

ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO EN LAS INSTALACIONES DEL GRUPO  
ALMACÉN Y ACTIVOS FIJOS DE LA AERONÁUTICA CIVIL

ANTONIO JOSÉ DAZA GARCÍA MAYORCA

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.  
2011

ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO EN LAS INSTALACIONES DEL GRUPO  
ALMACÉN Y ACTIVOS FIJOS DE LA AERONÁUTICA CIVIL

ANTONIO JOSÉ DAZA GARCÍA MAYORCA

Director: EVER ANGEL FUENTES  
INGENIERO INDUSTRIAL.

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.  
2011

## **PÁGINA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo titulado “Estrategias de mejoramiento en las instalaciones del grupo almacén y activos fijos de la Aeronáutica Civil”, realizado por Antonio José Daza García Mayorca, código 62021093 cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Industrial.

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, D.C. Septiembre de 2011

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Libre y en especial a la facultad de ingeniería, los directivos, docentes y compañeros, que hicieron de la permanencia en la universidad, una etapa de aprendizaje, crecimiento personal y profesional en mi vida.

Al director de trabajo de grado, Ingeniero Ever Fuentes por su apoyo.

A mi esposa y familiares quienes hacen parte de mi realización profesional por su apoyo y compañía.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
1. PRELIMINARES	14
1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.	14
1.2 ORGANIGRAMA DEL ALMACÉN GENERAL, DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE PERSONAL Y ÁREAS PRINCIPALES	20
1.3 RECURSOS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ALMACÉN	22
1.4 ESTUDIOS REALIZADOS	24
1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	25
1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	26
1.7 JUSTIFICACIÓN	26
1.8 OBJETIVO GENERAL	26
1.9 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
1.10 MARCO TEÓRICO	27
1.10.1 Marco conceptual	27
1.10.2 Marco legal y normativo	34
1.10.3 Marco metodológico	35
2 DIAGNÓSTICO	37
2.1 CLASIFICACIÓN ABC	37

2.2	MATRIZ DE DECISIÓN	42
2.3	DIAGRAMA CAUSA EFECTO (ESPINA DE PESCADO)	44
2.4	ANÁLISIS DOFA	47
2.5	MATRIZ DE RELACIÓN	48
2.6	CARACTERIZACIÓN ACTIVOS	50
2.8	CARACTERIZACIÓN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO	52
3.	VALIDACIÓN DE ESTRATEGIAS	56
3.1	MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE RUIDO	56
3.2	DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL A PIE DE CORRESPONDENCIA	57
3.3	MODELO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS BIENES, RECURSOS FÍSICOS, ESPACIOS E INFRAESTRUCTURA DEL ALMACÉN BASADO EN EL COSTO DE OPERACIÓN	62
3.4	IMPLANTACIÓN DE UN CÓDIGO DE BARRAS EN LAS ACTIVIDADES OPERATIVAS DEL ALMACÉN	77
3.5	INDICADORES	81
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES	88
	BIBLIOGRAFÍA	91

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución El Dorado en 1959	14
Tabla 2. Recursos humanos	20
Tabla 3. Listado de extintores	23
Tabla 4. Técnicas para la recolección de información	35
Tabla 5. Formato clasificatorio	37
Tabla 6. Componentes de las categorías	37
Tabla 7. Clasificación ABC	38
Tabla 8. Alternativas de solución	41
Tabla 9. Matriz de decisión	42
Tabla 10. Análisis DOFA	47
Tabla 11. Matriz de relación	48
Tabla 12. Listado de correlaciones	49
Tabla 13. Ficha de caracterización	50
Tabla 14. Caracterización de bienes	51
Tabla 15. Medición de decibeles para determinar horas pico	55
Tabla 16. Designación centros de distribución de correspondencia	56
Tabla 17. Nodos más cercanos según distancias a pie	60
Tabla 18. Comparativo sistema actual de entregas Vs sistema propuesto	60
Tabla 19. Cantidades de elementos consignados en la muestra según clasificación ABC	64
Tabla 20. Características generales de los módulos del almacén	69
Tabla 21. Análisis del costo de almacenamiento en la capacidad instalada del almacén	70

Tabla 22.	Indicadores KPI logísticos	
Tabla 23.	Análisis de resultados de los indicadores KPI actuales vs propuestos	71
Tabla 24.	Resumen indicadores KPI	72



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación instalaciones almacén	17
Figura 2. Plano general planta 1er piso	18
Figura 3. Organigrama Almacén General	19
Figura 4. Logos estándares globales	29
Figura 5. Grafico análisis de pareto	38
Figura 6. Espina de pescado glosa 1	41
Figura 7. Espina de pescado glosa 2	42
Figura 8. Espina de pescado glosa 3	42
Figura 9. Espina de pescado glosa 4	43
Figura 10. Espina de pescado glosa 5	43
Figura 11. Montacargas Mitsubishi fd-35 capacidad 2.5 toneladas mástil Doble altura 7 metros, motor gasolina	53
Figura 12. Elevador de carga vertical estándar capacidad 2 toneladas	53
Figura 13. Gráfica de la variación de decibeles promedio diario	56
Figura 14. Distribución centros de correspondencia Aeronáutica Civil	57
Figura 15. Problema ruta más corta vista de nodos	58
Figura 16. Problema ruta más corta vista tabla de resultados	58
Figura 17. Problema ruta más corta vista final de los nodos	59
Figura 18. Ingreso de bienes desde noviembre 2009 hasta abril 2011 (Clasificación ABC)	61
Figura 19. Egreso de bienes desde noviembre 2009 hasta abril 2011 (Clasificación ABC)	61
Figura 20. Ingreso mensual desde 2009 según clasificación ABC	62

Figura 21.	Egreso mensual desde 2009 según clasificación ABC	63
Figura 22.	Vista de variables	65
Figura 23.	Vista de datos	65
Figura 24.	Resultados análisis	66
Figura 25.	Definición de nodos para el análisis de recorridos del almacén	69
Figura 26.	Definición de nodos para el análisis de recorridos del almacén en Grafos®	70
Figura 27.	Recorridos generales de ingresos y egreso de bienes del almacén	75
Figura 28.	Recorrido circular del almacén para inspecciones	76
Figura 29.	Lápiz óptico o wand scanner (Equipo portátil)	79
Figura 30.	Pistolas lectoras o hand held scanner (Equipo portátil)	79
Figura 31.	CCD (Charge Coupled Device) (Equipo fijo)	79

## RESUMEN

Este proyecto se ha desarrollado a partir de la recopilación de información y el diagnóstico de todos los aspectos relacionados con la operación del Almacén General de la Aeronáutica Civil teniendo en cuenta todas las actividades que representan almacenamiento y movimiento de bienes en la unidad de activos fijos y correspondencia.

Para la conformación del proyecto se recopilaron todos los datos inherentes a las actividades principales y secundarias del Almacén, para esta fase se analizó la información y se constituyó un informe del diagnóstico actual de las operaciones del almacén, ante el diagnóstico se realizó una selección de modelos; como segunda fase del proyecto se validó la información a partir del planteamiento de diferentes simulaciones las cuales atendían diferentes glosas presentadas con anterioridad por un informe de auditoría, para la ratificación se aplicaron diferentes conceptos, teorías y técnicas aprendidas durante la carrera. En la última fase se realizó la medición de los datos obtenidos por la simulación, esta es la parte concluyente del proyecto, el cual se deja a consideración de los interesados en la aplicación, implementación y puesta en marcha de las estrategias propuestas según el alcance de este trabajo.

Para la realización de este proyecto se contó con diferentes técnicas de análisis de datos como la clasificación ABC, tablas y cuadros comparativos los cuales consideraban las diferentes glosas expuestas en el desarrollo de este trabajo e indican las opciones más aconsejables de mejoramiento aplicables al proceso operativo del almacén; también se utilizaron herramientas de simulación las cuales proyectan datos concluyentes para la mejora de los procedimientos en recorridos internos y externos del almacén los cuales podrían reducir el costo de operación en las instalaciones; adicionalmente se plantearon estrategias de posibles soluciones a diferentes problemáticas de funcionamiento administrativo y operativo del almacén como son el ruido y la caracterización y registro de los bienes.

## **ABSTRACT**

In the project below are covered all the aspects involved in the operation of the General Store of Aeronáutica Civil and all activities that represent storage and movement of goods belonging to the unit of fixed assets and correspondence of Aeronáutica.

This project is divided into different parts which have been applied in a documentary process of improving the entity whose final result will be reflected in the subsequent implementation of improvement plans or strategies proposed here, where administrative and operational activities are involved .

At the beginning of the process of establishing the project all the data inherent to the principal and secondary activities of the warehouse was compiled. For this phase, related information was analyzed and a diagnostic report of current activity followed by the respective store model selection was generated. For the second phase of the project the information from the approach of different models validated, which tended different glosses previously submitted by an audit report. For the validation of these models different concepts, theories and techniques learned during the race were applied. In the last phase of the project the measurement of data produced was done by the utilized simulation models. This part is the concluding part of the project which is left for consideration by those interested in the application, implementation and commissioning of the strategies proposed here as the scope of this work.

For the realization of this project, several data analysis techniques such as ABC classification, comparative charts and tables which analyzed the different glosses exposed in the development of this work and suggest the best options for improving business process applicable to the warehouse. Have also been used in this project simulation tools which yield conclusive evidence for improvement of procedures and internal and external routes from the store which can generate progress in implementing and reduce the operational costs inside the facilities; Additionally, strategies to solve several problems of administrative and operational function at the warehouse as were the noise and the characterization and registration of goods

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la actividad de almacenamiento de los bienes de una empresa representa un tema clave en el desarrollo institucional, de esta forma las mejoras propuestas pueden implicar un mejor aprovechamiento de los recursos físicos y humanos con los que cuenta el sector público.

Este documento presenta posibles estrategias de mejoramiento que aplicadas a este sector representarían adelantos visibles y de alto alcance necesarios en las entidades públicas.

El campo de estudio aplicable en el almacenamiento es diverso y los avances logrados con proyectos de investigación pueden resultar en reducción de los tiempos de operación en todos los procedimientos que componen la actividad principal del almacenamiento de bienes, reduciendo considerablemente el costo de operación de las entidades.

Por ende mi proyecto representa un aporte al posible mejoramiento de una de las entidades publicas mas importantes del País como lo es la Aeronáutica Civil permitiendo a su vez que entidades no gubernamentales puedan obtener información que sirva como base de nuevos proyectos que se desarrollen en empresas para los distintos procesos de almacenamiento.

## 1. PRELIMINARES

### 1.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA.

El Terminal de Pasajeros El Dorado fue diseñado durante el gobierno del General Gustavo Rojas Pinilla. Su construcción se inició en 1955 y entró en servicio a finales del año 1959 con las demás dependencias del entonces nuevo aeropuerto.

Durante los últimos años el terminal se ha ido ampliando hacia los costados Norte y Sur (Ampliación de las salas de reclamo de equipaje), hacia el occidente (Ampliación del Hall de espera).

En 1973, El Dorado movilizaba casi tres millones de pasajeros al año, los cuales llevaban consigo 5 millones de maletas. Este año fue uno de los más prósperos para la industria de la aviación, al registrar importantes índices de crecimiento en los sectores de pasajeros nacionales, internacionales, carga nacional e internacional. En ese año se vio la necesidad de que El Dorado tuviera una segunda pista como alternativa en el evento en que la primera no pudiese operar, por ejemplo, por obstrucción<sup>1</sup>.

Tabla 1. Distribución El Dorado en 1959.

<b>Primer nivel:</b>	Pistas de rodaje
	Tres calzadas de conexión en las plataformas
	Plataformas de parqueo
	Pavimentos
	Sótano
	Salón de pasajeros
	Mezzanine
<b>Segundo piso</b>	Salas de espera pasajeros nacionales e internacionales
	Muelles de abordaje
	Restaurantes y locales comerciales
<b>Tercer piso</b>	Oficinas y despachos de servicios
<b>Cuarto piso</b>	Oficinas de gerencia y dependencias de la ECA
	Sector administrativo
	Contabilidad
	Despacho de la misión
<b>Quinto piso</b>	Oficinas de operaciones de la ECA
	Sistemas de comunicaciones.
<b>Sexto piso</b>	Dependencias de meteorología

<sup>1</sup> Aerocivil.com 2009

	Central de ayudas a la navegación aérea de la ECA
<b>Séptimo piso</b>	Instalaciones de control de ruta
	Octavo piso Instalaciones de radar
<b>Noveno piso</b>	Salón de conexiones y distribuciones eléctricas
<b>Décimo piso</b>	Torre de control

Fuente: Aerocivil 2008

En el 2008 el total terminal de pasajeros en el área cubierta era de 34.578.83 m<sup>2</sup>, y en la terminal de carga era de 6.997 m<sup>2</sup>.

Edificio de administración y bomberos: Ubicado entre los terminales de pasajeros y de carga.

Instalaciones técnicas: Se colocó una estación trasmisora remota para el control del tráfico aéreo y la comunicación aire-tierra.

En 1981 Avianca emprendió la construcción del Puente Aéreo inaugurado por el Presidente Julio Cesar Turbay Ayala, para canalizar los vuelos desde Bogotá a Cali, Medellín, Miami y Nueva York.

El Dorado en 1990: Comenzó a funcionar desde el tercer nivel del edificio terminal, las principales dependencias del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil., entidad estatal que reemplazó a la desaparecida Empresa Colombiana de Aeródromos. En éste año aparece la edificación del Centro de Estudios Aeronáuticos. En los terrenos centrales, localizados en la zona oriental del predio aeroportuario, surge el Centro Nacional de Aeronavegación.<sup>2</sup>

Proyecto del nuevo aeropuerto. La gran demanda presente de pasajeros ha impulsado que se ejecute actualmente un proyecto para construir un nuevo aeropuerto mucho más moderno y con mayor capacidad, tanto para vuelos comerciales como de carga. Aunque inicialmente se había planeado realizar únicamente la remodelación y ampliación de la terminal actual, el gobierno nacional observó que había la necesidad de construir otro aeropuerto totalmente nuevo.

Para el proceso de la creación del nuevo terminal, el 7 de febrero de 2007 el aeropuerto fue entregado en concesión al consorcio Opaín como empresa operadora del aeropuerto, luego de una publicitada y debatida licitación.

El gobierno nacional aceptó la propuesta de Opaín de demoler el edificio el 14 de marzo de 2008, tras haberlo recibido en concesión. Inicialmente la concesión

---

<sup>2</sup> Ibídem 1

estipulaba la modernización de las actuales edificaciones y la construcción de algunas complementarias que unirían a la terminal principal con el Puente Aéreo; sin embargo durante las obras de modernización se descubrieron fallas estructurales, que si bien no comprometían la integridad actual del edificio, si harían que una ampliación y modernización fueran completamente inviables en términos económicos. Opaín desde un comienzo había propuesto la demolición del aeropuerto y había presentado incluso un nuevo diseño para reemplazarlo, pero el gobierno nacional se opuso firmemente por cuestiones presupuestales y legales (Debido a que se trataba de una gran modificación a los términos de la concesión que podía ocasionar que los demás competidores que participaron en la licitación presentaran demandas), a pesar de que muchos sectores de la opinión pública estaban de acuerdo con la propuesta de Opaín. Luego de que se descubrieran los problemas estructurales el gobierno acordó finalmente la demolición del aeropuerto y la compensación a la concesionaria por las remodelaciones que ya se habían alcanzado a realizar. Para llegar a soportar 16 millones de pasajeros y 1.5 millones de toneladas de carga al año, Opaín planea trasladar la terminal de carga para permitir la ampliación de la terminal de pasajeros y garantizar también el acceso a través de por lo menos una vía adicional a la existente de la Calle 26.

El 19 de septiembre de 2007 empezó la ejecución del Hito 1 del plan de modernización y expansión del aeropuerto. Éste consiste en la expansión del Hall Central de la terminal hoy existente y la instalación del sistema CUTE en el mismo. Estos trabajos finalizaron en marzo de 2008, mes en que se dio inicio a la ejecución del Hito 2 que corresponde a la construcción de la nueva terminal de carga, un nuevo edificio para la Aerocivil, una nueva estación de bomberos, un centro administrativo de carga y un edificio de cuarentena. Éste Hito estuvo concluido en septiembre de 2009.

El tercer hito de la construcción comenzó a finales de noviembre de 2009. Se trata de la Terminal 2, en el lado norte de la terminal actual. Esto requerirá la demolición de la terminal de carga nacional, que comenzará a funcionar en los edificios de carga nuevos. Se espera que se complete en 2012, año en que la antigua terminal se demolerá a fin de construir una Terminal 1 más amplia.<sup>3</sup>

Misión. “En la Aeronáutica Civil trabajamos para garantizar el desarrollo ordenado de la aviación civil, de la industria aérea y la utilización segura del espacio aéreo colombiano, facilitando el transporte intermodal y aprovechando las ventajas competitivas del país, mediante:

- La regulación del uso del espacio aéreo colombiano y su infraestructura aeroportuaria y aeronáutica
- La administración del uso del espacio aéreo colombiano por parte de la aviación civil, la infraestructura aeroportuaria y aeronáutica, y la coordinación de sus relaciones con la aviación del estado
- La prestación de servicios aeroportuarios y de apoyo a la navegación aérea

---

<sup>3</sup> elnuevodorado.com 2010



- El ejercicio de control y vigilancia de la seguridad operacional en el sector aeroespacial
- Aplicando los principios de calidad y responsabilidad social; enfocando su gestión en la mejora continua del talento humano, los procesos y la viabilidad financiera de la institución, como estrategia para la competitividad organizacional”<sup>4</sup>

Visión. “La Aeronáutica Civil en el año 2015 será una institución altamente competitiva, mejorando continuamente:

- La conectividad aérea nacional e internacional
- La integración coherente de sus procesos
- La infraestructura física adecuada, flexible y de tecnología moderna
- La permanente apropiación de conocimiento, la capacidad de trabajo y la calidad humana de sus funcionarios

Contribuyendo en mayor medida con el desarrollo ordenado y seguro de la aviación civil, impulsando el crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de vida bajo un esquema de responsabilidad social e institucional”.<sup>5</sup>

Ubicación geográfica. El Almacén y Archivo General se encuentra ubicado en la Avenida el Dorado No 106-33 al costado oriental del Aeropuerto El Dorado teniendo como linderos los siguientes predios: Por el sur con zonas verdes correspondientes a las zonas de seguridad de la pista No 2 del aeropuerto Por el norte con la calle 26 y pasando esta con las instalaciones del Puente Aéreo. Por Oriente con el parqueadero de visitantes del Centro de Estudios de Ciencias Aeronáuticas y por el occidente con zonas verdes. Tiene como única vía acceso la avenida El dorado, vía que por atravesar la ciudad de Bogotá de oriente a occidente es alimentada por las diferentes troncales que cruzan la ciudad de norte a sur lo que permite que por ella se logre llegar desde cualquier punto de la ciudad a las instalaciones del Almacén y Archivo General<sup>6</sup>. (Ver figura 1)

---

<sup>4</sup> Ibídem 2

<sup>5</sup> Ibem 2

<sup>6</sup> Plan de emergencias de Almacén general de la Aeronáutica Civil. Versión 0.3 (2003)

Figura 1. Ubicación instalaciones almacén.



Fuente: Google Earth. Modificado por el autor 2010

Actividad económica del almacén y archivo general. La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil es autoridad en esta materia en todo el territorio nacional y le compete regular, administrar, vigilar, y controlar el uso del espacio aéreo Colombiano por parte de la aviación civil, y coordinar las relaciones de ésta con la aviación del Estado; formulando y desarrollando los planes, estrategias, políticas, normas y procedimientos sobre la materia.

El espacio de trabajo, se conoce como Almacén y Archivo General, sin embargo en el funcionan las dependencias del Almacén General, Archivo General y recientemente las dependencias de la Unidad de Correspondencia (Antiguo CADYR).

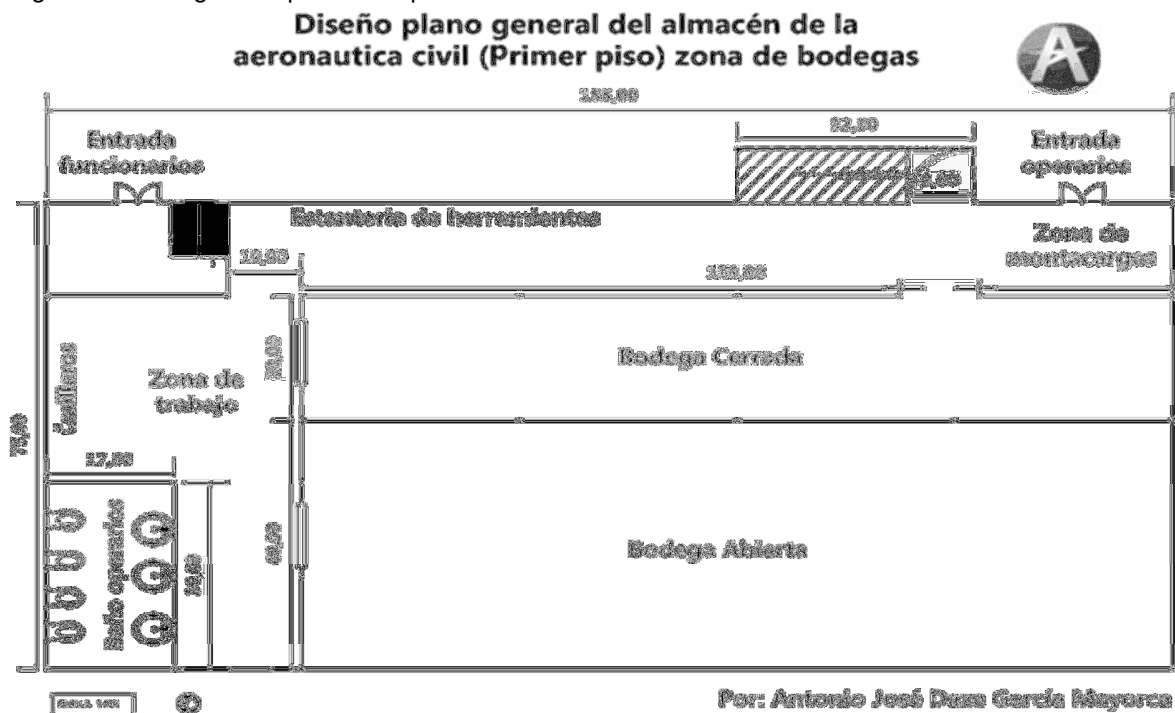
La función del Almacén General es llevar el registro y control de los elementos, materiales y activos que ingresen o sean dados al servicio de la UAEAC (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil), entregarlos a sus usuarios y velar por la seguridad de los mismos, recibir elementos obsoletos para dar de baja en los inventarios y garantizar su adecuada disposición final.

El Archivo General tiene como función organizar y custodiar los documentos que por su importancia deben ser conservados y estar a disposición de las entidades del estado, y del las diferentes dependencias de la UAEAC.

La unidad de correspondencia, es la encargada de recibir, radicar y distribuir toda la correspondencia interna y externa maneja la UAEAC<sup>7</sup>.

Descripción de planta física. Se localiza al oriente del edificio terminal aéreo aledaño al Centro de Estudios Aeronáuticos, con acceso vehicular desde la calle 26. Diseñado para ser construido en dos etapas, tan solo se ejecutó la primera. En un principio el conjunto de la edificación fue construido para servir de Almacén Central con sus oficinas administrativas y unas instalaciones para mantenimiento de vehículos la cual incluía el funcionamiento de una estación de almacenamiento y suministro de combustibles (ACPM y Gasolina), Estos talleres fueron desmontados dando paso a las instalaciones del Archivo central. Los surtidores de combustible fueron desmontados, pero los tanques subterráneos de almacenamiento de líquidos combustibles aun permanecen allí con residuos de los combustibles almacenados (Ver figura 2).

Figura 2. Plano general planta 1er piso



Fuente. El autor 2010

La entrada a las instalaciones se hace por una portería de acceso vehicular y peatonal, controlada por personal de la compañía de seguridad, quienes se encargan de hacer cumplir las normas de ingreso. Actualmente la edificación se dispone en torno a un patio de maniobras y parqueadero. Las bodegas del Almacén Central General se encuentran en el costado oriental y tienen acceso por una rampa de descargue de

<sup>7</sup> Ibídem 2

vehículos, por la cual se ingresa a los pasillos internos construidos de manera que permiten la circulación de montacargas. Se identifican actualmente las siguientes bodegas: bodega obsoletos, bodega bajas técnicas, Almacén Central misceláneos, Almacén Central activos fijos, bodega repuestos consumo, bodega papelería.

En el costado sur del parqueadero están las oficinas administrativas del Almacén Central General y de la unidad de correspondencia. Las vías internas permiten desplazarse hacia el sur para encontrar todas las oficinas e instalaciones del Archivo General. El edificio está rodeado en todos sus costados por zonas verdes. En el costado norte en la zona verde se encuentran los tanques de almacenamiento de agua potable y el sistema de bombeo de la red sanitaria y de la red hidráulica contra incendios, estos sistemas actualmente están fuera de servicio por falta de mantenimiento, también se encuentra en este costado la subestación eléctrica<sup>8</sup>.

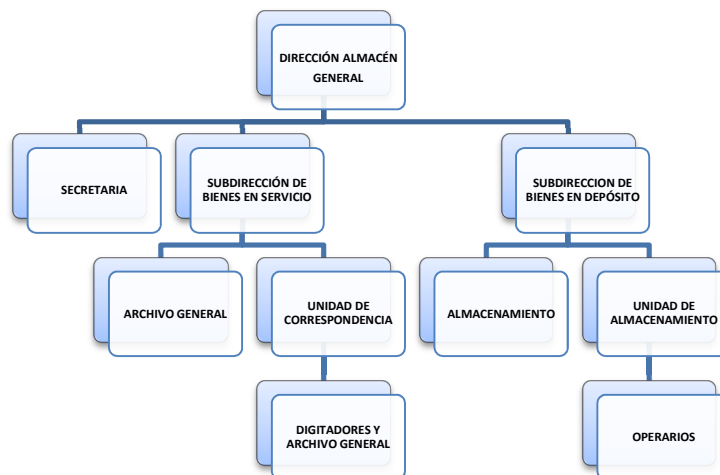
## 1.2 ORGANIGRAMA DEL ALMACÉN GENERAL, DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE PERSONAL Y ÁREAS PRINCIPALES

### Áreas

- Jefatura Almacén General
- Bodegas de Almacén General
- Grupo Activos fijos y muebles

El siguiente es el organigrama actual del almacén general, el cual se diseñó en base a las actividades existentes que se llevan a cabo dentro de estas instalaciones.

Figura 3. Organigrama Almacén General.



Fuente: El autor 2010

<sup>8</sup> Ibídem 3

## Funciones del personal

### **a) Jefe de Almacén y personal de apoyo administrativo:**

- Controlar el ingreso y salida de bienes al almacén
- Controlar los recursos destinados para la operación
- Contratar los servicios de transporte y fletes de la operación
- Controlar al personal de almacén
- Controlar en general toda la operación del almacén

### **b) Coordinador de salida y entrada de bienes**

- Apoyar al jefe del almacén en la labor de ingreso y egresos de bienes.
- Registrar las características y destino del bien

### **c) Operarios**

- Despachar los bienes a los diferentes destinos
- Manipular los bienes que ingresan y salen del almacén
- Recepción de los bienes y ubicación dentro del almacén
- Realizar el mantenimiento y limpieza del almacén

### **d) Personal de vigilancia**

- Controlar el ingreso de personas al almacén
- Vigilar el ingreso de las unidades al almacén

Tabla 2. Recursos Humanos.

<b>UNIDADES</b>	<b>PERSONAS PERMANENTES</b>	<b>No PERSONAS NO PERMANENTES</b>	<b>HORARIOS EN LA JORNADA DE TRABAJO</b>
Almacén Central	17	5	8:00 a.m. – 5:00 p.m.
Archivo General	8	7	8:00 a.m. – 5:00 p.m.
Unidad de Correspondencia	12	0	8:00 a.m. – 5:00 p.m.
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>	<b>12</b>	

Fuente: El autor 2010

### 1.3 RECURSOS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ALMACÉN

#### Características físicas de la construcción

- Estructura tradicional con vigas y columnas en hormigón armado
- Cerchas metálicas y correas que soportan canales en lámina galvanizada y canaleta Eternit tipo 90 a manera de cubierta en las bodegas
- Bodega de doble altura interior, mezanine, con entrepiso y escaleras metálicas
- Albañilería en ladrillo hueco y pañete liso
- Las bodegas tienen el piso en concreto reforzado para alto tráfico.
- Puertas y ventanas en lámina Cold Rolled
- Para las áreas administrativas organización de oficina abierta
- En áreas administrativas acabado de superficie de pisos en tapete y vinilo

#### Maquinaria y equipos

- Elevador de carga
- Montacargas Mitsubishi fd-35 capacidad 2.5 toneladas mástil doble altura 7 metros, motor gasolina
- Computadores, impresoras y equipos de computo en general
- Equipo de comunicaciones como fax, teléfonos.
- Sistema de bombeo de agua red sanitaria y red hidráulica (Fuera de servicio)
- Subestación eléctrica
- Depósitos subterráneos de líquidos inflamables
- Equipos manuales para transporte de mercancías.
- Vehículos de carga.
- Materiales y herramientas en general de corte y unión y medición; trabajo en metal, y madera
- Mesón de trabajo 4x2 metros metálica con sierra
- Elementos de protección y salud ocupacional en general para 5 personas

#### Materias primas e insumos

A continuación se identifican las materias primas, insumos y riesgos que puedan generar emergencias. Aunque las instalaciones de la estación de suministro de combustibles esta desmontada parcialmente aun permanecen en los depósitos bajo tierra residuos de líquidos inflamables. No se tiene certeza si es Gasolina, Crudo de Castilla o A.C.P.M pero contienen residuos.

El Almacén Central recibe equipos, muebles y materiales de diferente clase los cuales se almacenan y disponen de acuerdo a su destino y uso.

El Archivo general recibe como materia prima de sus procesos documento, az, fólderes, cajas.

En general en todas las áreas se utilizan los siguientes elementos, con almacenamientos en baja cantidad, para las actividades de aseo y limpieza:

- Papel
- Limpiador líquido
- Limpiavidrios
- Purificador ambiental
- Hipoclorito de sodio
- Jabón multiusos<sup>9</sup>

El Almacén Central cuenta con los siguientes sistemas de detección y extinción de incendios.

Sistema contra incendio. El Almacén y Archivo General cuenta con una red hidráulica contra incendio de 6 gabinetes Tipo III, con salidas para mangueras de 1.5 y 2.5 pulgadas de diámetros, diseñada para ser alimentada por un sistema de bombeo interno el cual a la fecha de elaboración del presente informe se encuentra fuera de servicio ya que las instalaciones eléctricas y la bomba hidráulica están deterioradas por falta de mantenimiento.

Adicionalmente se cuenta con una red hidráulica paralela denominada “línea seca”, consistente en tubería de 2.5 pulgadas de diámetro que puede ser alimentada en el momento necesario por los tanques de las máquinas de extinción de incendios. Este sistema se alimenta por un conjunto de siamesas ubicado en la esquina derecha del edificio de las oficinas administrativas del Almacén Central<sup>10</sup>.

Extintores

Tabla 3 Listado de extintores.

Multipropósito 10 lbs	25
Agua 2.5 galones	7
Polvo Químico Seco 10 lbs	2
Polvo Químico Seco 20 lbs	1
Solkaflam 10 lbs	40

---

<sup>9</sup> Ibídem 4

<sup>10</sup> Ibídem 5

Solkaflam 20 lbs	1
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>

Fuente: Aerocivil 2009

Estos extintores están distribuidos en las diferentes áreas de las instalaciones pero en algunos casos no corresponden con las necesidades de uso.

#### Equipos de comunicación

Solo se cuenta con los teléfonos y extensiones de la planta interna existente y con los radios portátiles del personal de la compañía de seguridad.

#### Energía Eléctrica

El Almacén Central recibe el suministro de energía eléctrica de la EEB energía por un circuito de 11.4 kV. Independiente, contando con la infraestructura para transformar ésta energía a 220 y 110-120 Voltios. Las áreas del Almacén Central son más vulnerables a cortes de energía ya que no poseen planta generadora de emergencias en caso de fallar el suministro de energía de la Empresa de Energía de Bogotá. El sistema de corriente regulada para los equipos electrónicos se alimenta en caso de falla del fluido eléctrico de una UPS la cual tampoco está en funcionamiento.

#### Sistemas de control de acceso y/o control de intrusos

El ingreso y seguridad de las áreas se maneja a través de la compañía de seguridad, la cual al ingreso por la portería principal, verifica el destino de cada uno de los visitantes con el objetivo de tramitar la autorización de ingreso de cada uno de ellos. Actualmente se cuenta con 1 guarda de seguridad en turnos rotativos. Además existe un segundo guarda en la entrada a la Bodega- Almacén Central, quien hace lo propio con las personas que ingresan a ella<sup>11</sup>.

### 1.4 ESTUDIOS REALIZADOS

- Planeación, ubicación y definición de capacidades de las instalaciones del Almacén general, macroproyecto de renovación, consorcio Opain, enero de 2005.
- Diseño de planta y arquitectura (Distribución, volumen, accesos) del Almacén General de Aeronáutica civil. Consorcio Opain, marzo 2006.

---

<sup>11</sup> Ibídem 6



- Manual para el manejo administrativo de los bienes de propiedad la Superintendencia de Puertos y Transporte. República de Colombia, Ministerio de Transporte, Superintendencia de Puertos y Transporte, resolución No 3353 de 2010.
- Protocolo para el programa de señalización y demarcación de áreas, espacios y dependencias de la unidad administrativa especial de Aeronáutica Civil.
- Asesoría técnica y metodológica de Administradora de riesgos profesionales Colseguros Licencia Nacional de Salud Ocupacional res. 6110 de 1999.
- Concesión para la investigación, administración, operación, explotación comercial, mantenimiento y modernización y expansión del Aeropuerto internacional El Dorado de la ciudad de Bogotá. Contrato No. 6000169OK del 12 de septiembre de 2006 Aerocivil.

## **1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El 30 de Julio de 2010 se realizó una interventoría según el Plan de Mejoramiento Institucional de la Aeronáutica Civil, suscrito ante la Contraloría General de la República. En esta se determinó una serie de glosas no especificadas referentes al mejoramiento del manejo de los procesos y procedimientos en el espacio físico y administrativo de las nuevas instalaciones del almacén general de la Aerocivil.

Después del proceso de análisis y toma de información relacionada con las glosas se han identificado unas faltas:

- Falta de clasificación metodológica y sistemática de los bienes de la entidad
- Distribución deficiente de los bienes dentro del almacén y aprovechamiento ineficiente del espacio físico
- Falta un procedimiento claro y específico en la actividad de entrada, salida y manipulación de bienes dentro del almacén general
- Deficiente logística de transporte y correspondencia
- Falencias generales de manejo de la infraestructura, máquinas y herramientas.
- Deficiencias en el bienestar laboral en cuanto a seguridad industrial y manejo medio ambiental

Estas faltas afectan el desarrollo de las actividades administrativas y operativas del Almacén, así mismo dificulta los procedimientos y retarda los plazos de entrega en las operaciones de este espacio.

## **1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles estrategias de mejoramiento se deben plantear para la optimización las actividades y procesos de funcionamiento en las instalaciones del grupo almacén de la Aeronáutica Civil procurando un excelente manejo a los activos fijos de la entidad?

## **1.7 JUSTIFICACIÓN**

Actualmente dentro de las actividades administrativas y operativas del almacén general de la Aeronáutica Civil se manejan procesos de ingresos, egresos y traslados de los bienes de consumo y devolutivos.

Debido al mejoramiento continuo propuesto por el enfoque de calidad de esta entidad, en la conformación de las nuevas instalaciones del almacén general, se crea la necesidad de implementar estrategias de manejo de inventarios, logística y distribución de planta aportando una solución que los beneficie a corto, mediano y largo plazo.

Mediante la generación de estrategias se intenta ampliar el rango de acción para la implementación de nuevas tecnologías y procedimientos y así mismo que las herramientas de manejo de bienes sean acordes con las nuevas instalaciones y los espacios de almacenamiento. Las acciones propuestas pueden optimizar las actividades operativas y administrativas del almacén y brindar opciones de mejoramiento al bienestar de los trabajadores y operarios.

Para ello se aplicaran todos los conocimientos de ingeniería industrial relacionados con el manejo, control y operación del almacén, formulando posibles soluciones al mejoramiento de las labores administrativas que se manejan en este espacio.

## **1.8 OBJETIVO GENERAL**

Generar estrategias de mejoramiento en las instalaciones del grupo almacén y activos fijos de la Aeronáutica Civil

## **1.9 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnostico que incluya conceptos, clasificación, responsabilidad y parámetros del manejo y control de los inventarios de bienes de la entidad
- Seleccionar modelos afines a las estrategias de mejora a las actividades operativas y administrativas del almacén

- Validar los modelos seleccionados por medio de una simulación
- Realizar las mediciones y análisis de las variables arrojadas por los modelos seleccionados definiendo las estrategias de mejoras del almacén general

## 1.10 MARCO TEÓRICO

### 1.10.1 Marco conceptual

- Clasificación ABC

El método ABC es una herramienta clasificatoria por la cual se va a analizar la movilidad de los bienes existentes dividiéndolas en grupos. Para este análisis los bienes del Almacén general se agrupan en las categorías antes mencionadas, los resultados del método ABC indican:

- A 20% que representa el 80% del almacén que se mueve. Está en la parte más accesible.
- B 30% mueve un 10% del almacén.
- C 50% sólo mueve el 10% del almacén<sup>12</sup>.

- Análisis del costo

Costo: Desde el punto de vista económico, la aplicación de la Gestión de Almacenes disminuirá los costos en inventarios, manipulación de inventarios, personal, entre otros.

Tiempo: Con la aplicación de Gestión de Almacenes, los tiempos de operación, ingresos y egresos disminuirán considerablemente, lo que se traducirá en reducción de costos, calidad y mejora en la atención al funcionario.

Cantidad: La cantidad de bienes deberá analizarse contantemente para no sobrepasar la capacidad instalada ni los recursos de almacenamiento haciendo un modelo más eficiente de almacenamiento<sup>13</sup>.

- a. De acuerdo con el grado de medida:

- Costo Total: Es el valor de los bienes consignados en el almacén.
- Costo Unitario: El es valor de los bienes consignados representan una unidad de producto. Este costo es obtenido individualmente por el precio de adquisición o por un avalúo.

<sup>12</sup> Alfaro Giménez, José (2009). Economía de la empresa 2

<sup>13</sup> Ballou, Ronald H: "Logística Empresarial. Control y Planificación". Ediciones Díaz Santos, S.A., 1991, Madrid, España.

b. De acuerdo con su facultad de atribución:

- Costos Directos: Son aquellos que se pueden atribuir directamente al bien, la mano de obra por ejemplo.
- Costos Indirectos: Son aquellos que prestan algún grado de dificultad para atribuir directamente en el producto, el salario de los funcionarios o alquileres entre otros.

c. De acuerdo con su actividad:

- Costos Variables: Son aquellos en los cuales el costo total cambia en proporción directa a los cambios en el volumen almacenado.
- Costos Fijos: Son aquellos costos que se mantienen fijos y están asociados principalmente a la actividad administrativa del almacén.
- Costos Mixtos: estos costos contienen características de ambos componentes<sup>14</sup>.

d. Elementos del costo logístico del almacén:

- Costo Unitario: se refiere al precio de compra o avalúo del bien.
- Gastos de Ordenar: es la suma de todos los gastos efectuados desde la solicitud hasta la emisión de la orden de compra, donación y su envío al destinatario.
- Costo de Seguros: El almacén actualmente consta con varios tipos de seguros tanto como para los bienes almacenados como para la estructura y los elementos de almacenamiento.
- Costo de Almacenamiento: Está constituido principalmente por las actividades de vigilancia, servicios públicos y mantenimiento de los bienes almacenados (Horas hombre de limpieza, chequeo y revisiones entre otros).

– Problemas de asignación

Coste mínimo

El problema de asignación (Assignment Problem) a utilizarse en el almacén, es un problema de complejidad NP-completo. Esto es así, porque el número de posibles soluciones crece  $O(n^3)$ .

Mínimo coste total

Este modelo se aplica con el fin de generar un sistema de utilización más eficiente de sus recursos escasos. En este caso el problema se trató de asignar un conjunto de

---

<sup>14</sup> Ballou, Ronald H: "Logística Empresarial. Control y Planificación". Ediciones Díaz Santos, S.A., 1991, Madrid, España.

recursos limitados a un conjunto de actividades competitivas de la mejor manera posible (Óptima).

En el enunciado del problema se trató de generar un conjunto de  $n$  tareas dentro del almacén que se deben asignar de la manera más eficiente posible a otro conjunto de  $m$  tareas. Sea  $x_{ij}$  una variable binaria que indica si la tarea  $i$  se realizará con la tarea  $j$ . Mientras que  $c_{ij}$  representa el coste de dicha asignación, o lo que es lo mismo el de realizar la tarea  $i$  con la tarea  $j$ . Cada tarea debe asignarse a una y sólo a una tarea. Cada tarea realizará una y sólo una tarea. El problema es por tanto, decidir el modo en el que deben realizarse todas las asignaciones para minimizar los costos totales. A continuación se muestra el modelo completo del problema. La función objetivo queda expresada como:

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Y está sujeto a las restricciones:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1 \dots n$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1 \dots m$$

$$x_{ij} \in (0, 1)$$

El problema es lineal porque la función coste a optimizar así como las restricciones puede ser expresada como ecuaciones lineales. En el caso de Grafos, este problema se aborda a través del modelo anteriormente expuesto y su resolución mediante Programación Lineal Entera Mixta (PLEM o MILP en inglés). El Algoritmo Húngaro de Kuhn (1955) es uno de los más utilizados para resolver este tipo de problemas.

En la literatura existen multitud de estrategias de resolución para este problema además de la PLEM: Técnicas de aproximación, heurísticas, relajaciones, post-optimizaciones, óptimos locales, enumeración completa, meta-heurísticas y técnicas evolutivas, y otras<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Kuhn, H. W. (1955). The hungarian method for the assignment problem. Naval Res. Logistic Quart.

– Definición de estándares

Para definir los estándares de los bienes se requiere acudir a la empresa competente para designar la red de valor en el almacén general de la Aeronáutica Civil.

### GS1 Colombia

GS1 Colombia hace parte de la red mundial GS1, la cual está conformada por 105 organizaciones que prestan servicios a diversos sectores industriales y económicos, en más de 150 países.

A lo largo de 20 años, GS1 Colombia se ha enfocado en brindar beneficios reales a sus miembros y clientes a través del desarrollo de Redes de Valor, basadas en la colaboración entre socios de negocio y la implementación de estándares mundiales.

Alrededor de 10 mil millones de transacciones diarias, basadas en el Sistema GS1, demuestran que es el método estándar más utilizado en el ámbito mundial<sup>16</sup>.

Los estándares promovidos por la organización se pueden agrupar en cuatro grandes familias:

Figura 4. Logos estándares globales



Fuente: [www.gs1.com](http://www.gs1.com) 2010

Los códigos de barras del estándar GS1 (EAN\*UCC) son abiertos y globales, esto quiere decir que pueden ser leídos durante cualquiera de los procesos de la cadena comercial, no sólo en Colombia sino en cualquier país del mundo.

Un producto que posee un código de barras estándar es identificado de manera única a nivel mundial. Por esto cuando se habla del sistema GS1, se habla de un estándar internacional.

### GS1 Código de Barras

---

<sup>16</sup> [www.gs1.com](http://www.gs1.com)

Los códigos de barras han provisto beneficios para las redes de valor del mundo durante más de 30 años. En Colombia han revolucionado la tradicional manera de desarrollar los procesos logísticos desde inicio de la década de los 90<sup>17</sup>.

El código de barras ofrece beneficios para todos los socios comerciales reduciendo costos, ahorrando tiempo e incrementando la exactitud y eficiencia de los procesos en cada momento del ciclo de productos y servicios.

Los códigos de barras EAN\*UCC son abiertos y globales, esto quiere decir que pueden ser leídos durante cualquiera de los procesos de la cadena comercial no solo en Colombia, sino en cualquier país del mundo. Un producto que posee un código de barras estándar, es identificado de manera única a nivel mundial. Por esto cuando se habla del sistema GS1, se habla de un estándar internacional.

Por el contrario, los sistemas de codificación internos sólo pueden ser utilizados internamente en los establecimientos o en controles de procesos, pero no tienen ningún significado fuera de ese ámbito, por lo que no se consideran estándares internacionales.

El código de barras sirve para capturar información relacionada con los números de identificación de artículos comerciales, unidades logísticas y localizaciones de manera automática en cualquier punto de la Red de Valor<sup>18</sup>.

#### – Pasos para implementar el código de barras

##### Obtener el prefijo de la compañía

Antes de que una compañía pueda utilizar códigos de barras debe crear los números que van dentro de este, el primer paso es crear un prefijo de compañía el cual es usado por más de 1 millón de empresas alrededor del mundo, esta será la base para los productos de la cadena de abastecimiento de la compañía<sup>19</sup>.

##### Asignación de números

Después de recibir el prefijo de la compañía por parte de GS1 Colombia, usted está listo para iniciar la asignación de números de los artículos (productos o servicios), para identificar la entidad legal, ubicaciones, unidades logísticas, activos individuales, activos retornables y relación de servicios.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> Ibídem 1

<sup>18</sup> Ibídem 2

<sup>19</sup> Ibídem 3

<sup>20</sup> Ibídem 4

Seleccionar el proveedor de tecnología de impresión de código de barras.

Para iniciar se debe decidir qué se está codificando y si el código de barras contendrá información estática o dinámica, es decir, información estática como el GTIN en una bolsa de jabón o información dinámica como la impresión de número serializado en los productos<sup>21</sup>.

Si lo que se desea es tener información estática y se necesita un gran volumen de las etiquetas, entonces es recomendable pedirle al proveedor de impresión de código de barras que imprima sus etiquetas. Si se necesita un volumen pequeño de etiquetas o se necesita imprimir etiquetas con información dinámica sería más conveniente obtener el equipo de impresión para realizar dicha operación<sup>22</sup>.

Selección del ambiente de escaneo

Las especificaciones del código de barras como el tipo, tamaño, orientación y calidad de lectura dependen totalmente de dónde será escaneado el código de barras.

Teniendo el conocimiento sobre el ambiente de escaneo del código de barras, puede establecer las especificaciones necesarias para dicho ambiente. Por ejemplo, si el producto es escaneado en el punto de venta (POS) se necesita una simbología EAN/UPC<sup>23</sup>.

Selección del código de barras

La selección del código de barras es primordial para implementación, si el código de barras del artículo comercial va a ser escaneado en POS, debe usar la simbología GS1(EAN/UPC).

Para adicionar información variable de los productos en cuestión (Número de lote, fecha de caducidad, consumirse antes de, etc.), se recomienda el uso de la simbología GS1 128 ó GS1 Databar; en casos especiales puede usar la simbología de componente compuesto o Data Matriz.

Por excelencia se ha determinado que para el mejor manejo de las cajas o unidades de expedición se utilice la simbología ITF 14 para identificar un determinado grupo de productos en una caja.

---

<sup>21</sup> Ibídem 5

<sup>22</sup> Ibídem 6

<sup>23</sup> Ibídem 7



Existen otros factores a considerar para la selección del código de barras. Para conocer más sobre el tema asista a los cursos de capacitación que GS1 México proporciona a sus asociados sobre los Estándares de Identificación de GS1<sup>24</sup>.

#### Selección de las dimensiones del código de barras

Después de elegir el código de barras con la información a codificar, el diseño del código de barras inicia su proceso. El tamaño y el diseño dependen de las especificaciones del símbolo en base al lugar donde el símbolo será usado y como será impreso.

Los códigos de barras para las unidades de consumo tienen un tamaño mínimo y un tamaño máximo. Al tamaño patrón o código al 100% se le conoce como “Factor de Magnificación 1” el cual se toma como base para los porcentajes permitidos. El tamaño mínimo es un 80% al tamaño nominal y la medida máxima es del 200%<sup>25</sup>.

#### Generación del texto del código de barras

El texto debajo del código de barras es básico en la identificación de los artículos ya que si el código de barras es dañado o posee una pobre calidad de lectura, entonces el texto se utiliza como respaldo en la identificación de los artículos.

Para los códigos GTIN, sin ninguna excepción se debe imprimir el número de dígitos correspondientes al símbolo a utilizar. Se deben imprimir 12 dígitos para el símbolo UPC-A; imprimir 13 dígitos para el símbolo EAN-13 y 8 dígitos para los símbolos UPC-E o EAN-8.

En el caso de la simbología EAN/UCC 128, los Identificadores de Aplicación (IA's) deben estar contenidos en un paréntesis para lectura humana del texto, pero los paréntesis no son codificados en la simbología ya que son caracteres humanos legibles para la interpretación del número posterior al IA<sup>26</sup>.

#### Selección de la combinación de colores del código de barras

La buena lectura de un código es en base al contraste que existe entre las barras y los espacios por lo que como regla general se deberán utilizar barras oscuras sobre fondo claro.

Entre estos colores validos puede haber diferentes tonalidades, por lo que es recomendable consultar a GS1 Colombia al decidir cuáles utilizar. Además de los

---

<sup>24</sup> Ibídem 8

<sup>25</sup> Ibídem 9

<sup>26</sup> Ibídem10

colores, es importante el sustrato sobre el cual el código será impreso (el sustrato puede hacer que un amarillo a la vista del hombre sea negro para el lector de Código de Barras o scanner).

Dentro de los Servicios de GS1 Colombia, usted puede validar todos estos puntos en el Centro de Verificación GS1 Colombia<sup>27</sup>.

#### Selección de ubicación del código de barras

La orientación del Código de Barras a menudo está determinada por el proceso de impresión. Algunos procesos de impresión dan resultados de mayor calidad si las barras del símbolo van en la dirección de la impresión, también conocida como dirección de trama. Siempre se debe consultar con el impresor<sup>28</sup>.

#### 1.10.2 Marco legal y normativo

- Ley 80 de 1993 de contratación y sus decretos reglamentarios vigentes.
- Leyes 42 y 87 de 1993 sobre Control de Gestión y Control Interno.
- Ley 489 de 1998, que regula el ejercicio de la función administrativa y define los principios y reglas básicas de la organización y funcionamiento de la administración pública.
- Ley 610 de 2000, por la cual se establece el trámite de los procesos de responsabilidad fiscal de competencia de las contralorías.
- Ley 734 de 2002, por la cual se expide el código disciplinario único
- Ley 872 de 2003, sistema de calidad en las entidades del Estado.
- Decreto Reglamentario 4110 de 2004, referido al sistema de calidad en las entidades del Estado.
- Normas técnicas de contabilidad para los activos fijos del “PGCP”: numeral 1.2.7.1.1, adiciones y mejoras, depreciaciones y numeral 2.2.3.1 propiedad planta y equipo; procedimientos relativos a las normas técnicas de contabilidad (Depreciaciones, vida útil).

---

<sup>27</sup> Ibídem11

<sup>28</sup> Ibídem12

- Circular 056 de febrero de 2004, de la Contaduría Pública en donde se establece el tratamiento contable de los valores registrados como ajustes por inflación y de los saldos globales registrados en las cuentas de propiedad, planta y equipo.
- Decreto 1599 de 2005, mediante el cual se adopta el modelo estándar de control Interno para el Estado Colombiano.
- Decreto 4117 de 2006 sobre la venta de bienes y avalúo y enajenación de inmuebles.
- Ley 1150 de 2007 y sus decretos reglamentarios 2474 de 2008, 2025 de 2009 y 3576 de 2009.
- Decreto 4444 de noviembre 25 de 2008.
- Decreto 3297 de septiembre 29 de 2009.
- Resoluciones orgánicas y reglamentarias sobre inventarios, registro, responsabilidad y control de los bienes de la Nación, expedidas por la Contraloría General de la República.
- Normas expedidas por la Contraloría General de la Nación, sobre contabilización de activos y rendición de cuentas.

### 1.10.3 Marco metodológico

Tipo de investigación

Enfoque: Mixto:

Tipo: Aplicado

Técnicas para la recolección de información

Tabla 4. Técnicas para la recolección de información

OBJETIVO ESPECÍFICO	METODOLOGÍA	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Realizar un diagnóstico que incluya conceptos, clasificación, responsabilidad y parámetros del manejo y control de los inventarios de bienes de la entidad	Cronometro, mediciones y observación directa metrología general	Toma de tiempos y estándares actuales Clasificación ABC, tablas, matrices y cuadros comparativos, estado del arte
Seleccionar modelos afines a las estrategias de mejora a las actividades operativas y	Muestreo aleatorio de bienes en depósito	Clasificación pesaje y metrología de los bienes, inventarios generales

administrativas del almacén		
Validar los modelos seleccionados por medio de una simulación	Análisis de información previa al proyecto y recolectada durante la aplicación de modelos	Muestreo de bienes de consumo
Realizar las mediciones y análisis de las variables arrojadas por los modelos seleccionados definiendo las estrategias de mejoras del almacén general	Análisis de información arrojada por las simulaciones y cuadro comparativo con datos históricos	retroalimentación del funcionario Tabla de características indicadores KPI logísticos

Fuente: El autor (2010)

## 2 DIAGNÓSTICO

A continuación se utilizarán varias herramientas de análisis y caracterización para diagnosticar el estado actual de la operación del Almacén General, involucrando todos los elementos que intervienen en el desarrollo de las actividades de las instalaciones.

### 2.1 CLASIFICACIÓN ABC

Se presentó una clasificación de bienes en base al método ABC de los bienes que se encuentran actualmente en el depósito y que no tengan condición de almacenaje especial y se realizó un registro complementario, de acuerdo a esta clasificación para los bienes de alto valor o de baja rotación, esta clasificación estará consignada en la información de la codificación general.

Esta clasificación se hace con respecto al almacenamiento de bienes no transitorios de la entidad consignados en un día aleatorio. A continuación se expresan una lista de las características generales de un bien por las cuales se deben clasificar las mercancías de acuerdo a las necesidades de almacenamiento:

- Volumen
- Peso
- Forma
- Fragilidad
- Necesidad de almacenamiento
- Orden de flujo
- Frecuencia de manejo
- Tamaño de los pedidos
- Capacidad de apilado

Según las características mostradas anteriormente se seleccionan y se sintetizan los ítems clasificatorios que dan valor prioritario a cada bien son:

- Urgencia: Se refiere al tiempo requerido de un bien desde el momento que se realiza la requisición hasta el momento en donde llega al destinatario.
- Accesibilidad: Se refiere a las condiciones de manipulación del bien las cuales serán menos o más exigentes en cuanto a características de fragilidad embalaje y otros.
- Movilidad: Se refiere a la facultad del bien de ser desplazado debido a sus condiciones (Rodamientos, agarraderas, etc.).
- Tamaño o peso: Se determinan por rangos de peso y volumen dándole al bien más grande una calificación de 5 y al más pequeño una de 1; y se realiza el mismo procedimiento con el peso luego se hace un promedio.

Cada clasificación o grupo de bienes se diligenció en el formato clasificatorio propuesto a continuación:

Tabla 5. Formato Clasificatorio

FORMATO CLASIFICATORIO						
SISTEMA DE PUNTUACIÓN						
GRUPO DE BIENES	RANGO					Total
	1	2	3	4	5	
URGENCIA						
ACCESIBILIDAD						
MOVILIDAD						
DISPONIBILIDAD						
					<i>t</i>	
Realizó: Antonio Daza			Diligenció:			
Revisó:						

Fuente: El autor 2010

En la tabla 5 se definen los componentes de las categorías consignadas en el almacén enunciando su uso y posibles destinos o referencias

Tabla 6. Componentes de las categorías

	CATEGORÍA	COMPONENTES
A	Herramientas y sus accesorios	Esta categoría la componen los elementos destinados a realizar reparaciones locativas necesarias para el mantenimiento interno, también se destina a labores externas, sus elementos pertenecen contablemente al grupo de mantenimiento
B	Equipos y máquinas para construcción, instalación, campo, industria, taller y labores, y sus accesorios.	Esta categoría la componen elementos adquiridos para la intervención de obras civiles necesarias en toda la infraestructura de la aeronáutica a nivel Bogotá, pertenecen contablemente al grupo de obras civiles
C	Mobiliario y enseres	Esta categoría la componen elementos destinados al orden mobiliario según las necesidades de las sedes nacionales, pertenecen contablemente al grupo de inmuebles
D	Equipos y máquinas para laboratorio, profesiones científicas y enseñanza y sus accesorios	Esta categoría la componen elementos destinado al uso investigativo de la aeronáutica civil y su uso está destinado principalmente al Centro de Estudios Aeronáuticos, contablemente pertenece al grupo elementos de investigación
E	Equipos y máquinas para transporte y sus accesorios	Este grupo está destinado al uso operativo de carga necesario para ejecutar las labores propias de almacenamiento y transporte, su uso está destinado principalmente a la operación del Almacén general, contablemente pertenece al grupo elementos para trasportación
F	Libros de biblioteca, estudio, documentos, mapotecas, planotecas, hemerotecas y	Esta categoría la componen elementos destinado al uso investigativo de la aeronáutica civil y su uso está destinado principalmente al Centro de Estudios Aeronáuticos,

	revistas.	contablemente pertenece al grupo elementos de investigación
G	Equipos y máquinas para oficina, contabilidad, dibujo y sus accesorios	Esta categoría la componen elementos destinado al uso investigativo de la aeronáutica civil y su uso está destinado principalmente al Centro de Estudios Aeronáuticos, contablemente pertenece al grupo elementos de investigación
	Decoración y elementos de culto	Esta categoría la componen elementos necesarios para llevar a cabo actividades religiosas programadas dentro del territorio nacional
H		
I	Equipos y máquina para comunicación, detección, radio, televisión, señales, sonido, radar, fotografía y proyección y sus accesorios.	Esta categoría la componen elementos destinados exclusivamente al uso de terminales aéreas y torres de control su uso es privativo de funcionarios y grupos competentes de las funciones y operaciones de este tipo de actividades su usos es nacional
	Material rodante, máquinas y equipos y sus accesorios	Este grupo lo componen elementos varios para las operaciones de almacenaje, transporte, y maquinaria no perteneciente a las otras categorías
J		
K	Equipos y máquinas para deporte, gimnasia y juegos y sus accesorios	Este grupo lo componen elementos para dotar los gimnasios establecidos en las diferentes áreas o sectores administrativos en donde se requiera su uso es a nivel nacional
	Equipos y máquinas para comedor, cocina, despensa y sus accesorios	Este grupo lo componen elementos para dotar los comedores y casinos establecidos en las diferentes áreas o sectores administrativos en donde se requiera su uso es a nivel nacional
L		
M	Equipos y máquinas para medicina, odontología, veterinaria, rayos x y sanidad y sus accesorios	Este grupo lo componen elementos para dotar las enfermerías establecidas en las diferentes áreas o sectores administrativos en donde se requiera su uso es a nivel nacional
	Discotecas y musicotecas	Este grupo lo componen elementos destinado a la organización de eventos y espectáculos destinado a las diferentes áreas administrativas, su uso es nacional
N		

Fuente: El autor 2010

Según los datos obtenidos de los bienes valorados obtuvimos la siguiente clasificación

Tabla 7. Clasificación ABC

CATEGORÍAS		CANTIDAD	VALORACIÓN	PARTICIPACIÓN	PROMEDIO	PROMEDIO PONDERADO	Método ABC
A	Herramientas y sus accesorios	635	25	15875	27%	27%	A
	Equipos y máquinas para construcción, instalación, campo, industria, taller y labores, y sus accesorios.	421	24	10104	17%	45%	
B							
C	Mobiliario y enseres	368	24	8832	15%	60%	
D	Equipos y máquinas para laboratorio,	356	23	8188	14%	74%	

	profesiones científicas y enseñanza y sus accesorios						
E	Equipos y máquinas para transporte y sus accesorios	293	10	2930	5%	79%	B
F	Libros de biblioteca, estudio, documentos, mapotecas, planotecas, hemerotecas y revistas.	396	10	3960	7%	86%	
G	Equipos y máquinas para oficina, contabilidad, dibujo y sus accesorios	287	12	3444	6%	91%	
H	Decoración y elementos de culto	135	14	1890	3%	95%	
I	Equipos y máquina para comunicación, detección, radio, televisión, señales, sonido, radar, fotografía y proyección y sus accesorios.	78	23	1794	3%	98%	
J	Material rodante, máquinas y equipos y sus accesorios	65	9	585	1%	99%	C
K	Equipos y máquinas para deporte, gimnasia y juegos y sus accesorios	42	8	336	1%	99%	
L	Equipos y máquinas para comedor, cocina, despensa y sus accesorios	22	11	242	0%	100%	
M	Equipos y máquinas para medicina, odontología, veterinaria, rayos x y sanidad y sus	16	6	96	0%	100%	

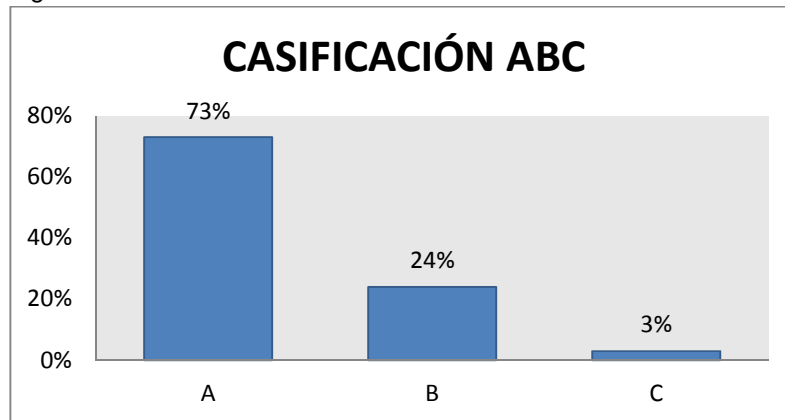


N	accesorios						
	Discotecas musicotecas	y	6	7	42	0%	
				58318			

Fuente: El autor 2010

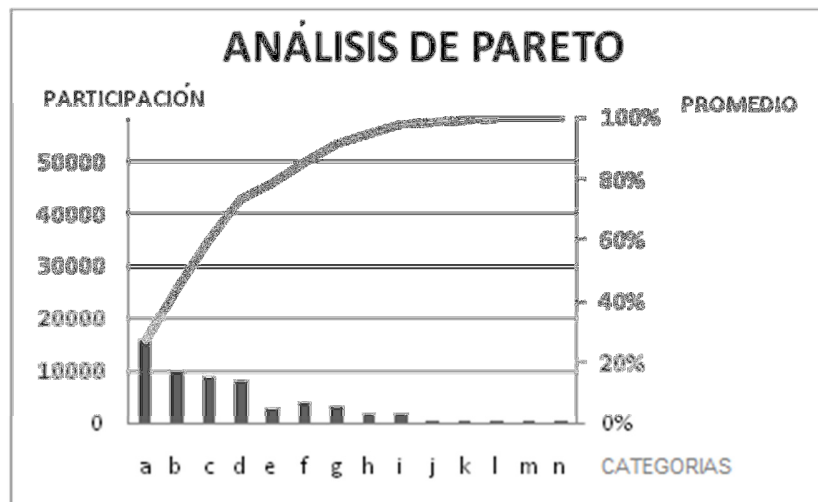
A continuación se grafican los porcentajes de la muestra según la clasificación

Figura X. Distribución de la clasificación ABC



Fuente: El autor 2011

Figura 5. Análisis de Pareto.



Fuente: El autor 2010

Según el principio de Pareto y según los datos obtenidos en la figura 4 aproximadamente el 24% de la muestra constituye la mayor afectación de los procesos del almacén y según el resultado estos bienes representan el mayor consumo de recursos disponibles para las actividades.

## 2.2 MATRIZ DE DECISIÓN

La matriz de decisión se genera para seleccionar las alternativas que más se ajusten a los modelos deseados que sirvan como estrategias de mejoramiento a las glosas identificadas las cuales generan fallas dentro de las actividades operativas y administrativas del Almacén General.

Tabla 8. Alternativas de solución

GLOSAS	No OPCIÓN	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
Falta de clasificación metodológica y sistemática de los bienes de la entidad	1	Nula o aplazada
	2	Sistema de detección de bienes por códigos de barras
	3	Método de registro magnético en los procesos de entrada y salida de los bienes
	4	Método de registro por AZs a la entrada y salida de los bienes (Kardex clásico)
Distribución deficiente de los bienes dentro del almacén y aprovechamiento ineficiente del espacio físico	1	Almacenaje en bloque
	2	Estanterías convencionales
	3	Sistemas compactos
	4	Sistemas dinámicos
Falta un procedimiento claro y específico en la actividad de entrada, salida y manipulación de bienes dentro del almacén general	1	Nulo o aplazado
	2	Procedimiento clásico o actual
	3	Manual de almacén
	4	Outsourcing
Deficiente logística de transporte y correspondencia	1	Nulo o aplazado
	2	Ruteo clásico o actual
	3	Modelo de simulación
	4	Outsourcing
Deficiencias en el bienestar laboral en cuanto a seguridad industrial y manejo medio ambiental (Ruido)	1	Nulo o aplazado
	2	Modelo estadístico
	3	Adecuaciones locativas
	4	Solución compuesta

Fuente: El autor 2011

Estas opciones se consideraron a partir de una serie de alternativas presentadas ante la dirección general del almacén, posteriormente analizadas y escogidas por el Director General el cual se basó en las posibilidades de aplicación, los antecedentes y el marco normativo de la institución.

Tabla 9. Matriz de decisión

<b>GLOSAS</b>	<b>OPCIÓN</b>	Rentabilidad vs inversión	Afectación a los procedimientos	Afectación a la infraestructura	Afectación a la mano de obra	Disponibilidad y VoBo	<b>TOTAL</b>
Falta de clasificación metodológica y sistemática de los bienes de la entidad	1	5	5	5	5	1	21
	2	4	4	4	4	10	26
	3	2	3	2	2	1	10
	4	4	2	2	3	1	12
Distribución deficiente de los bienes dentro del almacén y aprovechamiento ineficiente del espacio físico	1	5	3	1	2	5	16
	2	5	5	5	5	5	25
	3	5	2	1	2	5	15
	4	3	1	1	3	5	13
Falta un procedimiento claro y específico en la actividad de entrada, salida y manipulación de bienes dentro del almacén general	1	5	1	5	3	5	19
	2	5	4	5	4	5	23
	3	5	3	4	3	10	25
	4	1	2	2	1	1	7
Deficiente logística de transporte y correspondencia	1	5	2	5	1	2	15
	2	2	5	4	5	2	18
	3	5	3	3	3	5	19
	4	2	3	5	1	5	16
Deficiencias en el bienestar laboral en cuanto a seguridad industrial y manejo medio ambiental	1	1	5	3	3	1	13
	2	5	4	2	5	5	21
	3	3	3	3	4	3	16
	4	3	4	4	5	5	21

Fuente: El autor 2011

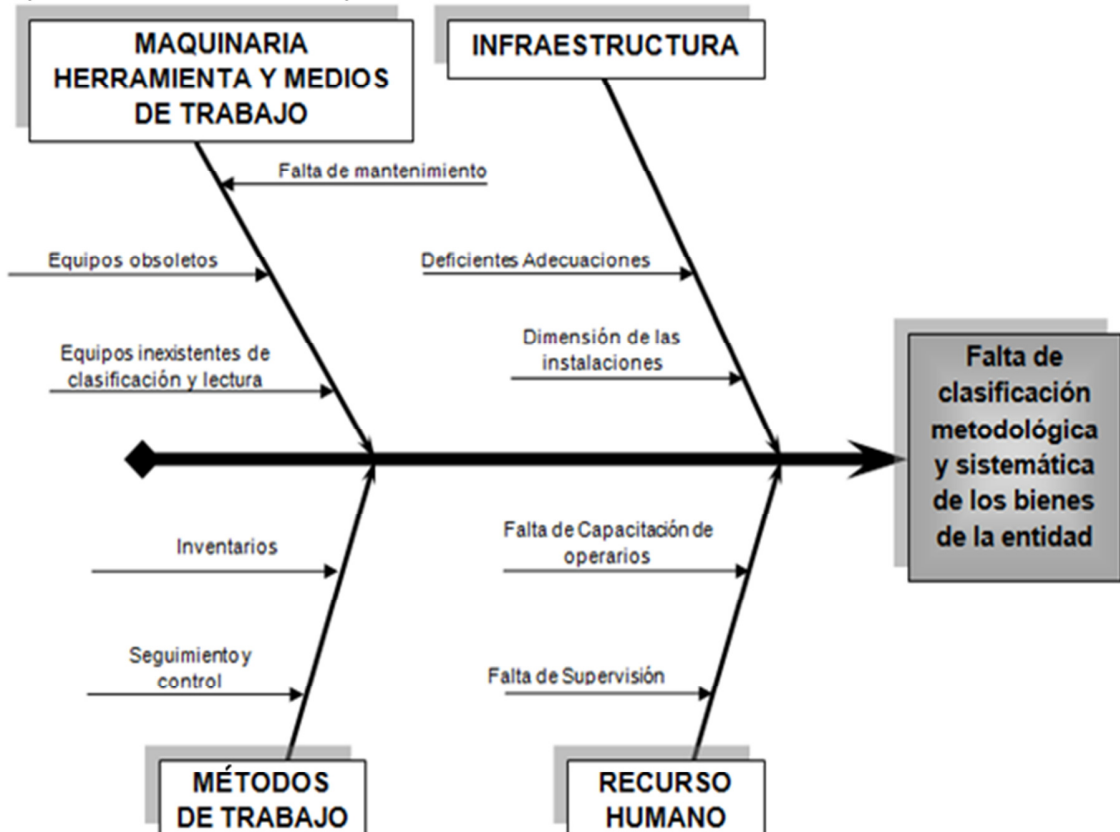
Mediante el anterior análisis se determina la mejor alternativa a seguir para dar respuesta a las glosas presentadas. Este análisis se hace según una calificación detallada según los ítems que a consideración podían afectar más las actividades operativas y administrativas del almacén y se determinó su calificación en consenso según el punto de vista del autor y entrevistas realizadas a los directivos del almacén siendo esta calificación la de más alto valor de ponderación (Los ítems se calificaron de 1 a 5 exceptuando disponibilidad y VoBo de la alternativa de solución). Las alternativas de solución escogida fueron las que obtuvieron mayor calificación dentro de la matriz de decisión.

## 2.3 DIAGRAMA CAUSA EFECTO (ESPINA DE PESCADO)

Este análisis se aplicó a las glosas con el fin de determinar las causas que generan las faltas identificadas dentro del almacén (Ver figuras de la 5 a la 10); dentro de este análisis se determinaron 4 grupos de falencias las cuales se consideran que tienen la mayor afectación estos grupos son:

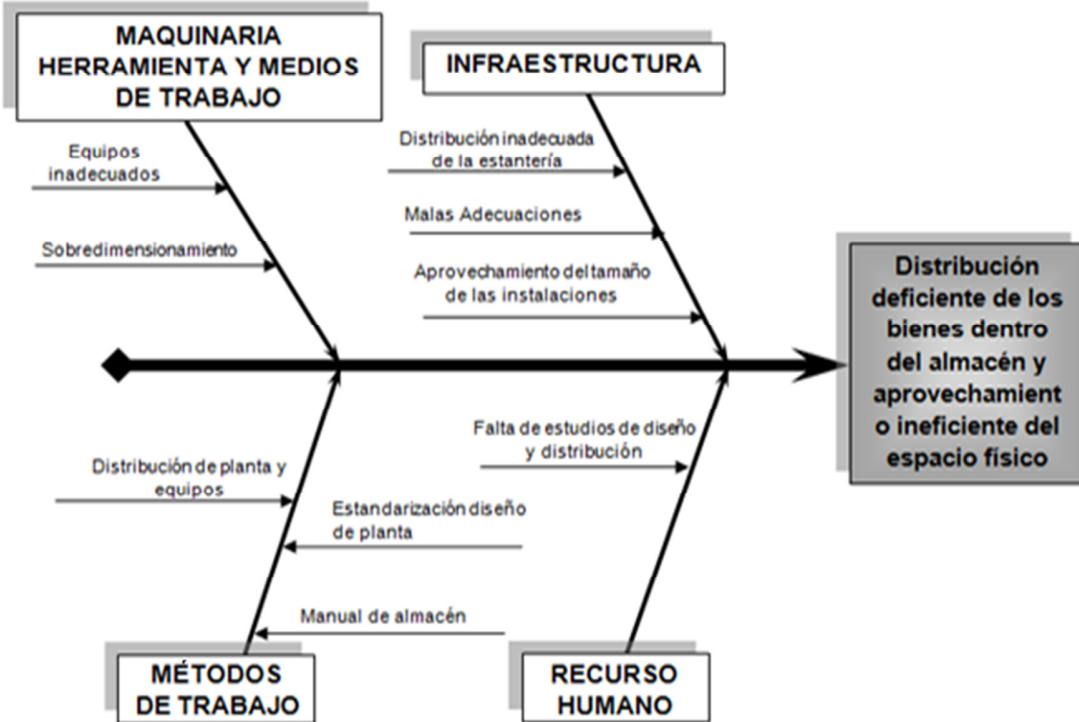
- Maquinaria, herramientas y medios de trabajo: En este grupo se consideran todos aquellos aspectos físicos no inmuebles que aportan a la actividad operativa del almacén y que constituyen herramientas básicas de trabajo de los operarios y funcionarios de la entidad.
- Infraestructura: Son todos los bienes inmuebles del almacén incluida la estantería.
- Métodos de trabajo: Causas que afectan los estándares (Manuales, estudios, etc.).
- Recurso humano: Causas generadas por operarios y funcionarios.

Figura 6. Espina de pescado glosa 1



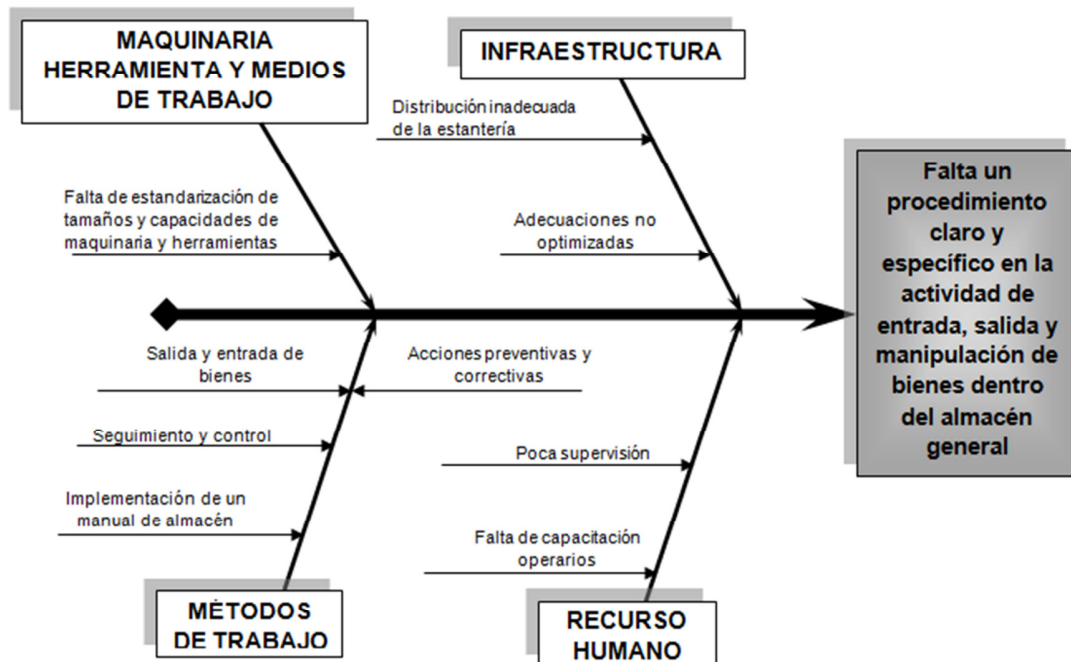
Fuente: El autor 2011

Figura 7. Espina de pescado glosa 2



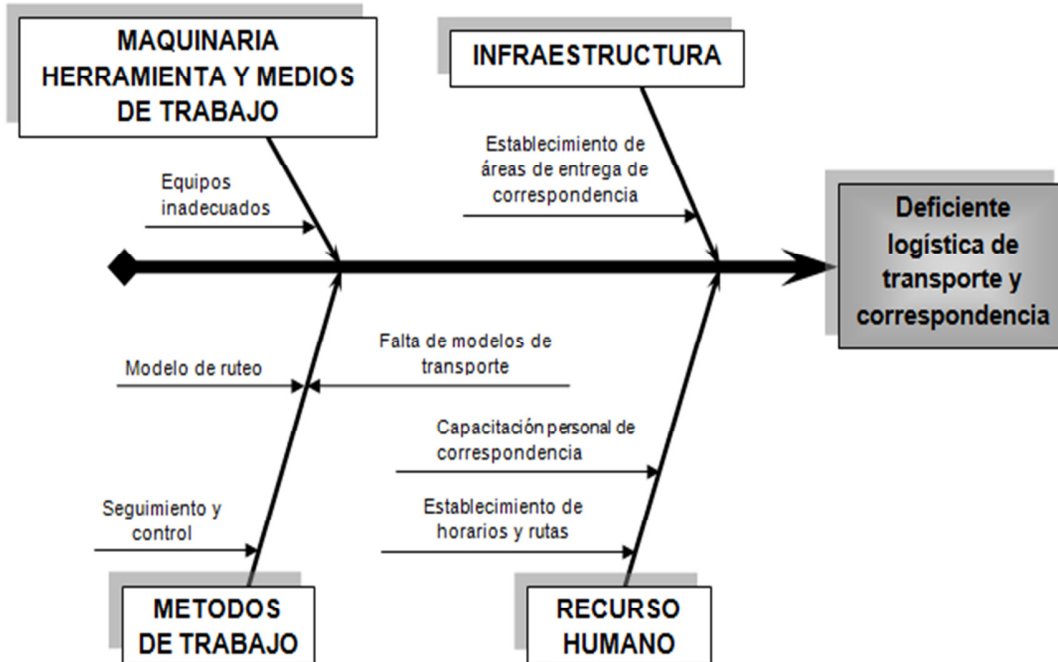
Fuente: El autor 2011

Figura 8. Espina de pescado glosa 3



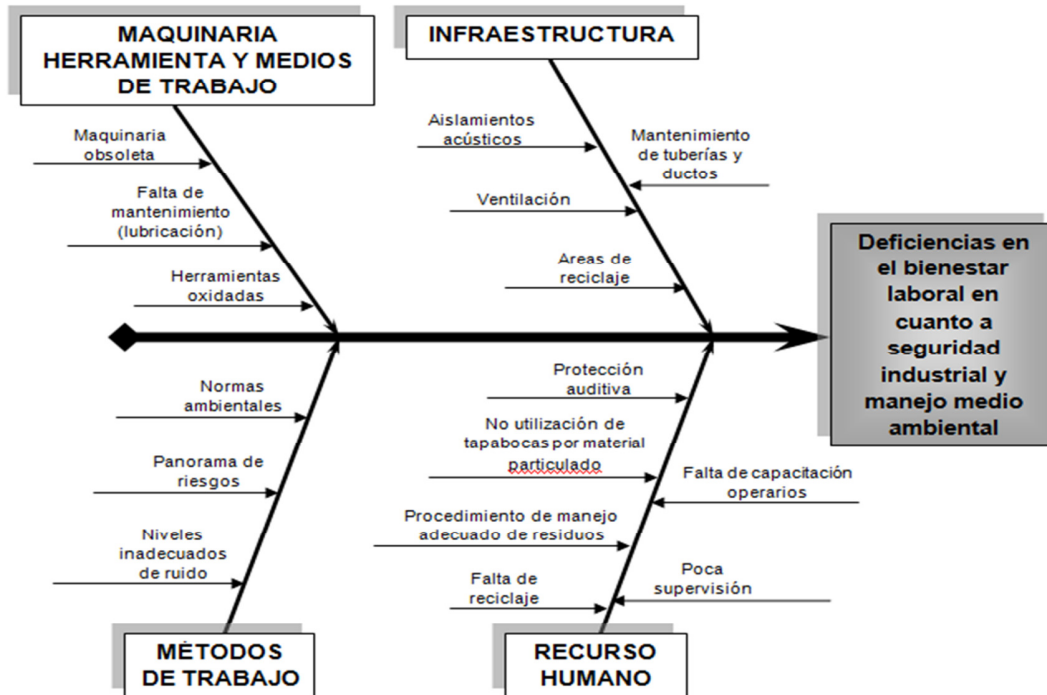
Fuente: El autor 2011

Figura 9. Espina de pescado glosa 4



Fuente: El autor 2011

Figura 10. Espina de pescado glosa 5



Fuente: El autor 2011

## 2.4 ANÁLISIS DOFA

Se realizó una matriz de análisis DOFA a las principales actividades que afectan la operación del almacén y se identificó los puntos críticos al igual que las correlaciones existentes en las variables expuestas identificando las estrategias que se pueden tomar para suplir o fortalecer estas necesidades.

Tabla 10. Análisis DOFA.

<p style="text-align: center;"><b>ANÁLISIS DOFA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ALMACÉN GENERAL DE LA AERONAUTICA CIVIL</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>FORTALEZAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de acceso al almacén</li> <li>2. Enfoque de calidad en la entidad</li> <li>3. Interés por la implementación de nuevas tecnologías</li> <li>4. Crecimiento en infraestructura y nuevos espacios físicos</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>DEBILIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad de supervisión</li> <li>2. Falta de implementación de una manual de almacén</li> <li>3. Deficiencias en el bienestar laboral</li> <li>4. Deficiente distribución del espacio físico</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollo de la infraestructura de transporte aéreo en Colombia</li> <li>2. Expansión y modernización del Aeropuerto Internacional El Dorado</li> <li>3. Uso de fuentes de energía renovables y utilización de nuevas tecnologías</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIAS FO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creación de un buzón electrónico de PQRS</li> <li>2. Posibilidades de estudios técnicos enfocados hacia los diferentes procesos</li> <li>3. Establecimiento de un control de movimiento de bienes a nivel interno y externo aplicado a la actividades del almacén</li> <li>4. Controles medioambientales aplicables a las instalaciones y posibilidades actuales</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>ESTRATEGIAS DO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilización de todos los aspectos administrativos y operativos del almacén incluido el recurso humano</li> <li>2. Utilización de todos los espacios e infraestructura física del almacén</li> <li>3. Utilización de todos los documentos y archivos físicos y magnéticos del almacén para la documentación de las investigaciones</li> </ol>

AMENAZAS	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
1. Desactualización y falta de procedimientos detallados. 2. Reputación de la entidad frente a usuarios y otros países 3. Inconformidades por parte de los funcionarios de la entidad	1. Implantación de métodos de ruteo efectivos para las distribuciones de correspondencia del almacén 2. Implementación de un método eficiente de lectura y registro de bienes del almacén	1. Estudio de distribución de planta 2. Compilación del manual de almacén de la entidad 3. Clasificación metodológica de los bienes según utilización del espacio físico

Fuente: El autor 2011

## 2.5 MATRIZ DE RELACIÓN

La siguiente relación se enunció con la finalidad de establecer la relación existente entre las glosas y determinar aquellas actividades que representan fallas en el sistema y generan retrasos en la operación.

Estas relaciones se hicieron en base a una ponderación realizada según el impacto generado a las actividades según el concepto administrativo del almacén.

Tabla 11. Matriz de relación.

MATRIZ DE RELACIÓN GLOSAS EN ALMACÉN AERONAUTICA CIVIL				PARÁMETROS					
				GLOSAS TRASPUESTAS	1	2	3	4	5
PROCEDIMIENTO	No	GLOSAS	Peso Ponderado = 100%	20,0%	25,0%	15,0%	15,0%	15,0%	10,0%
INVENTARIO	1	Falta de clasificación metodológica y sistemática de los bienes de la entidad	20,0%		1	2	3	3	2
INVENTARIO	2	Distribución deficiente de los bienes dentro del almacén y aprovechamiento ineficiente del espacio físico	25,0%	1		1	3	2	2



SALIDA Y ENTRADA DE BIENES	3	Falta un procedimiento claro y específico en la actividad de entrada, salida y manipulación de bienes dentro del almacén general	15,0%	2	3		1	2	3
DISTRIBUCIÓN	4	Deficiente logística de transporte y correspondencia	15,0%	1	2	3		3	2
MANEJO DE RECURSOS FÍSICOS	5	Falencias generales de manejo de la infraestructura, máquinas y herramientas	15,0%	1	2	3	1		3
SISOMA	6	Deficiencias en el bienestar laboral en cuanto a seguridad industrial y manejo medio ambiental	10,0%	1	2	1	2	1	
			<b>CORRELACIÓN</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
			<b>CALIFICACIÓN PONDERADA</b>	<b>1,2</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,7</b>	<b>1,2</b>

Fuente: El autor 2011

En la tabla 11 se establecen los resultados del sistema de análisis; otorgándole un puntaje al grado de correlación ponderada entre las glosas.

Tabla 12. Listado de Correlaciones.

<b>GLOSA</b>	<b>COORRELACIÓN</b>	<b>COORELACIÓN PONDERADA</b>
Falta de clasificación metodológica y sistemática de los bienes de la entidad	<b>6</b>	<b>1,2</b>
Distribución deficiente de los bienes dentro del almacén y aprovechamiento ineficiente del espacio físico	<b>9</b>	<b>2,5</b>
Falta un procedimiento claro y específico en la actividad de entrada, salida y manipulación de bienes dentro del almacén general	<b>8</b>	<b>1,5</b>

Deficiente logística de transporte y correspondencia	7	1,5
Falencias generales de manejo de la infraestructura, máquinas y herramientas	8	1,65
Deficiencias en el bienestar laboral en cuanto a seguridad industrial y manejo medio ambiental	10	1,2

Fuente: El autor 2011

Estos resultados indican que a mayor puntaje ponderado posiblemente habrá mayor grado de impacto sobre las actividades del almacén debido a esto se concluye que a mayor correlación ponderada habrá más retrasos en la operación.

## 2.6 CARACTERIZACIÓN ACTIVOS

Un bien almacenado presenta la necesidad de almacenamiento en cuanto a naturaleza física, su precio, su embalaje y la funcionalidad.

Los bienes del almacén general de la aeronáutica presentan características singulares ya que se dividen en dos grandes grupos.

- En servicio
- En depósito

Para exponer la estrategia inicial se tomaron como base los elementos en depósito (No pertenecientes a la unidad de archivo ni papelería) actuales de un lote completo almacenado durante un período determinado.


Características especiales

Un aspecto muy importante que se considera para el almacenamiento y distribución son las características especiales de los productos, estos aspectos deben ir consignados en la ficha de caracterización:

- Materiales peligrosos (Como explosivos, o radioactivos)
- Productos frágiles
- Productos de valor elevado

A continuación mediante una tabla se especifican los valores necesarios para calcular los indicadores base de este análisis; estos valores fueron obtenidos mediante la ficha de caracterización de cada producto.

Tabla 13. Ficha de caracterización.

 <b>FICHA DE CARACTERIZACIÓN</b>	
CODIGO DEL ELEMENTO	
GRUPO DE BIENES	
	<b>Total</b>
NOMBRE	
VOLUMEN APROXIMADO	
PESO APROXIMADO	
VALOR ESTIMADO	
<i>t</i>	
Realizó: Antonio Daza	Diligenció:
Revisó:	

Fuente: El autor 2011

Valores obtenidos en el siguiente lote de productos:

Tabla 14. Caracterización de bienes.

CATEGORIA	TIPO	No ELEMENTOS	VALOR ESTIMADO	VOLUMEN APROX DE M2	PESO APROX KG
A	Herramientas y sus accesorios	635	\$ 128.100.000	330,2	19050
B	Equipos y máquinas para construcción, instalación, campo, industria, taller y labores, y sus accesorios.	421	\$ 93.680.000	244,18	16630
C	Mobiliario y enseres	368	\$ 132.200.000	581,44	11040
D	Equipos y máquinas para laboratorio, profesiones científicas y enseñanza y sus accesorios	356	\$ 98.772.000	206,48	8680
E	Equipos y máquinas para transporte y sus accesorios	293	\$ 73.250.000	169,94	11790
F	Libros de biblioteca, estudio, documentos, mapotecas, planotecas, hemerotecas y revistas.	396	\$ 25.740.000	229,68	728
G	Equipos y máquinas para oficina, contabilidad, dibujo y sus accesorios	287	\$ 48.700.000	166,46	8610
H	Decoración y elementos de culto	135	\$ 40.250.000	78,3	4050
I	Equipos y máquina para comunicación, detección, radio, televisión, señales, sonido, radar, fotografía y proyección y sus accesorios.	78	\$ 59.420.000	45,24	4340

J	Material rodante, máquinas y equipos y sus accesorios	65	\$ 44.750.000	37,7	3950
K	Equipos y máquinas para deporte, gimnasia y juegos y sus accesorios	42	\$ 40.500.000	24,36	2260
L	Equipos y máquinas para comedor, cocina, despensa y sus accesorios	22	\$ 33.000.000	12,76	660
M	Equipos y máquinas para medicina, odontología, veterinaria, rayos x y sanidad y sus accesorios	16	\$ 82.080.000	12,45	980
N	Discotecas y musicotecas	6	\$ 12.920.000	6,48	480
		3120	\$ 913.362.000	2145,67	93248

Fuente: El autor 2011

## 2.8 CARACTERIZACIÓN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

Para definir la caracterización del sistema de almacenamiento actual del Almacén General de la Aeronáutica es necesario identificar las variables que indican necesidades actuales de uso del espacio, el movimiento realizado al interior del almacén y características de equipamiento actual del almacén.

Los objetivos generales que se contemplaran al parametrizar el uso del espacio son:

- Maximizar el uso de la capacidad instalada
- permitir un fácil y rápido movimiento, estadía y acceso de bienes almacenados
- Aprovechar eficientemente la capacidad instalada del almacén
- Facilitar el acceso a los productos, minimizar las distancias recorridas y favorecer el flujo de bienes
- Favorecer el movimiento y el control de stocks

Para la selección del equipamiento se tendrá en cuenta la siguiente información:

- Características físicas de los bienes almacenados
- Contaminación-olores que pueden afectar a los bienes
- Riesgos asociados a los bienes: Incendios, gases
- Factores de deterioro, obsolescencia y caducidad
- Valor de los bienes
- Número de líneas en los pedidos
- Número de referencias
- Niveles mínimos, máximos y medios de stock
- Disponibilidad de capital

- Características del equipamiento disponible

Los tipos de almacenamiento que se van a considerar para caracterizar el sistema actual son los siguientes:

- Almacenaje en bloque
- Estanterías convencionales
- Sistemas compactos
- Sistemas dinámicos
- Estanterías móviles
- Carruseles horizontales y verticales
- Almacenes automáticos para paletas
- Almacenes para cargas largas
- Almacenes especiales

Después del análisis realizado a todos los tipos de almacenamiento se recomienda caracterizar el manejo de bienes en la siguiente modalidad debido a la relación con las actividades operativas de almacenamiento realizadas hasta ahora y las disposiciones de espacio, estanterías e infraestructuras son las más afines a la modalidad seleccionada.

Estanterías convencionales. Este es el sistema de almacenamiento más utilizado. Utilizan como soporte de la Unidad de Carga la paleta. Éste puede tener diferentes dimensiones y está determinado por los diferentes tamaños de estanterías instaladas, posible cambio o adquisición<sup>29</sup>.

Es la solución más simple y más utilizada que ofrece acceso directo a todas las paletas. La altura del nivel de carga está simplemente limitada por las dimensiones del edificio y del equipo de mantenimiento utilizado<sup>30</sup>.

Ventajas del sistema de estanterías convencionales

- Permite un acceso directo a cada unidad
- Cada mercancía puede tener su lugar, lo que facilita su control
- Se adapta a todo tipo de cargas, de diferentes pesos y volumen
- No exige que la carga sea netamente apilable
- Se puede almacenar a grandes alturas y por tanto mejorar el uso del volumen

---

<sup>29</sup> Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos, Jose P. Garcia-Sabater. 2004.

<sup>30</sup> Ibídem 1

### Inconvenientes del sistema de estanterías convencionales

- Si la ubicación de mercancías no es caótica el sistema estará siempre vacío
- Es posible que el personal de cargue y descargue recorra grandes distancias
- La mayor parte de la superficie se dedica a pasillos con lo que es poco eficiente

### Recomendación de uso del sistema de estanterías convencionales

Recomendado para cargas unitarias paletizadas, con poca cantidad de paletas de cada referencia y relativamente pocos accesos a los productos.

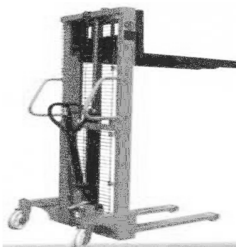
### Recursos disponibles para el almacenamiento

Figura 11. Montacargas Mitsubishi fd-35 capacidad 2.5 toneladas mástil doble altura 7 metros, motor gasolina



Fuente. Montacargaslaraza.com.mx 2010

Figura 12. Elevador de carga vertical estándar capacidad 2 toneladas



Fuente. Soloestocks.com 2010

El tipo de estantería de el almacén es selectiva compuesta (Estructura metal pintado / bases plásticas y metálicas para carga semipesada), de 2 hasta 7 niveles de almacenamiento según disposición y ubicación en el almacén. Permite ajustar los niveles de acuerdo con las dimensiones y formas de los bienes.

La distribución se realiza generalmente mediante estanterías laterales de un acceso y controles de doble acceso. Ancho del montacargas  $1.72 \text{ mts} * 2 = 3.44 \text{ mts}$  la disposición

del ancho de los pasillos esta básicamente en 3.5 mts en las zonas de almacenamiento de mayor tamaño.

Los alvéolos son múltiples. Las posiciones de las cargas están delimitadas existen aproximadamente 80 alveolos según disposición actual para cargas unitarias o múltiples de hasta 3 m<sup>2</sup> de entrada.

Superficie actual de almacenamiento simple: 820 m<sup>2</sup> aprox. este almacenamiento no incluye zona de almacenamiento especial ni el almacenamiento que se realiza directamente en el suelo.

Medidas promedio de los palets utilizados en el almacén (Estas medidas tienen una tolerancia de 2 cts. en sus dimensiones):

- Largo: 1.20 mt.
- Ancho: 0.80 mt
- Espesor: 0.15 mt

### 3. VALIDACIÓN DE ESTRATEGIAS

#### 3.1 MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE RUIDO

Se pretende identificar por medio del siguiente análisis las horas pico de ruido del almacén como base para tomar decisiones de tipo ambiental concerniente a la disminución de ruido.

Toma de datos: Tipo horaria en la jornada habitual de trabajo tomada durante 15 días.

Tabla 15. Medición de decibeles para determinar horas pico

MEDICIÓN DE DECIBELES								
HORA	9:00 AM	10:00 AM	11:00 AM	12:00 PM	1:00 PM	2:00 PM	3:00 PM	4:00 PM
Día 1	27	40	46	45	47	48	55	47
Día 2	30	53	41	43	43	49	44	31
Día 3	26	68	70	43	38	48	50	42
Día 4	46	48	50	45	33	44	70	38
Día 5	45	43	48	44	40	43	59	36
Día 6	48	61	41	47	34	41	49	25
Día 7	27	52	43	45	32	49	46	49
Día 8	31	45	69	45	34	50	55	31
Día 9	36	50	45	44	32	43	56	38
Día 10	46	42	44	45	43	48	64	39
Día 11	29	51	48	44	42	47	40	47
Día 12	48	46	54	40	40	40	41	32
Día 13	29	56	55	43	36	42	50	33
Día 14	40	45	64	47	35	48	60	27
Día 15	48	66	47	47	27	45	65	27
Promedio	37,07	51,07	51,00	44,47	37,07	45,67	53,60	36,13

**Promedio general: 44,51**

Fuente: El autor 2011



Figura 13. Variación de decibeles promedio diario



Fuente: El autor 2011

Según los datos arrojados se puede señalar que los picos máximos de ruido se presentan entre las 10:00 am - 11:00 am y las 3:00 pm, es importante señalar que en estos horarios se presentan actividades como adecuación de materiales, trabajos con herramientas, ingreso de bienes.

### 3.2 DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL A PIE DE CORRESPONDENCIA

Por medio de un modelo de ruta más corta se realizó un análisis de los recorridos de entrega del personal de correspondencia a pie de la aeronáutica en el cual se han designado 6 nodos de posibles descargos de personal que resultaría en una entrega más eficiente del material.

Los nodos designados para este tipo de actividad son los siguientes:

Tabla 16. Designación centros de distribución de correspondencia

NODO	DESIGNACIÓN
ALMACEN GENERAL	ALMGEN
AERONAUTICA CIVIL	AERON
PUENTE AEREO	PUEAER
ANTIGUO TEMINAL DE CARGA	TCA
TERMINAL DE CARGA	TC
CENTRO DE ESTUDIOS AERONAUTICOS	CEA
OFICINAS ANTIGUAS DE LA AEROCIVIL	OFIANT

Fuente: El autor 2011

Los recursos disponibles para esta labor son 3 mensajeros los cuales se tienen que dividir todos los nodos del ejercicio y un vehículo transportador.

Figura 14. Distribución centros de correspondencia Aeronáutica Civil



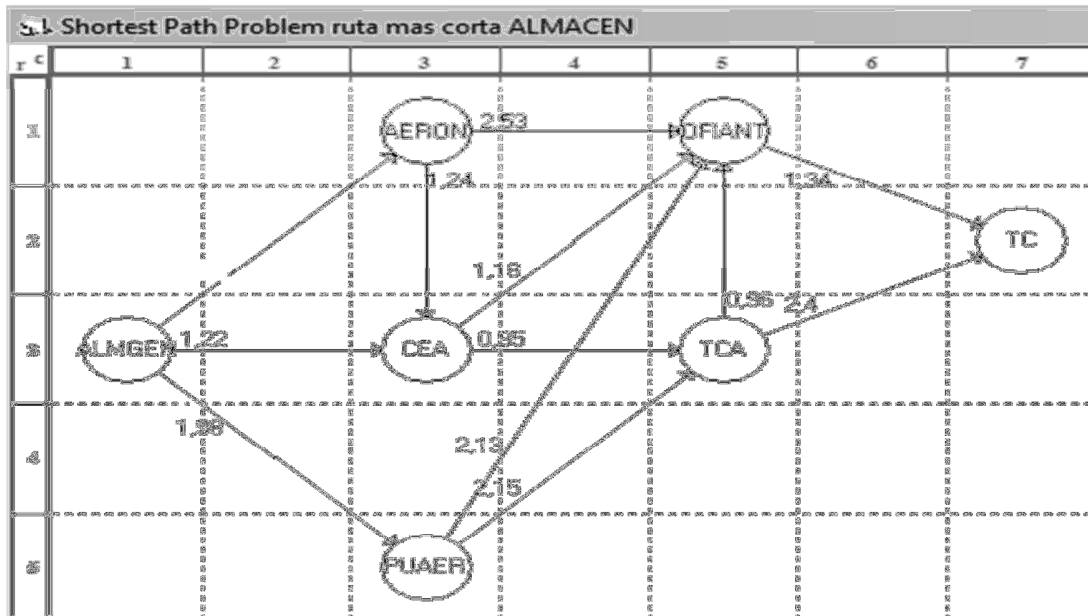
Fuente: Googlemaps.com. Modificado por el autor 2011

La selección de nodos realizada corresponde a la distribución actual de entregas diarias realizadas a los diferentes sectores del aeropuerto.

Esta solución se genera mediante el programa Wingsb® (Figura 14), (Distancias dadas en kilómetros)

Primer paso: Ubicación de nodos y planteamiento de la simulación, cada arco corresponde a la distancia medida en Kilómetros (Esta distancia se midió con el programa Google Earth con la opción regla/ruta).

Figura 15. Problema ruta más corta vista de nodos



Fuente: Wingsb® por el autor 2011

Segundo paso se corre la simulación con los datos ingresados y se obtienen los siguientes resultados.

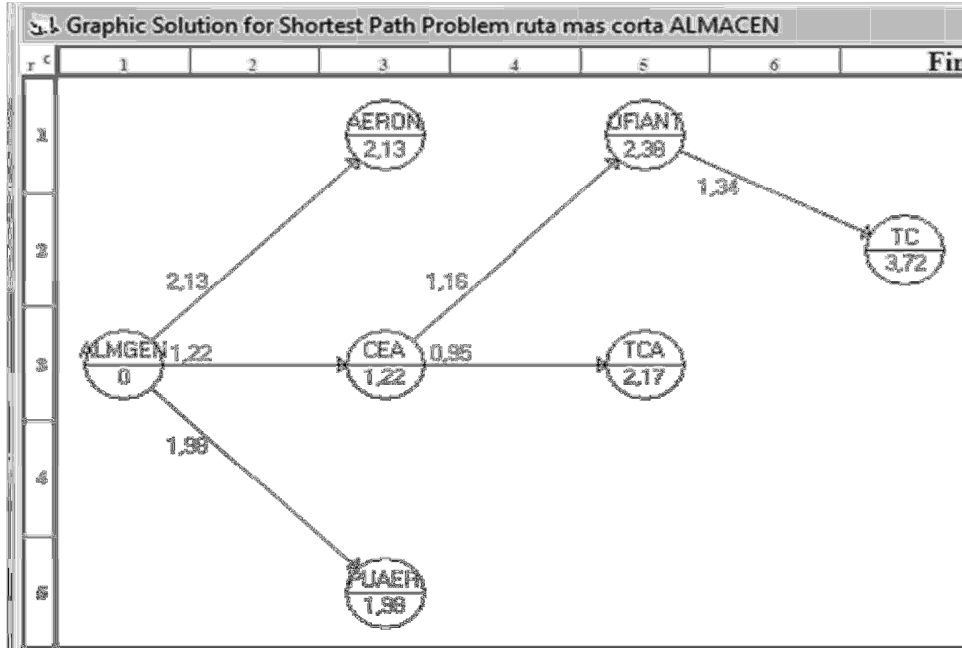
Figura 16. Problema ruta más corta vista tabla de resultados

5.1 Solution for Shortest Path Problem ruta mas corta ALMACEN				
05-20-2011	From	To	Distance/Cost	Cumulative Distance/Cost
1	ALMGEN	CEA	1,22	1,22
2	CEA	OFIANT	1,16	2,38
3	OFIANT	TC	1,34	3,72
	From ALMGEN	To TC	=	3,72
	From ALMGEN	To CEA	=	1,22
	From ALMGEN	To PUAER	=	1,98
	From ALMGEN	To AERON	=	2,13
	From ALMGEN	To OFIANT	=	2,38
	From ALMGEN	To TCA	=	2,17

Fuente: Wingsb® el autor 2011

Tercer paso: El sistema nos muestra gráficamente la solución a la simulación.

Figura 17. Problema ruta más corta vista final de los nodos



Fuente: Winqsb® el autor 2011

Según el resultado arrojado se debe asignar la siguiente ruta:

- a) Almacén general
- b) Cea
- c) Oficinas antiguas
- d) Terminal de carga

Esta ruta permite garantizar la mejor cobertura en el menor tiempo de trabajo.

Los nodos de desembarco de mensajero serían los siguientes según el análisis y las rutas a pie para la cobertura total y eficiente prestación del servicio (Las distancias a pie no corresponden con las distancias recorridas por el vehículo).

Se escogen los nodos más cercanos según distancias a pie

Tabla 17. Nodos más cercanos según distancias a pie

GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
a) Oficinas antiguas b) Antiguo terminal de carga c) Aeropuerto	d) CEA e) Aeronáutica f) Terminal de carga	g) PUENTE AÉREO

Fuente: El autor 2011

Entonces comparando estos grupos de recorrido a pie con el resultado de la ruta más corta los mensajeros deben desembarcar en:

- a) Puente aéreo
- b) Cea o terminal de carga (Cualquier lugar en que se desembarque proporciona el mismo rendimiento se escoge CEA debido a la facilidad de a bordo del vehículo en la ruta de regreso)
- c) Oficinas antiguas

Tabla 18. Comparativo sistema actual de entregas vs sistema propuesto

RUTA ACTUAL DE ENTREGAS	RUTA PROPUESTA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén general</li> <li>• Aeropuerto</li> <li>• Terminal de carga</li> <li>• Oficinas antiguas</li> <li>• Terminal de carga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén general</li> <li>• Cea</li> <li>• Oficinas antiguas</li> <li>• Terminal de carga</li> </ul>
Total Kilómetros: 6.38	Total Kilómetros: 3.72

Fuente: El autor 2011

Esta distribución representa una disminución del 41% en el recorrido por lo tanto disminuye el tiempo de entregas diarias de correspondencia a las diferentes dependencias.

### 3.3 MODELO DE MANEJO INTEGRAL DE LOS BIENES, RECURSOS FÍSICOS, ESPACIOS E INFRAESTRUCTURA DEL ALMACÉN BASADO EN EL COSTO DE OPERACIÓN

Para el análisis de la actividad principal del Almacén (Ingresos, egresos y almacenamiento) se recopilaron y analizaron series de datos relacionados con las tareas ejecutadas en la operación de las actividades, para esto se cuenta con registros actualizados a abril del 2011 de la cantidad de bienes consignados y retirados del almacén (Figura 17 y 18).

Figura 18. Ingreso de bienes desde noviembre 2009 hasta abril 2011 (Clasificación ABC)

		INGRESOS																	
CATEGORIA	ABC	nov-09	dic-09	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
A	A	132	151	88	23	173	48	130	104	171	87	90	65	131	147	23	23	156	76
B		92	105	150	179	162	107	158	122	41	104	111	148	51	73	100	85	49	23
C		54	158	155	45	134	129	180	139	175	74	40	128	137	138	116	42	65	41
D		117	155	151	158	53	71	71	93	109	25	91	136	68	102	159	38	88	96
TOTAL		395	569	544	405	522	355	539	458	496	290	332	477	387	460	398	188	358	236
E	B	29	143	62	169	103	39	143	23	117	55	170	38	35	118	32	39	72	151
F		27	26	99	121	150	118	154	47	56	140	34	150	131	81	38	174	162	139
G		61	162	28	110	103	180	155	125	132	29	27	85	39	112	116	156	179	112
H		77	48	116	154	21	123	165	110	41	37	62	120	104	105	113	156	119	167
I		101	58	167	129	111	97	117	135	65	57	37	57	97	85	168	64	64	163
TOTAL	295	437	472	683	488	557	734	440	411	318	330	450	406	501	467	589	596	732	
J	C	46	57	118	79	86	124	31	118	177	75	94	156	61	50	166	90	93	38
K		128	149	44	151	46	70	125	44	37	180	81	84	166	112	147	30	133	136
L		29	178	41	166	119	67	106	27	143	138	24	40	43	46	131	113	58	170
M		39	129	61	127	44	176	128	118	171	160	163	100	108	103	156	93	126	60
N		121	124	105	46	108	159	57	155	90	165	116	165	35	154	58	72	101	60
TOTAL	363	637	369	569	403	596	447	462	618	718	478	545	413	465	658	398	511	464	

Fuente: Registros magnéticos sistema de salidas y entradas Almacén General de la Aeronáutica 2011 /Clasificación de bienes: El autor 2011

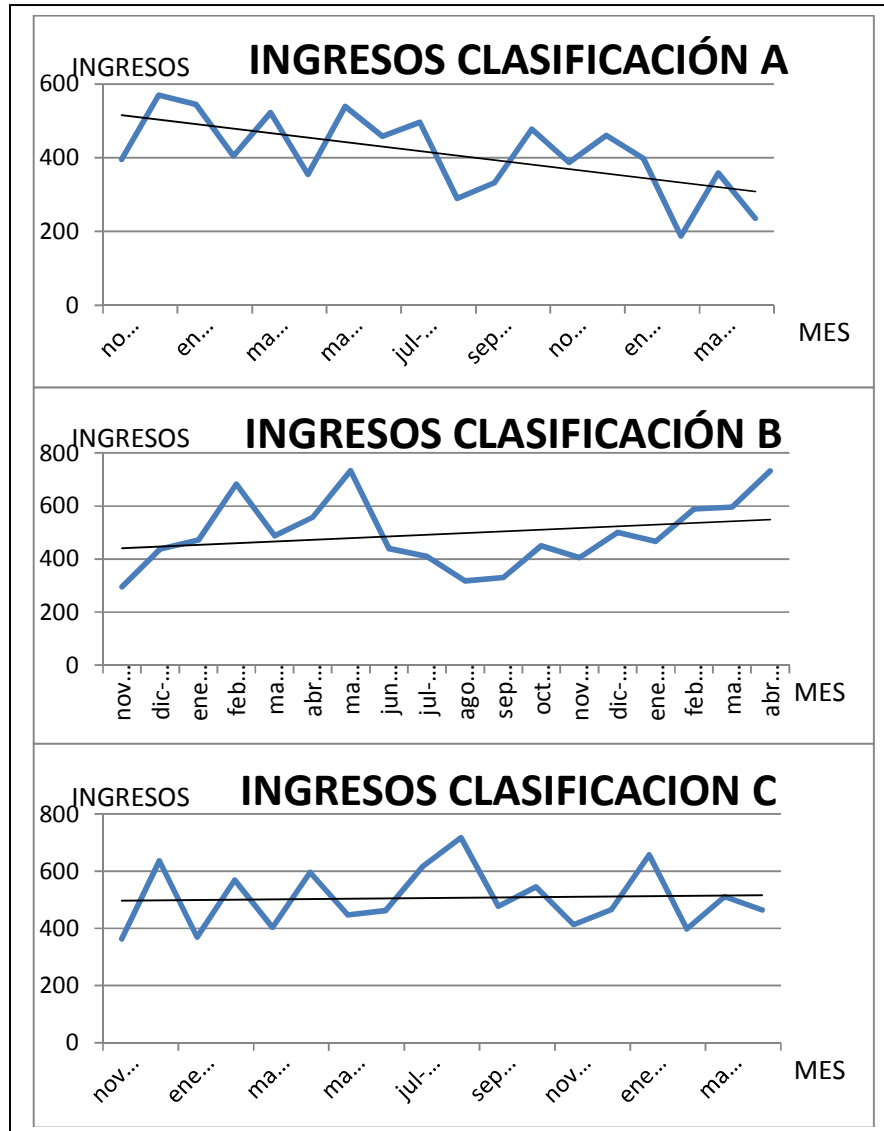
Figura 19. Egreso de bienes desde noviembre 2009 hasta abril 2011 (Clasificación ABC)

		EGRESOS																	
CATEGORIA	ABC	nov-09	dic-09	ene-10	feb-10	mar-10	abr-10	may-10	jun-10	jul-10	ago-10	sep-10	oct-10	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11
A	A	107	143	122	164	38	102	129	145	112	29	33	129	115	146	56	127	79	96
B		169	46	164	29	59	68	143	139	43	73	61	52	87	108	81	76	65	162
C		68	168	28	80	131	112	145	138	41	152	175	59	85	172	143	130	106	128
D		58	104	135	23	160	166	149	82	99	69	169	115	46	49	141	66	154	115
TOTAL		402	461	449	296	388	448	566	504	295	323	438	355	333	475	421	399	404	501
E	B	23	26	30	59	24	60	76	39	129	167	177	160	48	39	109	149	101	74
F		53	56	93	61	75	112	134	41	57	104	43	74	152	126	48	37	108	121
G		156	110	60	113	50	57	49	21	29	72	48	72	25	85	157	123	68	30
H		178	132	34	58	34	160	81	146	140	136	103	125	119	113	81	99	53	79
I		96	128	120	105	62	120	25	123	35	35	79	58	128	30	104	26	152	140
TOTAL	506	452	337	396	245	509	365	370	390	514	450	489	472	393	499	434	482	444	
J	C	88	109	57	132	84	52	100	122	23	162	179	94	103	24	126	175	90	174
K		96	134	144	97	81	174	58	162	98	24	37	57	76	150	109	154	100	165
L		130	142	61	133	83	112	39	124	108	172	43	57	101	137	60	61	148	113
M		45	140	30	30	54	62	106	96	136	114	144	177	101	77	74	54	119	118
N		142	88	166	116	92	73	127	135	165	167	71	169	92	143	64	159	173	31
TOTAL	501	613	458	508	394	473	430	639	530	639	474	554	473	531	433	603	630	601	

Fuente: Registros magnéticos sistema de salidas y entradas Almacén General de la Aeronáutica 2011 /Clasificación de bienes: El autor 2011

Se realizó una clasificación datos y se analizó históricamente el comportamiento de los movimientos de bienes según la clasificación ABC.

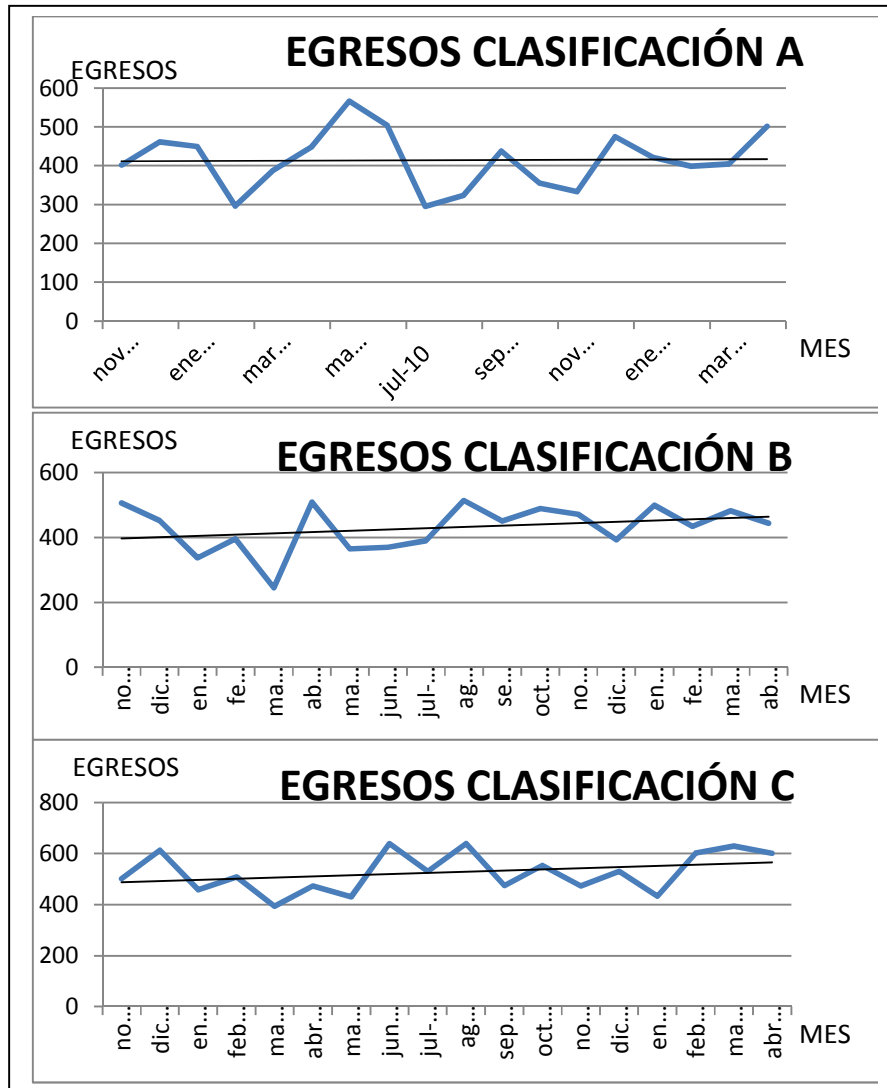
Figura 20. Ingreso mensual desde 2009 según clasificación ABC



Fuente: El autor 2011

En las anteriores gráficas se observa que los bienes de la clasificación A tienen una tendencia con pendiente negativa bastante evidente. Los bienes de tipo B tienen una pendiente positiva esto puede indicar que la tendencia general es un cambio de bienes tipo A por B en los stocks.

Figura 20. Egreso mensual desde 2009 según clasificación ABC



Fuente: El autor 2011

El número de egresos se mantuvieron estables con pendiente neutra a través de los últimos meses para los tres tipos de clasificación.



Prueba de bondad de ajuste. Prueba  $\chi^2$  para la muestra de elementos almacenados

Para la siguiente prueba se tomó como referencia la clasificación ABC realizada a los elementos no transitorios en una muestra aleatoria.

Tabla19. Cantidades de elementos consignados en la muestra según clasificación ABC

POBLACIÓN		
A	B	C
70%	20%	10%

CATEGORIAS	A					B					C						
	A	B	C	D	Total	E	F	G	H	I	Total	J	K	L	M	N	Total
<b>MUESTRA</b>	635	421	368	356	<b>1780</b>	293	396	287	135	78	<b>1189</b>	65	42	22	16	6	<b>151</b>

MUESTRA	ABC
1780	A
1189	B
151	C

	POBLACIÓN	FRECUENCIA
A	70%	<b>1780</b>
B	20%	<b>1189</b>
C	10%	<b>151</b>

Fuente: El autor 2011

### Formulación de hipótesis

$H_0$  Hipótesis nula: Las proporciones de la muestra corresponden a las proporciones de la población

$H_1$  Hipótesis alterna: Las proporciones de la muestra no corresponden a las proporciones de la población

Nivel de significancia:

$$\alpha=5 \quad (\chi^2 = 3.84)$$

Elección de la prueba estadística:

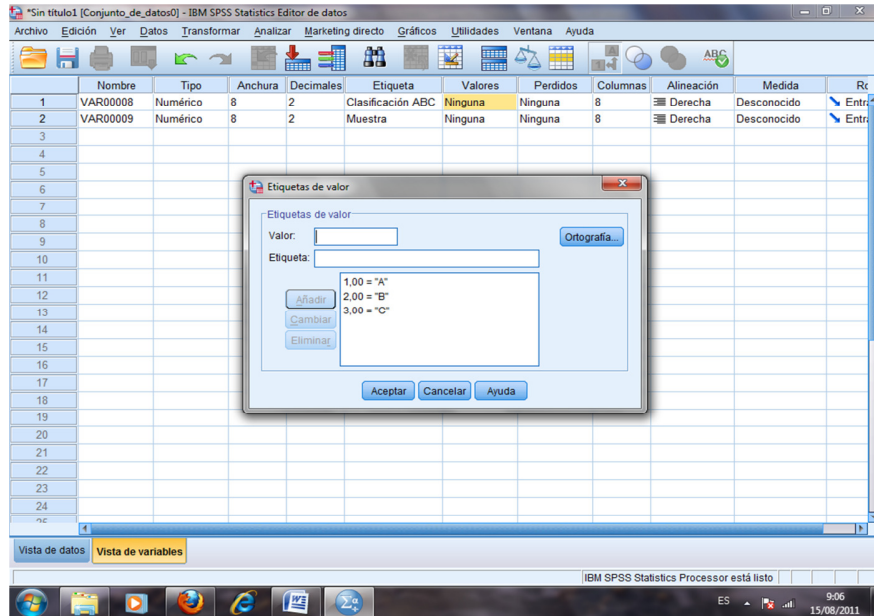
1 Grupo → Variable cualitativa → tres categorías → prueba de chi cuadrado

$$\text{Prueba estadística: } \chi^2 = \frac{(O-E)^2}{E}$$

Para el análisis de la prueba estadística se utilizó el programa IBM SPSS

Se ingresan los datos de las variables

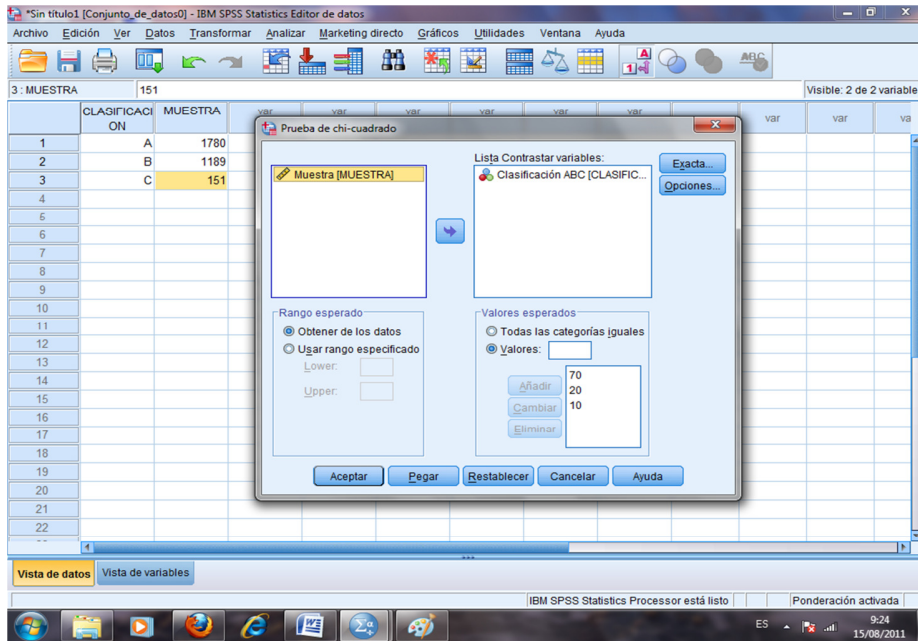
Figura 22. Vista de variables SPSS



Fuente: IBM SPSS® Por el autor 2011

A continuación se ingresa los valores de la muestra según la clasificación ABC en la tabla de vista de datos

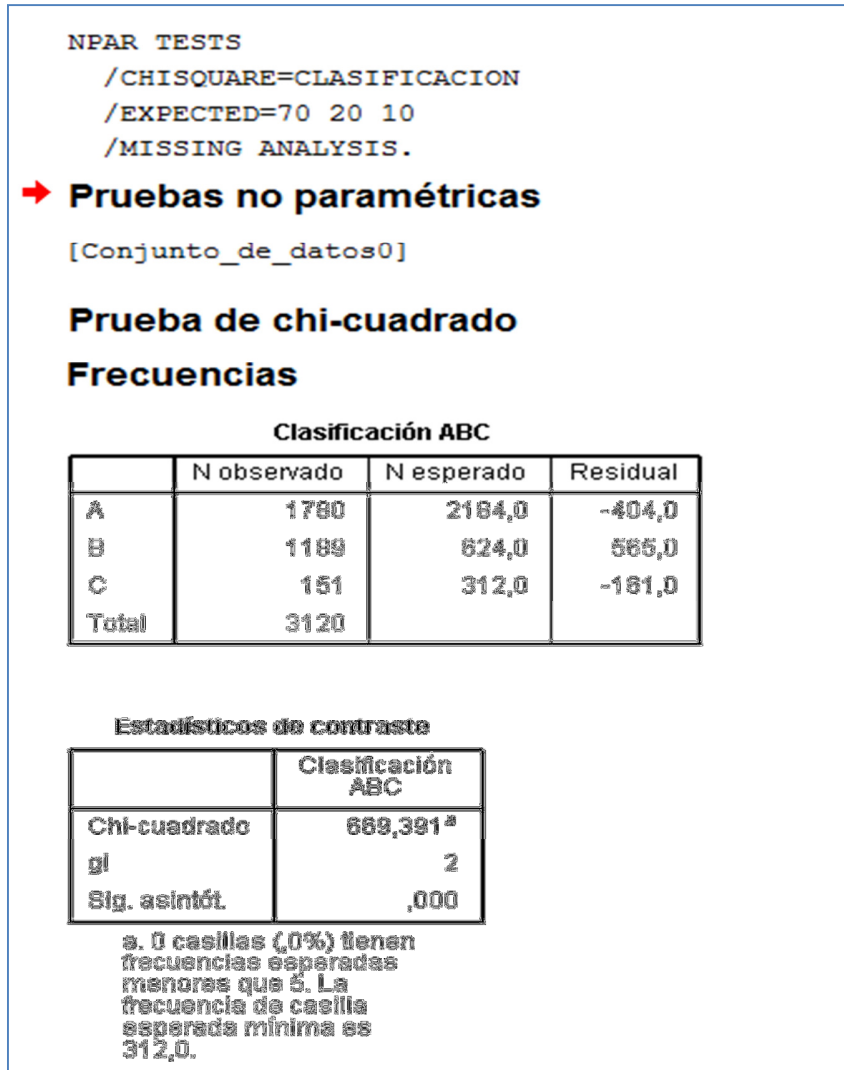
Figura 23. Vista de datos SPSS



Fuente. IBM SPSS® Por el autor 2011

El sistema arroja los resultados de la simulación

Figura 24. Resultados análisis



Fuente. IBM SPSS® 2011 Por el autor 2011

Valor Chi cuadrado > ( $X^2 = 3.84$ ) planteado

Hipótesis aceptada: Las proporciones de la muestra corresponden a los proporciones de la población según el rango esperado y la distribución obtenida por lo tanto la muestra tomada es valida para el modelo.

## Simulación en los recorridos del almacén

Para la siguiente simulación se analizaron varios aspectos de la actividad primaria del almacén como lo son; costos, recursos de almacenamiento y disposiciones generales de la operación. Para simular el modelo se utilizó el programa Grafos® desarrollado por Alejandro Rodríguez Villalobos.

El modelo fue desarrollado en función de minimizar los costos de la operación.

### Política de reducción de costos

Según las políticas colombianas de manejo de los recursos públicos es necesario reducir los costos y ser eficientes en el manejo de los bienes almacenados.

La reducción de costos siempre resulta beneficiosa para la administración de la entidad, en general, el riesgo es bajo y el posible costo ahorrado puede beneficiar las actividades operativas y fortalecer los recursos en otras áreas de desarrollo en la entidad.

Actualmente el almacén cuenta con 9 módulos con las siguientes características:

Tabla 20. Características generales de los módulos del almacén

<b>Modulo</b>	Capacidad de palets	Cantidad de alveolos	Capacidad promedio (TN)	Capacidad metros cúbicos	Área del modulo (m <sup>2</sup> )	<b>UTILIZACIÓN</b>
<b>C1</b>	88	22	88	101,376	84,48	Bienes de alto valor
<b>C2</b>	128	32	128	147,456	122,88	Bienes de alto valor
<b>C3</b>	80	20	80	92,16	76,8	Bienes de alto valor
<b>A4</b>	112	28	112	129,024	107,52	Bienes de valor medio
<b>A5</b>	112	28	112	129,024	107,52	Bienes de valor medio
<b>A6</b>	120	30	120	138,24	115,2	Bienes de valor medio
<b>A7</b>	136	34	136	156,672	130,56	Bienes de valor medio
<b>A8</b>	112	28	112	129,024	107,52	Valor medio/poca rotación
<b>A9</b>	112	28	112	129,024	107,52	Valor medio/poca rotación
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>250</b>	<b>1000</b>	<b>1152</b>	<b>960</b>	

Fuente: El autor 2011

Tabla 21. Análisis del costo de almacenamiento en la capacidad instalada del almacén

Costo administrativo mensual promedio	\$32.600.000
Costo operativo mensual	\$27.900.000
Total	\$60.500.000
Costo tonelada de almacenamiento	\$77.963,91
Costo m <sup>3</sup> de almacenamiento	\$67.677,01
Costo m <sup>2</sup> de almacenamiento	\$81.212,41

Fuente: Archivos contables Almacén General De la Aeronáutica / El autor 2011

### Programación Lineal Entera Mixta

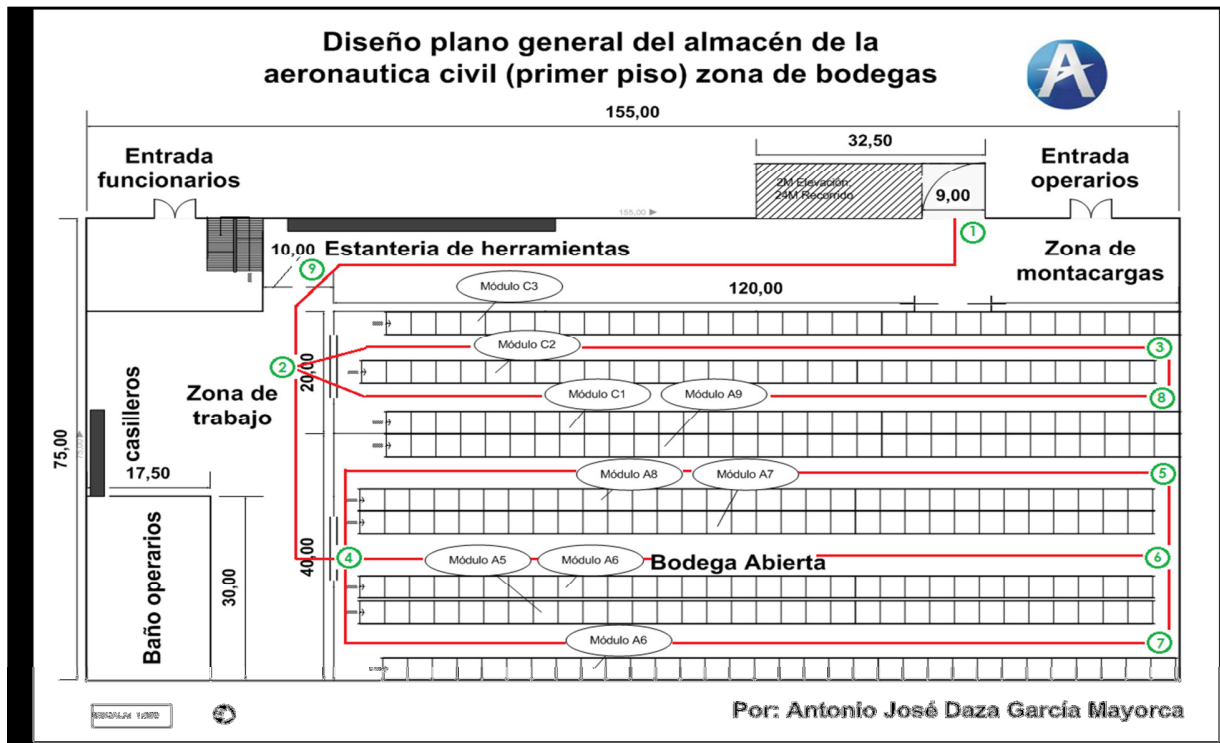
A continuación se aplicó una programación lineal en base a que la asignación en las instalaciones del almacén cumple con la condición de que cada operario puede ser asignado sólo a un trabajo y que cada trabajo sólo tendrá asignada una persona. El problema de asignación presenta una estructura y un proceso de resolución muy similar al de transporte, pero con dos diferencias: Asociar igual número de nodos origen con igual número de nodos de demanda; el valor de oferta en cada nodo origen es de valor uno, como lo es la demanda en cada nodo destino.

El sistema de almacenamiento presentado cumple con la condición necesaria y suficiente para que este tipo de problemas tenga solución, es que se encuentre balanceado, es decir, que los recursos totales sean iguales a las demandas totales. Si hay más operaciones que trabajos se fórmula con desigualdades, y se resuelve con trabajos ficticios<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> Kuhn, H. W. (1955). The hungarian method for the assignment problem. Naval Res. Logistic Quart.

Figura 25. Definición de nodos para el análisis de recorridos del almacén

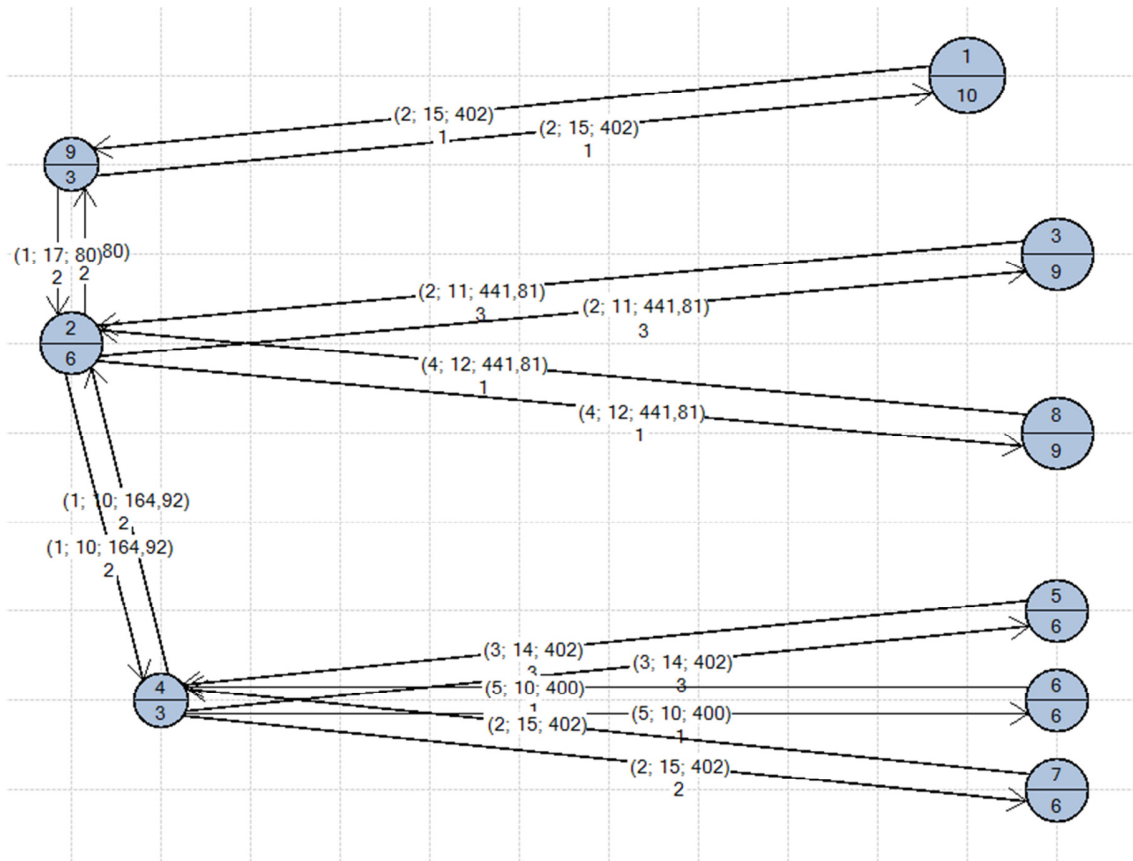


Fuente: El autor 2011

Para ubicar las referencias de los nodos se utilizó un sistema de coordenadas con origen en el sector sur oriental del almacén y se midieron las distancias correspondientes en las coordenadas X y Y. para definir los recorridos se establecieron 9 nodos correspondientes a los puntos críticos de los recorridos.

Para definir los valores representados por las tareas se diseñó un sistema de asignación de costo a los recursos de la operación en donde intervenían todas las variables que afectan el costo aplicado proporcionalmente a la actividad y se estableció el modelo designando unos valores mínimos y máximos de operación representados en cientos de pesos.

Figura 26. Definición de nodos para el análisis de recorridos del almacén en Grafos®



Fuente: Grafos Alejandro Rodríguez Villalobos® - El autor 2011

#### DISTANCIA TOTAL MÍNIMA - ALGORITMO DE RUTAS

Tiempo de proceso = 0 segundos

Ruta (1): 1 -- (3141,46)--> 1

- 1, 9, 2, 3
- 3, 8
- 8, 2, 4
- 4, 7
- 7, 6
- 6, 5
- 5, 4, 2
- 2, 9, 1

Distancia total = 3141,46 unidades

Resuelto con:

Grafos - v.1.3.3

(cc) 2003..2011 - Alejandro Rodríguez Villalobos

<http://arodrigu.webs.upv.es/grafos>

#### ÁRBOL DE VALOR TOTAL MÍNIMO - ALGORITMO DE PRIM

-----

Tiempo de proceso = 0 segundos

- \* 1 ----(402)---> 9
- \* 9 ----(80)---> 2
- \* 2 ----(441,81)---> 3
- \* 2 ----(164,92)---> 4
- \* 3 ----(80)---> 8
- \* 5 ----(40)---> 6
- \* 6 ----(400)---> 4
- \* 7 ----(40)---> 6

Coste total = 1648,73

Matriz de Arcos del árbol con coste mínimo:

N1\N2	1	9	2	3	5	6	8	7	4
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Resuelto con:

Grafos - v.1.3.3

(cc) 2003..2011 - Alejandro Rodríguez Villalobos

<http://arodrigu.webs.upv.es/grafos>

#### ÁRBOL DE CAMINOS MÍNIMOS - ALGORITMO DE FLOYD WARSHALL

-----

Tiempo de proceso = 0 segundos



Matriz de Distancias mínimas:

N1\N2	1	9	2	3	5	6	8	7	4
1	0	402	482	923,81	1048,92		1046,92		923,81 1048,92 646,92
9	402	0	80	521,81	646,92	644,92	521,81	646,92	244,92
2	482	80	0	441,81	566,92	564,92	441,81	566,92	164,92
3	923,81	521,81	441,81	0	1008,73		1006,73	80	1008,73 606,73
5	1048,92		646,92	566,92	1008,73		0	40	1008,73 80 402
6	1046,92		644,92	564,92	1006,73		40	0	1006,73 120 400
8	923,81	521,81	441,81	883,62	1008,73		1006,73	0	1008,73 606,73
7	1048,92		646,92	566,92	1008,73		80	40	1008,73 0 402
4	646,92	244,92	164,92	606,73	402	400	606,73	402	0

Matriz de Caminos:

N1\N2	1	9	2	3	5	6	8	7	4
1	-	1	9	2	4	4	2	4	2
9	9	-	9	2	4	4	2	4	2
2	9	2	-	2	4	4	2	4	2
3	9	2	3	-	4	4	3	4	2
5	9	2	4	2	-	5	2	5	5
6	9	2	4	2	6	-	2	5	6
8	9	2	8	2	4	4	-	4	2
7	9	2	4	2	7	7	2	-	7
4	9	2	4	2	4	4	2	4	-

Listado de Caminos:

- 1 --(0)--> 1 =
- 1 --(402)--> 9 = 1, 9
- 1 --(482)--> 2 = 1, 9, 2
- 1 --(923,81)--> 3 = 1, 9, 2, 3
- 1 --(1048,92)--> 5 = 1, 9, 2, 4, 5
- 1 --(1046,92)--> 6 = 1, 9, 2, 4, 6
- 1 --(923,81)--> 8 = 1, 9, 2, 8
- 1 --(1048,92)--> 7 = 1, 9, 2, 4, 7
- 1 --(646,92)--> 4 = 1, 9, 2, 4
- 9 --(402)--> 1 = 9, 1
- 9 --(0)--> 9 =
- 9 --(80)--> 2 = 9, 2
- 9 --(521,81)--> 3 = 9, 2, 3
- 9 --(646,92)--> 5 = 9, 2, 4, 5
- 9 --(644,92)--> 6 = 9, 2, 4, 6
- 9 --(521,81)--> 8 = 9, 2, 8

9 --(646,92)--> 7 = 9, 2, 4, 7  
 9 --(244,92)--> 4 = 9, 2, 4  
 2 --(482)--> 1 = 2, 9, 1  
 2 --(80)--> 9 = 2, 9  
 2 --(0)--> 2 =  
 2 --(441,81)--> 3 = 2, 3  
 2 --(566,92)--> 5 = 2, 4, 5  
 2 --(564,92)--> 6 = 2, 4, 6  
 2 --(441,81)--> 8 = 2, 8  
 2 --(566,92)--> 7 = 2, 4, 7  
 2 --(164,92)--> 4 = 2, 4  
 3 --(923,81)--> 1 = 3, 2, 9, 1  
 3 --(521,81)--> 9 = 3, 2, 9  
 3 --(441,81)--> 2 = 3, 2  
 3 --(0)--> 3 =  
 3 --(1008,73)--> 5 = 3, 2, 4, 5  
 3 --(1006,73)--> 6 = 3, 2, 4, 6  
 3 --(80)--> 8 = 3, 8  
 3 --(1008,73)--> 7 = 3, 2, 4, 7  
 3 --(606,73)--> 4 = 3, 2, 4  
 5 --(1048,92)--> 1 = 5, 4, 2, 9, 1  
 5 --(646,92)--> 9 = 5, 4, 2, 9  
 5 --(566,92)--> 2 = 5, 4, 2  
 5 --(1008,73)--> 3 = 5, 4, 2, 3  
 5 --(0)--> 5 =  
 5 --(40)--> 6 = 5, 6  
 5 --(1008,73)--> 8 = 5, 4, 2, 8  
 5 --(80)--> 7 = 5, 7  
 5 --(402)--> 4 = 5, 4  
 6 --(1046,92)--> 1 = 6, 4, 2, 9, 1  
 6 --(644,92)--> 9 = 6, 4, 2, 9  
 6 --(564,92)--> 2 = 6, 4, 2  
 6 --(1006,73)--> 3 = 6, 4, 2, 3  
 6 --(40)--> 5 = 6, 5  
 6 --(0)--> 6 =  
 6 --(1006,73)--> 8 = 6, 4, 2, 8  
 6 --(120)--> 7 = 6, 5, 7  
 6 --(400)--> 4 = 6, 4  
 8 --(923,81)--> 1 = 8, 2, 9, 1  
 8 --(521,81)--> 9 = 8, 2, 9  
 8 --(441,81)--> 2 = 8, 2  
 8 --(883,62)--> 3 = 8, 2, 3  
 8 --(1008,73)--> 5 = 8, 2, 4, 5  
 8 --(1006,73)--> 6 = 8, 2, 4, 6  
 8 --(0)--> 8 =  
 8 --(1008,73)--> 7 = 8, 2, 4, 7  
 8 --(606,73)--> 4 = 8, 2, 4  
 7 --(1048,92)--> 1 = 7, 4, 2, 9, 1  
 7 --(646,92)--> 9 = 7, 4, 2, 9

7 --(566,92)--> 2 = 7, 4, 2  
 7 --(1008,73)--> 3 = 7, 4, 2, 3  
 7 --(80)--> 5 = 7, 5  
 7 --(40)--> 6 = 7, 6  
 7 --(1008,73)--> 8 = 7, 4, 2, 8  
 7 --(0)--> 7 =  
 7 --(402)--> 4 = 7, 4  
 4 --(646,92)--> 1 = 4, 2, 9, 1  
 4 --(244,92)--> 9 = 4, 2, 9  
 4 --(164,92)--> 2 = 4, 2  
 4 --(606,73)--> 3 = 4, 2, 3  
 4 --(402)--> 5 = 4, 5  
 4 --(400)--> 6 = 4, 6  
 4 --(606,73)--> 8 = 4, 2, 8  
 4 --(402)--> 7 = 4, 7  
 4 --(0)--> 4 =

Resuelto con:

Grafos - v.1.3.3

(cc) 2003..2011 - Alejandro Rodríguez Villalobos

<http://arodrigu.webs.upv.es/grafos>

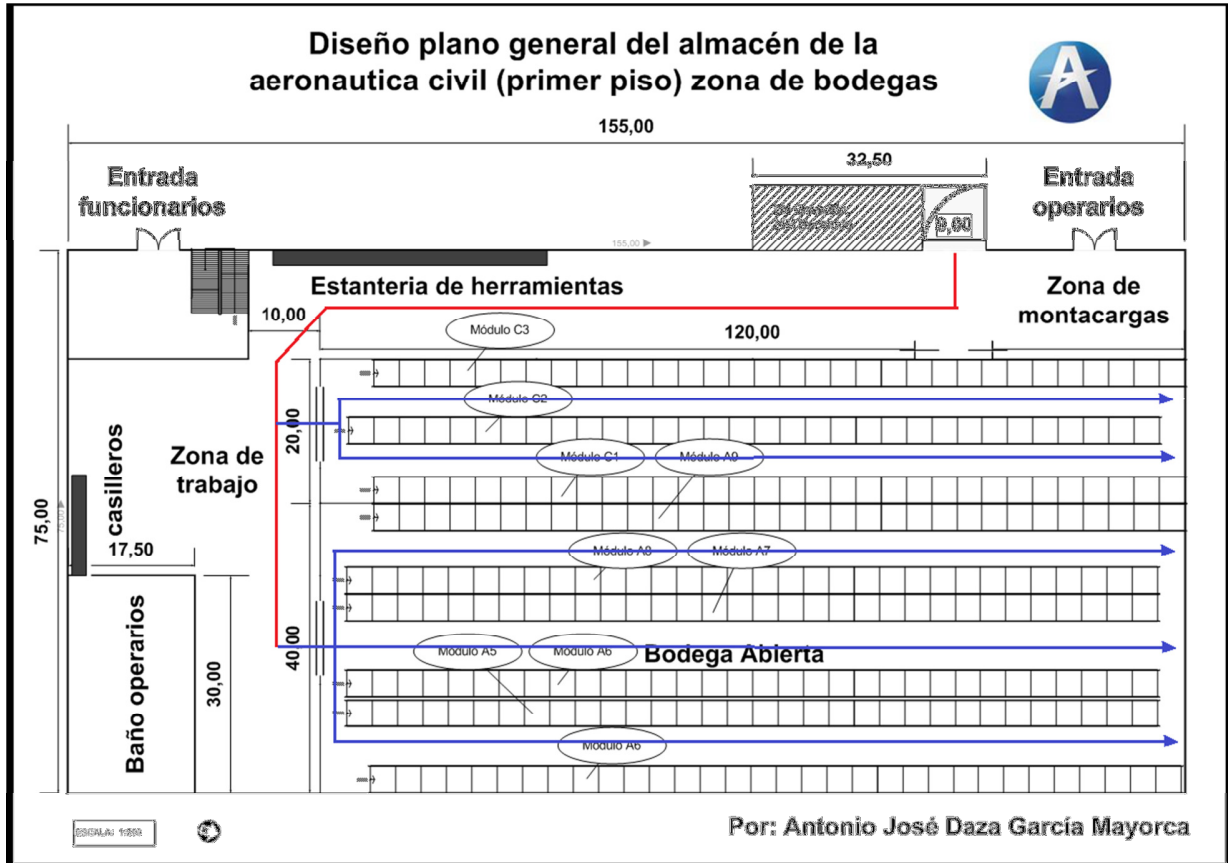
A continuación se enuncian los conceptos y procedimientos claves a tener en cuenta antes de estandarizar las rutas de operación del almacén

- Elementos según de tamaño y peso superior a 300 kilogramos o 3M<sup>3</sup> se deberán realizar con montacargas
- Elementos según la altura del están definidos según destino en el tercer piso de la estantería se deberán realizar con montacargas
- Elementos manuales pequeños o livianos deberán ser consignados en la bodega cerrada en el modulo 1 ya que el almacén cuenta con adecuaciones en los alvéolos destinados para este tipo de bienes
- Elementos no contemplados en los anteriores enunciados y que cuenten con las características necesarias deberán llevarse a cabo con el elevador de carga vertical ya que su uso representa mejor aprovechamiento de los recursos combustibles, mayor facilidad de manejo y mayor versatilidad

Los resultados de la simulación determinan las rutas de operación optimas sin embargo se deberá tener en cuenta variables indirectas del sistema lineal propuesto en el modelo y los cambios que afecten las variables directas del sistema

A continuación se muestra las rutas de ingreso a los pasillos y los recorridos lineales de almacenamiento para cada módulo

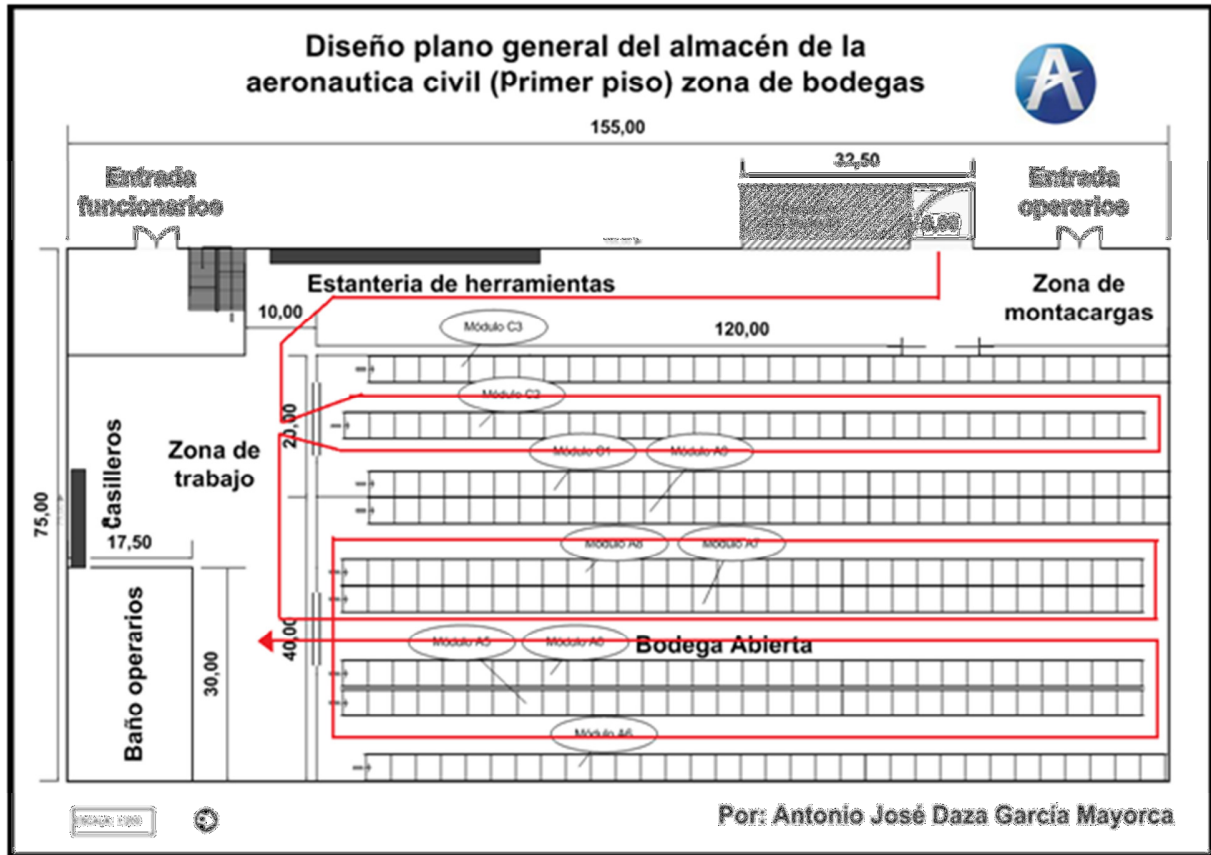
Figura 27. Recorridos generales de ingresos y egreso de bienes del almacén



Fuente: El autor 2011

La ruta de recorrido circular de ingreso al almacén definido según el modelo es la siguiente:

Figura 28. Recorrido circular del almacén para inspecciones



Fuente: El autor 2011

### 3.4 IMPLANTACIÓN DE UN CÓDIGO DE BARRAS EN LAS ACTIVIDADES OPERATIVAS DEL ALMACÉN

Para determinar el impacto que causa la implementación del código de barras en la cadena de suministro de la entidad se debe plantear las siguientes actividades específicas:

- Realizar un diagnóstico de la cadena de abastecimiento del Almacén general de la Aeronáutica Civil
- Diseñar la propuesta de la implementación del código de barras
- Evaluar el impacto del proyecto con base a la implementación del código de barras en una familia de bienes
- Describir ventajas y desventajas de la utilización de la lectura del código de barras en el almacén general

La presente estrategia busca agilizar los procesos de identificación y registro de los bienes dentro de las instalaciones del Almacén para reducir tiempos en los procesos de entrada salida y permanencia de la mercancía.

La implementación de códigos de barras en la institución resultará en la reducción de costos, incrementando eficiencia y coordinación de los procesos internos en las actividades dinámicas de productos y servicios.

### Codificación

Se presenta una propuesta de codificación para todos los bienes entrantes salientes y en bodega de la entidad representada en un sistema de código de numeración y código de barras el cual facilitará en manejo e identificación de estos

En el código se podrá identificar la siguiente información:

- Nombre y detalle del elemento.
- Agrupación y subagrupación (Categoría y clasificación ABC).
- Entradas y salidas.
- Saldo y costo promedio, alícuota periódica y demás información financiera necesaria.
- Tamaño, peso y características físicas
- Demás información consignada en los formatos de caracterización y clasificación.

### Lectura e interpretación del código de barras

El código de barras se ha revelado como un estándar de gestión y comunicación universal que aporta grandes beneficios al usuario y soluciones a la actividad de almacenamiento. Pues el uso de estas aplicaciones es necesario para realizar intercambios de información de uso en cualquier instancia que se requiera.

La aplicación del código de barras el múltiple. Para el Almacén de la Aeronáutica se considerarán las siguientes:

- Control de inventario
- Control de calidad
- Embarques y recibos
- Control de documentos
- Facturación

El código de barras es un dato que tiene que ser relacionado con los sistemas de información que para hacer más efectivos los procesos de la cadena de valor real.

Toda la información que describe un producto y sus características se encuentran en las bases de datos y el código de barras es la clave para acceder a ellas e identificar de manera inequívoca el producto, servicio o localización.

#### Lectores de código de barras

Estos equipos que permiten el acceso a las bases de datos magnéticos del almacén donde se encontrara la información relacionada con el bien.

Con la implementación del sistema de código de barras cada bien procesado mediante la tecnología será automáticamente caracterizado con las generalidades consignadas en los formatos clasificatorios y de caracterización y viceversa.

La función de estos lectores es leer esta información codificada en las barras y los espacios del símbolo del código de barras y enviarla a un decodificador que a su vez la envía a una computadora o Terminal como si la información hubiera sido tecleada.

#### Funcionamiento lector de código de barras

Existen dos elementos claves: Escáner y decodificador

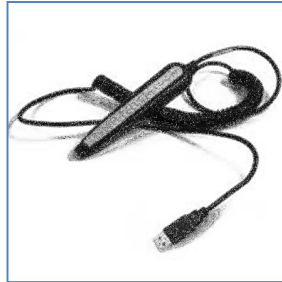
Escáner: Se encarga de iluminar el símbolo y examinar su reflexión, el fotodetector del dispositivo mide la luz reflejada y la convierte en una señal eléctrica que envía al decodificador.

Decodificador: Recibe una señal digitalizada por el software de transmisión. A continuación la transforma en una señal binaria para completar el mensaje total. Para ello realiza la medición del ancho de las barras y los espacios, que compara con los códigos de barras que puede leer.

#### Tipos de lectores

En una primera clasificación se podría diferenciar entre: Lectores portátiles y lectores fijos.

Figura 29. Lápiz óptico o wand scanner (Equipo portátil)



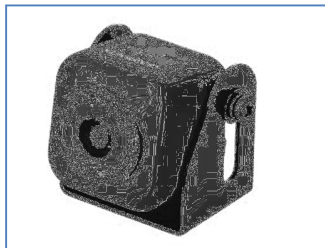
Fuente: [www.identificar.com](http://www.identificar.com) 1010

Figura 30. Pistolas lectoras o hand held scanner (Equipo portátil)



Fuente: [www.identificar.com](http://www.identificar.com) 1010

Figura 31. CCD (Charge Coupled Device) (Equipo fijo)



Fuente: [www.identificar.com](http://www.identificar.com) 1010

### Análisis de selección de sistema de lectura de bienes

Para seleccionar un tipo de escáner de distancia adecuado a las características de manejo de los bienes, hay que tener en cuenta los conceptos referentes a esta actividad de lectura y las implicaciones de las actividades generales de manejos de



bienes así mismo las condiciones de infraestructuras y disposiciones del Almacén General.

Se sugiere utilizar el sistema de pistolas lectoras ya que brindan la capacidad de movimiento requerida por las actividades operativas del almacén en cuanto a su: Profundidad del campo (Se refiere entre la distancia del emisor del rayo (escáner) y los puntos en el que el objeto puede leerse) las distancias de lectura generalmente son cortas y el acceso es limitado según la posición del código y su campo de Visión (es la amplitud del código de barras del objeto en cuestión para que no sobrepase los límites del campo en el que a esa profundidad se puede producir efectivamente la lectura) debido a su amplio campo de visión la pistola lectora permitirá efectuar la lectura más eficientemente ya que permite más rango de movimiento.

Los otros dos sistemas presentan inconvenientes en cuanto a su funcionalidad:

Lápiz óptico o wand scanner (La lectura se realiza mediante la pasada o roce sobre el código de barras) y esto generaría retrasos de lectura y inaccesibilidad por la ubicación de los códigos de barras dispuestos ya que hay gran diferencia de tamaño y forma de los bienes

CCD (Charge Coupled Device) (El bien o producto pasa por un lector estático) este lector se utiliza más en almacenes de venta de abarrotes en donde los productos tienen un tamaño en un rango determinado para nuestro caso sería inoperante debido a las características de los bienes consignados en el almacén

### **3.5 INDICADORES**

Los indicadores que presentan estos bienes afectan directamente el diseño y operación de un sistema de distribución, este diseño puede afectar tanto al costo como a la integridad del bien.

Estos indicadores son fundamentalmente:

- El ratio volumen/peso
- El ratio valor/peso
- Alícuota periódica

El ratio volumen/peso

La densidad de los elementos almacenados afecta los costos de almacenamiento en los siguientes sentidos:

- Alta densidad (Uso eficiente de los medios de distribución y almacenaje).  
 $\geq 0.1 \text{m}^2/\text{kg}$
- Baja densidad (Uso ineficiente de los medios de distribución y almacenaje).  
 $\leq 0.01 \text{m}^2/\text{kg}$

Para este lote el resultado de este indicador es

$$\frac{\text{Volumen en m}^3 \text{ totales de la muestra}}{\text{Peso en Kilogramos totales de la muestra}} = 2145,67/93248 = 0,023$$

Este indicador muestra la densidad almacenada del lote y las características de espacio/peso que implica esta disposición están en los rangos de eficiencia y no causará mayores inconvenientes de movilidad y accesibilidad.

Ratio valor/peso

Este indicador revela el costo de bodegaje por unidades de peso almacenadas  
 Para el caso:

$$\frac{\text{Valor en pesos del inventario total de la muestra}}{\text{kilogramos totales en la muestra}} = \$913362000/93248\text{kg} = \$9.795/\text{kg}$$

Este indicador es relativamente alto por el cual se puede determinar eficiencia económica de almacenamiento o más valor almacenado por capacidad de peso y también indica que la carga almacenada es costosa, este indicador sirve para ajustar el aseguramiento del almacén.

Este indicador muestra el valor de los bienes almacenados por unidad de peso será utilizado para realizar apreciaciones de costos en caso de ser necesitado por sustitución o pérdida

Alícuota periódica

Además de los anteriores a cada bien almacenado se le recomienda aplicar el siguiente indicador como base para dar baja a activos inutilizados

$$\frac{\text{Costo en pesos del activo ajustado por inflación}}{\text{Vida útil estimada del activo (Años)}}$$

Se tomaron indicadores de tipo KPI para el análisis y medición actual de datos del almacén para algunos indicadores se utilizaron datos de una muestra aleatoria.

Entre los KPIs de la Logística (O KPIs logísticos), encontramos el KPIs relativos a la función almacén.

Son generalmente llamados los KPIs Almacén (O indicadores gestión del almacén) y pertenecen a los KPIs la logística y de la cadena de suministros<sup>32</sup>.

Tabla 22. Indicadores KPI logísticos

Descripción	Dato clave	Cálculo detallado	Productividad	Resultado sistema actual	Resultado sistema propuesto
<b>Absentismo</b>	Identifica el N° de horas trabajadas por el personal operativo en los almacenes reguladores (Sin vacaciones, absentismo, formación...)	Total de las horas no trabajadas / total horas (%)		34%	27
<b>Coste por proceso</b>	Recepción : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	Coste por palet (Homogéneo, heterogéneo, contenedor...) recepcionado.	Número de palets - bultos / persona / hora	0.23/hora	0.32/Hora
	Preparación de pedidos : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	Coste por línea de pedido, tonelada, m3... Preparados	Número de líneas de pedidos / persona / hora	0.14/hora	0.16/hora
	Cross docking : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	Coste por palet, tonelada, m3... En cross docking	Número de palets en cross-docking / persona / hora	1.34/hora	1.21/hora
	Expedición : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	Coste por palet, tonelada, m3 enviados	Número de expediciones / persona / hora	4.32/hora	5.7/hora
	Control de stock : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	Coste por referencia articulo controlada	Número de referencias articulo controladas / persona / día	26/día	45/día
<b>Coste</b>	Evolución del Coste en valor vs. objetivos, presupuesto (A coste)			1.27	1.13
	Evolución del Coste en % flujo vs. objetivos, presupuesto			27%	22%

<sup>32</sup> Free-Logistics.com © 2011

	Alquiler o amortización anual del almacén regulador	\$/m <sup>2</sup> /año		\$13567894/m <sup>2</sup> /año	\$13567894/m <sup>2</sup> /año
	Estanterías, sprinklers, preparación automatizada, ... amortizaciones	\$/m <sup>2</sup> /año		\$16785249/m <sup>2</sup> /año	\$16785249/m <sup>2</sup> /año
	Total coste de alquiler + Equipamiento	\$/m <sup>2</sup> /año		No aplica	No aplica
	Tasa de utilización de la capacidad del almacén %	Número de palets en el almacén / capacidad del almacén en número de palets		69.3%	69.3%
<b>RRHH</b>	% ETT / total RRHH			34%	53%
<b>Actividad</b>	Estacionalidad (Mensual, semanal, diaria) y tendencia	Seguimiento del numero de líneas de picking, del numero de camiones, m3 or ton. enviados		Semanal	Diaria
	Flujo de recepción / capacidad	Identificación del flujo vs. RRHH capacidad		25%	50%
	Flujo de preparación / capacidad	Identificación del flujo vs. RRHH capacidad		25%	50%
	Flujo de expedición / capacidad	Identificación del flujo vs. RRHH capacidad		25%	50%
<b>Cualidad y servicio</b>	Mermas	Perdida de productos (a precio de compra) / valor total de las expediciones (a precio de compra)		0.5%	0.5%
	Mermas	Perdida de productos (a precio de compra) / valor total del stock (a precio de compra)		0.5%	0.5%
	Diferencias (Proveedores y clientes)	Número de líneas de pedido entregadas con litigio / Número total de líneas entregadas		No aplica	No aplica
	Diferencias (Proveedores y clientes)	Valor de los productos entregados con litigio / Valor total de los productos entregados		No aplica	No aplica
	Tasa de servicio	Número de líneas de pedido expedidas a tiempo / Número total de líneas de pedido		No aplica	No aplica

		expedidas			
<b>Productividad</b>	Número de líneas, de palets heterogéneos / homogéneos recibidos por persona por hora			0.54	0.54
	Número de líneas, palets reposicionados por persona por hora			3/hora	3/hora
	Número de líneas preparadas por persona por hora			No aplica	No aplica
	Número de líneas, palets expedidos por persona por hora			3/hora	3/hora

Fuente: El autor 2011

Tabla 23. Análisis de resultados de los indicadores KPI actuales vs propuestos

DESCRIPCIÓN	DATO CLAVE	ANÁLISIS
<b>Absentismo</b>	Identifica el Nº de horas trabajadas por el personal operativo en los almacenes reguladores (Sin vacaciones, absentismo, formación...)	En el almacén en ausentismo en el sistema actual es alto debido a los procesos actuales, se espera reducir las horas de ausentismo con la aplicación modelos mas eficientes de operaciones
<b>Coste por proceso</b>	Recepción : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	El nivel de empleados actual vs el nivel de recursos disponibles para la operación es bajo se pretende mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles
	Preparación de pedidos : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	La preparación de despachos es ineficiente actualmente y existen muchas demoras y tiempos muertos se pretende reducir los tiempos de despacho en las operaciones de egreso de bins
	Cross docking : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	El nivel de tiempo en la preparación de los pedidos actuales alto ya que no existe un espacio debidamente adecuado para esto
	Expedición : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	El nivel de utilización de recursos por los empleados es bajo debido a los procedimientos actuales no estandarizados
	Control de stock : RRHH (ETT & empleados) + Equipamiento	El control de stock actual es ineficiente ya que no se ha estandarizado un procedimiento para esta actividad, se puede optimizar esta acción con la automatización de los procedimientos
<b>Coste</b>	Evolución del Coste en valor vs. objetivos, presupuesto (A coste)	El costo que representa toda la infraestructura y bienes es bajo con respecto a los objetivos de la operación y el presupuesto es proporcional necesidades actuales
	Evolución del Coste en % flujo vs. objetivos,	El costo de operación asciende dramáticamente y proporcionalmente al ejercicio se puede disminuir el

	presupuesto	crecimiento del costo optimizando la operación
	Alquiler o amortización anual del almacén regulador	La amortización de la inversión inicial es baja ya que las nuevas instalación representaron un costo elevado para el nivel de operación actual
	Estanterías, sprinklers, preparación automatizada, ... amortizaciones	La utilización baja de estos recursos representa aumentos en el costo de operación actual
	Total coste de alquiler + Equipamiento	No aplica
	Tasa de utilización de la capacidad del almacén %	El nivel de empleados actual vs el nivel de recursos disponibles para la operación es bajo se pretende mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles
<b>RRHH</b>	% ETT / total RRHH	El nivel de utilización de recursos por los empleados es bajo debido a los procedimientos actuales no estandarizados
<b>Actividad</b>	Estacionalidad (Mensual, semanal, diaria) y tendencia	Se puede reducir la estacionalidad para permitir una retroalimentación mas efectiva
	Flujo de recepción / capacidad	El nivel de tiempo en la preparación de los pedidos actuales alto ya que no existe un espacio debidamente adecuado para esto
	Flujo de preparación / capacidad	El nivel de tiempo en la preparación de los pedidos actuales alto ya que no existe un espacio debidamente adecuado para esto
	Flujo de expedición / capacidad	El nivel de tiempo en la preparación de los pedidos actuales alto ya que no existe un espacio debidamente adecuado para esto
<b>Cualidad y servicio</b>	Mermas	El nivel es normal
	Diferencias (Proveedores y clientes)	No aplica
	Diferencias (Proveedores y clientes)	No aplica
	Tasa de servicio	No aplica
<b>Productividad</b>	Número de líneas, de palets heterogéneos / homogéneos recibidos por persona por hora	El nivel de utilización de recursos por los empleados es bajo debido a los procedimientos actuales no estandarizados
	Número de líneas, palets reposicionados por persona por hora	El nivel de utilización de recursos por los empleados es bajo debido a los procedimientos actuales no estandarizados
	Número de líneas preparadas por persona por hora	No aplica
	Número de líneas, palets	El nivel de utilización de recursos por los empleados es

	expedidos por persona por hora	bajo debido a los procedimientos actuales no estandarizados
--	--------------------------------	-------------------------------------------------------------

Fuente: El autor 2011

A continuación se resumen los indicadores en la siguiente gráfica:

Tabla 24. Resumen indicadores KPI

Descripción	Sistema anterior	Sistema propuesto	% de mejora
Absentismo	34%	24%	-29%
Coste por proceso	1,37	1,09	-20%
Coste	\$ 62.845.968	\$ 54.768.532	-13%
RRHH	0,62	0,73	18%
Actividad	0,62	0,75	21%
Cualidad y servicio	0,5	1	100%
Productividad	3	3	0%

Fuente: El autor 2011

## CONCLUSIONES

Los sistemas de almacenamiento, el aprovechamiento de los recursos, Los tiempos actuales de operación presentan oportunidades de mejora claramente evidenciadas una vez aplicada la simulación y obtenidos los datos finales

La operación del almacén es ineficiente y representa un 45% del potencial actual según sus recursos e instalaciones según la proposición de modelos y la validación de datos de las simulaciones ejecutadas, las posibles mejoras abarcan todos los temas relacionados con la operación administrativa y operativamente el factor mas importante que interviene en la ineficiencia de las operaciones es el factor humana ya que se cuentan con los recursos disponibles para aumentar el nivel de operación de las actividades, es comprensible que siendo la operación del almacén relativamente nueva existan inconformidades de uso las cuales se espera no se presenten a medida que se acondicionen los recursos al factor humano

La inversión necesitada para implementar las estrategias propuestas es baja y representan mejoras evidentes en la validación de datos esto puede representar eficiencia en el aprovechamiento de los recursos y reducciones de costos en todos los aspectos

Las modificaciones de infraestructura propuestas son de bajo costo y representan básicamente un aumento en la calidad del trabajo en la parte administrativa y operativa con la implementación de las recomendaciones para mitigar el ruido que es un problema considerable que viene afectando las actividades administrativas y la adecuación de unos espacios mejor acondicionados para la preparación de los pedidos



## RECOMENDACIONES

### Recomendaciones generales del modelo de manejo integral de los bienes

- Los recorridos derivados de la simulación están conformados por todas las actividades de apilamiento en estantes que no generan acciones adicionales de transformación o preparación de bienes, para estas actividades se recomienda determinar una zona de preparación al frente de la estantería delimitada bajo parámetros y con un estándar de uso definido en el manual del almacén.
- Las actividades de apilamiento en todos los estantes a lo largo de los nueve módulos se deben realizar con la ayuda de los elementos de almacenamientos destinados para esta labor de la siguiente forma
- Las ruta de recorrido total para chequeos de mantenimiento, aseo y otras actividades no directas a la operación está dada por los resultados del recorrido de inspección
- Las rutas de recorridos para egresos circulares y lineales son traspuestas a las de ingresos por que los costos de ambos son los mismos esto representa dualidad en la simulación
- Los almacenamientos especiales de tipo peligrosos o con características que ameriten un manejo diferente se pondrán a consideración según el coordinador y se deberá establecer una tabla estándar de características de bienes de manejo especial
- Se deberá destinar una ubicación bajo estándares de almacenamiento y un modulo específico para dichos bienes de características especiales
- Es recomendable utilizar los elementos de almacenamiento que generen un menor consumo de recursos y según el sistema PEPS según la rotación del bien ya que los bienes almacenados son de características variadas

### Recomendaciones para mejorar los niveles de ruido del almacén

- Mantener con rigor los elementos de seguridad industrial según indicaciones de los estudios de seguridad industrial previos
- Considerar la programación de actividades de tipo administrativos que puedan verse afectadas por el intenso ruido que se presenta en las horas pico, como reuniones, visitas u otros
- Instalar paneles que reduzcan el ruido en las zonas administrativas más afectadas

- Cambiar la zona de trabajo con herramientas y adecuaciones a una zona más aislada de las oficinas administrativas

#### Conclusión del modelo de ruta mejorada del personal de correspondencia

- Se recomienda plantear la ruta estándar seleccionada ya que esto implicara en una reducción de tiempo del personal y la eficiencia en las entregas

## BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA CANTÚ, Alfonso. *Almacenes, Planeación, Organización y Control*. Editorial Trillas, 1995.
- TAHA, Hamdy. *Investigación de Operaciones* - Editorial Pearson 1999
- Ing. PAISANO CONSTANTINI, Alfriso. *Logística Empresarial*. Instituto de Análisis Económico 1989
- CHASE Y AQUILANO. *Dirección y Administración de la Producción y Operaciones*. Editorial Mexicana, 1995
- VALDEZ PALACIOS Armando *Administración Logística*. ESAN ediciones, 2003
- BALLOW, Ronald H. *Logística. Administración de La Cadena de Suministro*. Editorial: Prentice Hall, 2003
- PRAWDA WITENBERG, Juan. *Métodos y modelos de investigación de operaciones I*. Editorial Limusa, 2000
- OLAVARRIETA DE LA TORRE, Jorge *Nociones de Control de Producción, Costos, Suministros e Inventarios*. Editorial Universidad Iberoamericana, 1997
- MULLER, Max. *Fundamentos de Administración de Inventarios*. Editorial Norma, 2001

## **ANEXOS**

(Ver CD de anexos)