27	27	4648386
\$ 93.229,00	32	32	3014404
\$ 290.371,00	7	7	2153585
\$ 142.402,00	14	14	1981761
\$ 78.442,00	23	23	1817240
\$ 92.058,00	19	19	1749102

Fuente: Elaboración propia.

5.7.5. Clasificación ABC por medio de fórmulas A, Y y X: se halla la clasificación ABC para cada artículo una vez calculado el porcentaje acumulado de artículos, porcentaje acumulado de cantidad monetaria anual y el porcentaje de apoyo logístico (ver capítulo 4.5). esta información se refleja en el archivo de 6ReportePush como se muestra en la figura 38.

Ilustración 38- Clasificación ABC 6ReportePush.

	DD	DF	DGC	DK
8	<b>X</b>	<b>Y</b>	Apoyo Logistico Actual <b>A</b>	<b>Clasificación Nueva ABC</b>
9				
10	1,25%	22,88%	4,46%	<b>A</b>
11	2,50%	34,15%	5,20%	<b>A</b>
12	3,75%	41,45%	5,82%	<b>A</b>
13	5,00%	46,67%	6,40%	<b>A</b>
14	6,25%	51,47%	6,71%	<b>A</b>
15	7,50%	55,88%	6,84%	<b>A</b>
16	8,75%	60,12%	6,79%	<b>A</b>
17	10,00%	63,97%	6,68%	<b>A</b>
18	11,25%	67,73%	6,43%	<b>A</b>

Fuente: Elaboración propia.

5.7.6. Factor de seguridad: en esta columna se indica el factor de seguridad dado por la empresa TCC de acuerdo a sus preferencias para mantener el stock de cada artículo en el almacén. Este valor puede ser modificado poniendo el valor deseado en el campo de cambio, como se muestra en la ilustración 39.

Ilustración 39- Factor de seguridad 6ReportePush.

Si desea cambiar el factor de seguridad para el colchón a final de mes para todos los A, B y C, coloque el valor en la siguiente casilla. Si no lo desea cambiar coloque la pestaña en blanco.

**CAMPO PARA CAMBIO DE F.S.**

Factor de Seguridad deseado a final de mes
1,25
1,25
1,25

Fuente: Elaboración propia.

5.7.7. Cantidad a mantener y a pedir: basado en las fórmulas consignadas en el capítulo 4.10. se calculan las cantidades a mantener y los pedidos óptimos para satisfacer la demanda del mes; y basado en esto muestra una columna de cuánto pedir o si se debe abstener de comprar algún artículo (ver ilustración 40).

Ilustración 40- Cantidad a pedir y a mantener 6ReportePush.

	<b>Q* óptimo - Unidades</b>	<b>Cantidad a Pedir por Asignación</b>	<b>Pedido que se debe hacer finalmente</b>	<b>Inventario en meses que se tendrá al final del mes de junio - 2011</b>
	30	287	287	1,25
	10	-7	No Pida	1,49
	14	69	69	1,26
	4	24	24	1,31
	8	45	45	1,23
	13	72	72	1,29

Fuente: Elaboración propia.

5.7.8. Valor del pedido: teniendo como base de cálculo las cantidades halladas en el bloque anterior, son multiplicadas por el valor de última compra de cada artículo, para dar un valor aproximado de lo que puede costar el reabastecimiento del mes. Además, en la parte superior de la columna (ver ilustración 41) se muestra el valor total del reabastecimiento del mes.



Ilustración 41- Valor pedido 6ReportePush.

Fórmulas Datos Revisar Vista	
1="";SI(DU11-DM11>0,0009999;CONCATENAR("Tendrá exceso d	
DV	DW DX
<b>Valor Total</b>	
\$	<b>90.382.736,00</b>
<b>Valor del Pedido (Cant a Pedir x precio ult compra)</b>	
\$	22.532.083,00
\$	-
\$	6.432.801,00

Fuente: Elaboración propia.

5.7.9. Exceso en días: se calcula de acuerdo al consumo promedio mensual y la cantidad pedida, cuál es el exceso que se tendrá al finalizar el mes, contando con el factor de seguridad, y lo divide por los días del mes para determinar los días de exceso. La otra segunda columna, como se puede ver en la ilustración 42 de este último bloque, muestra cómo será el exceso en unidades.

Ilustración 42- Exceso en días 6ReportePush.

Excesos en días de consumo promedio - Control		Exceso que tendrá en unidades al final del mes de junio - 2011
Tendrá exceso de 0 días promedio demanda		0
Tendrá exceso de 7 días promedio demanda		7
Tendrá exceso de 0 días promedio demanda		0
Tendrá exceso de 2 días promedio demanda		0
		0
Tendrá exceso de 1 días promedio demanda		1
Tendrá exceso de 0 días promedio demanda		0
		0
		0

Fuente: Elaboración propia.

### 5.8. 7ReportePull

El reporte final de los artículos clasificados como PULL (ver ilustración 43) también se divide en diferentes bloques de información.

5.8.1. Información general: contiene toda la información detallada de cada artículo (ver capítulo 5.1.) como se muestra en la ilustración siguiente.

Ilustración 43- Información general 7ReportePull

**Reporte Pull**

**TCC**  
De Persona a Persona  
www.tcc.com.co

**Total Referencias Pull**  
290

Orden	Codigo	Ubicación	#Planta	Planta	Codigo Anterior	Descripcion	Referencia
1	5400017	LU	4	Medellin		ACEITE MOTOR DELVAC1 MOBIL	113005 COD EXXON
2	5530015	0	4	Medellin		LLANTA MICHELLIN NUEVA 750R16 XZE2	750R16 XZE2
3	6160151	220503	4	Medellin		FILTRO AIRE SL5013240A(LAF8619)GRANDE(LAF1246)PED	LAF8619 GRANDE LUBER
4	5400013	LU	4	Medellin		ACEITE MOTOR MK15W40 MOBIL	111588 COD EXXON
5	6160082	090407	4	Medellin		ANILLO MOTOR SL50115CO	SL50115CO

Fuente: Elaboración propia.

5.8.2. Pronósticos: en este bloque del programa de reporte final se calculan los pronósticos de consumo de cada artículo en el mes (ver ilustración 44) de acuerdo al promedio de movimientos de los últimos 12 meses y se proyecta a los tres meses siguientes.

### Ilustración 44- Pronosticos 7ReportePull

Pronósticos mes actual hecho mes anterior		Pronósticos venideros			
		abril - 2011	mayo - 2011	junio - 2011	julio - 2011
7					
8					
9					
10		147	182	182	182
11		6	10	10	10
12		26	26	26	26
13		35	61	61	61
14		2	2	2	2
15		6	16	16	16
16		0	28	28	28
17		2	5	5	5
18		1	2	2	2
19		1	2	2	2
20		1	2	2	2

Fuente: Elaboración propia.

5.8.3. Movimiento mensual: este bloque toma la información del archivo 1Datos y refleja en un tabla que muestra al usuario final la información de todos los movimientos que tuvo cada artículo en los últimos 4 años (ver ilustración 45).

### Ilustración 45- Movimiento mensual 7ReportePull.

Movimiento mensual			Movimiento mensual			Movimiento mensual										
ago - 2008	sep - 2008	oct - 2008	nov - 2008	dic - 2008	ene - 2009	feb - 2009	mar - 2009	abr - 2009	may - 2009	jun - 2009	jul - 2009	ago - 2009	sep - 2009	oct - 2009	nov - 2009	dic
2	1	3	4	6	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	9	0	18	12	13	15	13	9	9	12	18	10	15	10	18	
28	29	4	27	1	30	6	47	54	2	12	6	69	251	26	45	
269	254	229	278	218	302	249	311	202	144	212	200	209	230	194	244	
2	2	1	2	0	1	5	1	3	5	3	0	3	4	2	2	
3	0	1	4	0	2	3	1	1	2	0	3	3	3	1	0	
39	44	38	37	38	54	38	25	5	23	15	16	22	12	21	30	
2	4	3	13	3	6	1	3	13	2	5	10	4	3	4	2	
0	1	0	1	0	1	3	1	5	2	0	0	1	0	1	3	
2	2	1	2	0	1	5	1	3	5	3	0	3	4	2	2	
3	2	1	3	1	2	0	2	1	1	1	1	0	1	1	0	
0	2	3	3	1	10	9	3	3	9	7	12	6	4	5	4	

Fuente: Elaboración propia.

5.8.4. Demanda: este bloque (ver ilustración 46) muestra el precio de última compra de cada artículo y se encarga de calcular la demanda promedio de acuerdo a los movimientos en el último año y clasificar el valor de esta demanda anual de acuerdo a su valor de última compra, el valor promedio de consumo y la criticidad.

Ilustración 46- Demanda promedio mensual 7ReportePull.

Página Fórmulas Datos Revisar Vista					
=((H10="";SI(W10="ICRI";6;SI(W10="ICLM";6;1)))					
	CU	CV	CW	CX	CY
	<b>PRECIO ULTIMA COMPRA</b>	<b>Demanda promedio mensual de los ultimos 12 meses</b>		<b>Priorizacion ABC-1</b>	
	\$ 72.703,00	182		13262239	
	\$ 522.117,00	10		5003621	
	\$ 89.290,00	26		2336422	
	\$ 29.387,00	61		1787709	
	\$ 792.570,00	2		1651188	
	\$ 93.803,00	16		1508665	
	\$ 50.699,00	28		1436472	
	\$ 285.630,00	5		1356743	
	\$ 617.120,00	2		1285667	
	\$ 694.260,00	2		1272810	

Fuente: Elaboración propia.

5.8.5. Clasificación ABC por medio de fórmulas A, Y y X: se halla la clasificación ABC para cada artículo una vez calculado el porcentaje acumulado de artículos, porcentaje acumulado de cantidad monetaria anual y el porcentaje de apoyo logístico (ver capítulo 4.5). esta

información se refleja en el archivo de 6ReportePush, como se muestra en la ilustración 47.

Ilustración 47- Clasificación ABC 7ReportePull.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Formulas:**
  - $X = \frac{A * (Y - 1)}{(1 - Y)}$  (highlighted in red)
  - $Y = \frac{X * (1 + A)}{(A + X)}$  (highlighted in blue)
  - $A = \frac{X * (1 - Y)}{(Y - X)}$  (highlighted in black)
- Data Tables:**
  - X:**

<b>X</b>
0,34%
0,69%
1,03%
1,38%
1,72%
2,07%
2,41%
  - Y:**

<b>Y</b>
18,57%
25,58%
28,85%
31,35%
33,66%
35,77%
37,79%
  - Apoyo Logístico Actual A:**

<b>Apoyo Logístico Actual A</b>
1,54%
2,06%
2,65%
3,16%
3,58%
3,94%
4,25%
  - Clasificación Nueva ABC:**

<b>Clasificación Nueva ABC</b>
A
A
A
A
A
A
A
- Summary:**
  - Pull Tipo B hay 51
  - Pull Tipo C hay 196

Fuente: Elaboración propia.

5.8.6. Q Óptimo y ROP: basado en las fórmulas consignadas en el capítulo 4.10. se calculan las cantidades a mantener y el punto de reorden de cada artículo, que es el que indica en qué momento se debe hacer un pedido para reponer los repuestos, sin llegar a un punto crítico que afecte la producción. Por último se muestra el porcentaje que hay en el stock por encima del ROP calculado (ver ilustración 48).

Ilustración 48- Q Optimo y ROP 7ReportePull.

	<b>Q* óptimo - Unidades</b>	<b>EXISTENCIAS CORTE</b>	<b>ROP CALCULADO</b>	<b>Nivel del Stock actual sobre el ROP en Porcentaje</b>
	27	109,5	484	23%
	2	0	29	0%
	9	8	45	18%
	24	22,36	352	6%
	1	2	3	66%
	7	14,75	30	50%
	13	27	39	69%
	2	2	8	26%
	1	1	3	29%
	1	4	3	152%
	1	0	4	0%

Fuente: Elaboración propia.

5.8.7. Inventario máximo y excesos: en esta sección del reporte se calcula el inventario máximo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel M\u00e1ximo de Inventario} = \text{demandadiaria} * \text{Lead Time} + z * \text{Desviaci\u00f3nEst\u00e1ndar} + \sqrt{\frac{2 * \text{DemandaAnual} * S}{I * C}}$$

La cantidad de excesos se calcula teniendo en cuenta el inventario que se tiene al momento de corte y el Q Optimo a mantener en el inventario, los datos se reflejan en el reporte como se muestra en la siguiente figura:

Ilustración 49- Inventario maximo y excesos 7ReportePull

	Inventario Máximo	Cantidad en Excesos	Valor de los Excesos	COMENTARIOS EXCESOS
10	878	0	\$ -	No hay Exceso
11	56	0	\$ -	No hay Exceso
12	85	0	\$ -	No hay Exceso
13	703	0	\$ -	No hay Exceso
14	5	0	\$ -	No hay Exceso
15	56	0	\$ -	No hay Exceso
16	65	0	\$ -	No hay Exceso
17	15	0	\$ -	No hay Exceso
18	7	0	\$ -	No hay Exceso
19	5	0	\$ -	No hay Exceso
20	8	0	\$ -	No hay Exceso
21	14	0	\$ -	No hay Exceso
22	10	0	\$ -	No hay Exceso
23	16	0	\$ -	No hay Exceso
24	10	0	\$ -	No hay Exceso

Fuente: Elaboración propia.

5.8.8. Pedido a realizar y valor de pedido: el pedido a realizar se calcula de acuerdo a los datos encontrados de cantidad máxima a tener y las cantidades en el momento de corte.

Para hallar el valor del pedido se tiene como base de cálculo las cantidades halladas en la columna anterior; estas son multiplicadas por el valor de última compra de cada artículo, para dar un valor aproximado de lo que puede costar el reabastecimiento del artículo. Además, en la parte superior de la columna (ver ilustración 50) se muestra el valor total del reabastecimiento si se adquieren todos los ítems.

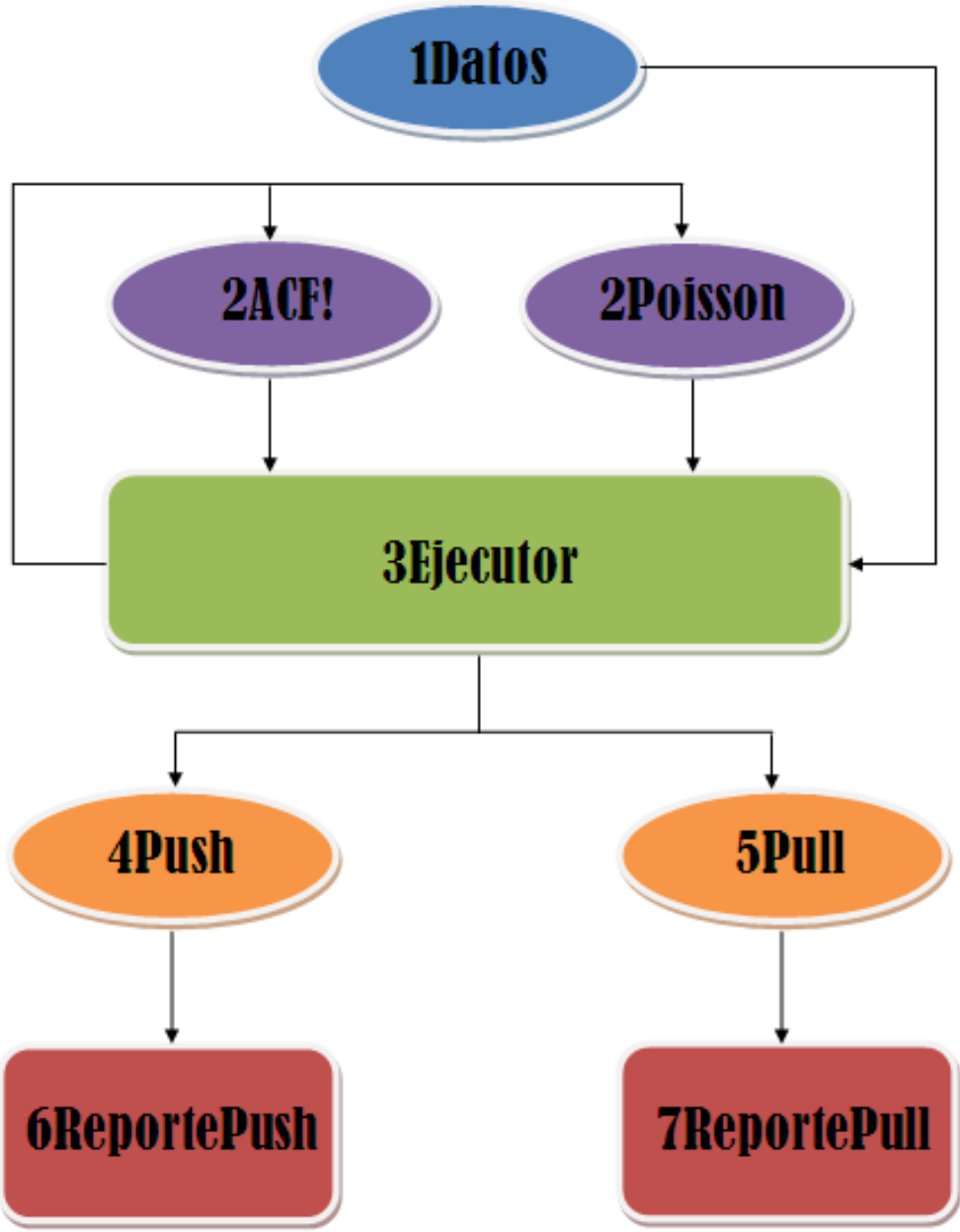


Ilustración 50- Pedido a realizar 7ReportePull.

Reporte Pull		
		<b>Valor del Pedido (Cant a Pedir x precio ult compra)</b>
		\$ 201.672.553,00
		<i>Individual</i>
<b>Pedido que se debe hacer finalmente</b>	<b>Acción a realizar - Cantidad a Pedir</b>	
768	Pida ya 768 Unidades	\$ 55.835.904,00
56	Pida ya 56 Unidades	\$ 29.238.552,00
77	Pida ya 77 Unidades	\$ 6.875.330,00
681	Pida ya 681 Unidades	\$ 20.012.547,00
3	Pida ya 3 Unidades	\$ 2.377.710,00
41	Pida ya 41 Unidades	\$ 3.845.923,00
38	Pida ya 38 Unidades	\$ 1.926.562,00

Fuente: Elaboración propia.

5.9. INTERACCIÓN ENTRE HOJAS DE CALCULO EN EXCEL POR MEDIO DE MACROS.



Fuente: Elaboración propia.

## 6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos al correr el programa para la gestión de la administración y el manejo de inventarios, en el almacén de repuestos de la empresa TCC, están explicados así:

El almacén de repuestos tiene en su base de datos un total de 5379 artículos, los cuales quedaron clasificados de la siguiente forma:

- 80 artículos tipo Push: Estos son artículos que deben estar siempre en el inventario, debido a que son estratégicos para la empresa y tienen demanda permanente. Estos artículos deben ser pedidos periódicamente.
- 290 artículos tipo Pull: Los ítems que se encuentran dentro de este tipo no deben mantenerse en stock, son estimados a partir de una demanda histórica y solo se piden cuando llegan a ROP, ya que no son tan relevantes y su ausencia no afecta la producción y en caso de afectarla puede ser conseguido rápidamente.
- 5008 artículos a analizar: los artículos a analizar son todos aquellos artículos que deben ser estudiados por la empresa TCC, para determinar si deben o no estar en el almacén de repuestos, ya que sus movimientos durante los últimos 4 años y su criticidad dentro del proceso productivo, muestran que generan más costos a la organización que la utilidad que

puede representar tener estos artículos almacenados dentro de la bodega de repuestos.

Los costos de mantener el almacén, de acuerdo a las clasificaciones encontradas, están dados por:

- Costos Push: el valor de adquirir y el costo de mantener los repuestos que ese encuentran dentro de esta categoría basado en los resultados del programa, son:

$$\$ \text{adquirir} = [(Q_{\text{Optimo}} + Q_{\text{por asignacion}}) * F.S.] * \$\text{ultima compra}$$

$$\$ \text{adquirir} = \$ 86\text{'840.294 COP}$$

$$\text{Costo de mantener} = \$ \text{adquirir} * 25\%$$

$$\text{Costo de mantener} = \$ 21\text{'710.073,5 COP}$$

$$\text{Costo Total mes} = \$ 108\text{'550367,5 COP}$$

- Costos Pull: estos artículos solo se reabastecen en el momento en que llegan al punto de reorden y se piden las cantidades necesarias para que alcancen el punto máximo a mantener. El valor del pedido, de acuerdo a

los cálculos realizados en el programa para el pedido total de los ítems que se encuentran en esta categoría, es:

$$\$ \textit{Pedido} = \textit{cantidad a pedir} * \$ \textit{ultima compra}$$

$$\$ \textit{Pedido} = \$ 198\`086.186 \textit{COP}$$

- Costos actuales de los artículos a analizar: al momento del corte los repuestos que se encuentran en esta categoría tienen un costo basado en el precio de última compra de:

$$\textit{Costo articulos} = \textit{cantidad existente al corte} * \$ \textit{ultima compra}$$

$$\textit{Costo articulos a analizar} = \$ 576\`766.064,44 \textit{COP}$$

Esta cantidad de dinero está almacenado en la bodega de repuestos y no muestra movimientos significativos. En otras palabras, es dinero congelado que no está produciendo nada para la empresa, solo gastos.

## 7. CONCLUSIONES

- Cuando se tiene conocimiento del estado exacto y actualizado del inventario y el comportamiento de cada uno de los artículos en el tiempo, se pueden hacer pedidos que eviten sobre stocks o deficiencias en los inventarios, permitiendo tener un mejor manejo del almacén y un control de los recursos económicos.
- Al implementar un programa para la administración y control de los inventarios, el capital humano (almacenistas) desempeña un papel fundamental dentro del proceso; de estas personas depende que la información tomada cada fecha de corte sea real y esté al día; además tienen la responsabilidad de controlar las entradas y salidas del almacén y detectar el comportamiento de las referencias.
- En la definición de los niveles de inventario para los artículos A, B y C se debe tener en cuenta que estos productos son reabastecidos por diferentes proveedores y cada uno de estos presentan tiempos diferentes de respuesta. Debido a esto se deben definir acuerdos formales con cada uno de ellos, para especificar tiempos de suministro y hacer más confiable la clasificación. Sin embargo el futuro debe estar encaminado a reducir inventarios y por esta razón todos los proveedores deben estar enfocados en la misma dirección, para reducir los tiempos de respuesta y tamaños de lotes de repuestos, disminuyendo los costos.

- Cuando la demanda de los artículos del inventario es muy variable, resulta muy complicado realizar un pronóstico de demanda correcto y por esto los inventarios de seguridad se incrementan notablemente, ya que el objetivo es compensar las variaciones de la demanda.
- El estudio de los movimientos deben ser realizados con base en datos anuales, para que los resultados puedan ser comparados en distintos periodos y permita definir a ciencia cierta el comportamiento de la demanda para cada producto.
- El programa para el control de inventarios debe ser manejado en todo momento por usuarios que estén relacionados con el almacén de repuestos, que tengan un conocimiento general de las existencias en la bodega y que estén conscientes de los cambios de demanda que se puedan presentar; en otras palabras, se deben tener en cuenta aquellos meses en que la demanda de algún producto presenta picos (mantenimientos programados, modificaciones masivas a los activos, etc.), de tal forma que si el programa presenta reabastecimientos que no estén acordes con la demanda, se realicen las correcciones necesarias.
- El control de inventarios en la empresa TCC debe ser más estricto, ya que cuenta con muchos artículos de baja rotación y poca criticidad que aumentan los niveles de inventario, y no son muy demandados por los clientes internos (mecánicos), que esperarían mayor abastecimiento de otro tipo de repuestos. Es necesario prestar atención a estas dos

variables ya que la primera le quita liquidez a la empresa y aumenta los costos de almacenamiento, mientras la segunda también genera costos, que pueden ser más difíciles de medir pero pueden llegar a ser importantes. Se necesita tener un alto control de los inventarios para que estos sean disminuidos al máximo, sin perjudicar el servicio mediante políticas implementadas.

- La clasificación ABC no es estática, es decir, un producto C puede pasar a ser un B, o un B, pasar a ser A, o al contrario; por lo tanto esta clasificación debe ser calculada periódicamente.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

**AcademiaEspañola, RAE@ - Real.** RAE@. [En línea]

**Alberto, Mora Gutierrez. 2005.** *Mantenimiento estrategico para empresas industriales o de servicios.* Medellin : AMG, 2005. 958-33-8218-3.

**Anonimo. 2011.** Wikipedia. [En línea] 5 de Marzo de 2011. [Citado el: 10 de Marzo de 2011.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Autocorrelaci%C3%B3n>.

**Blanco, Juan Manuel. 2005.** Universidad de las Américas Puebla. [En línea] 8 de Diciembre de 2005. [Citado el: 8 de Marzo de 2011.] [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/meni/blanco\\_p\\_jm/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meni/blanco_p_jm/capitulo2.pdf).

**Catolica, Universidad de Oriente. 2000.** Universidad Catolica de Oriente. *Concepto de stock y su importancia.* [En línea] 2000. [Citado el: 15 de 05 de 2010.] [www.uco.es/~p42abluj/web/imagen/7imagen4.gif](http://www.uco.es/~p42abluj/web/imagen/7imagen4.gif).

**Dell'Agnolo, Marco Antonio. 2001.** gestiopolis. *gestiopolis.* [En línea] 11 de 2001. [Citado el: 26 de 04 de 2010.] <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/planstock.htm>.

**EMAGISTER. 2007.** EMAGISTER. *EMAGISTER.* [En línea] 2007. [Citado el: 25 de 04 de 2010.] <http://grupos.emagister.com/ficheros/dspflashview?idFichero=27022>.

**Group, Vatic Consulting. 2010.** VCG. [En línea] 2010. [Citado el: 9 de Marzo de 2011.] <http://www.vaticgroup.com/unlimitpages.asp?id=129>.

**Guerrero, Fransisca Parra. 1999.** *Gestion de stocks.* Madrid : ESIC EDITORIAL, 1999. Vol. 2. 84-7356-207-0.

**Loja, Universidad Tecnica Particular de. 2008.** slideshare. [En línea] 2008. [Citado el: 20 de 04 de 2011.] [http://www.slideshare.net/estadistica\\_a/probabilidad-de-poisson](http://www.slideshare.net/estadistica_a/probabilidad-de-poisson).

**Matalobos, Angel Diaz. 1991.** *Gestion de inventario en mantenimiento.* caracas : IESA, 1991. 980-217-053-4.

**Mora, Luis Alberto. 2009.** *Mantenimiento. Planeacion, ejecucion y control.* Medellin : Alfaomega, 2009. 978-958-682-769-0.

**Moreno, Walter López. 2007.** google. *universidad de Puerto Rico en Humacao.* [En línea] 2007. [Citado el: 20 de 04 de 2011.]

<http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&cd=6&ved=0CD4QFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww1.uprh.edu%2Fccc%2FADEM%2FLa%2520distribucion%2520Poisson%2FModulo%2520Sobre%2520La%2520Distribucion%2520de%2520Poisson%2520por%2520Wallter%2520Lopez.ppt&rct=j&q=poisson&>

**Osorio, Ing. Javier. 2010.** *Flota de TCC.* [entrev.] Camilo Arango Cuartas. Medellin, 28 de 03 de 2010. El ingeniero Javier Osorio es el director de la gestion de mantenimiento de todo lo referente a la flota de vehiculos de la empresa TCC..

**Salas, Humberto Guerrero. 2009.** *Inventarios. Manejo y control.* Bogota : Ecoe ediciones, 2009. 987-958-648-583-8.

**TCC. 2010.** TCC. [En línea] 25 de 01 de 2010. [Citado el: 15 de 03 de 2010.] [http://www.tcc.com.co/site/Default.aspx?tabid=763.](http://www.tcc.com.co/site/Default.aspx?tabid=763)

**Tichy, Milos y Bentley, Simon.** Intergovernmental Panel on Climate Change. *IPCC.* [En línea] [Citado el: 10 de Marzo de 2011.] [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/A3\\_Glossary\\_ES.pdf.](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/A3_Glossary_ES.pdf)

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Clasificación de códigos del almacén de repuestos TCC.

GRUPO	FAMILIA	DESCRIPCIÓN
50		HERRAMIENTAS
50	1	HERRAMIENTAS DOTACIÓN
50	2	HERRAMIENTAS EDIFICIOS
50	3	HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO VEHÍCULOS
50	4	HERRAMIENTAS PARTES
51		FERRETERÍA (consecución comercial)
51	1	ÁNGULOS
51	2	CANALES
51	3	LAMINAS
51	4	MADERAS
51	5	PLATINAS
51	6	TUBERÍAS
51	7	VARILLAS
51	8	VIGAS
52		CONSUMIBLES
52	1	CONSUMIBLES CINTAS
52	2	CONSUMIBLES LIMPIEZA Y ASEO
52	3	CONSUMIBLES PEGANTES E IMPERMEABILIZANTES
52	4	CONSUMIBLES PINTURAS E INSUMOS
52	5	VARIOS
53		COMUNICACIONES
54		LUBRICANTES
55		LLANTAS
55	1	LLANTAS INSUMOS
55	2	LLANTAS NEUMÁTICOS
55	2	LLANTAS PROTECTORES
55	3	LLANTAS NUEVAS
55	4	LLANTAS REENCAUCHES
55	5	LLANTAS RINES

GRUPO	FAMILIA	DESCRIPCIÓN
56		TORNILLERÍA
56	1	TORNILLOS
56	1	TORNILLOS GOLOSOS
56	1	TORNILLOS MILIMÉTRICOS
56	1	TORNILLOS ROSCA FINA GRADO 1 Y 2
56	1	TORNILLOS ROSCA FINA GRADO 5 Y 8
56	1	TORNILLOS ROSCA ORDINARIA GRADO 1 Y 2
56	1	TORNILLOS ROSCA ORDINARIA GRADO 5 Y 8
56	2	TUERCAS
56	2	TORNILLOS MILIMÉTRICOS
56	2	TORNILLOS ROSCA FINA GRADO 1 Y 2
56	2	TORNILLOS ROSCA FINA GRADO 5 Y 8
56	2	TORNILLOS ROSCA ORDINARIA GRADO 1 Y 2
56	2	TORNILLOS ROSCA ORDINARIA GRADO 5 Y 8
56	3	ABRAZADERAS
56	4	ACOPLES – ADAPTADORES
56	5	ANILLOS
56	6	ARANDELAS
56	7	BALINES
56	8	WASAS
56	9	CONOS (NO HAY NADA)
56	11	ESPÁRRAGOS
56	12	FITINES
56	13	REMACHES
56	14	VARIOS: CONOS, CHAPOLAS, CONECTORES, NIPLES
56	15	GRASERAS
57		RACORES
57	500	RACOR 500
57	500	RACOR 501
57	502	RACOR 502
57	504	RACOR 504
57	507	RACOR 507
57	515	RACOR 515
57	508	RACOR 508
57	516	RACOR 516
57	517	RACOR 517
57	519	RACOR 519
57	520	RACOR 520

GRUPO	FAMILIA	DESCRIPCIÓN
57	521	RACOR 521
57	523	RACOR 523
57	524	RACOR 524
57	525	RACOR 525
57	533	RACOR 533
57	536	RACOR 536
57	537	RACOR 537
57	538	RACOR 538
57	540	RACOR 540
57	541	RACOR 541
57	544	RACOR 544
57	545	RACOR 545
57	547	RACOR 547
58		VARIOS
58	1	VARIOS ELÉCTRICOS
58	2	VARIOS GENERAL
58	3	VARIOS BATERÍAS
58	4	VARIOS MANGUERAS
61		REPUESTOS MAZDA
62		REPUESTOS NPR
63		REPUESTOS NHR
64		REPUESTOS NKR
65		REPUESTOS DELTA
66		REPUESTOS INTERNACIONAL
67		REPUESTOS KENWORTH T300
68		REPUESTOS KENWORTH T800/W900
70		REPUESTOS BRIGADIER
71		REPUESTOS MERCEDES
72		REPUESTOS FREIGHTLINER
73		REPUESTOS DODGE
74		REPUESTOS MONTACARGA
80		REPUESTOS VAN INCA
81		REPUESTOS VAN ROMARCO
82		REPUESTOS VAN RANDON
	1	ELÉCTRICO
	2	CHASIS-MUELLES

GRUPO	FAMILIA	DESCRIPCIÓN
	3	ACCESORIOS CABINA
	4	FRENOS
	5	REFRIGERACIÓN
	6	MOTOR
	7	COMBUSTIBLE
	8	CAJA-TRANSMISIÓN
	9	DIRECCIÓN