

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA LA
ADMINISTRACION DE INVENTARIOS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO
TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

HERNAN DARIO DELGADO AMAYA

MAURICIO JAVIER RAMIREZ RUGELES

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA LA
ADMINISTRACION DE INVENTARIOS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO
TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

HERNAN DARIO DELGADO AMAYA

MAURICIO JAVIER RAMIREZ RUGELES

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Mecánico**

Director

CARLOS BORRÁS PINILLA

PHD Ingeniería Mecánica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

A Dios por permitir durante todo este proceso de aprendizaje poder vivir todas las experiencias que tuve y ser esa fuerza que me impulsaba en los momentos más difíciles.

A mis padres José Delgado y Fidelia Amaya quienes con su amor, apoyo y confianza hicieron que todo fuese más sencillo.

A mi hermano John Delgado por estar siempre cuando más lo necesite.

A mis amigos Jorge, Marlon, David y Diego con quienes compartí bastante tiempo en este camino y aprendí mucho de ellos.

A Oscar Mejía y Felipe Calderón pues aunque las cosas no fueron fáciles puedo decir que lo logre.

Hernán Darío Delgado Amaya.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme lograr mis metas, llenándome de bendiciones y por estar siempre a mi lado.

A mis abuelos Rodolfo Rugeles y Etelvina Gelvez por brindarme su apoyo todo este tiempo siendo una guía, y un ejemplo a seguir.

A mis padres Hector Ramirez y Mildred Rugeles por demostrarme que cuando uno quiere algo tiene que luchar por ello.

A mis hermanos que siempre me apoyaron y me enseñaron a superar los retos brindándome sus consejos y cariño.

A mis amigos con los que compartí muchas anécdotas e hicieron de todo este tiempo algo inolvidable.

A Mario Rugeles y María Gómez que me acogieron en su hogar como un hijo más y me brindaron su amor y apoyo en los momentos más difíciles.

Mauricio Javier Ramirez Rugeles.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Carlos Borrás Pinilla, docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica, por su colaboración, conocimiento, confianza y apoyo en el desarrollo de este proyecto de grado.

Al Ingeniero Jabid Eduardo Quiroga, director de la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander, por su gran ayuda y colaboración prestada.

A nuestros amigos y compañeros por su amistad.

CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCIÓN	18
1. GENERALIDADES DE LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	19
1.1 MISIÓN.....	19
1.2 VISIÓN	20
1.3 FUNCIONES DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	20
1.4 PORTAFOLIO DE SERVICIOS.....	21
1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO	24
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.....	25
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	25
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	25
3. ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA DMT.	26
3.1 Equipos mayores generales de la universidad industrial de santander.	26
3.2 EQUIPOS DADOS DE BAJA EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	29
3.3 EQUIPOS INTERVENIDOS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLOGICO	31
3.4 ESTUDIO DE INSUMOS.....	35
4. FUNDAMENTACION TEORICA DE INVENTARIOS.	38
4.1 TIPOS DE INVENTARIOS	39
4.1.1 Inventarios de materia prima.....	39
4.1.2 Inventarios de productos en proceso..	40
4.1.3 Inventarios de Productos Terminados.....	40
4.1.4 Inventarios de Materias y Suministros:.....	40
4.2 GESTION DE INVENTARIOS.	41
4.2.1 Modelo de inventario para demanda independiente.....	42
4.2.2 Modelo de la cantidad económica de pedido (CEP o EOQ).....	45
4.2.3 Análisis ABC (PARETO).....	50
4.2.4 Existencias de Seguridad.....	53
4.2.5 Política eficaz para hacer pedidos.....	54

4.3	Repuestos Centrados en Confiabilidad (RCS – Reliability Centered Spares) ...	54
4.3.1	Descripción de la Metodología RCS.....	56
4.3.2	Qué ocurre si no se dispone del repuesto	58
4.3.3	Es posible predecir la necesidad del repuesto	59
4.3.4	Qué inventario del repuesto es necesario	60
4.4	TECNICAS DE CLASIFICACION.....	62
4.5	METODO PR-C&V: PRIORIZACION DE REPUESTOS POR CRITICIDAD Y VALOR ECONOMICO	63
4.5.1	CUAL ORDEN DE JERARQUIA ADOPTAR	66
4.5.2	METODO DE APLICACIÓN	67
4.6	FUNDAMENTOS DE LA CODIFICACION.	67
4.6.1	NORMAS DE CODIFICACION.....	68
5.	SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS.	71
5.1	VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS..	71
5.2	COMPONENTES PRESENTES EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN. .	72
5.2.1	Sistema de ingreso de información	72
5.2.2	Sistema de procesamiento de información.....	73
5.2.3	Sistema de almacenamiento de información.....	73
5.2.4	Sistema de salida de información.....	73
5.3	LENGUAJES DE PROGRAMACION UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE GESTION DE INVENTARIOS.....	73
5.4	SISTEMA INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION DE INVENTARIOS IMPLEMENTADO EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.....	75
5.4.1	Ingreso al sistema	75
5.4.2	Módulo Inventario.....	76
5.4.3	Módulo reporte mensual.....	77
5.4.4	Módulo alarmas.....	77
5.4.5	Módulo equipos.....	77
5.4.6	Módulo Indicadores	77
5.5	Seguridad del sistema de información.....	77
6.	MANUAL DE USUARIO	80

7. SIMULACION DEL SISTEMA DE INFORMACION.....	94
8. CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFIA.....	101
ANEXOS.....	103

LISTA DE FIGURAS

	PAG
Figura 1 - Estructura Organizacional	24
Figura 2. Distribución de los equipos mayores según su tipo.	27
Figura 3. Distribución de los equipos mayores según su tipo (porcentajes).	27
Figura 4. Distribución de equipos mayores clasificados.	29
Figura 5. Esquema general de bajas 2012-2013.1	30
Figura 6. Equipos dados de baja.	31
Figura 7. Mantenimiento de equipos (porcentaje) 2012-1	33
Figura 8. Mantenimiento de equipos (porcentaje) 2012-2	34
Figura 9. Mantenimiento de equipos (porcentaje) 2013-1	35
Figura 10. Frecuencia de compra de elementos mecánicos	36
Figura 11. Frecuencia de compra de elementos Eléctricos/Electrónicos	37
Figura 12. Tamaño óptimo del lote.	47
Figura 13. Tamaño del lote y longitud del ciclo.	49
Figura 14. Tamaño del lote y longitud del ciclo con inventario de seguridad.	50
Figura 15. Grafica análisis Pareto.	51
Figura 16. Jerarquía definida por el valor de los materiales.	65
Figura 17. Jerarquía definida por la criticidad de los materiales.	66
Figura 18. Diagrama de flujo de los datos	79
Figura 19. Ingreso al Sistema de Información.	81
Figura 20. Ingreso de nuevos usuarios.	82
Figura 21. Listado de insumos.	83
Figura 22. Menú de orden para el listado de insumos	83
Figura 23. Ingreso de nuevos insumos.	84
Figura 24. Formulario para la edición de insumos.	85
Figura 25. Menú de navegación.	86
Figura 26. Módulo de equipos.	87
Figura 27. Ingreso de nuevos equipos.	88
Figura 28. Módulo de proveedores.	89
Figura 29. Ingreso de nuevos proveedores.	90
Figura 30. Formulario edición de proveedores.	91
Figura 31. Módulo de usuarios.	92
Figura 32. Grafica modulo indicadores.	92
Figura 33. Tabla insumos clase A.	93
Figura 34. Gráfico de líneas comportamiento equipos.	93
Figura 35. Resultados Simulación.	96
Figura 36. Resultado simulación.	96
Figura 37 Resultado Simulación	98

LISTA DE TABLAS

	PAG
Tabla 1- Portafolio de Servicios de la División de Mantenimiento Tecnológico	21
Tabla 2. Número de Equipos Inventariados.....	28
Tabla 3 Parámetros de funcionamiento del stock de repuestos según categorías.	60
Tabla 4 Definición de las categorías de materiales según su valor.	62
Tabla 5 Definición de las categorías de materiales según su criticidad.	63
Tabla 6. Códigos posibles para ítem en inventario.	64
Tabla 7. Datos para Simulación	95

LISTA DE ANEXOS

	PAG
ANEXO A: Diseño Preliminar del Sistema de Información.....	104
ANEXO B: Listado de equipos existentes en la DMT.....	106
ANEXO C: Listado de insumos existentes en la DMT.....	114

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION DE INVENTARIOS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

AUTORES:

Hernán Darío Delgado Amaya

Mauricio Javier Ramírez Rugeles**

PALABRAS CLAVES: Gestión de Inventarios, Sistema de Información, Mantenimiento

DESCRIPCION:

En este trabajo de grado se diseñó un sistema de información para la administración de inventarios que facilita la gestión de los insumos y repuestos utilizados en el mantenimiento por la DMT de la Universidad Industrial de Santander con el fin de mejorar procesos específicos como lo son mantener actualizado en todo momento la cantidad de equipos y elementos en el almacén, así mismo para tener un control sobre el inventario disponible.

El sistema de información se desarrolló basado en el inventario de existencias en almacén para el mantenimiento de equipos mecánicos, eléctricos y electrónicos que están en funcionamiento dentro del campus de la Universidad, con esto se contribuye en la disminución en la cantidad de elementos almacenados, así como en la reducción de costos por mantener existencias dentro del almacén, anteriormente no se tenía registro y control sistematizado del inventario que maneja la división por esto en la búsqueda de mejoramiento continuo de sus funciones se hizo la tarea de optimizar el proceso que anteriormente era tedioso y poco confiable.

Al finalizar este proyecto se realizó un sistema de información bastante completo y sencillo de manejar el cual cuenta con siete módulos los cuales le brindan a la división de mantenimiento un control total en sus elementos inventariados para enriquecer los procesos de mantenimiento evitando tiempos muertos y pérdidas innecesarias de dinero almacenando material de más.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director Carlos Borrás Pinilla.

ABSTRACT

TITLE:

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF INVENTORIES IN THE TECHNOLOGICAL MAINTENANCE DIVISION AT INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER *

AUTHORS:

Hernán Darío Delgado Amaya

Mauricio Javier Ramírez Rugeles **

KEYWORDS: Inventory Management, Information System, Maintenance

DESCRIPTION:

In this thesis or major paper, an Information System for inventorying management was designed in order to facilitate the supplies and spare parts management used in the maintenance by DMT at Industrial University of Santander with the purpose of improving specific processes such as keep updated at all times the amount of equipment and items in the store, also to have a check on available inventory.

The information system was developed based on the inventory of mechanical, electrical and electronic equipment existed and stocked and is working at the university campus. This system contributes to decrease the number of stored items, and reduces the cost of maintaining an inventory inside the deposit. Not previous systematized inventory work was registered by the division before. Because of this, the DMT is always looking forward to improve its work and this research found a way to optimize the process, process that was tedious and unreliable formerly.

A complete and simple Information System was developed at the end of this project. This system has seven modules that will provide maintenance and control of all inventoried items in order to enhance their upkeep processes, in addition, with the purpose of avoiding waste of time and money storing unnecessary material.

* Degree work

** School of Physics and Mechanical Engineering, School of Mechanical Engineering, Mr. Carlos Borrás Pinilla.

INTRODUCCIÓN

Garantizar una alta efectividad en el manejo de tiempos en el mantenimiento de equipos dentro de las empresas hoy en día se ha convertido una necesidad bastante importante puesto que las empresas se vuelven más competitivas respecto a las demás reduciendo tiempos muertos en sus plantas.

Por esto la DMT de la Universidad Industrial de Santander con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento en los equipos que están bajo su supervisión ve como una necesidad que para el cumplimiento de órdenes de trabajo en el menor tiempo posible, mantener de manera ordenada y actualizada todo el inventario de piezas y elementos para mantenimiento actualizar su inventario además de sistematizarlo puesto que actualmente no se encuentra así.

Una forma de obtener buenos resultados y mejorar de manera eficiente los procesos en mantenimiento es la implementación de un sistema de información para la administración de inventarios de insumos y equipos para ese fin que permita encontrar, solicitar, programar y organizar este tipo de elementos necesarios para un trabajo específico.

Este proyecto tiene como objetivo el diseño e implementación de este sistema de información para la administración de inventarios de los insumos y equipos requeridos para el mantenimiento de la DMT de la Universidad Industrial de Santander, teniendo en cuenta sus diferentes secciones como lo son la parte mecánica, eléctrica y electrónica.

1. GENERALIDADES DE LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Adscrita a la Vicerrectoría Administrativa, fue creada en el año de 1972, con el propósito de dotar a la Institución de una Dependencia encargada de gestionar la reconstrucción, reparación y conservación adecuada de los equipos y maquinaria de los laboratorios y demás dependencias de servicio y apoyo de la Universidad; igualmente recibir, instalar y controlar el uso de los equipos y conceptuar técnicamente sobre nuevas adquisiciones.

La DMT interviene en los procesos de compra de equipos, emitiendo conceptos técnicos para la compra de estos; en la reparación y mantenimiento; y emitiendo conceptos técnicos de baja de equipos mecánicos, electromecánicos, eléctricos y electrónicos. La DMT no atiende servicios de redes eléctricas, redes digitales, carpintería, pintura, soldadura, software e instalación de equipos. Es deber fundamental de la DMT velar por la conservación de los equipos procurando una mayor vida útil. En el portal web de la Universidad, se encuentra el Sistema de Información de la División de Mantenimiento Tecnológico, SIMAT, por medio de este son recibidas las solicitudes de: Concepto técnico para la compra de equipos, reparación y mantenimiento de equipos, interventoría en la instalación de equipos, concepto técnico para dar baja de equipos.

1.1 MISIÓN

La División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander tiene como propósito servir de apoyo a las Unidades Académicas y Administrativas de la Universidad en los procesos de adquisición de equipos, su instalación, operación y mantenimiento preventivo y reparativo, a fin de garantizar

la continuidad en la prestación de los servicios, con la mayor calidad y eficiencia a toda la comunidad, y el cumplimiento de sus objetivos.

Para el logro de su Misión, la División de Mantenimiento Tecnológico pone a disposición de la comunidad universitaria todos sus recursos disponibles, Humanos, técnicos y equipos, para que en concordancia con las políticas institucionales, y contando con el concurso de todas las dependencias, pueda desarrollar todos sus programas.

En la búsqueda permanente de la excelencia en la prestación de los servicios y por una apertura constante hacia la plena utilización de los recursos con que cuenta la Universidad, dispone para estudiantes, profesores y empleados, la información técnica relacionada con equipos y proveedores de servicios, manteniéndola cada día debidamente catalogada y clasificada.

1.2 VISIÓN

Nuestra Visión es ser una Unidad Administrativa participativa y líder en la calidad y excelencia en la gestión de servicios técnicos, con “Talento Humano con Espíritu de Servicio”, comprometido a alcanzar una posición de vanguardia en el logro de los objetivos institucionales. Pero, más que una visión de futuro, queremos convertir nuestro sueño en realidad: La imagen de la División de Mantenimiento Tecnológico, va a resurgir con el concurso de gente, con un amplio sentido de pertenencia y con una explicación clara a nuestros clientes de que nuestros propósitos se identifican plenamente con los suyos.

1.3 FUNCIONES DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

- Mantener el mejoramiento continuo en la calidad y confiabilidad de los servicios.

- Gestionar con calidad los procesos y procedimientos técnicos y administrativos.
- Desarrollar y fortalecer competencias específicas en la gestión del talento humano del personal de la división.
- Velar por el cumplimiento de las normas de salud ocupacional, seguridad industrial y manejo ambiental.
- Facilitar el cumplimiento de los objetivos de la División de Mantenimiento.
- Mantener un control sobre las actividades propias del mantenimiento.
- Promover una participación de todas las demás dependencias de la Universidad.
- Promover una participación de todo el personal de la División de Mantenimiento en la planeación, la organización y el control de la gestión del mantenimiento.
- Obtener resultados orientados hacia una gestión óptima.

1.4 PORTAFOLIO DE SERVICIOS

Tabla 1- Portafolio de Servicios de la División de Mantenimiento Tecnológico

Servicios	Descripción
Electrónica	Mantenimiento preventivo y correctivo de instrumental electrónico, equipo de cómputo, instrumental analítico, equipo audiovisual, equipo electromédico, e instrumentos para control de procesos.
Electricidad	Mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas centrales de aire acondicionado mini-split, aires acondicionados de ventana,

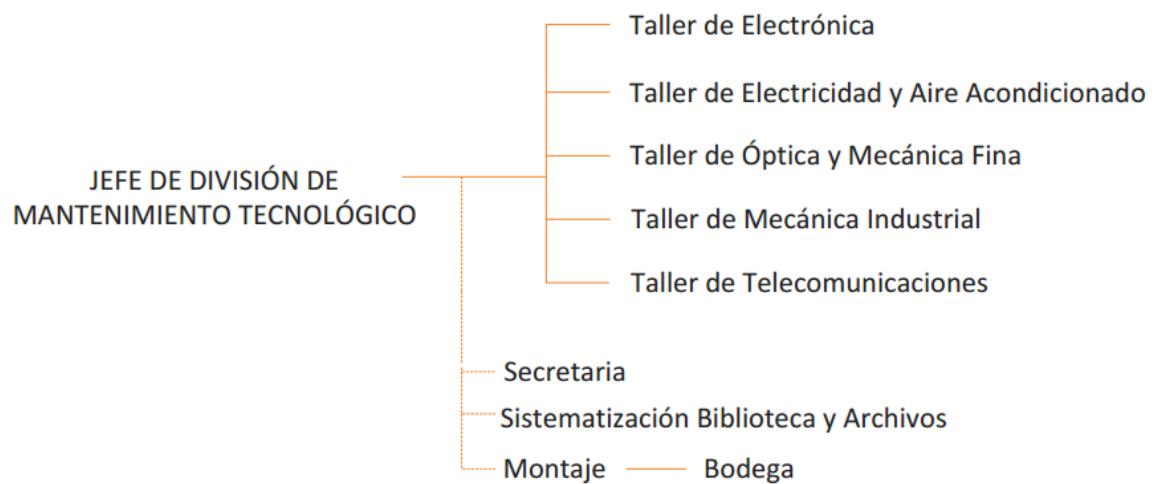
	extractores de aire, equipos de calefacción, equipos de refrigeración, motores y ventiladores, centrífugas y ultra-centrífugas, y equipo eléctrico en general.
Óptica y Mecánica Fina	Mantenimiento Preventivo y Correctivo de microscopios de Investigación, microscopios de docencia, equipos de artes gráficas, equipos de proyección, balanzas analíticas, electrónicas y de plato y maquinado de piezas pequeñas.
Mecánica Industrial	Mantenimiento preventivo y correctivo de compresores de aire. Calderas, equipos de cocina a gas, equipos de cocina a vapor, reconstrucción de mecanismos, maquinado de piezas para equipo electromecánico, autoclaves, elaboración de probetas para ensayos y equipo mecánico en general.
Telecomunicaciones	Mantenimiento de la Central Telefónica Digital y subcentrales, mantenimiento de la red telefónica, Programación y asignación de extensiones internas, instalación de líneas directas y extensiones, servicio de correo de voz, programaciones especiales en extensiones internas y líneas externas.
Montaje de Equipos e Instalaciones	Puestas a tierra, montaje de controles eléctricos y electrónicos, adecuación de servicios eléctricos y generales para montaje de equipos, diseño de

	<p>controles eléctricos, préstamo de herramienta pesada, recibo y entrega de equipos en reparación, almacenaje de equipos para baja.</p>
<p>Metrología - Temperatura</p>	<p>Servicio de verificación y calibración de equipos para medición de Temperatura, se cuenta con Medidores Digitales de Temperatura y Termocuplas con certificado de calibración y personal Técnico Certificado para la realización de actividades en la variable Temperatura.</p>
<p>Metrología – Medición de Peso y Balanzas</p>	<p>Servicio de Verificación y Calibración de Balanzas y Medidores de Peso. Se cuenta con juego de Pesas Certificado categoría E2 y Personal Técnico con pasantía certificada en el área de Masas y Balanzas.</p>

Fuente: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/portafolioServicios.html>

1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

Figura 1 - Estructura Organizacional



Fuente: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/mantenimientoTecnologico/organigrama.pdf>

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir con la universidad en el cumplimiento de su misión en la formación de profesionales íntegros de la región, desarrollando un sistema de información para la administración de inventarios que apoye el mejoramiento de procesos específicos.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Realizar un sistema de información para la administración de inventarios de insumos y equipos requeridos para las actividades de mantenimiento realizadas por la DMT de la Universidad Industrial de Santander con el fin de garantizar la organización y codificación de los elementos necesarios para la ejecución del mantenimiento teniendo en cuenta las diferentes secciones tanto mecánico, eléctrico y electrónico.
- Desarrollar un sistema de información para la administración de inventarios basado en los métodos ABC (Análisis Pareto) y RCS (Repuestos Centrados en Confiabilidad) para la gestión de inventarios y será programado en lenguaje PHP y MySQL para el acceso a través de intranet.
- Implementar la seguridad necesaria en el sistema de información para que únicamente el personal autorizado sea el encargado de realizar las modificaciones pertinentes en la cantidad de inventarios almacenados, pedidos realizados y otros.
- Capacitar y realizar un manual para que el personal encargado del manejo de la información referente al sistema de información para que se le dé un uso adecuado y cumpla con los requerimientos establecidos.

3. ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA DMT.

El estudio que se muestra a continuación está basado en un informe entregado a la DMT durante la práctica de mantenimiento como requisito para la asignatura de Ingeniería de Mantenimiento en el primer semestre del 2013, en el cual se observa como es la situación actual de la División con la información recopilada durante los tres últimos semestres.

3.1 Equipos mayores generales de la universidad industrial de Santander.

Según la división de servicios de información y la sección de inventarios de la Universidad Industrial de Santander, la clasificación de equipos se realiza de la siguiente manera:

Tipo 1: Equipo de laboratorio

Tipo 2: Muebles y enseres

Tipo 3: Equipo de oficina

Tipo 4: Maquinaria y equipo

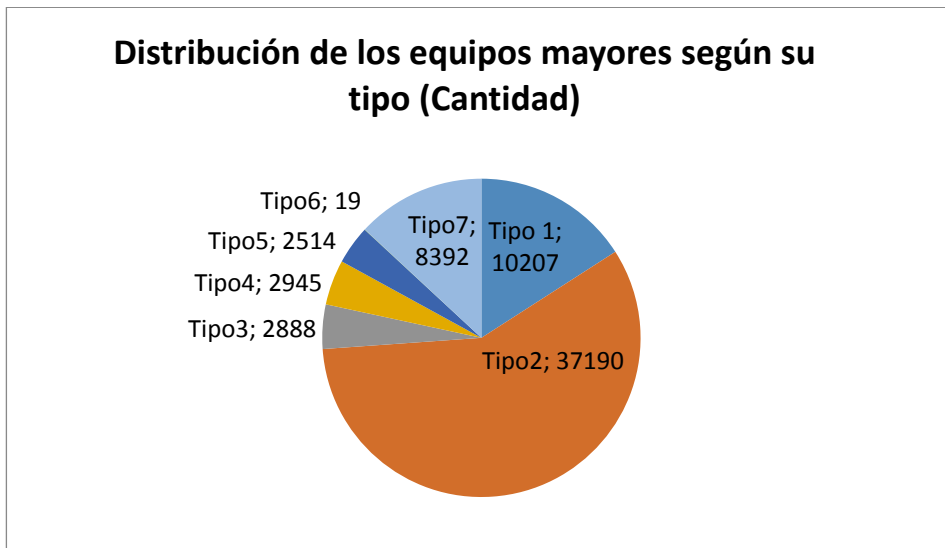
Tipo 5: Equipo audiovisual

Tipo 6: Equipo de transporte

Tipo 7: Equipo de computación

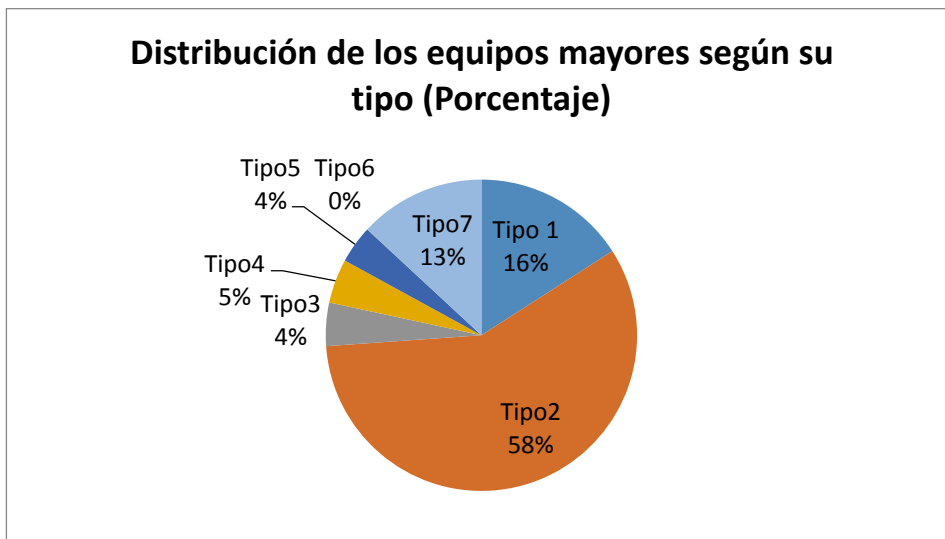
El total de equipos mayores con su respectivo número de inventario da un total de 64155, los cuales están divididos en el siguiente esquema:

Figura 2. Distribución de los equipos mayores según su tipo.



Fuente: Archivo DMT

Figura 3. Distribución de los equipos mayores según su tipo (porcentajes).



Fuente: Archivo DMT

Según la gestión que se hace en la División de Mantenimiento Tecnológico, los equipos se clasifican en 2:

Equipos mecánicos: Aquí se encuentran contenidos equipos que conforman las unidades de aire acondicionado, así mismo bombas, ventiladores, sistemas térmicos etc.

Equipos eléctricos- electrónicos: Aquí se encuentran contenidos equipos tales como computadores, impresoras, scanner, fotocopiadoras, equipos de laboratorio etc.

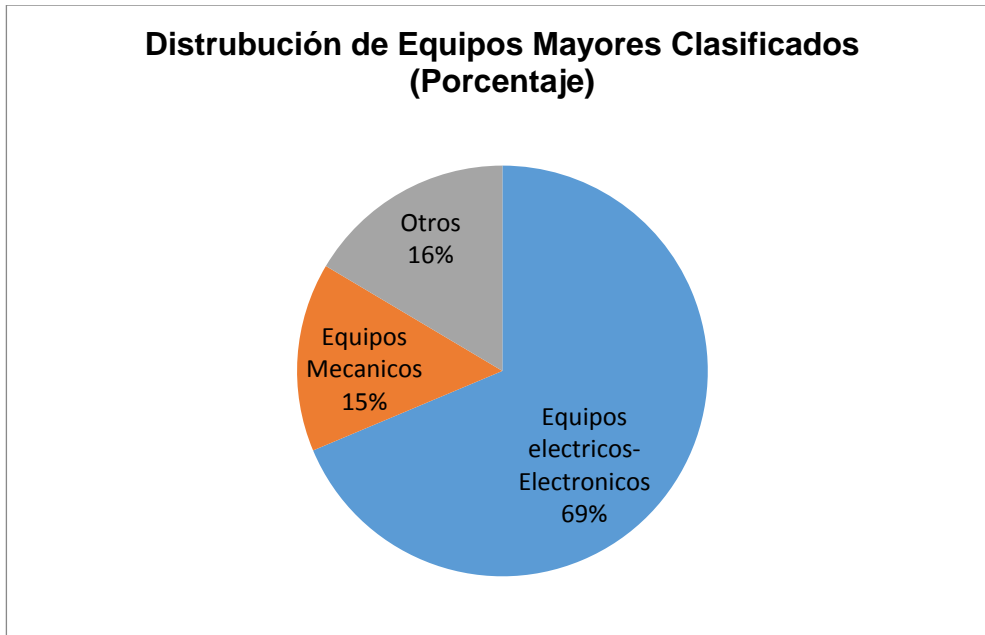
Otros: Elementos como recipientes de laboratorio, herramientas, instrumentos musicales etc. De la información general se realiza un filtrado de la información extrayendo la mayoría de equipos tipo 2, es decir la cantidad 37104 equipos de que corresponden a todo el mobiliario, solo de ese grupo se dejó los equipos de cafetería que están contabilizados en la nueva clasificación.

Tabla 2. Número de Equipos Inventariados

Equipos Electrico-Electronicos	18676
Equipos Mecánicos	4921
Otros Equipos	4454
Total de Equipos	28051

Fuente: Archivos DMT

Figura 4. Distribución de equipos mayores clasificados.



Fuente: Archivo DMT

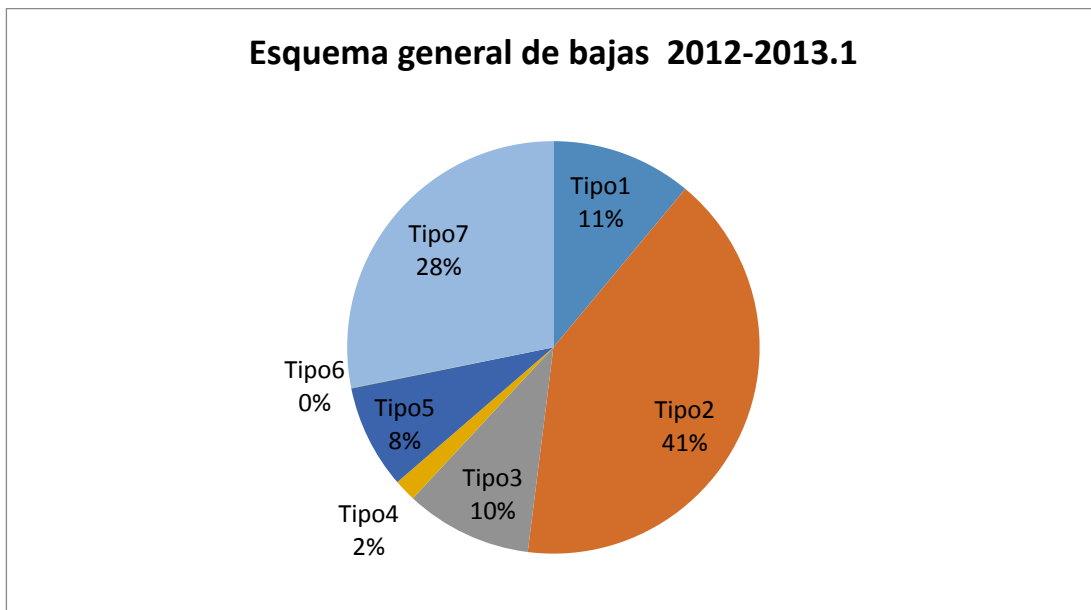
3.2 EQUIPOS DADOS DE BAJA EN LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Según la sección de inventarios de la universidad en los últimos 3 semestres se han dado de baja los siguientes equipos mayores :

Total de bajas en el periodo: 2156 equipos mayores

Distribuidos así según el tipo de equipo

Figura 5. Esquema general de bajas 2012-2013.1



Fuente: Archivo DMT

El periodo de los datos obtenidos en esta gráfica corresponden a los últimos semestres, ahora observaremos como se presentan las bajas dentro de la universidad, por cada semestre

PERIODO DE ENERO A JUNIO DEL 2012

Total de bajas en el periodo: 67 equipos mayores

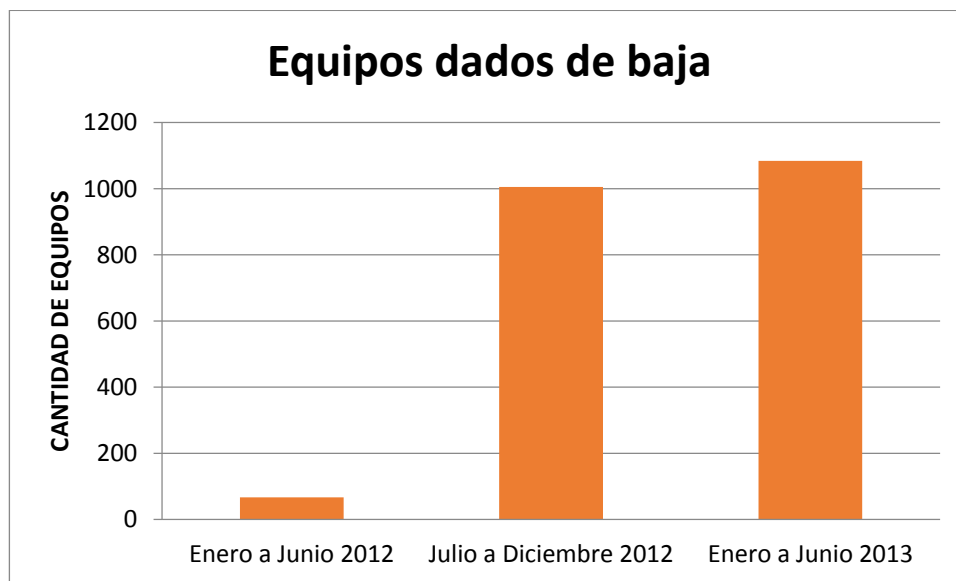
PERIODO DE JULIO A DICIEMBRE DEL 2012

Total de bajas en el periodo: 1005 equipos mayores

PERIODO DE ENERO A JUNIO DEL 2013

Total de bajas en el periodo: 1084 equipos mayores

Figura 6. Equipos dados de baja.



Fuente: Autores

3.3 EQUIPOS INTERVENIDOS EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

Del sistema de información de la división de mantenimiento, se obtuvo la cantidad de equipos inventariados, según los tres procedimientos que se manejan:

Mantenimientos Correctivos: Según las solicitudes que sean enviadas por las unidades académicas de la Universidad Industrial de Santander, debido a la falla sorpresiva de algún equipo.

Mantenimiento Preventivos: Se hacen de acuerdo al plan de mantenimiento previamente planteado, el cual asigna lo que se debe realizar en cada unidad académica, y a cada mes le corresponde una en particular, también pertenece a equipos que periódicamente necesiten ser revisados.

- **PERIODO ENERO-JUNIO 2012**

Total mantenimientos correctivos: 656

Total conceptos de baja: 236

Total procedimientos (mantenimientos correctivos y conceptos de baja): 892

SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE LAS DOS GRANDES ÁREAS DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO:

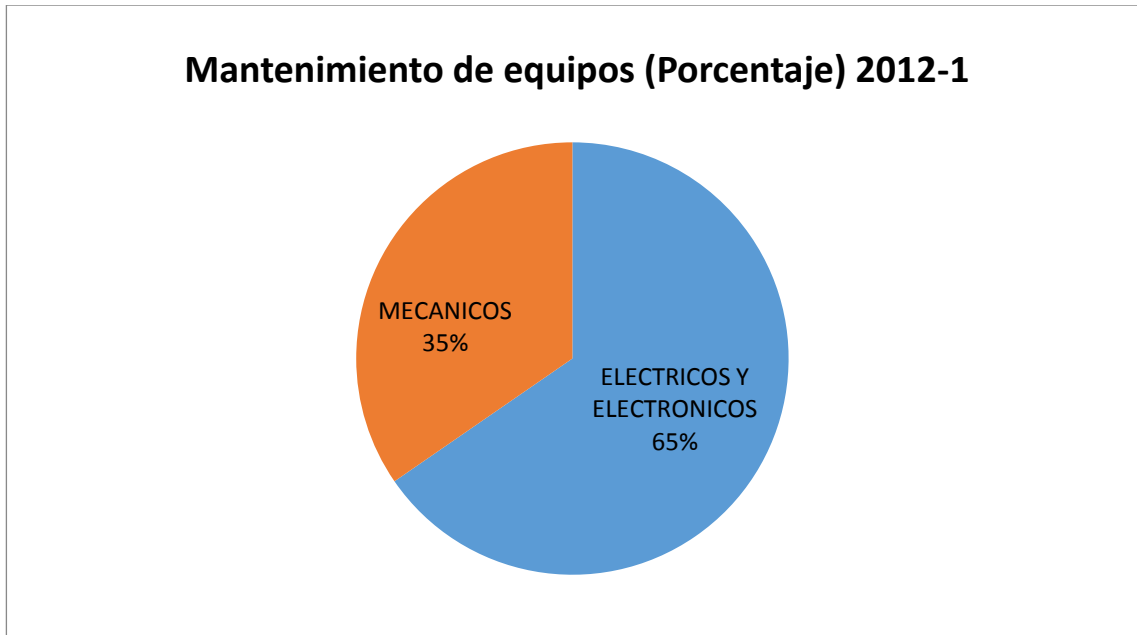
Total de equipos eléctricos - electrónicos (mantenimiento): 425

Total de equipos mecánicos: 225

Total de equipos otros (mantenimiento): 6

TOTAL DE EQUIPOS INTERVENIDOS POR LA DMT (sin equipos otros): 650

Figura 7.Mantenimiento de equipos (porcentaje) 2012-1



Fuente: Archivo DMT

- **PERIODO JULIO-DICIEMBRE 2012**

Total mantenimientos correctivos: 627

Total de mantenimientos preventivos: 45

Total conceptos de baja: 505

Total procedimientos (mantenimientos correctivos, preventivos, conceptos de baja): 1177

SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE LAS DOS GRANDES ÁREAS DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO:

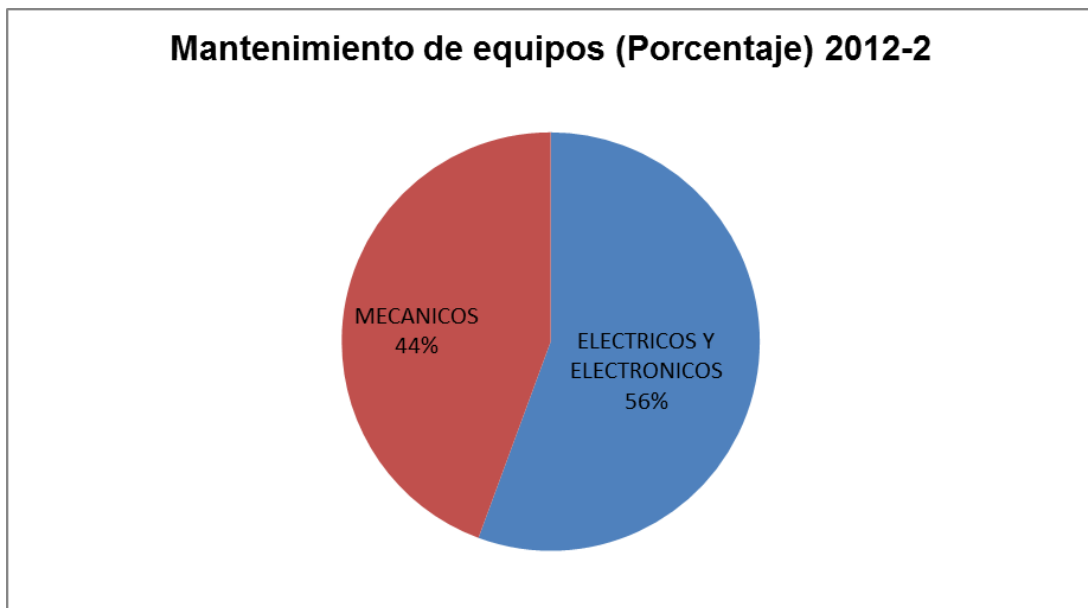
Total de equipos eléctricos - electrónicos (mantenimiento): 371

Total de equipos mecánicos: 296

Total de equipos otros (mantenimiento): 5

TOTAL DE EQUIPOS INTERVENIDOS POR LA DMT (sin equipos otros): 667

Figura 8. Mantenimiento de equipos (porcentaje) 2012-2



Fuente: Archivo DMT

- **PERIODO ENERO-JUNIO 2013**

Total mantenimientos correctivos: 862

Total de mantenimientos preventivos: 207

Total conceptos de baja: 582

Total procedimientos (mantenimientos correctivos y conceptos de baja): 582

SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DE LAS DOS GRANDES ÁREAS DE LA DIVISIÓN DE MANTENIMIENTO:

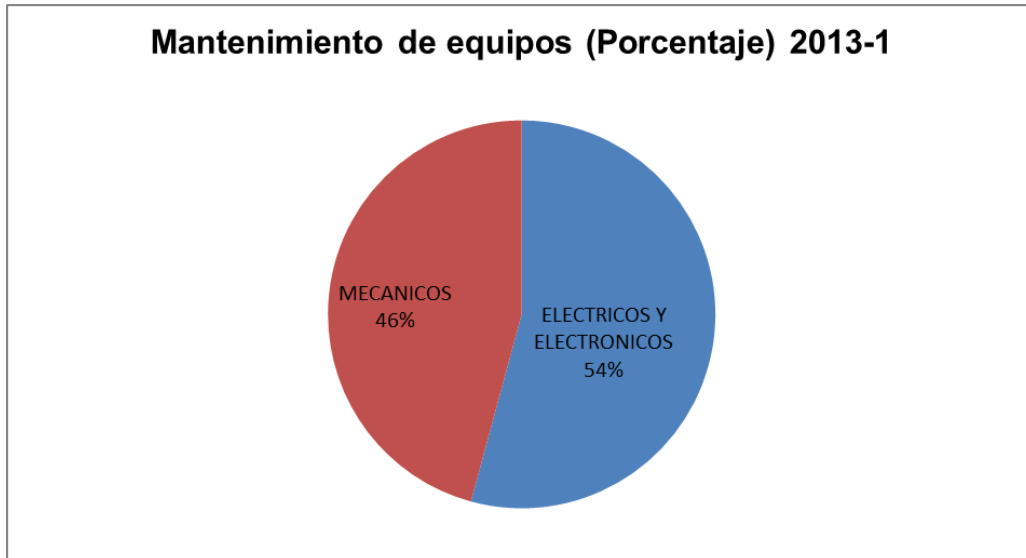
Total de equipos eléctricos - electrónicos (mantenimiento): 566

Total de equipos mecánicos: 478

Total de equipos otros (mantenimiento): 25

TOTAL DE EQUIPOS INTERVENIDOS POR LA DMT (sin equipos otros): 1044

Figura 9. Mantenimiento de equipos (porcentaje) 2013-1



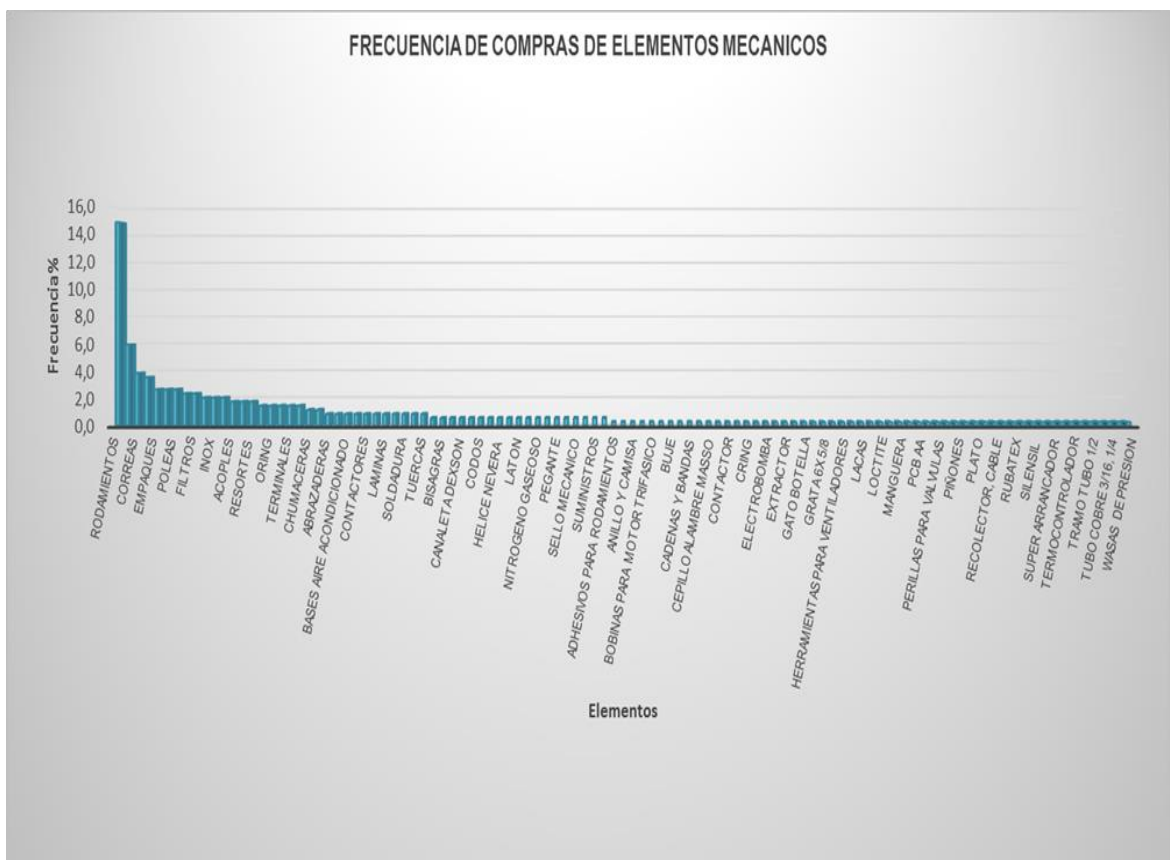
Fuente: Archivo DMT

3.4 ESTUDIO DE INSUMOS

Con el fin de aumentar la productividad de esta división se realizó un estudio de los requerimientos presentes en la división de mantenimiento tecnológico, Usando como base la información de las compras realizadas durante tres últimos semestres.

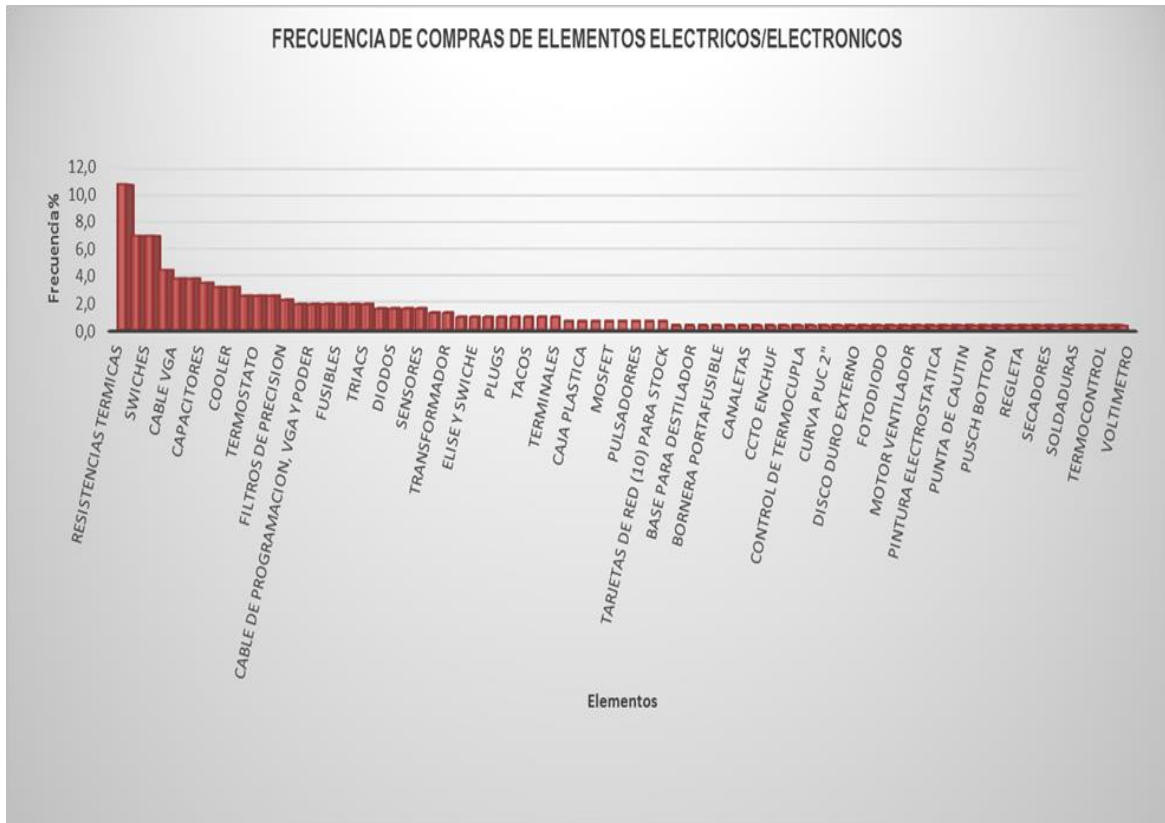
En este estudio se hace énfasis tanto en los requerimientos mecánicos como en los eléctricos y electrónicos, para este periodo de tiempo. Con esta información se busca la reducción de tiempos en la división de mantenimiento, esto se hace surtiendo la bodega con los elementos que más tienen demanda para la división, así ahorrando tiempo en pedidos. Esto es posible conociendo los elementos son más requeridos y cada cuanto tiempo los necesitaremos en la división.

Figura 10. Frecuencia de compra de elementos mecánicos.



Fuente: Archivo DMT

Figura 11. Frecuencia de compra de elementos Eléctricos/Electrónicos



Fuente: Archivo DMT

Este estudio se realizó con datos aproximados ya que los soportes en muchos casos no especifican cantidades, por lo se trabajó con cantidad de compras.

4. FUNDAMENTACION TEORICA DE INVENTARIOS.

La importancia de manejar los inventarios para la gestión de mantenimiento es de gran ayuda para las empresas pues ayudan a reducir costos en las piezas que estén almacenadas en bodega evitando así la acumulación innecesaria de material que no va a ser utilizado en un tiempo corto, así mismo si no se disponen de las piezas necesarias para mantenimiento el tiempo muerto en los equipos se prolongara más allá de lo necesario. Por esta razón se ve la necesidad de tener un control de los insumos y repuestos en la DMT para ayudar a reducir costos.

Los inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización.

Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados para la venta o en la prestación de servicios.

En el campo de la gestión empresarial, un inventario registra el conjunto de todos los bienes propios y disponibles para la venta a los clientes, considerados como activo corriente. Los bienes de una entidad empresarial que son objeto de inventario son las existencias que se destinan a la venta directa o aquellas destinadas internamente al proceso productivo como materias primas, productos

inacabados, materiales de envasado y piezas de recambio para mantenimiento que se consuman en el ciclo de operaciones¹.

4.1 TIPOS DE INVENTARIOS²

Los inventarios son importantes para los fabricantes en general, varía ampliamente entre los distintos grupos de industrias. La composición de esta parte del activo es una gran variedad de artículos, y es por eso que se han clasificado de acuerdo a su utilización en los siguientes tipos:

- Inventarios de materia prima
- Inventarios de producción en proceso
- Inventarios de productos terminados
- Inventarios de materiales y suministros

4.1.1 Inventarios de materia prima. Comprende los elementos básicos o principales que entran en la elaboración del producto. En toda actividad industrial concurren una variedad de artículos (materia prima) y materiales, los que serán sometidos a un proceso para obtener al final un artículo terminado o acabado. A los materiales que intervienen en mayor grado en la producción se les considera “Materia Prima”, ya que su uso se hace en cantidades lo suficientemente importantes del producto acabado. La materia prima, es aquel o aquellos artículos sometidos a un proceso de fabricación que al final se convertirá en un producto terminado.

¹ <http://oscarbuap.blogspot.com/2008/09/inventarios.html>

² <http://www.monografias.com/trabajos15/inventario/inventario.shtml#TIPOS>

4.1.2 Inventarios de productos en proceso. El inventario de productos en proceso consiste en todos los artículos o elementos que se utilizan en el actual proceso de producción. Es decir, son productos parcialmente terminados que se encuentran en un grado intermedio de producción y a los cuales se les aplico la labor directa y gastos indirectos inherentes al proceso de producción en un momento dado.

Una de las características del inventario de producto en proceso es que va aumentando el valor a medida que se va transformando de materia prima en el producto terminado como consecuencia del proceso de producción.

4.1.3 Inventarios de Productos Terminados. Comprende estos, los artículos transferidos por el departamento de producción al almacén de productos terminados por haber estos; alcanzando su grado de terminación total y que a la hora de la toma física de inventarios se encuentren aun en los almacenes, es decir, los que todavía no han sido vendidos. El nivel de inventarios de productos terminados va a depender directamente de las ventas, es decir su nivel está dado por la demanda.

4.1.4 Inventarios de Materias y Suministros: En el inventario de materiales y suministros se incluyen.

- Materias primas secundarias, sus especificaciones varían según el tipo de industria, un ejemplo; para la industria cervecera es: sales para el tratamiento de agua.
- Artículos de consumo destinados para ser usados en la operación de la industria, dentro de estos artículos de consumo los más importantes son los destinados a las operaciones, y están formados por los combustibles y lubricantes, estos en la industria tienen gran relevancia

- Los artículos y materiales de reparación y mantenimiento de las maquinarias y aparatos operativos, los artículos de reparación por su gran volumen necesitan ser controlados adecuadamente, la existencia de estos varían en relación a sus necesidades

4.2 GESTION DE INVENTARIOS.

Se entiende por Administración o Gestión de Inventarios, todo lo relacionado al control y manejo de las existencias de determinados equipos o insumos, en la cual se aplican métodos y estrategias que ayudan a hacer rentable y productivas las actividades llevadas a cabo por la empresa, ayudando a disminuir costos innecesarios de almacenamiento.

En un proceso de gestión de inventarios tenemos involucradas varias actividades entre las cuales tenemos la determinación del inventario actual, análisis de inventario y un control de la producción.

Determinación del inventario actual: En el cual se realizan diferentes procesos para corroborar el número de existencias físicas de los productos, entre estos procesos tenemos:

- Toma física de inventarios
- Auditoria de Existencias
- Evaluación a los procedimientos de recepción y ventas (entradas y salidas)
- Conteos cíclicos

Análisis de inventarios: Es el proceso en el cual se comprueba si las existencias que hay en el inventario corresponden a las existencias que previamente se definió deberían estar en inventario, por lo cual no deben existir piezas faltantes ni sobrantes lo cual significaría que hay fallas en el proceso del inventario que pueden llevar a problemas con la rentabilidad. Para reducir estos errores se usan las siguientes metodologías.

- Formula de Wilson (máximos y mínimos)
- Just in Time (Justo a Tiempo)
- ABC (Pareto)
- Nivel de Reorden
- Existencias de Seguridad
- RCS (Reliability Centred Spares)

Control de producción: En la que se evalúan los procesos llevados a cabo en la empresa a fin de controlar los procesos en los cuales se da la transformación de la materia en productos terminados, para este fin se usan los métodos de MPS (plan maestro de producción) y el MPR II (planeación de recursos de manufactura).

4.2.1 Modelo de inventario para demanda independiente: Este modelo se utiliza cuando la demanda del producto no está relacionada con los planes de producción, por lo general se emplea estableciendo un punto de pedido y cuando las existencias llegan a ese punto se procede a generar una orden de una cantidad que previamente fue establecida como óptima.

4.2.1.1 Máximos y mínimos: Consiste en establecer niveles máximos y mínimos de inventario y un periodo fijo de revisión de sus niveles. El inventario se revisa solo en estas ocasiones y se ordena o se pide la diferencia entre el máximo y la existencia total (cantidad existente más cantidad en tránsito). Solo en casos especiales se colocaran pedido fuera de las fechas de revisión cuando por una demanda anormalmente alta la existencia llegue al punto mínimo antes de la revisión. En sistemas automatizados estas fechas no se preestablecen, sino que se calculan los puntos de revisión y el sistema avisa cual es el mejor momento de efectuar la compra y la cantidad a solicitar.

Con la siguiente ecuación calculamos el punto de pedido al cual va a estar determinado nuestro inventario.

$$Pp = Cp \times Tr + Em \text{ (Formula 1)}$$

En la cual tenemos que:

Pp = Punto de pedido

Tr = Tiempo de reposición de inventario (en días)

Cp = Consumo promedio (diario)

Em = Existencia mínima (o de seguridad)

Para el cálculo de la existencia máxima tenemos que:

$$EM = CM \times Tr + Em \text{ (formula 2)}$$

En la cual tenemos que:

EM = Existencia máxima

CM = Consumo máximo (diario)

Tr = Tiempo de reposición de inventario (en días)

Em = Existencia mínima (o de seguridad)

Para el cálculo de la existencia mínima tenemos que:

$$Em = Cm \times Tr \text{ (Formula 3)}$$

En la cual tenemos que:

Em = Existencia mínima (o de seguridad)

Cm = Consumo mínimo (diario)

Tr = Tiempo de reposición de inventario (en días)

Y la cantidad de pedido a realizar esta determinada por:

$$CP = EM - E \text{ (Formula 4)}$$

CP = Cantidad de pedido

E = Existencia actual

EM = Existencia máxima

4.2.2 Modelo de la cantidad económica de pedido (CEP o EOQ): La cantidad económica de pedido busca encontrar el monto de pedido que reduzca al mínimo el costo total del inventario de la empresa. Tiene en cuenta los diferentes costos financieros y de operación y determina el monto de pedido que minimice los costos de inventarios de la empresa.

El modelo de la cantidad económica de pedido se basa en tres supuestos fundamentales, el primero es que la empresa conoce cuál es la utilización anual de los artículos que se encuentran en el inventario, segundo que la frecuencia con la cual la empresa utiliza el inventario no varía con el tiempo y por último que los pedidos que se colocan para reemplazar las existencias de inventario se reciben en el momento exacto en que los inventarios se agotan.

Dentro de los costos que se deben tener en cuenta para la implementación de este modelo están:

Costos de pedido: Son los que incluyen los costos fijos de oficina para colocar y recibir un pedido, o sea, el costo de preparación de una orden de compra, procesamiento y la verificación contra entrega.

Incluye los gastos administrativos fijos para formular y recibir un pedido, esto es, el costo de elaborar una orden de compra, de efectuar los trámites resultantes y de recibir y cotejar un pedido contra su factura. Los costos de pedidos se formulan normalmente en términos de unidades monetarias por pedido.

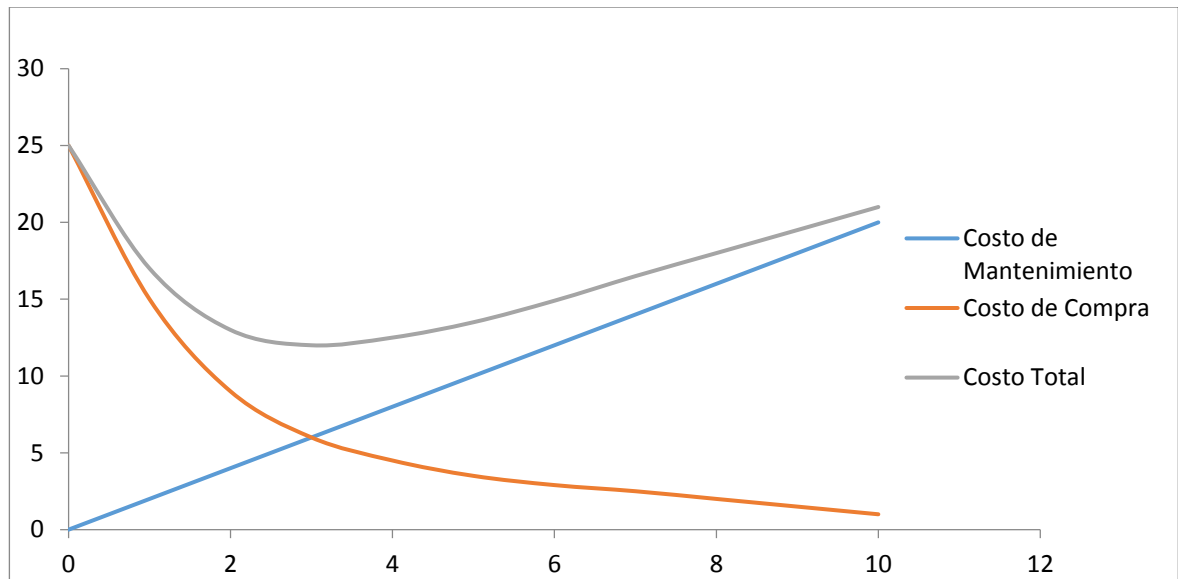
- **Costos de mantenimiento del inventario:** Son los costos variables unitarios de mantener un artículo en el inventario por un periodo determinado. Entre los más comunes se encuentran los costos de almacenamiento, los costos de seguro, los costos de deterioro y obsolescencia y el costo de oportunidad que surge al inmovilizar los recursos de la empresa. Estos son expresados en términos de costos por unidad por periodo.

- **Costos totales:** Se determina con la suma del pedido y de los costos de mantenimiento del inventario. Su objetivo es determinar la cantidad de pedido que los minimice.

La cantidad económica de pedido que minimiza el costo total es calcula por medio de la fórmula conocida como fórmula de Wilson, dado que este la popularizo hacia 1934, pero fue desarrollada por Harris 20 años antes.

La ecuación de Wilson describe una parábola ascendente la cual es el resultado de la suma del costo del lote pedido y el costo de mantener el inventario, teniendo en cuenta que al hacer pedidos más grandes se puede llegar a conseguir un precio más bajo debido a descuentos otorgados por el vendedor y se incurren en menos gastos de compras.

Figura 12. Tamaño óptimo del lote.



Fuente: Autores

De la Figura 12 se observa que:

- La función de Costo de pedido varía a la inversa con el monto del pedido, esto se explica por el hecho de que como la utilización anual es fija, si se piden cantidades mayores cantidades, hay menos pedidos y en consecuencia se incurren en menos costos.
- Los Costos de mantenimiento de inventario están directamente relacionados con las cantidades del pedido por lo cual a mayor cantidad de pedido mayores costos de almacenamiento.
- La función de Costo total tiene forma de parábola ascendente, lo cual significa que existe un valor mínimo de la función.

Como se expresó anteriormente la cantidad económica de pedido es aquella que minimiza la función de costo total, matemáticamente este costo mínimo total se presenta cuando el costo de pedido y el costo de mantenimiento son iguales. La fórmula para calcular la cantidad óptima de pedido es:

$$Q_{\text{óptimo}} = \sqrt{\frac{20 * Y * C_s}{C_a * C}} \quad (\text{Formula 5})$$

Dónde:

Q=cantidad optima de pedido.

Y= consumo anual de un artículo, considerada constante (se estima de todo el consumo del año).

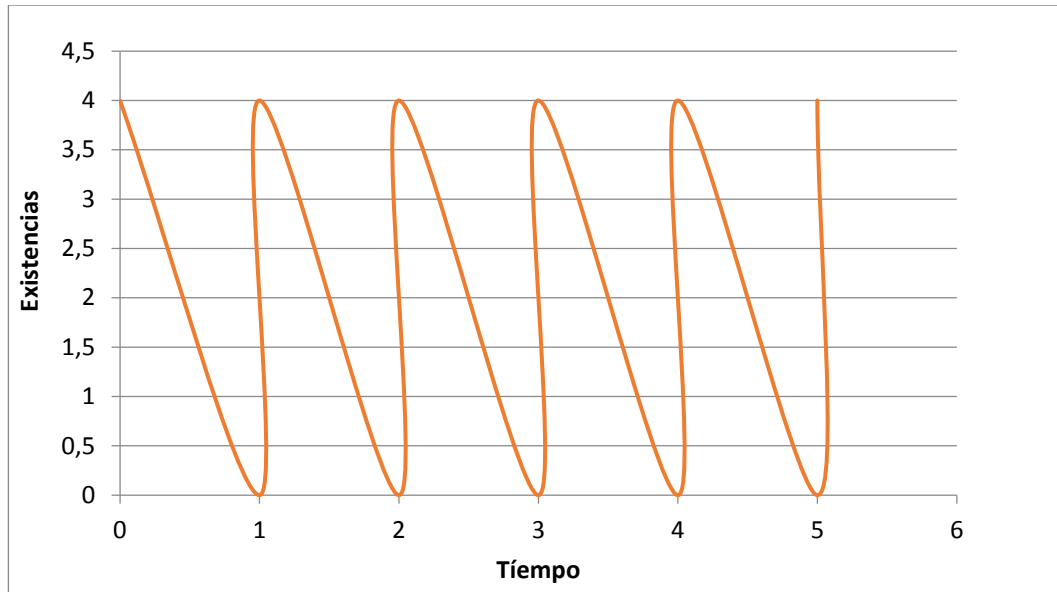
C= consumo unitario de cada artículo.

C_a= costo anual de almacenamiento de cada artículo de manera individual, expresado como un porcentaje de su costo unitario.

C_s= costo de pedido.

Dado que este modelo supone que el consumo es considerado constante y el abastecimiento de las piezas se da exactamente cuando el inventario se acaba tenemos que el comportamiento ideal del inventario seria el mostrado en la Figura 13.

Figura 13. Tamaño del lote y longitud del ciclo.



Fuente: Autores

4.2.2.1 Deficiencias del modelo CEP (EOQ): El modelo de cantidad económica de pedido tiene ciertos defectos que son directamente atribuibles a las suposiciones en las cuales se basa entre los más notables se encuentran:

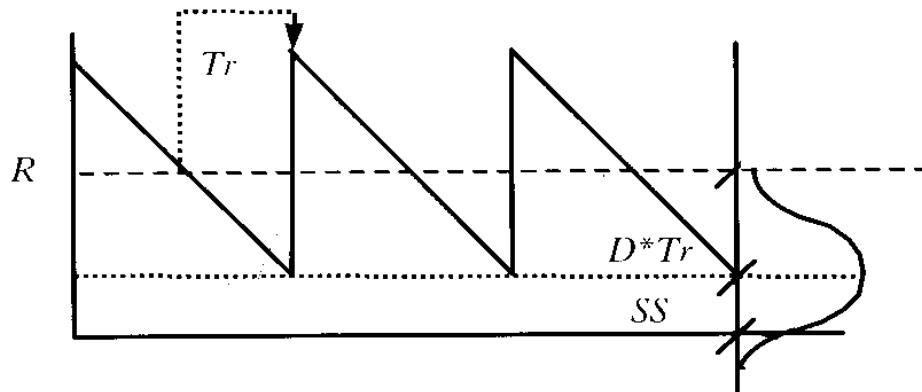
La suposición de un ritmo constante de utilización y renovación instantánea de existencias es bastante dudosa.

La mayoría de empresas mantienen existencias de protección como salvaguarda para un aumento inesperado en la demanda o entregas lentas.

Es muy complicado conocer con anterioridad la demanda anual de artículos, para evitar inconvenientes por falta de artículos se implementa un inventario de seguridad el cual se encarga de suplir la necesidad de piezas cuando el cálculo

previsto para el inventario no es suficiente ya sea por una demora en la entrega o por un aumento en la demanda de los productos.

Figura 14. Tamaño del lote y longitud del ciclo con inventario de seguridad.

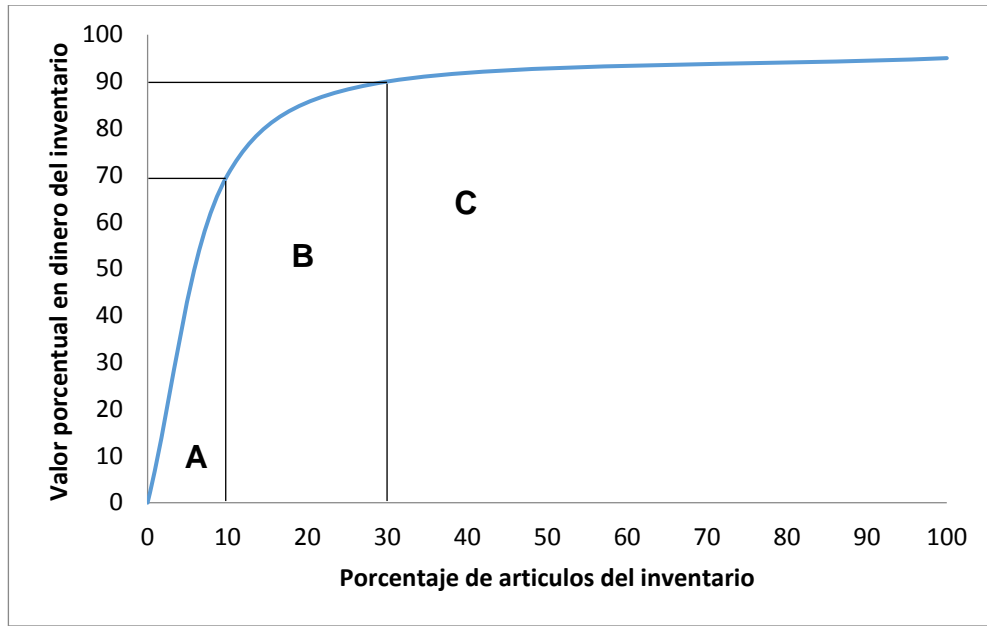


Fuente: Gerencia de Inventarios [Ángel Días Matalobos]

4.2.3 Análisis ABC (PARETO) El análisis ABC está basado en el principio de Pareto, este principio es también conocido como la regla del 80-20 la cual se enunció inicialmente basándose en un conocimiento empírico. Puesto que en la sociedad italiana en la época de Wilfredo Pareto de quien viene el nombre de este principio observo que el 80% de la riqueza la poseía el 20% de la población y comenzó a utilizar este mismo principio en otros ámbitos, actualmente se utiliza en otras aplicaciones como lo son la informática, el control de calidad, investigación, recursos humanos y otros campos, con el fin de mejorar la eficiencia, basados en el principio que el 20% de los esfuerzos generan el 80% de los resultados.

Aplicando este principio en la administración de inventarios, se podrá ver que una porción importante del valor de inventario (es decir, del 70% al 80%) normalmente comprenderá casi el 10% del número de artículos que se tienen en existencia.

Figura 15. Grafica análisis Pareto.



Fuente: Autores

Un procedimiento paso a paso para la construcción del diagrama de Pareto es el siguiente³:

1. Seleccione un periodo apropiado de tiempo, generalmente un año, para la administración de inventarios.
2. Calcule el costo de cada artículo usado en el periodo seleccionado como porcentaje del costo total de los artículos del inventario.
3. Ordene los artículos en orden descendente de porcentaje del costo de dicho artículo con relación al costo del inventario total, comenzando con los artículos que más contribuyen al costo.
4. Elabore una gráfica con el porcentaje de artículos usados en el eje X y el porcentaje de su costo en el eje Y

³ DUFFUAA Salih, RAOUF A. y Dixon Campbell John. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. México: Limusa Wiley S.A, 2000, P 238-239

5. Los artículos de la clase A son aproximadamente del 10% al 20% de los artículos totales, pero representan del 60% al 80% del costo total.
6. Los artículos de la clase B son aproximadamente del 20% al 30% de los artículos totales, y representan del 20% al 30% del costo total.
7. Los artículos de la clase C son aproximadamente del 60% al 80% de los artículos totales, pero representan el 10% al 20% del costo total.

La recomendación es que los artículos de la clase A, los cuales tienen un valor elevado en inversión de capital, sean pedidos con base en los cálculos de las cantidades más económicas de pedido o tamaños de lote económico. Los artículos de esta clase requieren un control más ajustado. Teniendo en cuenta el alto costo de estos artículos, generalmente se debería mantener una cantidad mínima de existencias de seguridad.

Los artículos que entran dentro de la clase B pueden solicitarse en mayores cantidades que los artículos de la clase A y de manera similar, podrían tenerse existencias de seguridad más grandes.

Los artículos que pertenecen a la clase C ascienden a un 10% de la inversión total del inventario. Estos requieren un mínimo control y pueden mantenerse en existencias de seguridad hasta por 6 meses.

4.2.4 Existencias de Seguridad Es la cantidad promedio de insumos actuales cuando llegan las órdenes de reabastecimiento, también se puede considerar como el inventario restante que quedo a lo largo del año. Se usa generalmente dependiendo si la demanda de artículos es aleatoria y por tanto el inventario puede llegar a un nivel de reorden antes o después de lo esperado. Quiere decir que el tiempo de reabastecimientos ya no es constante. No existe riesgo de insumos faltantes cuando el tiempo máximo de inventario se cumple antes que el tiempo en que el inventario llega a punto de reorden, caso contrario sería si las existencias se agotan después de llegado el punto de reorden. En ocasiones será necesario tener en bodega existencias de seguridad para prevenir faltantes durante el periodo de tiempo de entrega establecido por el proveedor.

Para determinar el valor de existencias de seguridad debemos utilizar el concepto de nivel de servicio, el cual representa el porcentaje del tiempo en el cual un artículo en particular se encontrara en existencia cuando se necesite. La relación entre nivel de servicio y probabilidad de faltante de existencias se expresa como:

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \text{Probabilidad de faltante de existencias}$$

Para determinar la cantidad de existencias de seguridad utilizando el concepto de nivel de servicio, es necesario conocer la distribución de probabilidad de la demanda durante el tiempo de entrega. La siguiente ecuación nos muestra cómo podemos calcular el número de existencias de seguridad.

$$Z = \frac{R - \mu}{\sigma} \text{ (Formula 6)}$$

En donde Z puede obtenerse de las tablas de distribución estándar.

$R - \mu$, son las existencias de seguridad

σ , es la desviación estándar

μ , es la demanda esperada durante el tiempo de entrega

$R = \text{Demanda media} + \text{Existencias de seguridad}$

4.2.5 Política eficaz para hacer pedidos Los jefes de mantenimiento deben tomar dos decisiones básicas para su política de inventarios: cuando reordenar y cuanto reordenar. Para reordenar existen dos políticas. La primera está basada en un nivel específico de inventario (número de artículos), si es inferior a este se reordena un artículo del inventario. La segunda es una revisión en la cual se ordena un artículo periódicamente en lugar de hacerlo según un nivel de específico de inventario. La cantidad que debe ordenarse se conoce como cantidad de pedido. El nivel de inventario que determina el momento de reordenar y la cantidad se seleccionan con base en consideraciones económicas.

4.3 Repuestos Centrados en Confiabilidad (RCS – Reliability Centered Spares)

Dentro de las responsabilidades de cualquier organización industrial está el garantizar que la producción pueda llevarse a cabo dentro de las fechas que demanda el mercado. Con los productos que estén de acuerdo a los parámetros de calidad establecidos.

Para cumplir con este reto, las empresas tienen que anticiparse a los posibles problemas que pudieran ocurrir con los equipos industriales y programar un plan de mantenimiento adecuado a la fiabilidad con la que se comportan los distintos elementos del sistema productivo.

Sin embargo, ¿Cómo es posible fiarse de un plan de mantenimiento si no se tienen los repuestos necesarios para realizar una determinada tarea, ¿De qué nos serviría saber lo que debemos hacer, si en algún momento determinado no se podría realizar dicha tarea.

Existen muchas técnicas para determinar niveles adecuados de inventarios, pero el caso que tratamos tiene una complejidad mayor que lo hace diferente y que complica seriamente la decisión: artículos de un alto valor unitario y una demanda muy baja, de menos de una unidad al año, pudiendo llegar incluso a no ser demandado en toda la vida útil del equipo. ¿Cómo saber si debemos invertir en este artículo que cuesta más de, digamos 30.000€ y que puede que no se use nunca durante la vida útil de un equipo

Primero debemos identificar cuáles son los factores que pueden afectar nuestra decisión, para luego ponerlos en la balanza y decidir. La lógica de nuestro cálculo para encontrar los grandes costes, por un lado los costes derivados de mantener una cantidad determinada del artículo en nuestro inventario (coste de compra, mantenimiento en inventario, tasa de descuento, etc.); y por otro el coste del lucro cesante producido por no contar con el repuesto en cuestión en el caso en que se hubiera producido un fallo que lo requiriese. Las combinaciones que se produzcan de estos dos grandes costes para cada nivel de inventario, mostrarán una curva de coste total para cada escenario, permitiéndonos elegir aquel coste

total. Esto nos permitirá tomar una decisión que sea a la vez eficiente y que tenga el menor coste posible.

Aplicaciones del RCS

- Cumplir con el programa de mantenimiento
- Gestión del riesgo
- Optimización de la localización del inventario
- Evaluación de Subcontratistas

4.3.1 Descripción de la Metodología RCS: Durante los años 80 y 90 el proceso de cambio en la industria se ha ido incrementando. El clima en la industria demanda mayor disponibilidad y confiabilidad, mayor seguridad e integridad del medio ambiente junto con niveles más altos de costo-efectividad.

En respuesta a esta situación, el mantenimiento se ha modificado del principio de las reparaciones o sustituciones planeadas a intervalos fijos hacia el enfoque centrado en la confiabilidad, donde el mantenimiento se confecciona en los requerimientos de cada ítem de los equipos en su propio contexto operacional. El resultado es el uso generalizado de equipo de monitoreo de condición para detectar problemas antes de que ocurra la falla, tanto como el reconocimiento de que en algunos casos, simplemente no es costo-efectivo hacer algo para prevenir la falla.

Sin embargo, si tenemos que la función principal del inventario de repuestos es apoyar al mantenimiento, debemos asegurarnos que las bodegas de repuestos respondan a los cambios en políticas de mantenimiento.

Se necesita un método de fácil identificación para asegurar que el inventario respalda totalmente a las operaciones y mantenimiento. Este nuevo método es una extensión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) para cubrir repuestos y servicios de almacenes. Es aplicable a cualquier inventario de repuestos, sean consumibles de alta rotación o repuestos de seguridad de baja rotación. En la práctica el mayor retorno se alcanza generalmente mediante el análisis detallado del stock de baja rotación y mayor costo.

El método de Repuestos Centrados en Confiabilidad (RCS – Reliability Centred Spares) consiste en hacer una serie de preguntas, comenzando con los modos en los que el equipo puede fallar (modos de falla), pasando por los efectos de la falla y los efectos de un faltante (indisponibilidad del repuesto) para establecer la política de stock adecuada para cada repuesto.

La primera pregunta es respondida como parte de un análisis de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM – Reliability Centred Maintenance). Las cuatro preguntas siguientes aseguran que los inventarios de repuestos y sistema satisfagan las necesidades de operaciones y mantenimiento.

Las cinco preguntas básicas de la metodología RCS son:

- ¿Cuáles son los requerimientos de mantenimiento del equipo?
- ¿Qué ocurre si no se dispone del repuesto?
- ¿Es posible predecir la necesidad del repuesto?
- ¿Qué inventario del repuesto es necesario?
- ¿Qué ocurre si los requerimientos de mantenimiento no pueden ser cumplidos?

4.3.2 Qué ocurre si no se dispone del repuesto: RCS basa la decisión de tener inventario no en las recomendaciones del fabricante, o en el juicio del ingeniero, sino en el resultado del análisis que ocurre si no se dispone del repuesto. Este paso en el proceso hace posible decidir si el faltante nos importa, y por lo tanto que recursos son necesarios para reducir el riesgo de que ocurra el faltante.

Como RCM, RCS reconoce las cinco categorías de consecuencias:

Ocultas (Riesgo Incrementado)

La falla (para RCM) o faltante (para RCS) por sí solo no tiene consecuencias de manera directa, pero estamos expuestos a un riesgo mayor por las consecuencias de una falla no prevista.

Seguridad

La falla o faltante, tiene como consecuencia directa que puede herir o matar a alguien.

Medio Ambiente

La falla o faltante tiene como consecuencia directa que puede llevar a transgredir una normativa o regulación del medio ambiente, en la práctica es raro que falten repuestos en las categorías de seguridad y medio ambiente.

Operacionales

La falla o faltante puede llevar a una pérdida de producción u otras pérdidas económicas en la empresa.

No Operacionales

El efecto de la falla o faltante está limitado al costo de la reparación y obtención del repuesto.

El diagrama de decisión RCS nos lleva a partir del análisis de las consecuencias del faltante a una política adecuada de stock para ese repuesto.

4.3.3 Es posible predecir la necesidad del repuesto. Algunos requerimientos de repuestos, como aquellos que surgen del mantenimiento correctivo, son no planificables: los componentes fallan al azar, sin ningún signo evidente de que la falla esta por ocurrir. En cambio, algunos requerimientos pueden ser anticipados:

- Repuestos necesarios para rutinas de reacondicionamiento o sustitución planeada que ocurre a intervalos regulares sin tomar en cuenta la condición de equipo (preventivo).
- Repuestos sujetos a monitoreo de condición, donde los componentes o equipos son revisados y cambiados si la falla esta por ocurrir (predictivo).

El uso de los repuestos que pueden predecirse se conoce generalmente como demanda pendiente.

Los componentes son reparados o sustituidos a intervalos fijos si hay alguna vida característica luego de la cual su confiabilidad se deteriora rápidamente. El mantenimiento preventivo planificado se programa para reemplazar o reparar el

componente independientemente del estado a intervalos regulares que son determinados por la vida. Si los inventarios se basan en intervalos de calendario convenientes, los requerimientos de repuestos pueden ser planificados aun si el tiempo entre requerimientos es menor que el tiempo de entrega.

Uno de los cambios más relevantes que dio lugar RCM es el traslado de reemplazos preventivos planificados de la segunda generación de sistemas de mantenimiento hacia tareas a condición. Esto quiere decir que revisar la condición de un componente y repararlo o cambiarlo solamente si su condición es inaceptable. Esto crea problemas para el abastecimiento del almacén, dado que no sabemos si un repuesto será necesario hasta que los resultados de la revisión estén disponibles. Aun así, utilizando las reglas de RCS a menudo es posible evitar tener stocks en el lugar.

4.3.4 Qué inventario del repuesto es necesario Si no es posible anticipar un requerimiento de repuesto, RCS pregunta cuantos repuestos deben tenerse para respaldar el mantenimiento y la producción. RCS reconoce que el 100% de disponibilidad es un ideal inalcanzable por un lado e inalcanzable por el otro. Antes de calcular los requerimientos de stock, el analista RCS necesita especificar un parámetro de funcionamiento que depende de las consecuencias del faltante:

Tabla 3 Parámetros de funcionamiento del stock de repuestos según categorías.

Categoría	Parámetro de Funcionamiento
Mayor Riesgo	Mínima disponibilidad de la función oculta
Seguridad / Medio Ambiente	Máxima razón de faltante (faltantes por

	año)
Operacional	Mínimo costo a lo largo de la vida
No-operacional	Nivel de servicio

Fuente: Modelo para determinar políticas de inventario, Gomes A.

En muchos casos el faltante tiene un impacto directo sobre las operaciones (esto generalmente es cierto si la falla del equipo tiene consecuencias sobre la seguridad o medio ambiente). RCS utiliza la técnica de costo por ciclo de vida para determinar los repuestos que son necesarios.

Un beneficio inmediato y evidente de aplicar RCS a repuestos críticos es que los niveles de stock comienzan directamente de los requerimientos de mantenimiento y operaciones. Como el método está basado en el análisis de consecuencias, los requerimientos son alcanzados con la inversión óptima en repuestos, comúnmente ahorrando entre 30% y 60% del valor de inventario mientras se cumple con los requerimientos de producción, seguridad y medio ambiente.

El método tiene beneficios humanos además de las mejoras técnicas y financieras alcanzadas:

- Mejora las comunicaciones entre ingeniería, producción y personal de almacenes.
- Mejora la comprensión de los requerimientos de los sistemas de inventario y mantenimiento.
- Crea una relación clara y beneficiosa con los proveedores.

4.4 TECNICAS DE CLASIFICACION⁴

El método propuesto combina dos técnicas ampliamente conocidas para clasificar los materiales. En primer lugar se emplea la técnica XYZ (Brown, 2004) que consiste en determinar tres categorías (X, Y, Z) de materiales en función de su valor financiero. El valor total del inventario (100%) se distribuye en las tres categorías mencionadas, por ejemplo, de acuerdo a la tabla 3. El porcentaje del valor total del inventario establecido para definir cada categoría puede ser seleccionado dependiendo del perfil del inventario de la industria que se esté analizando. El factor común y de mayor relevancia para aplicar la técnica XYZ, es que en la gran mayoría de los inventarios para mantenimiento en cualquier tipo de industria, un pequeño grupo de materiales representa un elevado valor de la inversión total y estos son los materiales tipo X.

Tabla 4 Definición de las categorías de materiales según su valor.

X	ALTO	80	5 – 15
Y	MEDIO	15	25 – 35
Z	BAJO	5	50 – 60

Fuente: Priorización de Repuestos por Criticidad y Valor Economico, Contreras y Parra

En segundo lugar se procede a aplicar una técnica de análisis de criticidad para identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación sobre los cuales se dirigen prioritariamente los recursos humanos económicos y tecnológicos (Parra, 2012). En el caso de los inventarios para mantenimiento, la

⁴ CONTRERAS, Jose y PARRA, Carlos. Propuesta de un método de priorización de inventarios en el área de mantenimiento denominado: PR-C&V. 10 P

técnica de criticidad aplicada consiste en definir tres categorías de materiales (1, 2, 3) en función del costo total por indisponibilidad del material en el almacén. Este costo se calcula multiplicando la tasa diaria de pérdida de producción (\$/día) por el tiempo total de entrega del repuesto. En la tabla 4 se observa un ejemplo que sirve de referencia para determinar las tres categorías de criticidad. Igual que en la técnica XYZ, estos valores pueden ser cambiados dependiendo del tipo de empresa en la que se está haciendo el análisis, ya que el orden de magnitud de las pérdidas por indisponibilidad puede variar significativamente entre distintos sectores industriales.

Tabla 5 Definición de las categorías de materiales según su criticidad.

3	ALTO	≥ 10000
2	MEDIO	$1000 \leq LC < 10000$
1	BAJO	< 1000

Fuente: Priorización de Repuestos por Criticidad y Valor Economico, Contreras y Parra

4.5 METODO PR-C&V: PRIORIZACION DE REPUESTOS POR CRITICIDAD Y VALOR ECONOMICO⁵

⁵ CONTRERAS, Jose y PARRA, Carlos. Propuesta de un método de priorización de inventarios en el área de mantenimiento denominado: PR-C&V. 10 P

El método PR-C&V, propone un proceso mediante el cual se debe asignar a cada ítem del inventario uno de los 9 códigos posibles (tabla 5) dependiendo de las categorías a las que corresponda según su valor y su criticidad.

Tabla 6. Códigos posibles para ítem en inventario.

CRITICIDAD	3	3Z	3Y	3X
	2	2Z	2Y	2X
	1	1Z	1Y	1X
		Z	Y	X
		VALOR		

Fuente: Priorización de Repuestos por Criticidad y Valor Económico, Contreras y Parra

Independientemente del número de ítems que se tengan en inventario, cada uno de ellos podrá ser codificado de tal manera que pertenezca a una de las 9 categorías que se observan en la tabla 5.

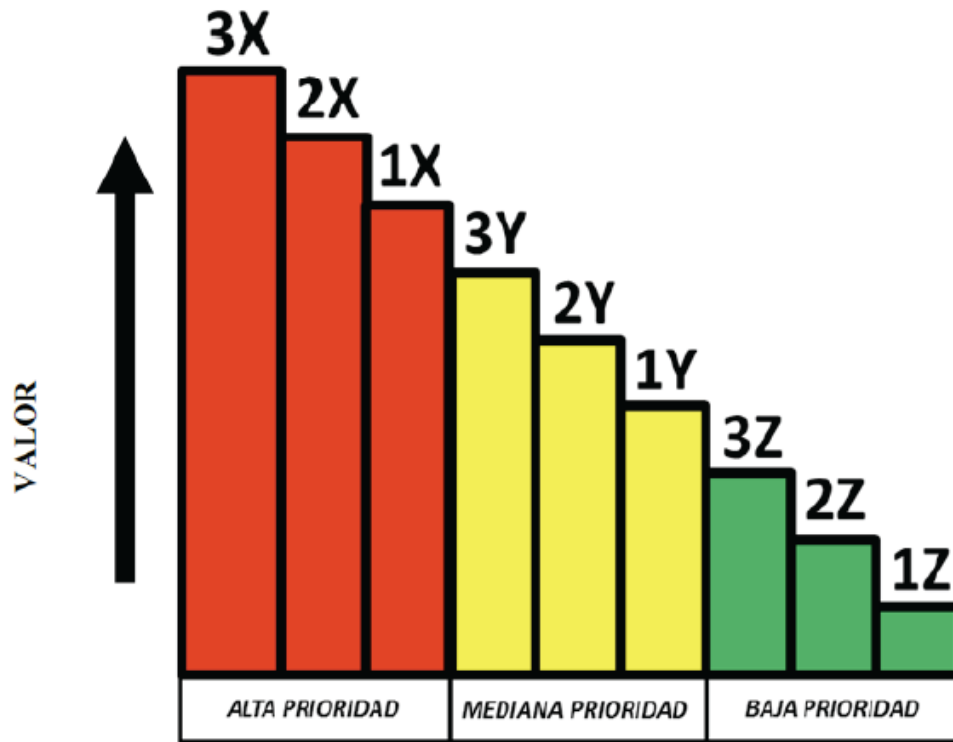
Ahora se define un orden de jerarquía que permitirá asignar la importancia en cuanto a la orientación de los esfuerzos necesarios para la optimización de los inventarios. Esta jerarquía depende del criterio de prioridad asignado. Esto es, si se da prioridad al valor del inventario, entonces la jerarquía quedara establecida de acuerdo a la figura 15, se puede observar que existen tres prioridades:

Figura 16. Jerarquía definida por el valor de los materiales.

Alta prioridad (ROJO): Materiales con valor X, criticidad decreciente.

Mediana prioridad (AMARILLO): Materiales con valor Y, criticidad decreciente.

Baja prioridad (VERDE): Materiales con valor Z, criticidad decreciente.



Fuente: Priorización de Repuestos por Criticidad y Valor Economico, Contreras y Parra

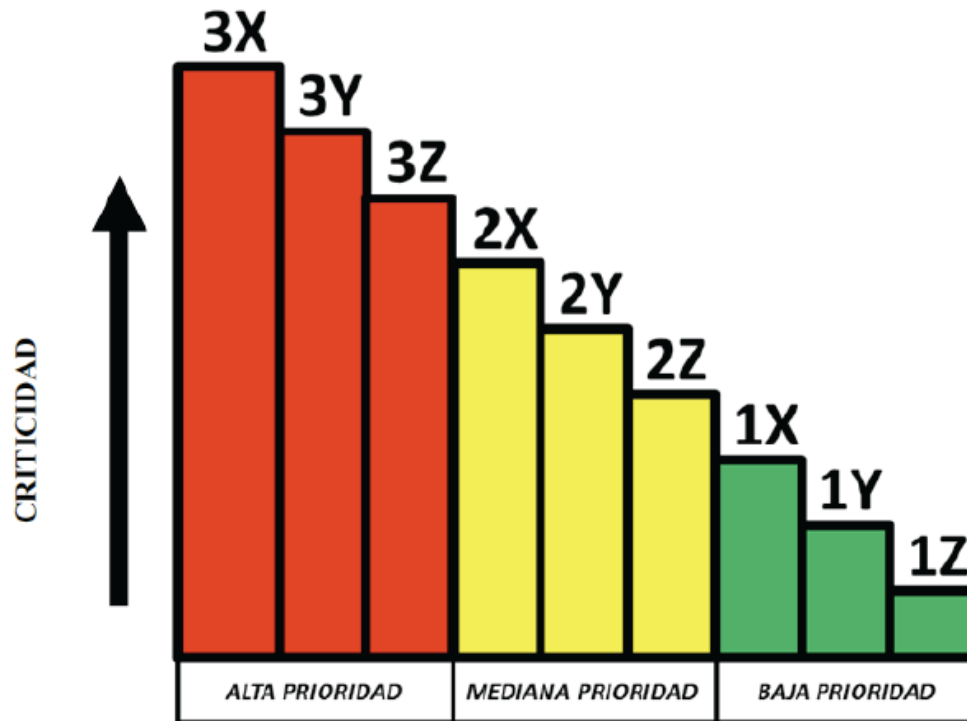
Otra forma de determinar la jerarquía es dando prioridad a la criticidad de los materiales, entonces la jerarquía quedara establecida de acuerdo a la Figura 16. Igualmente, se puede observar que existen tres prioridades:

Figura 17. Jerarquía definida por la criticidad de los materiales.

Alta prioridad (ROJO): Materiales con criticidad 3, valor decreciente.

Mediana prioridad (AMARILLO): Materiales con criticidad 2, valor decreciente.

Baja prioridad (VERDE): Materiales con criticidad 1, valor decreciente.



Fuente: Priorización de Repuestos por Criticidad y Valor Económico, Contreras y Parra

4.5.1 CUAL ORDEN DE JERARQUÍA ADOPTAR

Como se ha explicado, todos los ítems en inventario quedarán codificados (criticidad y valor) con alguno de los 9 códigos posibles. Ahora se debe seleccionar que orden de jerarquía adoptar, el cual será de acuerdo a uno de los dos criterios que se han explicado en las Figura 16 y Figura 17.

Si se adopta el criterio de dar prioridad al valor (Figura 16) estaríamos arriesgando la posibilidad de desatender oportuna y correctamente a materiales cuya indisponibilidad podría afectar significativamente la rentabilidad de la empresa.

Nosotros recomendamos que se adopte el criterio donde la prioridad es la criticidad del material (Figura 17) y la razón principal es que en mantenimiento generalmente prevalece el costo por indisponibilidad sobre el costo de almacenamiento.

4.5.2 METODO DE APLICACIÓN Se aplica el análisis de Pareto en los insumos y repuestos para mantenimiento, dentro del sistema de información actualizando de manera inmediata los valores del inventario asignándole a cada elemento su respectiva categoría y prioridad. Así mismo para llevar a cabo estas acciones es necesario tener los costos unitarios de cada elemento que vaya a ser agregado dentro del sistema de información.

4.6 FUNDAMENTOS DE LA CODIFICACION.

Para una fácil ubicación de los materiales y repuestos almacenados en la bodega, algunas empresas utilizan sistemas de codificación. Cuando la cantidad de elementos es muy grande, se hace casi imposible identificar estos por su respectivo nombre, marca, tamaño, etc.

Así mismo en la administración de los materiales se deben clasificar con base en un sistema racional, que permita un adecuado procedimiento de almacenaje, procedimientos operativos de la bodega y un control eficiente de existencias

Que se puede controlar gracias a un sistema de codificación:

Documentación: Identificar el tipo de documentación (ficha técnica, plano, despiece, esquema eléctrico, manual, etc.), su ubicación y la asignación al equipo correspondiente

Repuestos: Tipo de repuesto (mecánico, eléctrico, instrumentación), si es reparable o es un consumible, la asignación a un equipo o equipos adecuados, trazabilidad, desde el momento en que se hace la compra, pasando por el almacenamiento, a la utilización en el consumo o en la reparación del equipo

Equipos: Ubicación, definición de operación (a que zona y sección pertenece), tipo de equipo. Histórico de reparaciones, tareas de mantenimiento programadas, características técnicas, documentación y repuestos

Con el objetivo de hacer un control sobre el inventario de las piezas y equipos existentes además de los utilizados para el mantenimiento que realiza la DMT, también se hace necesario la realización y asignación de un código a cada uno de estos elementos, de esta manera se revisaron los tipos de codificación existentes con lo cual se llegó a elegir el más adecuado a las necesidades presentadas en la DMT.

4.6.1 NORMAS DE CODIFICACION.

Para la realización de códigos de piezas existen diferentes normativas, las cuales presentan una serie de reglas específicas para cada situación las cuales explicaremos a continuación:

- Normas ANFOR. Define diseños, especificaciones funcionales y dimensiones. Pero no es muy utilizado como código de identificación debido a la gran variación en la cantidad de dígitos del código por lo cual no genera un estándar de fácil aplicación lo que genera confusión al momento de leer los códigos.

- Normas MABEC. Estas normas son muy comunes en la industria automovilística francesa, gracias a que permite la identificación de diferentes piezas gracias por medio de índice distintivo.
- Normas de codificación TNS. Desarrollada por la Stanley-Widmay y distribuida por la Cincinatti Milacrom, mayormente utilizada para la identificación de procesos de manufactura en la cual se muestran los parámetros de las diferentes operaciones de maquinado al llevar a cabo esta norma está compuesta por 19 caracteres alfanuméricos.
- Código CETIM. Al elaborar un sistema de codificación nuevo se debe apoyar más en lo concreto de su funcionalidad que en la descripción morfo dimensional de las piezas, debe ser un código corto para una fácil identificación. El código CETIM integra herramientas, fijaciones y montajes en 7 caracteres alfanuméricos.

Los sistemas de codificación anteriormente mencionados, presenta ventajas en las utilidades para las cuales fueron creados pero algunos de estos no permiten identificación completa de los elementos y otros son poco significativos o difíciles de usar.

Además debemos tener en cuenta que al elaborar un sistema de codificación nuevo se debe sustentar en lo concreto de su funcionalidad. Por lo tanto el sistema que elegiremos para codificar los insumos para mantenimiento utilizados por la DMT será un método propio por la facilidad en el uso que se le va a dar, puesto que el inventario de los insumos y repuestos utilizados para el mantenimiento es relativamente sencillo de manejar, teniendo en cuenta que los equipos disponibles en la DMT ya cuentan con una codificación de inventario proporcionada por la División de Planta Física de la Universidad Industrial de

Santander que es la encargada de controlar todos de los equipos que dispone la Universidad.

Para el caso expuesto anteriormente se implementara un método útil y practico el cual consiste en un sistema de 6 dígitos, compuesto de caracteres alfanuméricos, en el cual se diferencia la categoría y el numero asignado al insumo, estaríamos hablando de un repuesto o consumible que quedaría codificado de la siguiente manera **ELE001**, **MEC001** o **CON001**.

El repuesto o consumible para mantenimiento estaría definido por dos grupos de tres dígitos, disponiendo de 1000 combinaciones para el grupo de números, más que suficiente para englobar todos los elementos destinados para el mantenimiento en la DMT. El significado del código seria el siguiente:

- Con los tres primeros dígitos (ELE), (MEC) o (CON) determina el tipo de repuesto o consumible a utilizar según la categoría en la que se encuentre, quiere decir esto que puede ser eléctrico-electrónico, mecánico o consumible.
- Con los tres últimos dígitos tenemos un consecutivo con el que se determina el número de elemento inventariado para el mantenimiento.

5. SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS.

Los sistemas de gestión de inventario están tomando un gran impulso en la industria debido a la capacidad que tienen en disminuir el número de piezas que hay en el inventario, ayudando con esto a la disminución del costo de mantenimiento con lo cual hace que el capital que antes era invertido en piezas sobrantes en el inventario pueda ser invertido en mejorar los procesos.

Un programa de gestión de inventario es un programa informático que contiene toda la información referente a proveedores, a los insumos y a la ubicación de las mismas, en estos sistemas de información contienen todos estos datos almacenados en bases de datos las cuales deben ser de fácil acceso y con entrega clara de información para disminuir los tiempos de pedido de insumos y así garantizar los la existencia de estos insumos.

5.1 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE INVENTARIOS.

- Ayuda a la disminución de los costos de mantenimiento reduciendo el stock de insumos.
- Presentan información actualizada sobre la condición del inventario así como de los pedidos realizados y los equipos utilizados para el mantenimiento.
- Nos permiten el ingreso a gran cantidad de información correspondiente a los insumos necesarios en la operación así como los proveedores y los encargados de cada operación.
- Ayuda a la organización y programación de los pedidos de insumos suministrando los valores a óptimos para cada insumo con los cuales se garantiza el correcto funcionamiento.

Debido a la diversidad que se presenta hoy en día en lo referente a los sistemas de gestión de inventarios toca analizar las diferentes opciones que hay y comprobar cuál es el que más se ajusta a nuestras necesidades para así poder hacer la selección del mismo, o la adaptación del que así lo permita.

5.2 COMPONENTES PRESENTES EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN⁶.

Las actividades que se realizan en los sistemas de información corresponden al ingreso, procesamiento, almacenamiento y salida de la información, de las cuales se definirán las características de cada una de estas etapas.

5.2.1 Sistema de ingreso de información: Se considera ingreso de información a todo proceso mediante el cual se suministran los datos que van a ser procesados o almacenados por el sistema, estos ingresos de información pueden ser llevados a cabo por manera manual o automática, se considera una entrada manual cuando la información es suministrada al sistema por un operario el cual se hace por medio de un formulario que es el que luego será procesado y se dice que es una alimentación automática cuando las variables a procesar provienen de un proceso previo y son tomadas automáticamente por el sistema.

⁶ DUARTE P, David y GONZALEZ G, Rafael. Diseño e implementación de un sistema de información para la administración de mantenimiento de la empresa INYESA Ltda. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2012. 205p.

5.2.2 Sistema de procesamiento de información: Es el encargado de realizar la secuencia de cálculos preestablecidos con los cuales se transforma la información ya sea suministrada de forma manual o automática proveniente de un cálculo previo, esta transformación se da para que los datos ingresados sean de utilidad para el usuario debido a que en la mayoría de los casos son fundamentales en la toma de decisiones correspondientes al desarrollo de los procesos dentro de la empresa.

5.2.3 Sistema de almacenamiento de información: Es el sistema de encargado de realizar el registro de los acontecimientos y es el encargado de recordar la información almacenada de diferentes procesos y guardarla en diferentes tipos de archivos ya sea en documentos, tablas de cálculo o en bases de datos.

5.2.4 Sistema de salida de información: El sistema de salida de información es la parte más importante debido a que es la encargada de entregar la información procesada al usuario para cumplir con la función establecida, esta salida de información puede no solamente significar una salida hacia un usuario determinado sino que también puede ser empleada como una entrada automática a otro modulo que trabaje de manera secuencial en el sistema.

5.3 LENGUAJES DE PROGRAMACION UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE GESTION DE INVENTARIOS.

Un lenguaje de programación es un lenguaje diseñado para dar explicación a las reglas seguidas por un conjunto de acciones que se realizan de manera consecutiva en los equipos de cómputo. Por lo tanto, los lenguajes de programación son el modo por el cual los seres humanos otorgamos acciones a los equipos.

En la actualidad existen gran cantidad de lenguajes y plataformas sobre las cuales llevar a cabo la programación de un sistema de gestión de inventarios entre las cuales encontramos:

- Java
- C++
- PHP
- Transact- SQL
- JavaScript

Siendo estos los más usados hoy en día debido a la gran facilidad de programación que presentan, teniendo en cuenta que la mayoría de estos son lenguajes interpretados por lo cual requieren la existencia de un programa auxiliar que cumpla la función de interpretar los comandos generados en el programa para que puedan ser procesados por el equipo de cómputo.

Para el desarrollo del sistema de gestión de inventarios para la DMT se utilizó el lenguaje de programación PHP (Hypertext Preprocessor), debido a las grandes facilidades que tiene para la programación de páginas WEB dinámicas las cuales pueden brindar acceso a las bases de datos de información desde diferentes puntos sin necesidad de que exista una conexión directa entre los usuarios.

5.4 SISTEMA INFORMACION PARA LA ADMINISTRACION DE INVENTARIOS IMPLEMENTADO EN LA DIVISION DE MANTENIMIENTO TECNOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

El sistema de información para la administración de inventario que se implementó en la división de mantenimiento tecnológico de la universidad industrial de Santander se desarrolló en un entorno web de fácil acceso para los ingenieros y técnicos y directivos, con el fin de facilitarles el acceso a la información correspondiente al estado actual del inventario de insumos así como de equipos y del personal que integran la DMT.

Para la presentación ordenada de la información y la facilidad de la navegación, el sistema de información se desarrolló en forma modular permitiendo de esta manera establecer la información correspondiente de una forma sencilla.

Los módulos presentes en el sistema de información son los que se explican a continuación:

5.4.1 Ingreso al sistema: Para llevar a cabo el ingreso al sistema se debe estar registrado en el mismo, debido a la necesidad de una identificación por medio de un usuario y contraseña única para cada persona, esta identificación nos servirá para llevar a cabo el control de ingresos y la realización de cambios que se realicen en las cantidades de piezas en el inventario y en la salida de los equipos.

5.4.2 Módulo Inventario: En este modulo se visualiza el listado de las piezas existentes en la division de mantenimiento tecnologico de la universidad industrial de santander,asi mismo se muestra un listado donde se encuentra la cantidad de unidades disponibles, la categoria y la clase determinada por el analisis de pareto el cual se calcula de la siguiente manera:

- Ingresan los valores de cantidades y de costos unitarios de cada una de las piezas.
- Luego se suman todos los costos totales para saber el costo total del inventario.
- Después de esto se organizan los insumos por orden de costo total de manera descendente (de mayor a menor).
- Luego se calcula el porcentaje individual de cada insumo con respecto al costo total acumulado.
- En el mismo orden se van sumando los porcentajes y se comparan con los límites del Pareto para asignar la clase en la que quedan estos límites son el 80% para la categoría A la cual es considerada la categoría más crítica y a la cual se le prestara más atención debido que para los insumos de esta categoría se aplicara RCS teniendo en cuenta como valor critico el costo que representa este insumo en el inventario mostrando su historial de consumo lo cual permite al administrador tomar una decisión más acertada al respecto, y 95% para la categoría B quedando todo aquel que tenga un porcentaje mayor al 95% en la categoría C

Asi mismo podemos agregar nuevas piezas al inventario, ademas de eliminar aquellos respuestos que no van a ser requeridos en ningun otro momento.

5.4.3 Módulo reporte mensual: Se lleva un registro de la cantidad de piezas que son utilizadas durante cada uno de los meses, con este registro se realizara la clasificación en cada uno de los elementos del inventario priorizando los de mayor demanda para asegurar la existencia de piezas al momento de ser solicitadas, por desabastecimiento de las mismas.

5.4.4 Módulo alarmas: En este se modulo se presenta un historial en el cual podemos ver que piezas han logrado tener in numero critico de piezas en el inventario mostrando la fecha y el número de piezas existentes en ese momento, como también generar una recomendación de que cantidad tiene que ser pedida para mantener un inventario estable, se busca también que estas alertes indiquen cuanto tiempo se demoraron en ser superadas lo cual genera un control sobre los proveedores.

5.4.5 Módulo equipos: En este módulo se presenta un listado en el cual se aprecian los equipos utilizados por la división para llevar a cabo las tareas de mantenimiento que requeridas en la Universidad.

5.4.6 Módulo Indicadores: En este módulo podemos apreciar una comparación de porcentajes entre los costos individuales con relación al costo total del inventario, así mismo se muestra el registro individual en el comportamiento de los equipos correspondientes a las diferentes clases del análisis ABC.

5.5 Seguridad del sistema de información

Una parte importante dentro del sistema de información está la de su seguridad puesto que un uso indebido de este puede llegar a generar inconsistencias o errores los cuales mostraran datos que no se ajustan a la realidad y estos deben

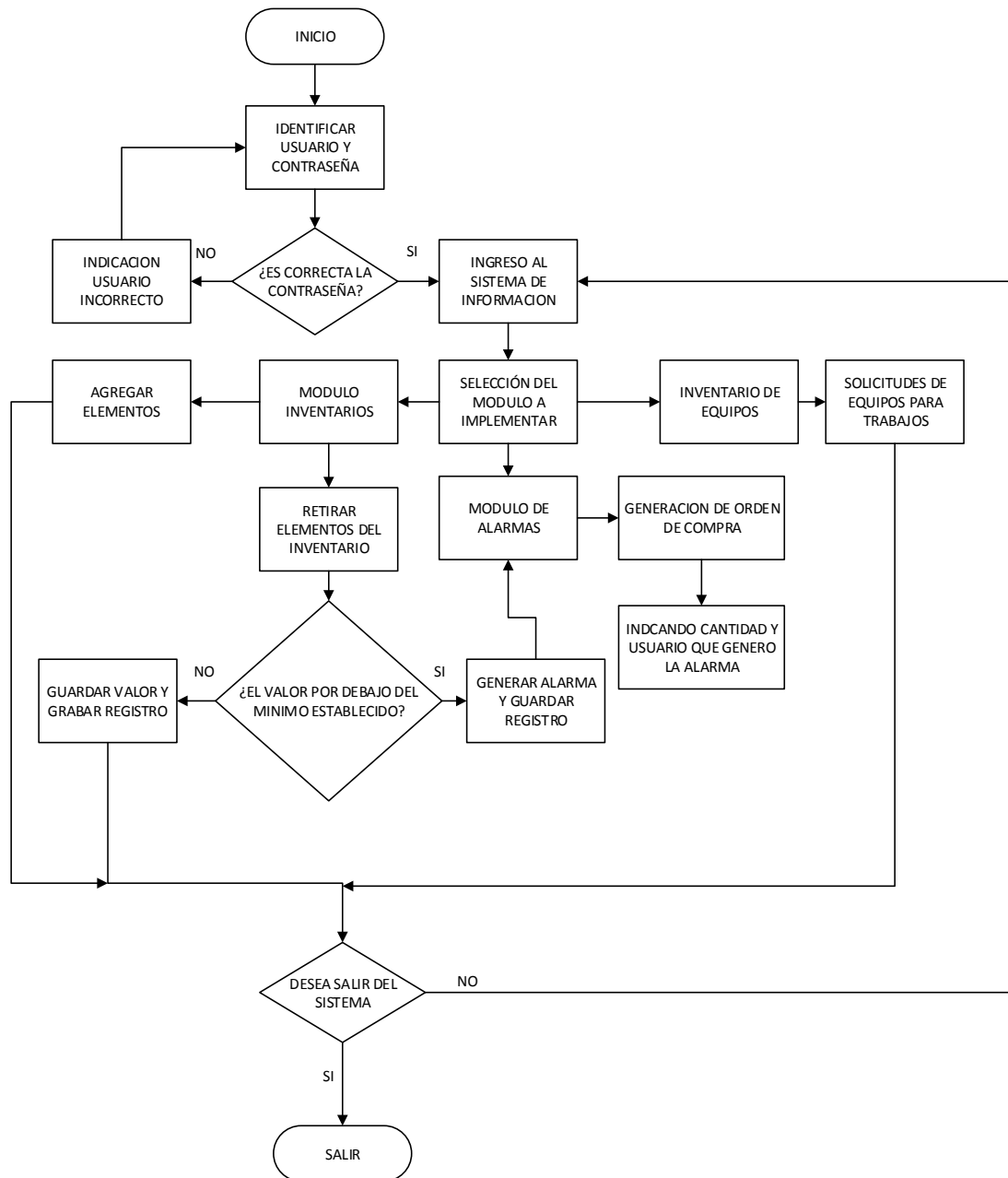
manejarse de manera responsable para que el sistema de información cumpla con el objetivo por el cual fue realizado.

Dentro de esta parte se maneja una lista de jerarquías que se nombran a continuación ordenadas por rango, comenzando por el nivel superior hasta llegar al nivel inferior:

Administrador: Es el rango más alto en el sistema de información, dentro de sus funciones está la de agregar y eliminar elementos, así mismo puede agregar y eliminar usuarios para tener un control de quienes pueden tener acceso a la información.

Ingenieros y Técnicos: Al igual que el administrador pueden agregar elementos dentro del sistema de información con la diferencia que no pueden eliminar ningún dato dentro de este, ni tampoco agregar o eliminar usuarios.

Figura 18. Diagrama de flujo de los datos



Fuente: Autores.

6. MANUAL DE USUARIO

A continuación se explicará el funcionamiento del sistema de información implementado en la División de Mantenimiento Tecnológico de la Universidad Industrial de Santander teniendo en cuenta las funciones que este presenta y como debe ser realizado el ingreso a cada una de los módulos.

INGRESO AL SISTEMA

El ingreso al sistema de información se hace por medio de un navegador Web. En este se presentara una ventana correspondiente al formulario de ingreso al sistema el cual pide como requisito para acceso ingresar el nombre del usuario y la contraseña (Figura 19), en esta ventana se tiene la opción de realizar un registro de nuevos usuarios el cual será aprobado por el administrador del portal para activar la cuenta, también brinda la posibilidad de recuperar la contraseña en caso de ser olvidad por el usuario.

Figura 19. Ingreso al Sistema de Información.

The image shows a login interface for the 'Division de Mantenimiento Tecnológico' at the 'Universidad Industrial de Santander'. On the left, there is a green logo consisting of a stylized 'U' and 'S' inside a square, with the text 'Universidad Industrial de Santander' below it. The main title 'Division de Mantenimiento Tecnológico' is displayed in green at the top right. The login form is a white box containing two input fields: 'Usuario' and 'Contraseña'. The 'Usuario' field has a blue link 'Olvido su contraseña' to its right. Below the 'Contraseña' field is a green 'Ingresar' button and a blue link 'Deseo registrarme'.

Fuente: Autores.

Para llevar a cabo el registro el usuario deberá completar un formulario (Figura 20) que será comprobado por el administrador del sistema el cual es el encargado de dar el acceso al sistema y llevar el control de quienes pueden o no realizar modificaciones en el mismo.

Figura 20. Ingreso de nuevos usuarios.

Division de Mantenimiento Tecnológico Registro

Gracias por registrarte, solo debes llenar los siguientes campos, tu cuenta se activa inmediatamente.

Nombre(s)

Apellido paterno

Apellido materno

Correo electronico

Nombre de usuario

Contraseña

Confirme la contraseña

Ingeniero Tecnico

Fuente: Autores.

MANEJO DEL INVENTARIOS.

El módulo de inventarios presenta el listado de los insumos (Figura 21) que maneja la DMT este listado puede ser ordenado de diferentes maneras, así como realizar la búsqueda de un insumo determinado por las casillas de parámetros de

búsqueda (Figura 22) en el cual en el cual se el orden en el cual serán mostrados los resultados así como la cantidad de los mismos.

Figura 21. Listado de insumos.

Hola, Administrador, Jefe DMT [Salir](#) CONSTRUIAMOS FUTURO

Inventario | Alarmas | Reporte de Inventario | Equipos | Listado de proveedores | Usuarios | Indicadores

Inventario Ordenar por: Ordenar por: Registros:

Ordenar por:

Listado de Productos en Inventario [Ver Listado de Proveedores](#)

Codigo	Pieza	Categoria	Cantidad en stock	Cantidad minima	Clasificacion	Editar	Eliminar
mec008	Tuercas M6	Mecanico	26	20	C		
mec007	Tornillos hexagonales M6	Mecanico	26	20	C		
mec006	Tornillos golosos 1/2"	Mecanico	184	20	B		
mec005	Tornillos golosos 1"	Mecanico	220	20	B		
mec004	Tornillos golosos 1 1/2"	Mecanico	220	20	B		
mec003	Terminal de manguera hembra	Mecanico	4	2	C		
mec002	Terminal de manguera macho	Mecanico	4	2	C		

Fuente: Autores.

Figura 22. Menú de orden para el listado de insumos

os en Inventario [Ver Listado de Proveedores](#)

Ordenar por: Ordenar por: Registros:

Ordenar por:

Fuente: Autores.

Para el ingreso de nuevas piezas se selecciona la opción agregar producto la cual generara una nueva ventana en la cual se presentara un formulario que deberá

ser llenado con la información correspondiente a la identificación del insumo como lo es el código y la descripción del mismo, al igual que los valores iniciales de inventario, cantidad de pedido, costos, tiempos de entregas y realizar la selección de mínimo un proveedor.

Figura 23. Ingreso de nuevos insumos.

The image shows a web form for adding new items. On the left, there is a green vertical bar with the text 'dad de der'. The form contains the following fields and controls:

- Codigo**: A text input field.
- Nombre del Producto**: A text input field.
- Piezas en inventario**: A numeric input field with up and down arrow buttons.
- Piezas en inventario minimo**: A numeric input field with up and down arrow buttons.
- Cantidad de pedido**: A numeric input field with up and down arrow buttons.
- Valor unitario**: A numeric input field with up and down arrow buttons.
- Tiempo de entrega**: A numeric input field with up and down arrow buttons.
- Proveedor**: Three dropdown menus. The first is set to 'AFILASOL', the second to 'Proveedor 2', and the third to 'Mecanico'.
- At the bottom, there are two green buttons: 'Agregar Pieza' and 'Cancelar'.

Fuente: Autores.

Cuando se desea registrar el cambio en la cantidad de inventario existente en un insumo ya sea ingreso de material o salida del mismo, se debe realizar una

búsqueda en el módulo de inventarios para luego seleccionar la opción de editar, la cual desplegara una nueva ventana que nos permitirá realizar dichas acciones por medio del formulario mostrado en la Figura 24.

Figura 24. Formulario para la edición de insumos.

Codigo:

Nombre del Producto:

Cantidad de piezas existente:

Que accion quiere hacer

Ingresar Piezas

0

Piezas en inventario minimo

Cantidad de pedido

Valor unitario

Tiempo de entrega

Proveedor

CASA HERMES

Proveedor 2

AFILASOL

Modificar Pieza Cancelar

Fuente: Autores.

NAVEGACION

La navegación entre los diferentes módulos se da por medio de un menú de navegación el cual redirige directamente lo cual facilita la navegación y agiliza los procesos de búsqueda de información.

Figura 25. Menú de navegación.



Fuente: Autores.

MODULO DE EQUIPOS

En el módulo de los equipos (Figura 26) se observa el listado de todos los equipos que posee la DMT, también se puede encontrar la posibilidad de realizar cambios en las condiciones de los equipos así como la persona responsable del mismo, en este punto es importante resaltar que estos cambios solo los podrá llevar a cabo el administrador del portal debido a la importancia que estos equipos representan.

Figura 26. Módulo de equipos.

Equipos

Ordenar por: Ordenar por: Registros:

Nombre | Ascendente | 20

Buscar

Listado de Equipos [Ver Listado de Piezas](#) [Agregar Equipo](#)

codigo	Nombre	Categoria	Responsable	Estado	Editar	Eliminar
88769	Aire acondiciona de 18.000 BTU mini split marca temstar carr	Mecanica	Fenger Vargas	Optimo		
41893	Aire acondiciona DWA 12	Mecanica	Ing. Jabid E. quiroga	Optimo		
94731	Aire acondicionado tipo mini split de 24,000(planta de telef	Mecanica	Conmutador	Optimo		
94732	Aire acondicionado tipo mini split de 24,000(planta de telef	Mecanica	Conmutador	Optimo		
108712	Alineador laser de eje tksa 20	Mecanica	Ing. Jabid E. quiroga	Optimo		
103281	Analizado de calidad de potencia portatil modelo powervisa R	Electrica - Electronica	Ing. Jabid E. quiroga	Optimo		
87539	archivador metalico loker de 2 puestos 1.80x0.30, en lamina	Oficina	Baño caballeros	Optimo		
87536	Archivo metalico loker de 2 puestos 1.80x0.30, en lamina cal	Oficina	Baño caballeros	Optimo		
106397	aspiradora craftsman 12 galones 5hp	Mecanica	Fenger Vargas	Optimo		
62222	Biblioteca en madecor	Oficina	Ing. Jabid E. quiroga	Optimo		

Fuente: Autores.

Para el ingreso de nuevos equipos se dispone de un formulario (Figura 27) que se despliega a dar clic en el botón Agregar equipo, en este formulario se agrega la información correspondiente al código del inventario, el responsable del equipo, la descripción del equipo, categoría y estado en el que se encuentra.

Figura 27. Ingreso de nuevos equipos.

The image shows a web interface for equipment registration. On the left, there is a logo for Universidad Industrial de Santander. The main area is titled 'Division de Mantenimiento Tecnológico Registro' and contains a form with the following fields:

- Codigo:** A text input field.
- Nombre del Equipo:** A text input field.
- Responsable:** A text input field.
- Categoría del Equipo:** A dropdown menu with 'Mecanico' selected.
- Estado del Equipo:** A dropdown menu with 'Optimo' selected.

At the bottom of the form are two buttons: 'Agregar Pieza' and 'Cancelar'.

Fuente: Autores.

En el listado de proveedores (Figura 28) encontramos todos los datos de contactos de cada proveedor así como la opción de agregar nuevos proveedores (Figura 29), y de editar los datos de los mismos.

Figura 28. Módulo de proveedores.

Proveedores

Ordenar por: Ordenar por: Registros:

Nombre Ascendente 5

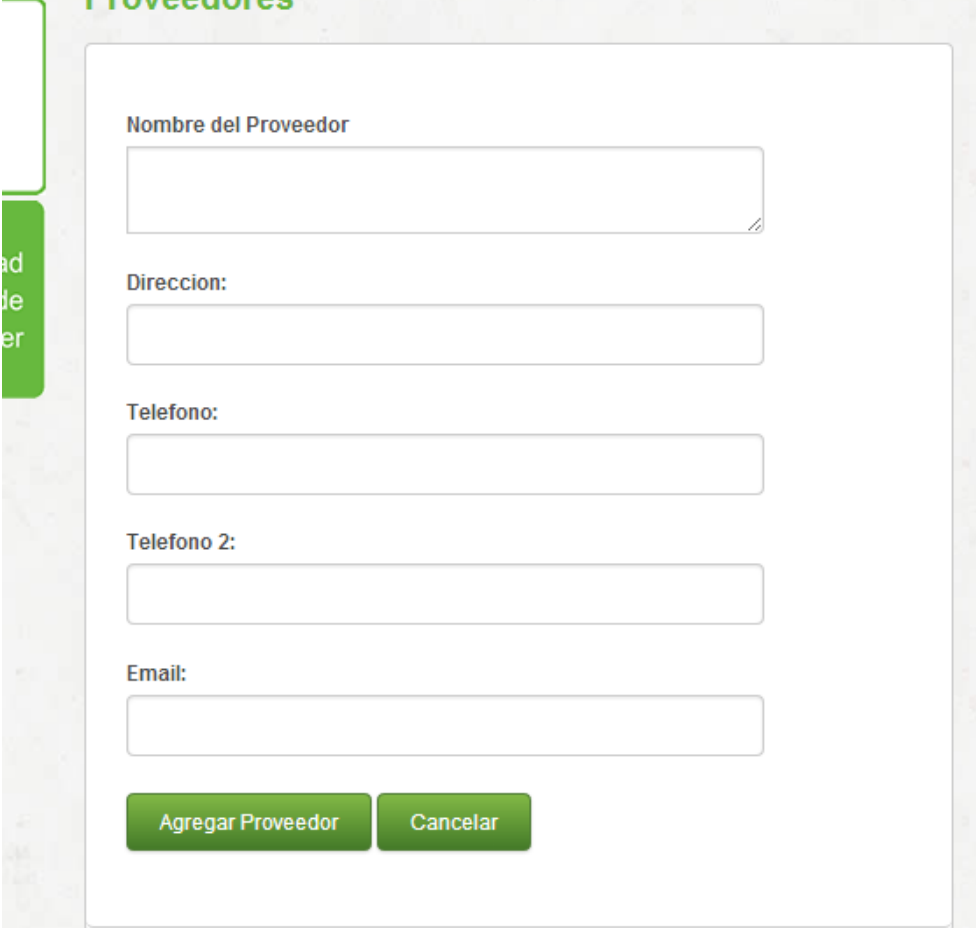
Listado de Proveedores [Ver Listado de Piezas](#)

Proveedor	Direccion proveedor	Email	Editar	Eliminar
AFILASOL				
AGRO RODAMIENTOS				
AGRORESISTENCIAS				
ALFONSO HERNANDES				
ALMACEN CIRCUITO ELECTRICO				
ALMACEN ELECTRONICA Y REPUESTOS				
ANDINARE S.A.S.				
BHOLER				
BOBINADOS GARCIA				

Fuente: Autores.

En el formulario de edición de proveedores además se encuentra en la parte de abajo un listado de los productos que ese proveedor suministra a la DMT para así facilitar la realización de nuevos pedidos.

Figura 29. Ingreso de nuevos proveedores.



El formulario, titulado "PROVEEDORES", contiene los siguientes campos de entrada:

- Nombre del Proveedor:** Campo de texto con un ícono de borrar en la esquina inferior derecha.
- Dirección:** Campo de texto.
- Telefono:** Campo de texto.
- Telefono 2:** Campo de texto.
- Email:** Campo de texto.

En la parte inferior del formulario se encuentran dos botones de acción:

- Agregar Proveedor:** Botón de color verde.
- Cancelar:** Botón de color verde.

Fuente: Autores.

Figura 30. Formulario edición de proveedores.

Nombre del Proveedor: AFILASOL

Direccion:

Telefono:

Telefono 2:

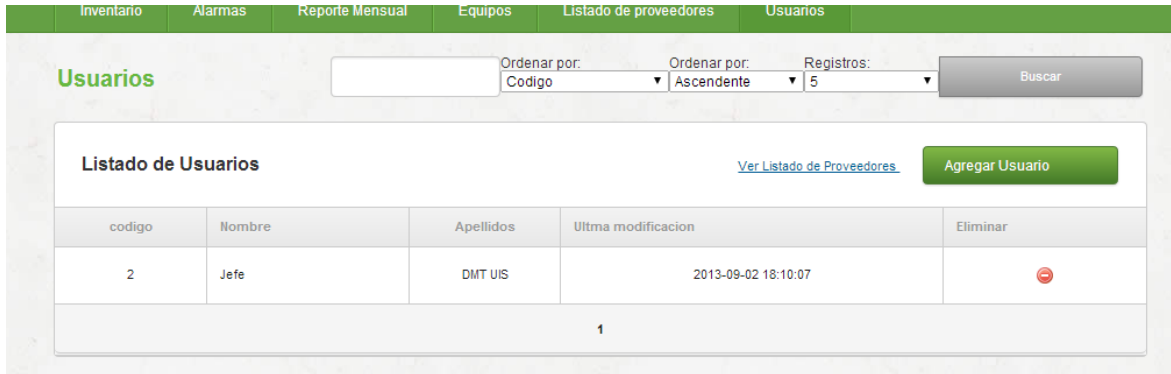
Email:

Codigo	Pieza	Editar

Fuente: Autores.

En el listado de usuario se encuentran los datos de contacto de todos aquellos que tienen acceso al sistema, desde este punto se pueden agregar nuevos usuarios o eliminarlos siempre y cuando sea el administrador del portal en este caso el jefe de la DMT.

Figura 31. Módulo de usuarios.

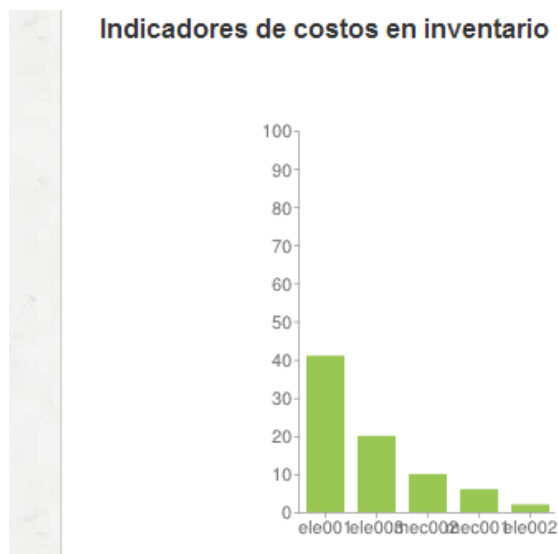


Fuente: Autores.

MODULO DE INDICADORES

En el módulo de Indicadores (Figura 32) se observa la gráfica que muestra el porcentaje que representa el costo de cada insumo en el costo total del inventario, cabe tener en cuenta que esta grafica solo se muestra para los insumos de la clase “A” que son los insumos de mayor costo cuya suma da como resultado el 80% del costo del inventario teniendo en cuenta que estos son el 20 % de los insumos totales.

Figura 32. Grafica modulo indicadores.



Fuente: Autores

En esta ventana también se observa la lista correspondiente a estos equipos desde la cual dando clic en el nombre del equipo podemos acceder al historial de evento de ese equipo.

Figura 33. Tabla insumos clase A

Codigo	Pieza	Categoria	Cantidad en stock
ele001	resistencia	Mecanica	12
ele003	transistor	Mecanica	10
mec002	rodamiento	Mecanica	5
mec001	balinera	Mecanica	3

Fuente: Autores.

En esta ventana se observa en una gráfica de líneas como es el consumo de los equipos además de la tabla correspondiente para la gráfica, los valores de esta grafica también se muestran en la tabla presentada en la parte inferior de la misma.

Figura 34. Gráfico de líneas comportamiento equipos.



Fuente: Autores.

7. SIMULACION DEL SISTEMA DE INFORMACION

Dentro de las funciones del sistema de información está la de mostrar la trazabilidad de los costos mensuales para que la gerencia de mantenimiento pueda apreciar de manera sencilla los beneficios de utilizar este sistema de información por tanto vamos a realizar un ejemplo en el cual podremos apreciar cómo funciona este.

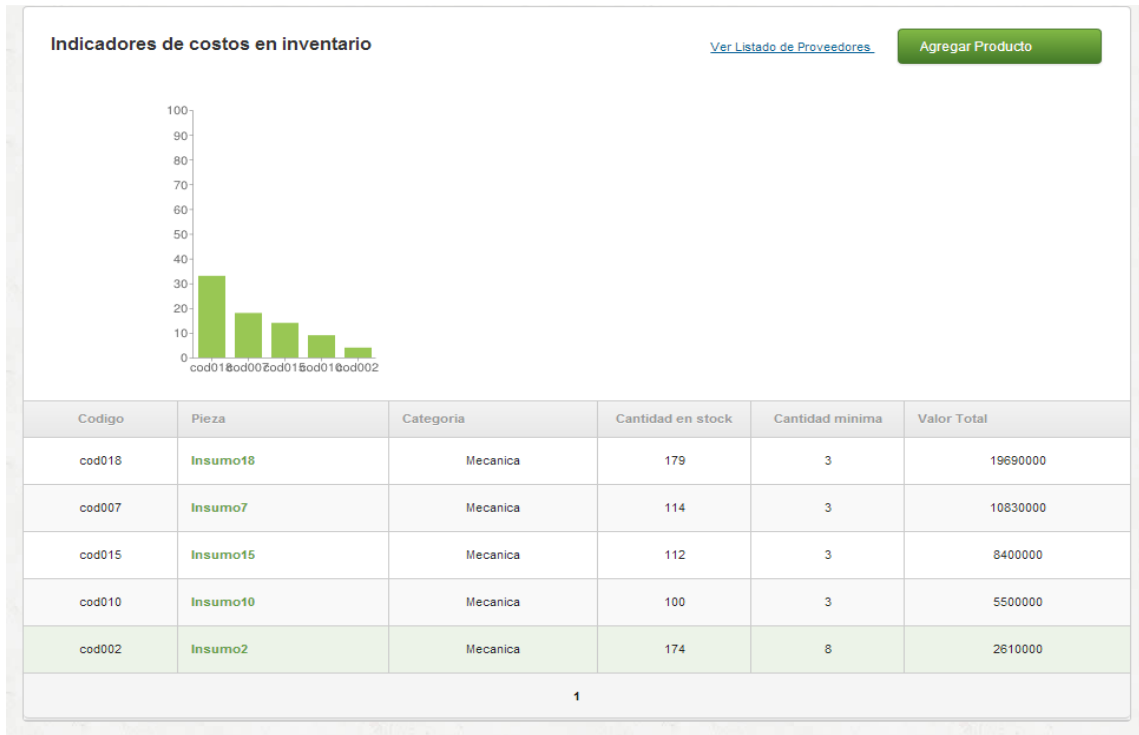
- Los siguientes repuestos se mantienen en el inventario de la división. Su tasa de consumo mensual y su precio unitario se muestran a continuación en la siguiente tabla donde se aprecia costo unitario que esta dado en pesos y la cantidad en inventario esta dado en unidades.

Tabla 7. Datos para Simulación

Codigo	Insumo	Costo Unitario	Cantidad en Inventario
Cod001	Insumo 1	28000	53
Cod002	Insumo 2	15000	174
Cod003	Insumo 3	12000	35
Cod004	Insumo 4	3000	25
Cod005	Insumo 5	17000	51
Cod006	Insumo 6	4000	40
Cod007	Insumo 7	95000	114
Cod008	Insumo 8	5000	23
Cod009	Insumo 9	20000	83
Cod010	Insumo 10	55000	100
Cod011	Insumo 11	4000	29
Cod012	Insumo 12	12000	60
Cod013	Insumo 13	11000	200
Cod014	Insumo 14	7000	20
Cod015	Insumo 15	75000	112
Cod016	Insumo 16	6000	17
Cod017	Insumo 17	10000	188
Cod018	Insumo 18	110000	179
Cod019	Insumo 19	60000	9
Cod020	Insumo 20	24000	50

Fuente: Autores

Figura 35. Resultados Simulación.



Fuente: Autores

Figura 36. Resultado simulación.

Listado de Productos en Inventario [Ver Listado de Proveedores](#) Agregar Producto

Codigo	Pieza	Categoria	Cantidad en stock	Cantidad minima	Clasificacion	Editar	Eliminar
cod001	Insumo 1	Mecanica	53	5	B		
cod002	Insumo2	Mecanica	174	8	A		
cod003	Insumo3	Mecanica	35	3	C		
cod004	Insumo4	Mecanica	33	3	C		
cod005	Insumo5	Mecanica	51	3	B		
cod006	Insumo6	Mecanica	40	4	C		
cod007	Insumo7	Mecanica	114	3	A		
cod008	Insumo8	Mecanica	23	3	C		
cod009	Insumo9	Mecanica	83	4	B		

Fuente: Autores

De los datos anteriores podemos observar que el sistema de información nos muestra como resultado que elementos que pertenecen a cada categoría, por tanto los existentes de categoría A los cuales son más críticos en el inventario son: Insumo 2, Insumo 7, Insumo 10, Insumo 15, Insumo 18.

Los repuestos del inventario que pertenecen a la categoría B son: Insumo 1, Insumo 9, Insumo 13, Insumo 17, Insumo 20.

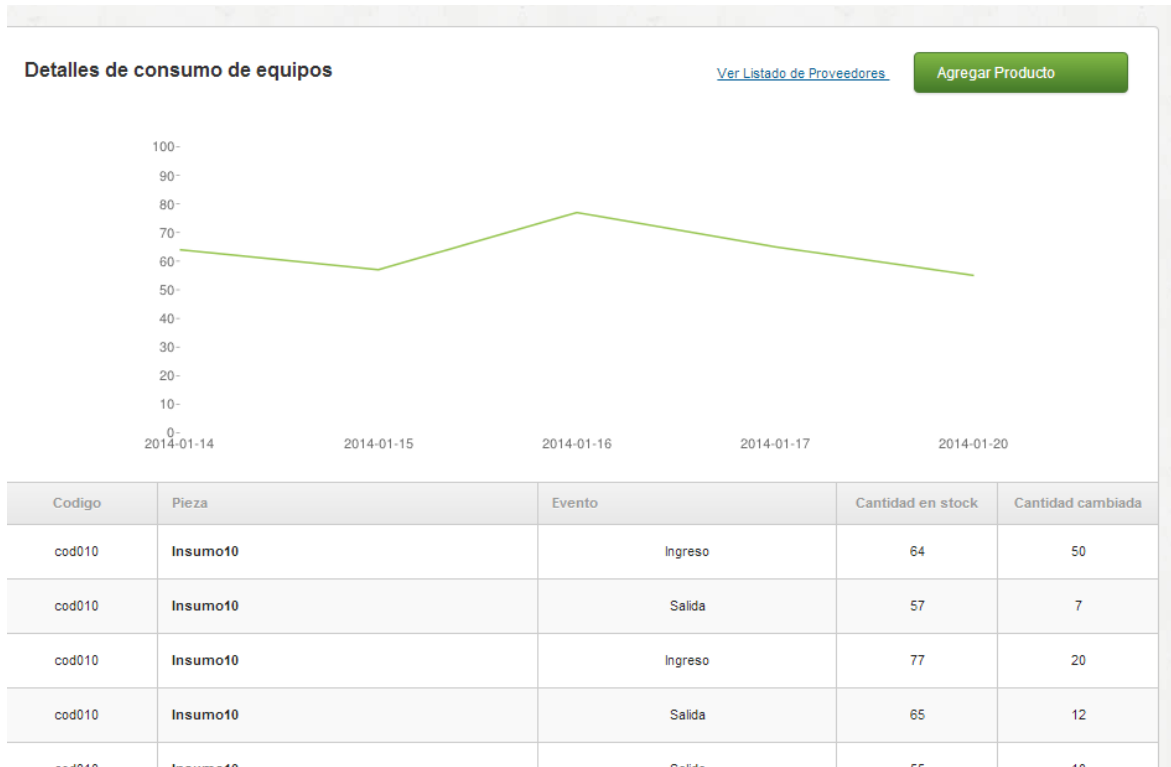
Y los restantes son los que pertenecen a la categoría C.

Como vemos con la simulación hecha en el sistema de información se pueden apreciar los datos de una manera ordenada, esto con el fin de ayudar en la toma de decisiones sobre los repuestos a mantener en almacén, para así optimizar el costo de estos haciendo que sea más bajo su mantenimiento.

En la Figura 37 se observa como es la variación en cantidades de un insumo en existencia durante un periodo de tiempo, a medida que se retiran elementos el sistema de información compara con el punto de reorden calculado de la ecuación 1 que está dentro de este y nos informa si es necesario realizar una compra de nuevos elementos.

El resultado arrojado es el valor que necesitamos para la cantidad de nuevas que se van a ordenar a los proveedores.

Figura 37 Resultado Simulación



Fuente: Autores

8. CONCLUSIONES

- En el inventario realizado en la DMT, se logró diseñar e integrar dentro de un sistema de información los elementos necesarios para realizar mantenimientos en la división lo cual ayuda a saber de una manera organizada con que repuestos y consumibles contamos para realizar tareas específicas de una forma eficiente.
- La seguridad programada dentro del sistema de información permite que solo el personal encargado del manejo de este pueda modificar, agregar y cambiar cualquier elemento, esto permite un control total evitando las pérdidas hormiga.
- Se desarrolló una interfaz amigable e intuitiva para que el usuario tenga un fácil acceso a la información, lo cual mejora en gran medida el tiempo para realizar los trabajos de mantenimiento y se tenga un control en los elementos usados para dicha tarea.
- El desarrollo de este sistema de información permite a la DTM mantener de manera organizada su inventario de equipos e insumos mecánicos, eléctricos y electrónicos para mantenimiento permitiendo así, una mejora en el tiempo de respuesta a las necesidades que se tengan a diario.
- El desarrollo de este proyecto ayuda como un soporte académico para los estudiantes que estén cursando para la asignatura de ingeniería de mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander.

RECOMENDACIONES

- En el momento de ingresar los datos requeridos en los formularios del sistema de información es necesario que estén completas, puesto que la falta de esta podría generar errores en el procedimiento de cálculo generando la entrega errónea de información.
- Es importante que la información de los equipos se mantenga actualizada para así poder llevar a cabo los controles y saber las condiciones en las que estos se encuentran, todo esto con el fin de garantizar su correcto funcionamiento al momento de ser necesitados.
- Para la correcta utilización del software es necesario llevar a cabo la capacitación de los técnicos e ingenieros para evitar que se cometan errores y que la información sea la adecuada.

BIBLIOGRAFIA

- BAYONA, Daney y CACUA, Diego. Diseño de un sistema de información y programación de mantenimiento para una planta de tratamiento de ácido basado en el mantenimiento realizado a la planta de la g.r.b de Ecopetrol s.a por la empresa “fecub cia ltda”. Tesis de grado Ingeniero Mecánico Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, 2013
- CONTRERAS, José y PARRA, Carlos. Propuesta de un método de priorización inventarios en el área del mantenimiento denominado: PR-C&V. 10P.
- DIAZ MATALOBOS, Ángel. Gerencia de inventarios. Caracas: IESA, 1999. 78-100P
- DUFFUAA Salih, RAOUF A. y DIXON Campbell John. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. México: LIMUSA Wiley S.A, 2000, pg 233-253
- GOMEZ M, Aníbal. Modelo para determinar políticas de inventario basado en los conceptos de riesgo y confiabilidad de equipos. Monografía Magister en Ingeniería Industrial Barranquilla: Universidad del Norte. División de Ingenierías. Departamento de Ingeniería Industrial, 2008. 74P
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Citas y notas de pie de página. 2 Ed. Bogotá: ICONTEC, 1995 7P. (NTC 1487)

- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Guía para numeración de divisiones y subdivisiones en documentos escritos. 2 Ed. Bogotá: ICONTEC, 2001 4P. (NTC 1075).
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. 5 ed. Bogotá: ICONTEC, 2002 34P. (NTC 1486).

ANEXOS

ANEXO A: Diseño Preliminar del Sistema de Información.

Ingreso al sistema.

CONSTRUIAMOS FUTURO

**DIVISION DE MANTENIMIENTO
TECNOLOGICO**

SOLICITUD DE IMPLEMENTOS

Usuario

Contraseña

Ingresar

Universidad Industrial de Santander

Módulo de inventarios.

CONSTRUIAMOS FUTURO

Inventario | Reporte mensual | Alarmas | Salida de equipos | Solicitudes

Ordenar por

- Alfabéticamente
- Valor actual
- Valor mínimo
- Ubicación

Listado de piezas | Inventario actual | Valor mínimo

Listado de piezas	Inventario actual	Valor mínimo

Agregar nuevos productos

Lista de proveedores

Edición de piezas en módulo de inventarios.

CONSTRUIAMOS FUTURO

Inventario | Reporte mensual | Alarmas | Salida de equipos | Solicitudes

Ordenar por

Listado de p

	Producto: Nombre del producto
	Proveedores:
	Nombre del proveedor
	Proveedor 1
	Proveedor 2
	<input type="button" value="nuevo proveedor"/>
	Entrada de inventario <input type="text"/>
	Salida de inventario <input type="text"/>
	<input type="button" value="Guardar cambios"/>

ANEXO B: Listado de equipos existentes en la DMT.

Número de inventario	Elemento	Tercero a cargo
1302	biblioteca metálica tapa formica correderas vidrio 107x74x10cm	Andrés Tejedor
84452	silla giratoria asiento y espaldar tapizados con carcazas, dase de nylon de 5 aspas, sistema de elevación neumática, aro apoyapiés sin contacto	Andrés Tejedor
96180	silla ejecutiva (manto tecnológico ing. Diana chacón	Andrés Tejedor
96184	silla interlocutora (sala de juntas)	Andrés Tejedor
96186	silla interlocutora (sala de juntas)	Andrés Tejedor
99746	Teléfono ip ref. 9630	Andrés Tejedor
102893	computador Dell optiplex 790 mini torre tipo IV (cotización 50210383) procesador Intel core i7 2600, tecnología Intel, memoria cache 8MB	Andrés Tejedor
109044	multímetro fluke 117 tecnología voltalert para detección de tención sin contacto categoría de seguridad catIII 600V garantía de 3 años	Andrés Tejedor
62497	silla fija sala de juntas	Graciela Peña
107836	computador Dell modelo optiplex 790 mini torre, procesador Intel core I5 2400 2DA generación, memoria cache 6MB, memoria RAM 4GB DDR3, disco	Graciela Peña
87462	silla giratoria asiento y espaldar tapizados con carcazas, base nylon de 5 aspas, sistemas de elevación neumática, aro apoya pies, sin contacto	Taller de diseño olmer
92209	Taladro inalámbrico L-296 0-750RPM 9.6V	Taller de diseño olmer
102196	Osciloscopio digital 100MHZ, ancho de banda 100MHZ, 2 canales, sensibilidad vertical de 2MV/DIV-10V/DIV, Frecuencia de muestreo en tiempo real 1 GSA/S	Taller de diseño olmer
107725	Multímetro Digital TRMS fluke 117 con garantía de 3 años	Taller de diseño olmer
62492	silla fija sala de juntas	Taller de diseño

		Carlos Garavito
87455	silla giratoria asiento y espaldar tapizados con carcazas, base de nylon de 5 aspas, sistema de elevación neumática, aro apoya pies, sin contacto	Taller de diseño Carlos Garavito
62503	silla diana	Auxiliar de oficina
102892	computador tipo II (cotización 50209875) Marca Dell optiplex 790 mini torre, procesador Intel core I5 2400 2DA generación, tecnología Intel,	Auxiliar de oficina
110088	Silla con brazos ejecutiva, con sistema de contacto permanente, con brazos fijos. Tapizada con espuma inyectada en asiento- paño ref. 003-	Auxiliar de oficina
11979	Ropero de madera	Baño damas
87536	Archivo metálico loker de 2 puestos 1.80x0.30, en lamina cal 22 y 23, pintura electrostática, portacandado e platina y perforador de	Baños caballeros
87539	archivador metálico loker de 2 puestos 1.80x0.30, en lamina cal 22 y 23	Baños caballeros
4342	Biblioteca metálica 150x120x040 2 entrepañados entrepaños	Bodega
10857	sillas de madera con asiento tapizado	Bodega
27310	zorra de estructura de madera	Bodega
53879	impresora	Bodega
62512	silla senior S/B auxiliar	Bodega
65790	computador Dell optiplex GX520 minitower Pentium 4 (Baja monitor 03-25-11)	Bodega
88769	Aire acondiciona de 18.000 BTU mini Split marca temstar carrier 220 voltios MO	Bodega
96023	Estabilizador PR-1000N.	Bodega
98563	impresora multifuncional HP deskjet 2050 j510series	Bodega
101081	teléfono ip phone avaya 1608 negro con tres años de garantía	Bodega
106397	aspiradora craftsman 12 galones 5hp	Bodega
109407	equipo recuperador y reciclador de gas refrigerante mastercool (americano)	Bodega
96182	silla ejecutiva (sala de juntas)	conmutador
96183	silla ejecutiva (conmutador UIS teléfonos)	conmutador

99223	UPS de 3000V a modelo VGD3000-LCD, entrada y salida monofasc. Con batería sellada interna P/autonom.10'(Planta Tel.IPRED)	conmutador
94731	Aire acondicionado tipo mini Split de 24,000(planta de teléfonos)	conmutador
94732	Aire acondicionado tipo mini Split de 24,000(planta de teléfonos)	conmutador
62500	silla fija sala de juntas	David
62504	silla diana	David
99750	teléfono ip ref.9620	David
102161	radio portátil digital DTR620, 900MHz. Incluye antena, batería LiLon, Holster, cargador completo y manual de usuarios(mecanica-2)	David
102162	radio portátil digital DTR620, 900MHz. Incluye antena, batería LiLon, Holster, cargador completo y manual de usuarios(Ing. Blas)	David
102959	Cámara fotográfica Panasonic, 16 Megapíxeles, zoom óptico 5X, modelo SH 8	David
110191	computador tipo 4, cotización 54818587 optiplex 9010 mini torre, procesador Intel core i7 3570 3RA generación, motherboard tecnología Intel, memoria	David
103974	Teléfono ip 1608 (incluye ampliaciones de 25 licencias de extensión análogas de AVAYA communications manager 5 estándar y su respectiva instalación).	Geología
3881	caja de toma 5 puestos 115V .10AMP NO.218480	Ing. Jabid
26020	Pluviómetro REF 64016	Ing. Jabid
41893	Aire acondiciona DWA 12	Ing. Jabid
58850	Computador optiplex GX270 Proc. Intel Pentium IV 2.6 GHz 865G Intel 865G (Baja monitor 03-25-11)	Ing. Jabid
62220	Mesa de trabajo dirección	Ing. Jabid
62221	silla regal dirección	Ing. Jabid
62222	Biblioteca en madecor	Ing. Jabid
93696	Kit localizador de cables AV avanzado amprobe AT- 2005 Contiene receptor R-2000 transmisor S-2600 consta de transmisor modelo T2200 serial 13620036	Ing. Jabid

99745	Teléfono ip REF 9630	Ing. Jabid
102425	cámara termografía T1125, con garantía de dos años	Ing. Jabid
102427	Taladro percutor metabo HSDE 561 de 1/2 (taller diseño)	Ing. Jabid
102922	Proyector video beam de 300 lúmenes marca Panasonic modelo PTLX30Hu	Ing. Jabid
103281	Analizado de calidad de potencia portátil modelo powervisa REF. powervisa package-flex, el equipo contiene: unidad de procesamiento	Ing. Jabid
104003	Equipo laboratorio NI USB-9934, 24-BIT sigma- delta ADCS, 51.2 KS/S Max Samper rate 4 input simultaneous, software selectable IEOE and AC/DC coupling	Ing. Jabid
105016	impresora multifuncional marca Epson L200 con sistema de tintas continuas	Ing. Jabid
106613	Sonda para la medida de velocidad de aire fluke 975VP	Ing. Jabid
108045	Martillo de impacto para estudios modales con acelerómetro 100MV/G	Ing. Jabid
108080	Tarjeta de adquisición de datos de emisiones acústicas para el procesamiento de señales acústicas PN#1283-5015, PN# 1283-7001-ICH, PN# 1283	Ing. Jabid
108857	Pulidora makita americana 96500RPM trabajo pesado. Protección ZIG- ZAG seats varnish inducido, 150 AMP. Código GA9020	Ing. Jabid
98521	computador portátil 6360s intek® core I5-2410M processor(2.3GHz, 3Mb L3 cache), Pantal	Ing. Jabid
108712	Alineador laser de eje tksa 20	Ing. Jabid
102954	Teléfono IP avaya 1608 (15) y uno lpc 9621G (incluye licencias de extensión análoga (25) de avaya communications manager, 5 standar con su respectiva	lpred
102955	Teléfono IP avaya 1608 (15) y uno lpc 9621G (incluye licencias de extensión análoga (25) de avaya communications manager, 5 standar con su respectiva	lpred
3880	Caja de toma 5 puestos 115V. 10AMP NO.216266	Ivonne Sáenz
62490	Silla fija sala de juntas	Ivonne Sáenz

62511	Mesa de trabajo auxiliar	Ivonne Sáenz
96181	Silla ejecutiva (Mantto tecnológico ing. Anderson)	Ivonne Sáenz
101876	Teléfono IP 9620 11N509506218	Ivonne Sáenz
107837	Computador DELL modelo optiplex 790 mini torre, procesador core i5 2da generación, memoria cache de 6MB, memoria RAM 4GB ddr3, disco	Ivonne Sáenz
102466	Termómetro infrarrojo y de contacto	Jesús Sánchez
102160	Radio portátil digital DTR620, 900MHZ, incluye antena, batería lilon, Holster, cargador completo y manual de usuario (Mecanica-1)	Mecánica Carlos Serrano
100852	Fotocopiadora multifuncional KM-2810 MFP de 30PPM, Impresora de red estándar, escáner a color en red standar 256Mb de memoria, Dúplex	Oficinas
7510	Biblioteca metálica de dos entrepaños 137x103x38 ref. gam-33	No identificado
25567	Escalera de tijera de 6 pasos en aluminio	No identificado
52074	Procesador publicitario digital (voice play record) 20 segundos	Traslado Jorge Vidal
56663	UPS de 400W power con BNT black khigth interactiva en línea onda escalonada	se encuentra dentro del reloj institucional
62507	Silla Diana	No identificado
85188	Calculadora Casio 12 dígitos (D-1293)	No identificado
87450	Silla giratoria asiento y espaldar tapizados con carcazas, base nylon de 5 aspas, sistema de elevación neumática, aro apoya pies, sin contacto	No identificado
87457	Silla giratoria asiento y espaldar tapizados con carcazas, base nylon de 5 aspas, sistema de elevación neumática, aro apoya pies, sin contacto	No identificado
85532	Archivador metálico loker de 2 puestos 1.8x0.32x0.3, en lamina cal 22 y 23, pintura electrostática, portacandado en platina y perforado	No identificado
91704	Teléfono IP 1608, incluye patch cord y licencia CM: aura std ed R5 1-100 ADD LIC.	Traslado José Amaya
101873	Teléfono Ip 9620 09N518504837	No identificado
103938	Diadema DA55 AQ2653	No identificado

106612	UPS de 1000VA/800W marca energex modelo galleon X8M, entrada y salida monofásica con batería sellada interna para autonomía de 7 min	Decanato-Fisicomecánicas
62219	Tanden tapizado 3P	Pasillo entrada DMT
109852	RPM10 Tacómetro marca extech	Pedro caldas
110020	Banco de trabajo para prensa fabricado en estructura metálica en Angulo de 1 1/2-3/16 superficie en lamina de hierro 3/16, cuatro cajones estándar	Pedro caldas
101087	Teléfono lp phone avaya 1608 negro con tres años de garantía	Petróleos
101083	Teléfono lp phone avaya 1608 negro con tres años de garantía	Publicaciones
110023	Banco de trabajo con ruedas fabricado en estructura en Angulo de 1 1/2x3/16, superficie en lamina de hierro 3/16, ruedas de 3", terminado en pintura	Don Rafael
62218	Mesa de trabajo de consulta	Sergio Rivero
62493	Silla fija sala de juntas	Sergio Rivero
62494	Silla fija sala de juntas	Sergio Rivero
96173	puesto de trabajo mueble en L para oficina en formica, archivador inferior (div. mantto tecnológico ing. Anderson)	Sergio Rivero
102465	medidor de calidad del aire-airmeter	Sergio Rivero
102894	computador Dell optiplex 790 mini torre TiVo IV (cotización 50210383), procesador Intel core i7 2600, tecnología Intel, memoria cache 8MB, Memoria	Sergio Rivero
62211	Mesa de trabajo sala de juntas	Sala de juntas
62489	Silla fija sala de juntas	Sala de juntas
62491	Silla fija sala de juntas	Sala de juntas
62495	Silla fija sala de juntas	Sala de juntas
62498	Silla fija sala de juntas	Sala de juntas
62499	Silla fija sala de juntas	Sala de juntas
62501	Silla Diana	Sala de juntas
62502	Silla Diana	Sala de juntas
62505	Silla Diana	Sala de juntas
62508	Silla Diana	Sala de juntas
62509	Silla Diana	Sala de juntas
62510	Silla Diana	Sala de juntas
96185	Silla interlocutora (sala de juntas)	Sala de juntas

46275	Escalera de tijera #10 altura de 3.5 metros	Refrigeración
62162	computador Pentium IV 2.8 GHZ chipset 865 GV, Marca Dell optiplex 170 L	Refrigeración
83029	Multímetro y pinza amperimetrica fluke 117/322 combo kit	Refrigeración Carlos Corso
102155	Radio Portátil Digital DTR620, 900 MHZ incluye antena, batería LiLon, Holster, cargador completo y manual de usuario	Refrigeración Ivan
102156	Radio Portátil Digital DTR620, 900 MHZ incluye antena, batería LiLon, Holster, cargador completo y manual de usuario (jefatura)	Refrigeración Yeison
102157	Radio Portátil Digital DTR620, 900 MHZ incluye antena, batería LiLon, Holster, cargador completo y manual de usuario (refrigeracion-3)	Refrigeración Polo
102158	Radio Portátil Digital DTR620, 900 MHZ incluye antena, batería Li Lon, Holster, cargador completo y manual de usuario (refrigeracion-2)	Refrigeración Carlos Corso
102159	Radio Portátil Digital DTR620, 900 MHZ incluye antena, batería Li Lon, Holster, cargador completo y manual de usuario (refrigeracion-1)	Refrigeración Polo
91090	Bomba de vacío 6CFM 110/220 Voltios	Refrigeración
103975	Teléfono IP 1608 (Incluye ampliación de 25 licencias de extensión análogas de avata communications manager 5 standar y su respectiva instalación)	Sótano de biblioteca
7	Escritorio metálico 152x76. 6 gavetas	Taller de diseño Danny
23241	Sillas fijas tapizadas 85x450x4	Taller de diseño Danny
20551	Pistolas para limpieza	Taller de diseño
101890	Teléfono IP 9620 11N509506210	Taller de diseño
106398	Aspiradora Craftsman 9 Galones 3,5 HP	Taller de diseño
110021	Banco de Trabajo con ruedas fabricado en estructura en Angulo de 1 1/2 x 3/16, superficie en lamina de hierro 3/16, ruedas de 3", Terminado en Pintura	Taller de diseño
110022	Banco de Trabajo con ruedas fabricado en estructura en Angulo de 1 1/2 x 3/16, superficie en lamina de hierro 3/16, ruedas	Taller de diseño

	de 3", Terminado en Pintura	
110024	Armario metálico para almacenamiento de herramientas fabricado en estructura en tubo cuadrado de 1" cal 18, forrado en lamina col roll	Taller de diseño
83908	Impresora multifuncional HP C5280	Taller de diseño
105259	Aspiradora y Sopladora BYD 600W	Taller de diseño

ANEXO C: Listado de insumos existentes en la DMT.

Código	Insumo	Cantidad	Categoría
CON001	Rollo soldadura x libra para puntos electrónicos	1	Consumible
CON002	Rollo de teflón	3	Consumible
CON003	Cinta de enmascarar ton6x1e	1	Consumible
CON004	Limpiador de pantallas planas CRC de 370 cm3	11	Consumible
CON005	Ultra cleaner espuma limpiadora CRC 330 cm3	16	Consumible
CON006	Carrete de cable blanco con caimán y terminal macho	2	Consumible
CON007	rollo cable blanco terminal caimán negro	1	Consumible
CON008	cable con terminal hembra en U y caimán en el extremo	1	Consumible
CON009	cable rojo con terminales con caimanes	1	Consumible
ELE001	Condensadores 30 uf Inadisa	10	Electico - Electrónico
ELE002	Condensadores 15 uf	8	Electico - Electrónico
ELE003	Condensadores 40 uf	9	Electico - Electrónico
ELE004	Condensadores 45 uf	20	Electico - Electrónico
ELE005	Capacitor atieco 40x370	10	Electico - Electrónico
ELE006	Condensador 7.5 uf Disproel	5	Electico - Electrónico
ELE007	Condensadores 10 uf	5	Electico - Electrónico
ELE008	Condensadores 5 uf Disproel	5	Electico - Electrónico
ELE009	Condensadores 20 uf Disproel	10	Electico - Electrónico
ELE010	Condensadores 25 uf Disproel	10	Electico - Electrónico
ELE011	Terminal 34466	100	Electico - Electrónico

ELE012	Terminal 34468	100	Electico - Electrónico
ELE013	Terminal 22-16	100	Electico - Electrónico
ELE014	Terminal 34414	100	Electico - Electrónico
ELE015	Terminal 34400	100	Electico - Electrónico
ELE016	Terminal Hembra 344295	300	Electico - Electrónico
ELE017	Terminal VTFR250	35	Electico - Electrónico
ELE018	Terminal VTRFC 250	59	Electico - Electrónico
ELE019	Memoria RAM 16GB	1	Electico - Electrónico
ELE020	electrodo metálico en forma de T	3	Electico - Electrónico
ELE021	Fuente Protek DC Power	3	Electico - Electrónico
ELE022	Generador de señales marca meterman	1	Electico - Electrónico
ELE023	Electroimán	1	Electico - Electrónico
ELE024	Balanza digital	1	Electico - Electrónico
MEC001	Tuercas plásticas	22	Mecánica
MEC002	Terminal de manguera macho	4	Mecánica
MEC003	Terminal de manguera hembra	4	Mecánica
MEC004	Tornillos golosos 1 1/2"	220	Mecánica
MEC005	Tornillos golosos 1"	220	Mecánica
MEC006	Tornillos golosos 1/2"	184	Mecánica
MEC007	Tornillos hexagonales M6	26	Mecánica
MEC008	Tuercas M6	26	Mecánica
MEC009	Arandelas	24	Mecánica
MEC010	Lubricante para transmisiones manuales terpel SAE 90 X Galón	1	Mecánica
MEC011	Tee 1/2 PVC	20	Mecánica
MEC012	Tee 3/4 PVC	20	Mecánica
MEC013	Codos 3/4 PVC	20	Mecánica
MEC014	Uniones 3/4 PVC	20	Mecánica
MEC015	Uniones 1/2 PVC	20	Mecánica

MEC016	Codos 1/2 PVC	16	Mecánica
MEC017	Empaque manguera	100	Mecánica
MEC018	Empaque manguera Ebe	18	Mecánica
MEC019	Hélice 3 aspas SW 401x115	1	Mecánica
MEC020	Hélice 3 aspas SW 482x151	1	Mecánica
MEC021	Manómetro de Refrigeración	2	Mecánica
MEC022	Manguera de Refrigeración	2	Mecánica
MEC023	Hélice 4 aspas metálica	1	Mecánica
MEC024	Machinery Analyzer	1	Mecánica
MEC025	Placa de calentamiento	4	Mecánica
MEC026	Filtro de Aire	2	Mecánica
MEC027	Recuperador Refrigerante	1	Mecánica
MEC028	Mini split adapter fitting	2	Mecánica
MEC029	Válvula perforadora de servicio	2	Mecánica
MEC030	Abocinador-Expansor	1	Mecánica