

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DESARROLLO DE SOFTWARE PARA ANÁLISIS DE INVENTARIO EN
UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS**

Realizado por
Freddy Jesús Hernández González

CI: 12.574.112

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como requisito
parcial para optar al título de

INGENIERO MECÁNICO

Puerto La Cruz, Abril del 2009.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



DESARROLLO DE SOFTWARE PARA ANÁLISIS DE INVENTARIO EN
UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS

ASESORES

PROF. DIÓGENES SUÁREZ

Asesor Académico

ING. DENNIS ROSALES

Asesor Industrial

Puerto La Cruz, Abril del 2009.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



DESARROLLO DE SOFTWARE PARA ANÁLISIS DE INVENTARIO EN
UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHÍCULOS

JURADO

El jurado hace constar que asignó a esta tesis la calificación de

EXCELENTE



PROF. DIÓGENES

SUÁREZ

Asesor Académico

PROF. DARWIN

BRAVO

Jurado Principal

Puerto La Cruz, Abril del 2009.

PROF. DELIA

VILLARROEL

Jurado Principal

RESOLUCIÓN

De Acuerdo al Artículo 44 del Reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son exclusiva propiedad de La Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual lo participará al Consejo Universitario”

DEDICATORIA

Jehová Dios, todo poderoso.

A mi madre Cruz del Valle González de Hernández y mi padre Freddy Jesús Hernández Méndez, quienes con gran esfuerzo me dieron la oportunidad de estudiar que con su ayuda y dedicación me guiaron por el camino correcto de la vida para lograr unos de mis grandes sueños.

A mis hermanos Jesús Antonio, Indra Carolina, Zuleima del Valle, quienes me apoyaron y confiaron en mí.

A mi esposa Adanyi del Valle Vásquez de Hernández, quien me ayudó en cada momento a ser las cosas lo mejor posible, la cual sin ella no habría podido lograr muchas metas.

Gracias a Todos...

Freddy Jesús Hernández González

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios, todo poderoso.

A la Universidad de Oriente y especialmente al Departamento de Ingeniería Mecánica, por la formación académica y profesional en sus aulas de clases.

A mi asesor académico Ing. Diógenes Suárez, por su amistad, ayuda y apoyo, que contribuyeron al exitoso desarrollo de este trabajo de grado, como a Ing. Darwin Bravo por la ayuda prestada y amistad.

A la empresa MMC Automotriz S.A. y especialmente al Departamento de Mantenimiento, por abrirme sus puertas en el ambiente profesional y darme la valiosa oportunidad de desarrollar este trabajo de grado.

A mi asesor industrial Ing. Dennis Rosales, por su amistad, colaboración, tiempo y conocimientos, que contribuyeron a la realización de este trabajo.

A mis compañeros y grandes amigos, Fredy Cruces, Gabriel Cabrera, Omar Velásquez por su ayuda a concretar muchas ideas para la realización del programa, como a todos aquellos que me brindaron su amistad, apoyo y confianza en mi vida estudiantil y en especial a la memoria de Víctor Hung por sus consejos dados, que Dios lo tenga en la gloria.

Finalmente, a todas aquellas personas que creyeron y confiaron en mí para lograr esta meta.

Gracias a Todos...

Freddy Jesús Hernández González

RESUMEN

El siguiente trabajo consiste en diseñar y desarrollar un software para controlar el sistema de inventario de una planta ensambladora de vehículo, al que se le designó el nombre de sistema automatizado de control y almacén (SADCA), el cual fue desarrollado a través de un lenguaje de programación llamado VISUAL BASIC 6.0, que tiene la particularidad de ser sencillo, funcionalmente es amigable, con diseño de ventanas atractivas y no requiere de especialista para su utilización. En la gestión de inventario, se estudia el consumo de materiales, del cual se tiene diferentes tipos de variaciones como: cantidad a pedir, tipo de pedido, cuando pedir, consumo en tiempo de reposición, para analizar los materiales se utilizarán en documentos que contienen los consumos anuales de tiempos pasados y los costos existentes de cada uno de los materiales analizados, el software podrá realizar graficas que visualiza el consumo, valores de máximo y mínimo de stock, además de realizar una estratificación de materiales bajo el método ABC de repuesto, la finalidad de este modelo es la clasificación de los repuestos por categoría de producción. Con la implementación de este software se podrá tener información al instante y toma de decisiones oportunas para el abastecimiento de inventario del almacén de mantenimiento.

INDICE DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
INDICE DE CONTENIDO	viii
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPÍTULO I	14
EL PROBLEMA.....	14
1.1- Reseña histórica de la empresa.....	14
1.1.1- Misión de la Empresa.....	16
1.1.2- Descripción del Proceso Productivo.	16
1.2- Planteamiento del problema.	19
1.3- Objetivos.	21
1.3.1- Objetivo General:	21
1.3.2- Objetivos Específicos:.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1- Antecedentes	22
2.2- Fundamentos teóricos.....	23
2.2.1- Definición de Inventario o Stock.	23
2.2.1.1- Tipos de Inventarios.	23
2.2.1.1.1- Inventario de Proceso:.....	24
2.2.1.1.2- Inventario Cíclico o de Lote:.....	24
2.2.1.1.3- Inventarios Estacionales:.....	24
2.2.1.1.4- Inventarios de Seguridad:.....	24
2.2.1.1.5- Inventarios Especulativos:.....	25

2.2.2- Políticas de Revisión de Inventarios.	25
2.1.2.1- Revisión Periódica:	26
2.1.2.2- Revisión Periódica Bajo Punto de Quiebre:	26
2.1.2.3- Revisión Continua:	26
2.2- Definición de gerencia de inventario.	26
2.2.1- Curva Inventario –Tiempo:	27
2.2.2- Consumo:	28
2.2.3- Demanda:	28
2.2.4- Tiempo de Reposición:.....	28
2.2.4.1- Relación entre Consumo y Tiempo de Reposición.	29
2.3- Análisis de inventario.	30
2.4- Estrategias de reabastecimiento.	30
2.4.1- Planificación del Reaprovisionamiento.....	31
2.4.2- Modelo de Gestión: "Just in Time" (Justo a tiempo).	32
2.4.3- Modelos de Gestión de Inventarios.	34
2.4.3.1- Independiente:	34
2.4.3.2- Dependiente:.....	34
2.4.4- Seguridad de Inventario.....	35
2.4.5- Medidas de los Stocks.	37
2.4.5.1- Existencias:.....	37
2.4.5.2- Movimientos:	38
2.4.5.3- Rotación:	38
2.4.5.4- Cobertura:.....	38
2.4.5.5- El Grado de Utilización o de Ocupación de los Recursos de que Dispone:	39
2.5- Tamaño de pedidos.....	40
2.6- Desarrollo del modelo de cálculo de los parámetros de reabastecimiento.	41
2.6.1- Reaprovisionamiento Continuo:.....	44

2.6.2- Reaprovisionamiento Periódico:	45
2.7- Costos de inventarios: la gestión de inventarios es una actividad en la que coexisten tres tipos de Costos. Ver Gráfica 2.9.....	46
2.7.1- Costos Asociados a los Flujos:	47
2.7.2- Costos Asociados a los Stocks:	47
2.7.3- Costos Asociados a los Procesos: esta estructura se plantea sin perjuicio de mantener la clásica estructura de costos por naturaleza, se clasifican en dos grandes grupos.	48
2.8- Criterios para determinar criticidad de repuesto y/o renglones.....	48
2.9- Método abc de los costos.	49
2.9.1- Fases Para Implementar El ABC:.....	50
2.9.2- Finalidad del Modelo ABC.	50
2.9.3- Pasos a Seguir para el Cálculo del Costo Utilizando el Modelo ABC.	51
2.9.3.1- Costo Indirectos:	51
2.9.3.2- Dividir Actividades:	51
2.9.3.3- Distribución de los Costos Indirectos:	52
2.9.4- Revaloración.....	53
2.9.5- Visual Basic 6.0.....	54
CAPÍTULO III	56
MARCO METODOLÓGICO	56
3.1- Tipo de investigación	56
3.2- Técnicas de investigación y análisis.....	57
3.3- Población y muestra.	58
3.4- Diseño de la investigación.....	59
3.5- Equipos, materiales y herramientas.....	59
CAPITULO IV	61
DISEÑO DE FORMATOS Y FLUJOGRAMAS	61
4.1- Diseño de formatos.....	61

4.2- Estructura de formatos.	62
4.2.1- Registro del material.	62
4.2.2- Registro de Costos y otras Variables:	63
4.3- Flujogramas.....	64
4.4- Ingresos de base de datos al programa.	65
4.5- Proceso de funcionamiento.	66
4.6- Reporte y solicitud de artículos.....	67
CAPÍTULO V.....	69
DESARROLLO DEL PROGRAMA	69
5-1- Característica del software	69
5.1.1- Facilidad de Utilización:	69
5.1.2- Tamaño Ocupado por el Software:.....	70
5.1.3- Exigencia de instalación:.....	70
5.1.4- Presentación visual:.....	70
5.2- Conocimientos para la utilización del programa.....	71
5.3- Base de datos.....	71
5.3.1- Base de Datos de los Usuarios	71
5.3.2- Base de Datos de los Empleados.....	72
5.3.3- Base de datos de Movimientos.....	73
5.3.4- Base de datos de los Repuestos	73
5.3.5- Base de Datos de Valores.....	74
5.4- Ventanas del programa sistema automatizado de control y almacén (SADCA).	75
5.5- Ventana principal	76
5.6- Despliegue de ventanas	76
5.6.1- Gráfica.....	76
5.6.2- Resumen de Inventario.....	78
5.6.3- Tabla de Datos.....	80
5.6.4- Usuario	83

5.7 - Cálculo manual de consumo y demanda	84
5.8- Porcentaje de error entre el método manual y automatizado	92
CAPÍTULO VI	93
MANUAL DE USUARIO.....	93
6.1- Instalación del programa.	93
6.2- Uso del programa sadca.	96
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA CITADA	110
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	111
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO	112

INTRODUCCIÓN

El software esta diseñado de manera que pueda controlar cada repuesto en el almacén de mantenimiento de la empresa MMC Automotriz, de forma accesible y sencilla, evitando las pérdidas como falta de materiales y reduciendo tiempo de horas hombre para resolver algún mantenimiento a un equipo. En conjunto el software fue creado bajo la virtud de ser fácil para utilizarlo así como también versátil, ya que puede ser instalado en cualquier lugar donde se controle un inventario, la memoria utilizada por el software propuesto es de poca exigencia para el computador por el cual no es necesario que el computador sea de alta tecnología. La presentación visual del software es atractivo con menú de acceso sencillo para la persona que lo utilice.

El trabajo de investigación presentado está estructurado de la siguiente forma:

Capítulo 1: abarca la reseña histórica de la empresa, el planteamiento del problema y los objetivos.

Capítulo 2: hace referencia a los antecedentes y conocimientos previos que se deben tener para la realización del trabajo.

Capítulo 3: se presenta la metodología utilizada para el desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo 4: se detalla los distintos formatos y flujogramas requerido para cumplir con los objetivos propuestos.

Capítulo 5: contempla el diseño y desarrollo del software.

Capítulo 6: contiene el manual de usuario que facilita la utilización del software desarrollado en este trabajo. Por ultimo se describen las conclusiones y recomendaciones obtenido del desarrollo de este trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1- Reseña histórica de la empresa.

La Empresa MMC Automotriz, S.A. inicia sus operaciones de ensamblaje el 03 de agosto de 1.990, como culminación de un proceso de preparación de aproximadamente dos años, durante los cuales se realizaron los estudios de factibilidad de este importante proyecto.

Su planta industrial, ubicada en la Zona Industrial Los Montones en la ciudad de Barcelona, Estado Anzoátegui, sufrió algunas modificaciones y adaptaciones, ya que anteriormente en ella se ensamblaban vehículos de otras marcas.

Al principio como accionistas principales de la empresa, se encontraban el Grupo Industrial Comercial Venezolano, Consorcio Inversionista Fabril (CIF, S.A), el grupo CIF, S.A. es una de las empresas venezolanas con más años dedicados al comercio y a la industria automotriz en el país. La cual contaba con un 49% de las acciones y la Empresa japonesa Nissho Iwai Corporation (NIC), con el 51% restante. Actualmente, el 90,47% de las acciones pertenecen a NIC, el 7,69% a CIF, S.A. y 1,84% a JAIDO.

Consorcio Inversionista Fabril desde el año 1.951, inicio la comercialización de los vehículos Mercedes Benz. A partir de 1.963 mantuvo un acuerdo para el ensamblaje de los vehículos Roosters en esta planta. En 1.969, trabajaron en la

producción de vehículos de pasajeros, camiones y autobuses de la marca Mercedes Benz. En 1.978, se estableció un acuerdo con Ford Motor Company para el ensamblaje del modelo Conquistador y camiones pesados marca Gurí, este contrato finalizó en 1.989 y a partir de ese momento el grupo CIF se concentró única y exclusivamente al proyecto MMC Automotriz.

La Empresa Nissho Iwai Corporation es una de las organizaciones comerciales más importantes de Japón. Su historia data desde 1.867 y su campo de acción abarca a casi todos los países del mundo en las áreas del comercio internacional, tales como: transporte, distribución, comunicación, organización y dirección de proyectos, inversiones directas, explotación de recursos, desarrollo y transferencia de modernas tecnologías, entre otras actividades.

La puesta en marcha de la empresa se dio en dos fases; en la primera se seleccionaron dos modelos, un vehículo tipo “VAN” en versión familiar y otro tipo “PANEL” destinado al traslado de pasajeros y carga liviana. En la segunda fase se selecciona un vehículo tipo sedan, ofreciéndose al consumidor en dos versiones: bajo el nombre “MX” la versión sincrónica y “MF” la versión automática.

La primera unidad producida en la planta ensambladora MMC Automotriz, S.A, fue en octubre del año 1990, la misma fue un minibús modelo L-300 con capacidad para 15 pasajeros, con el volante a la derecha, este fue hecho para el mercado de exportación.

El proyecto de ensamblaje de los vehículos Hyundai en la planta de MMC Automotriz surge de la necesidad de diversificar la línea de productos que venía ofreciendo esta empresa al mercado venezolano. Por ello, a mediados de 1.995 Hyundai Motor Company (Corea) y MMC Automotriz, S.A. (Venezuela) materializan sus conversaciones, con la firma en la República de Corea del acuerdo de representación y ensamblaje de los vehículos Hyundai por parte de MMC Automotriz, S.A.

En el mes de Mayo de 1996, el primer Hyundai modelo Excel es ensamblado en la Planta de Barcelona, convirtiéndose en la punta de lanza de esta marca coreana

hacia este Continente, en materia de producción automotriz, con miras a la comercialización de estos productos en países que integran el importante bloque comercial latinoamericano. Actualmente, en la Planta MMC Automotriz, S.A. se ensamblan los vehículos de la marca Mitsubishi, destacándose entre los modelos producidos: LANCER, SIGNO, PANEL L-300 y el camión de tipo utilitario CANTER y los vehículos de la marca Hyundai, destacándose los modelos ACCENT y ELANTRA. Así mismo, la planta cuenta con una capacidad instalada de aproximadamente 90 unidades por día.

1.1.1- Misión de la Empresa.

La misión de MMC Automotriz, S.A. es producir y comercializar con carácter de exclusividad los vehículos Mitsubishi y Hyundai, andando a la vanguardia con tecnología de punta, buscando los recursos humanos capacitados, proactivos y experimentados en la industria automotriz, lo que permite ofrecer vehículos líderes en calidad, eficiencia y rendimiento, capaces de satisfacer los gustos más exigentes.

1.1.2- Descripción del Proceso Productivo.

El proceso se inicia con la fase de recepción del material, el cual, una parte viene importado desde Japón y Corea por vía marítima recibido por medio del Puerto de Guanta y aérea en el Aeropuerto Internacional de Barcelona, para luego ser llevado a la planta y colocarlos en los almacenes. La otra parte es nacional, enviado por los suplidores y revisado conforme a lo estipulado en la nota de entrega, para luego trasladarlo al lugar de almacenaje.

Una vez desempacado e inspeccionado el material se traslada al patio CKD Comply Knockdown (completamente desarmado), luego se inicia el suministro de los materiales a las líneas de producción, las cuales son llevados por medio de carruchas, montacargas, para los lugares de las diferentes líneas de trabajo.

En la zona de taller existen líneas de producción como son: línea de electro-punto, línea de acabado metálico, línea de pintura, línea de vestidura, línea alta, línea final y garaje:

Línea de Electro-Punto: en esta línea se da inicio al proceso productivo, donde por medio del ensamblaje con electro-punto se une los paneles metálicos correspondientes a cada modelo de vehículo, por medio de puntos de soldaduras. El proceso de soldadura se efectúa colocando todos los paneles en matrices especiales las cuales fueron diseñadas para cada modelo de vehículo.

Línea de Acabado Metálico: es la zona donde se le da acabado final a los metales de la carrocería que fueron armados en los paneles de matrices, allí se corrigen los defectos de carrocería que presenta la unidad por defectos de armado en electro-punto; las operaciones más ejecutables en esta línea se destacan las siguientes: esmerilado, latonería, proceso de soldadura de estaño, remoción de virutas, limpieza general de la unidad antes de ingresar al sistema de pintura. También se coloca las siguientes partes de carrocería al vehículo como son: instalación de capó, instalación de guardafango, instalación de maletera, puertas y cuadratura de carrocería.

Línea de Pintura: es una línea donde la unidad es lavada a altas temperaturas para quitar las grasas e impureza que trae de los procesos anteriores para luego ingresar a la línea de fosfato donde se aplica un tratamiento químico a la carrocería, quedando el vehículo para su posterior aplique de fondo que sirve como base para la pintura que le da color al carro, finalmente se le aplica una capa transparente (clear) que es el encargado de darle brillo a la carrocería y protegerla de los rayos ultravioletas.

Línea de Vestidura: en esta línea se instala todo lo correspondiente a partes funcionales y accesorios a cada vehículo, se colocan los ramales, sistema de frenos, aire acondicionado, vidrios de puertas, sistemas de luces, vestiduras de puertas, retrovisor, vestidura de techos y tableros.

Línea Alta: después del proceso de vestidura las unidades son desplazadas al área de línea alta, donde son elevadas con grúas especiales a una altura determinada. Actualmente se dispone de 12 grúas las cuales permiten mantener las unidades suspendidas en 12 estaciones de trabajo, para ejecución de los siguientes procesos: instalación de tuberías de freno, Fijación de brazos de suspensión, instalación de sistemas de escape, colocación de ejes traseros y delanteros, ensamblaje de instalación del motor, instalación de transmisión, colocación de cauchos.

Línea Final: es la última línea de ensamblaje de la unidad y tiene como función principal el desarrollo de los ensambles y ajustes del proceso. Entre las operaciones que se desarrollan, se tienen: conexión de cables eléctricos del motor, colocación de liga de frenos, instalación de asientos, cargas del sistema de aire acondicionado, colocación de aceite hidráulico y gasolina, volantes, chequeo de luces, se efectúa la prueba de encendido, alineación del tren delantero, instalación de vidrios parabrisas y retrovisores.

Garaje: no representa una línea de ensamblaje, pero forma parte del sistema productivo. El área del garaje está ubicada fuera de todas las líneas de ensamblaje y tiene como funciones principales realizarle pruebas al vehículo como: Prueba de pases de agua al interior de la unidad, prueba de carretera para detectar cualquier tipo de ruido producto de algún defecto de instalación del proceso, además se corrigen los posibles defectos encontrados por control de calidad a través de una inspección minuciosa realizada a toda la unidad. Una vez aprobados definitivamente los vehículos por control de calidad, estos son trasladados al patio de unidades

terminadas, donde permanecerán hasta que sean distribuidos a cada uno de los concesionarios de todo el país.

1.2- Planteamiento del problema.

En Venezuela se ha venido experimentando un cambio en sus actividades tecnológicas y económicas. De igual forma cambian las condiciones de trabajo con el fin de mejorar la producción. La empresa MMC Automotriz S.A. no se escapa de esta realidad y desde sus inicios en el año 1990, se ha caracterizado por ser cada día más competitiva. En el año de 1990 comienza a ensamblar vehículos de la marca Mitsubishi teniendo una producción considerable, desde 1996 comienza el ensamblaje de vehículos marca Hyundai en Venezuela impulsando la producción de ensamblaje de vehículos. A principio del 2006 se producía una cantidad de 90 vehículos diarios, en un periodo de trabajo de 8 horas, obteniendo modelos como el ELANTRA, EXCEL, ACCET, SIGNO, camionetas tipo PANEL, que son distribuidos al mercado nacional e internacional.

El Departamento de Mantenimiento de la planta MMC Automotriz, se encarga de prestar servicio en tres áreas específicas, cada una a cargo de un jefe de sección, las cuales son mantenimiento mecánico, mantenimiento eléctrico y servicios generales, teniendo cada una la responsabilidad para el buen funcionamiento de la empresa. En la parte de producción de vehículos se tienen líneas de trabajos como es electropunto, acabado metálico, vestidura, línea alta, línea final. En todas estas líneas de producción se generan fallas en los equipos como son: roturas de mangueras neumáticas, rotura de cadenas de transportación, entre otras, donde se tiene que reestablecer de forma rápida su funcionamiento para evitar contra-tiempos en la producción.

El mantenimiento mecánico al pasar el tiempo toma un valor importante, porque permite que los equipos mecánicos sigan su funcionamiento, siendo de vital importancia tener el repuesto al alcance del trabajador para evitar las pérdidas en la producción, y así restablecerla al menor tiempo posible, ya que, los equipos son la base para lograr el cumplimiento de los objetivos de la organización.

Actualmente no se lleva un control preciso de cuando hacer la solicitud de un pedido en el almacén de mantenimiento mecánico, presentándose en ciertas ocasiones inexistencias de repuestos requeridos para reestablecer un equipo, lo cual trae como consecuencia la compra de forma urgente, conllevando a tener pérdida de tiempo en el trabajo a realizar y por ende en la producción.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo consiste en desarrollar un software con el cual se tenga un control de cada repuesto que se tiene en almacén de mantenimiento de forma accesible y sencilla, tomando en consideración los siguientes aspectos: descripción del repuesto, código, consumo de repuestos, punto y cantidad de pedido, inventario, tiempo de reposición y costo unitario. Además el software realiza una estratificación de los repuestos para clasificar su criticidad en A, B Y C dependiendo del valor de uso y las unidades consumidas en el período de evaluación.

Es necesario mencionar que el software propuesto puede ser utilizado por personas con mínimo conocimiento de computación, debido a que el mismo fue concebido de una manera sencilla, es decir, de fácil operación.

1.3- Objetivos.

1.3.1- Objetivo General:

Desarrollar un software para análisis de inventario en una planta ensambladora de vehículos

1.3.2- Objetivos Específicos:

Estudiar la estrategia actual de reabastecimiento como sistema de control de almacenamiento.

Determinar los parámetros básicos sobre reabastecimiento de repuestos en función del estudio de estrategias.

Aplicar los pasos para un análisis de inventario en el almacén de mantenimiento de la planta ensambladora de vehículo.

Establecer criterios para la estratificación de repuestos de acuerdo a su criticidad.

Desarrollar una herramienta computacional que determine la cantidad y el momento más oportuno para la adquisición de repuestos de los equipos en la planta ensambladora de vehículo.

Elaborar un manual de usuario que facilite la utilización del software propuesto en este trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1- Antecedentes

HENRÍQUEZ G., (2001). Realizó un trabajo que consistió en diseñar un software para elaborar programas de mantenimiento, bajo la combinación de ser flexible, las actividades de los programas de mantenimiento, fueron extraídos de los documentos que componen los estándares de mantenimiento e inspecciones o mantenimiento circunstancial, también elabora órdenes de trabajo, para establecer la ejecución de dichas actividades e informe de planificación mensual, para obtener un comportamiento general de la gestión de mantenimiento, con la implementación del software la empresa, fábrica o planta industrial obtendría ciertas ventajas como: eficiencia, eficacia, economía, información al instante como la toma de decisiones oportuna para mejorar la gestión de mantenimiento, debido a que se dispone de un mayor control sobre los equipos y una mejor capacidad de repuesta en caso de emergencia [1]

BRAVO D.,(2003). Realizó un trabajo el cual consistió en estimar la confiabilidad de sistemas industriales, mediante la distribución de Weibull y el análisis de sobrevivencia y fallas respectivamente a través de un software, la metodología utilizada, consistió en el desarrollo de tres etapas, una etapa que estima la confiabilidad de los equipos por medio de modelos paramétricos o no paramétricos, otra etapa que emplea la elaboración de esquema de confiabilidad de sistema industriales a través de los llamados bloques funcionales y una última etapa donde se estima la confiabilidad del sistema considerando conexiones serie, paralelo y mixto, el investigador consideró que con la utilización de un software se tiene mayor control

sobre los equipos, ya que refleja el comportamiento de los mismos a lo largo del tiempo. [2]

Los estudios antes señalados guardan una estrecha relación con la presente investigación por cuanto, se diseñó un software que controla la cantidad de repuestos, equipos y materiales en la empresa MMC automotriz

2.2- Fundamentos teóricos.

Para la realización del proyecto en estudio fue necesario establecer y aplicar ciertos conocimientos teóricos que facilitaron la realización del trabajo y permite una mejor comprensión al lector.

2.2.1- Definición de Inventario o Stock.

Conjunto de artículos almacenados en un lugar y en un momento determinados, que están disponibles para ser empleados como bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumido en la producción de bienes, trayendo algunas ventajas como son reducción tiempos de entrega, de los costos de pedido y de ruptura de stocks. Los departamentos involucrados son:

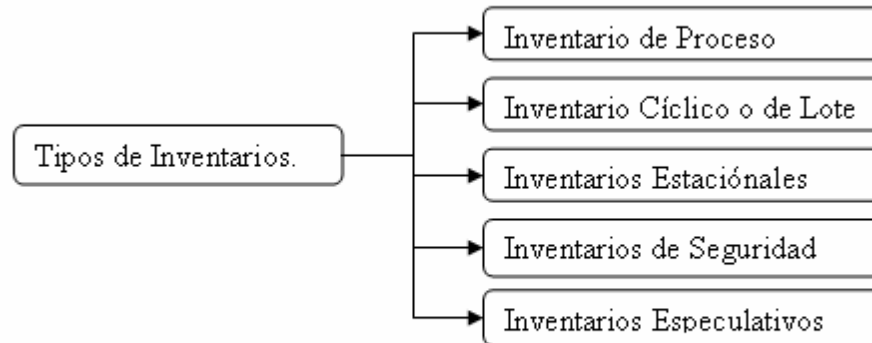
Mantenimiento: consumiendo los repuestos y en algunos casos hacen requisiciones.

Compras: se encarga del proceso de adquisición.

Almacén: se encarga de hacer requisiciones, recepción, control y despachos. [3]

2.2.1.1- Tipos de Inventarios.

En la grafica 2.1 se muestran los tipos de inventario y luego se explica cada uno de ellos.



Grafica. 2.1- Tipos de Inventarios

Fuente: Angel, M. 2006

2.2.1.1.1- Inventario de Proceso:

Son las materias primas, en proceso o terminadas, que están siendo convertidas o transportadas en el proceso productivo. Son producto, básicamente, del diseño del sistema productivo y de la red de comercialización o logística.

2.2.1.1.2- Inventario Cíclico o de Lote:

Se generan al producir en lotes y no de manera continua. Estos inventarios facilitan las operaciones del sistema clásico de producción.

2.2.1.1.3- Inventarios Estacionales:

Son materiales que poseen demanda en algún ciclo que puede ser estacional o no. En estos casos, la producción se realiza contra un inventario, del cual se satisface la demanda en el período en que ocurre. Con esto se evita los picos de producción exagerados.

2.2.1.1.4- Inventarios de Seguridad:

Se generan para amortiguar variaciones en la demanda o para cubrir errores en la estimación de la misma. Estos inventarios derivan del hecho de que la demanda de un bien o servicio proviene usualmente de estudios de mercados que difícilmente ofrecen una precisión total. Se tiene que estimar la demanda lo más próximo posible, para no incurrir en pérdidas tanto como en exceso o por déficit del material.

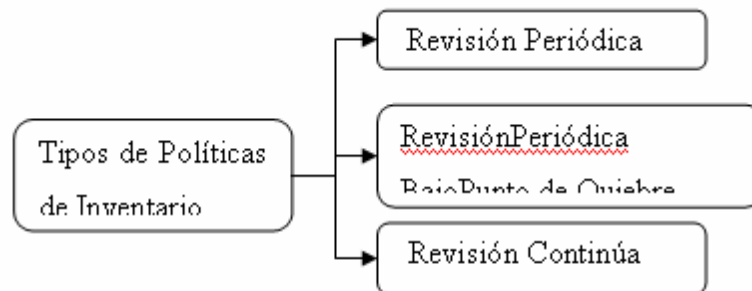
2.2.1.1.5- Inventarios Especulativos:

Se acumulan inventarios con carácter especulativo cuando se espera un aumento de precio superior a los costos de acarreo de inventarios.

De los tipos de inventarios mencionados anteriormente se seleccionó el inventario de seguridad que dependerá de la mayor o menor cantidad de artículos almacenados de la actividad que desarrolla la empresa MMC automotriz, para hacer frente a las fluctuaciones en exceso de demanda o retrasos imprevistos en la entrega de los pedidos.

2.2.2- Políticas de Revisión de Inventarios.

Existen varios tipos de revisión entre los cuales se explican las siguientes políticas (ver gráfica 2.2):



Gráfica. 2.2- Tipos de Políticas de Inventarios

Fuente: Angel, M. 2006

2.1.2.1- Revisión Periódica:

Bajo esta política, los niveles de inventarios son monitoreados a intervalos de tiempo T , donde T es la cantidad de tiempo determinada según sea el criterio ordenado.

2.1.2.2- Revisión Periódica Bajo Punto de Quiebre:

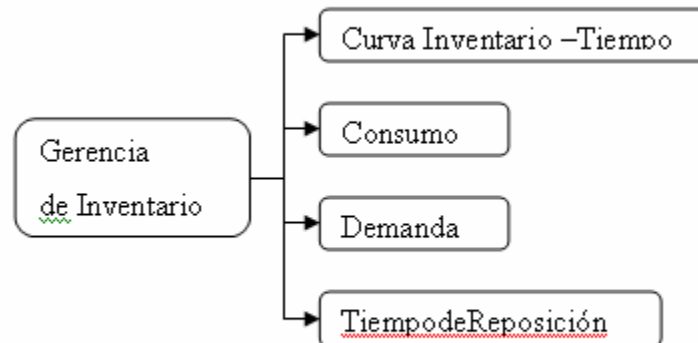
En este sistema, la reposición del inventario se realiza siempre que el nivel de existencia en el intervalo sea menor que un punto mínimo aceptable o de quiebre.

2.1.2.3- Revisión Continua:

Bajo esta política, el monitoreo del inventario es permanente y una vez que se alcanza el punto de reorden r , es emitida una orden de compra. El punto r se determina en función de un nivel de seguridad aceptado y en función de la cantidad consumida durante el tiempo que demora en obtener la reposición. [4]

2.2- Definición de gerencia de inventario.

Usando el método de entrevista no estructurada al personal que labora en la empresa puede determinarse que existe un déficit en el almacén donde algunos artículos no se consiguen, bien sea, por inexistencia o por falta de información de la misma. Existen algunos parámetros que se presentan a continuación en donde se puede tener conocimiento, para mejorar la gerencia de inventario. Ver gráfica. 2.3

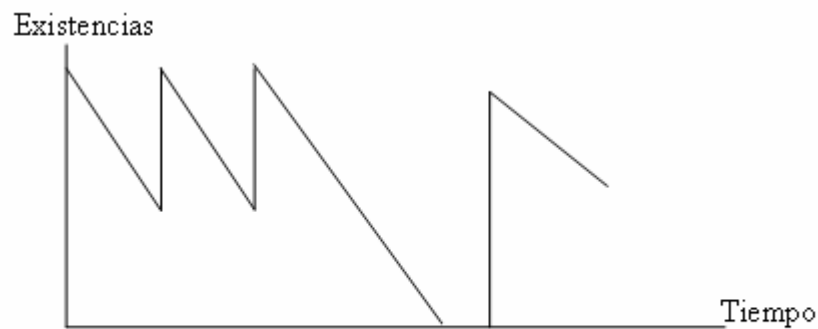


Gráfica. 2.3- Gerencia de Inventario

Fuente: Suárez, D 2003

2.2.1- Curva Inventario –Tiempo:

En esta curva, también llamada “diente de sierra”, representa la variación de inventarios en el tiempo, permite visualizar de una manera simple el problema de los inventarios. En la gráfica 2.4, se muestra una curva de inventario.



Gráfica 2.4- Curva de Inventario

Fuente: Sergio, M. 1997

Análisis de la curva.

A: es la cantidad con que se inicia el inventario.

A-B: se produce la disminución progresiva de la cantidad de inventario.

B: punto donde se recibe un lote nuevo de material.

C: se tiene de nuevo la cantidad de material con que inició el análisis.

C-D-E: repetición del ciclo.

F: cantidad de material llega a cero.

F-G: en este periodo no se puede atender las demandas del material, se produce una ruptura del inventario y la efectividad del sistema de gestión disminuye.

G: se reciben material, reanudando el proceso.

2.2.2- Consumo:

Es la cantidad de unidades de un artículo que son retiradas del almacén en un periodo de tiempo dado.

2.2.3- Demanda:

Se refiere a la cantidad de unidades solicitadas al almacén. Si se presenta una ruptura de inventario y durante este período se requiere materiales, la demanda será superior al consumo. En este caso puede ocurrir que el cliente decida retirar la demanda, o que el cliente solicite que la demanda no satisfecha le sea atendida al ocurrir la próxima recepción. Normalmente, se prefiere calcular los inventarios de seguridad usando la demanda en lugar del consumo, bajo el principio de la demanda representa las necesidades reales de los usuarios. [5]

2.2.4- Tiempo de Reposición:

Es el tiempo comprendido entre la detección de la necesidad de comprar una cierta cantidad de un material y el momento en que este llega físicamente al almacén. El tiempo de reposición puede descomponerse en dos partes:

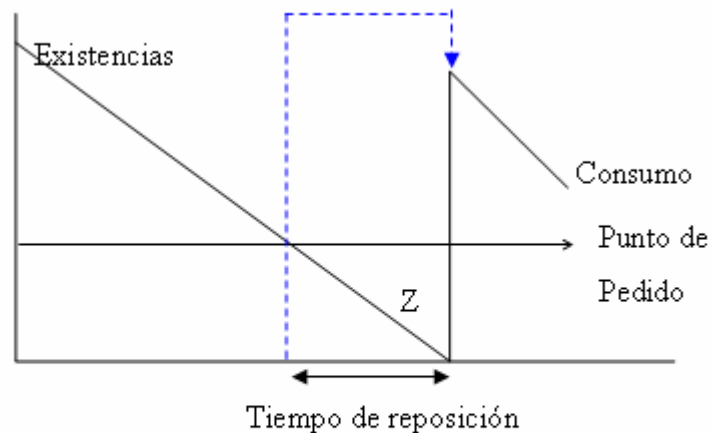
El tiempo que transcurre desde la detección de la necesidad de realizar la compra hasta que se emite la orden de compra.

El tiempo que transcurre desde la emisión de la orden de compra hasta la recepción física del material.

El primer tiempo depende fundamentalmente de la organización administrativa de cada empresa y el segundo del proveedor del material. Estos tiempos varían en función de la organización de la compañía.

2.2.4.1- Relación entre Consumo y Tiempo de Reposición.

En la gráfico 2.5 por geometría, el punto de pedido es igual a la demanda estimada del consumo multiplicado por el tiempo de reposición (ver zona A). Ésta es la señal de alarma para comprar un lote de materiales cuando la existencia del material alcance este nivel, de manera de cubrir el posible consumo mientras llega el nuevo lote. En otras palabras, el punto de pedido es la espera matemática de consumo durante el tiempo de reposición.



Gráfica 2.5- Punto de Pedido

Fuente: Sergio, M. 1997

Es recomendable calcular el punto de pedido utilizando la demanda en lugar del consumo, de manera de considerar las necesidades reales de los usuarios.

2.3- Análisis de inventario.

Para poder seleccionar como analizar el inventario y que decisión tomar, se deben recordar que existen modelos que se consideran como exacto pero solo sirven para acercarse a la práctica, ya que hacen suposiciones para simplificar la realidad y poder modelarla matemáticamente. Cuando se selecciona un modelo de análisis de inventario, tiene que hacerse un seguimiento para ser mejorados de manera progresiva, se citan algunos sistemas de inventarios como por ejemplo: el sistema representado por la técnica Justo a Tiempo, el sistema de halado y empuje.

El sistema de halado y empuje: en donde el usuario al pedir material obliga un movimiento total del sistema, para el cual permite cambiar la materia prima en proceso del producto, como un conjunto de movimiento del material, este tiende a que el material se agote de los inventarios los cuales traen como consecuencia aumentar los costos de producción, ya que se produce asilamiento por falta de material.

El sistema representado por la técnica Justo a Tiempo (JIT): consiste en tratar de que al pedir material que se tiene en existencia se tenga una repuesta rápida y eficiente de pedido del material al instante. Por motivos de complejidad, las empresas prefieren otro tipo de proceso, a pesar de tener un costo adicional incorpora los inventarios de seguridad.

2.4- Estrategias de reabastecimiento.

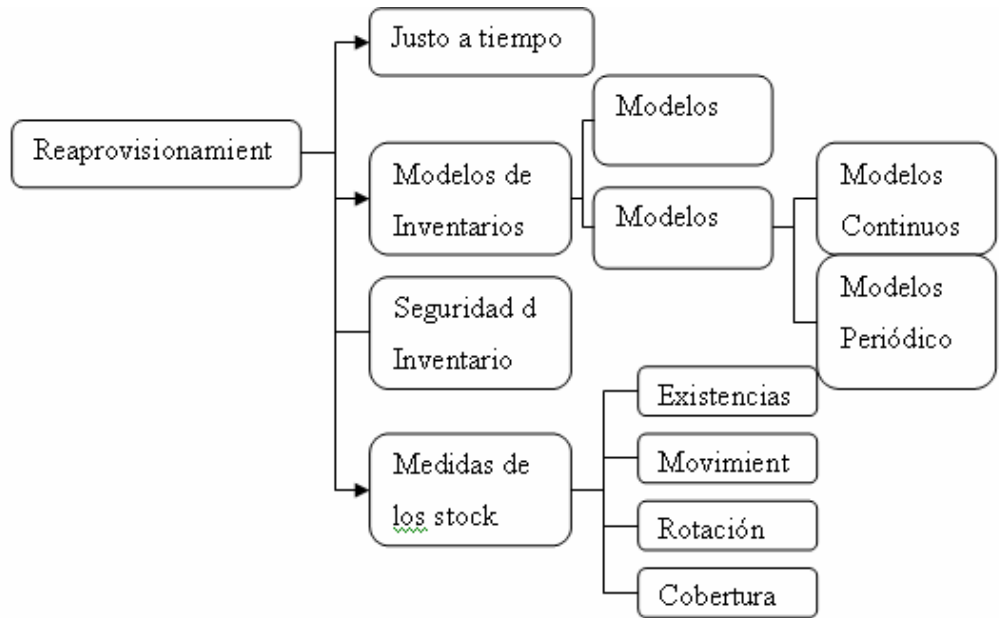
Como transcurre algún tiempo antes de recibirse el inventario ordenado, se debe hacer el pedido antes que se agote el presente inventario considerando el número de

días necesarios para que el proveedor reciba y procese la solicitud, así como el tiempo en que los artículos estarán en tránsito.

El punto de reabastecimiento consiste en la existencia de una señal al departamento encargado de colocar los pedidos, indicando que las existencias de determinado material o repuesto, han llegado a cierto nivel y debe hacerse un nuevo pedido. Se sugiere un seguimiento y análisis por separado a cada renglón con el fin de asignarle su estrategia de reabastecimiento, la cual dependerá de su comportamiento de despacho, de los costos administrativos y mantenimiento que cause.

2.4.1- Planificación del Reaprovisionamiento.

En los conceptos explicados en las páginas anteriores como son: objetivos de la gestión de inventarios, las técnicas de previsión de la demanda y determinación de los costos de los stocks, se está en condiciones de exponer los modelos de gestión de inventarios utilizados y las medidas de los stocks, en la planificación. Ver gráfica 2.6.



Gráfica. 2.6- Planificación del Reaprovisionamiento

Fuente: Welsch. 2000

2.4.2- Modelo de Gestión: "Just in Time" (Justo a tiempo).

Es un sistema de inventarios, donde su meta es eliminar todo desperdicio, definiendo desperdicio, como todo lo que no sea el mínimo absoluto de recursos de materiales, máquinas y mano de obra requeridos para añadir un valor al producto en proceso.

Los beneficios del justo a tiempo (JIT) son que en la mayoría de los casos, el sistema da como resultado importantes reducciones en todas las formas de inventario. Dichas formas abarcan los inventarios de piezas compradas, preensamblados, trabajos en proceso (WIP, por sus siglas en inglés) y los bienes terminados. Tales reducciones de inventario se logran por medio de métodos mejorados no sólo de compras, sino también de programación de la producción. El justo a tiempo necesita que se hagan modificaciones importantes a los métodos tradicionales con los que se consiguen las piezas. Se eligen los proveedores para cada una de las piezas por conseguir.

Se estructuran arreglos contractuales especiales para los pedidos pequeños. Estos pedidos se entregan en los momentos exactos en que los necesita el programa de producción del usuario y en las pequeñas cantidades que basten para periodos muy cortos.

Las entregas diarias o semanales de las piezas compradas no son algo inusuales en los sistemas justo a tiempo. Los proveedores acuerdan, por contrato, entregar las piezas que se ajustan a los niveles de calidad preestablecidos, con lo que se elimina la necesidad de que el comprador inspeccione las piezas que ingresan. El tiempo de llegada de tales entregas es de extrema importancia. Si llegan demasiado pronto, el comprador debe llevar un inventario por separado, pero si llegan demasiado tarde, las existencias pueden agotarse y detener la producción programada.

A menudo quienes compran esas piezas pagan mayores costos unitarios para que se les entreguen de esta forma. Mientras que los costos de oportunidad de estructurar el contrato de compra pueden ser importantes, el costo subsecuente de conseguir lotes de piezas individuales, diaria o semanalmente, puede reducirse a niveles cercanos a cero. Al no tener que inspeccionar las piezas de ingreso, el comprador puede lograr una mayor calidad en el producto y menores costos de inspección.

La producción de las piezas por fabricar se programa de tal forma que se minimice el inventario de trabajo en proceso (WIP), así como las reservas de bienes terminados. Las normas del justo a tiempo fuerzan al fabricante a solucionar los cuellos de botella de la producción y los problemas de diseño que antes se cubrían manteniendo existencias de reserva.

Debido a que la incertidumbre ha sido eliminada, el control de calidad es esencial para el éxito de la instrumentación del JIT. Además, ya que el sistema no funcionará si ocurren fallas frecuentes y largas, crea la ineludible necesidad de maximizar el tiempo efectivo y minimizar los defectos. A su vez, se requiere de un programa vigoroso de mantenimiento. La presión para eliminar los defectos se hace sentir, no en la programación del mantenimiento, sino en las relaciones de los

fabricantes con los proveedores y en el trabajo cotidiano en línea. La producción de justo a tiempo no permite una inspección minuciosa de las partes que arriban. Por ello, los proveedores deben mantener niveles de calidad altos, consistentes y los trabajadores deben tener la autoridad para detener las operaciones si identifican defectos u otros problemas de producción.

2.4.3- Modelos de Gestión de Inventarios.

Los modelos en que basan la planificación de aprovisionamiento según la demanda se agrupan en dos categorías principales: sean independientes o dependientes.

2.4.3.1- Independiente:

La demanda de los modelos para reaprovisionamiento son no programado generado como consecuencia de las decisiones de muchos actores ajenos a la cadena logística (clientes o consumidores), el modelo más común es el lote económico de compras. A su vez los modelos no programados se clasifican en otras dos categorías:

Modelos de Reaprovisionamiento Continuo: se emite una orden de pedido cuando los inventarios decrecen hasta una cierta magnitud o "punto de pedido". La cantidad a pedir es el "lote económico de compra".

Modelos de Reaprovisionamiento Periódico: se emite una orden de pedido cada cierto tiempo previamente establecido. La cantidad a pedir será la que restablece un cierto nivel máximo de existencias.

2.4.3.2- Dependiente:

La demanda es de modelos para reaprovisionamiento Programado, generada por un programa de producción o ventas. Responden a peticiones de reaprovisionamiento establecidas y basadas en técnicas de mejoramiento o simulación. [6]

2.4.4- Seguridad de Inventario.

Las mayorías de las empresas deben mantener ciertas existencias de seguridad para hacer frente a una demanda mayor que la esperada. Esta reserva se crea para amortiguar los choques o situaciones que se crean por cambio impredecibles en las demandas de los repuestos.

La demanda independiente o no programada de un producto suele ser de tipo probabilista. Las demandas independientes deterministas más bien son en la práctica un recurso de la doctrina para completar clasificaciones o para simplificar la formulación de los modelos. Esta circunstancia aleatoria en la generación de la demanda puede causar rupturas de los stocks, con sus costos asociados y sus pérdidas indudables de la calidad del servicio. Es necesario en consecuencia, disponer de un inventario adicional en nuestros almacenes sobre lo estrictamente necesario que haya establecido nuestro modelo de reaprovisionamiento. Dicho stock de seguridad, dependerá de las desviaciones que vaya a presentar el consumo durante el período que media entre el lanzamiento de un pedido y la recepción de la mercancía, es decir durante el plazo de entrega (Lead Time) o Período Crítico.

En consecuencia, la determinación de los stocks de seguridad estará ligada a la percepción que tengamos de esas desviaciones y al grado de fiabilidad, o "nivel de servicio" que estemos dispuestos a ofrecer a nuestros clientes. Si se tiene la percepción estadística de las desviaciones bajo la forma de la desviación estándar de la demanda, el stock de seguridad será el número de desviaciones estándar de reserva que interese mantener. A su vez, ese número de desviaciones estándar de reserva definirá el nivel de servicio que se está ofreciendo.

En la práctica, la secuencia debe ser la contraria: Fijar el "nivel de servicio" (NS) que se está dispuesto a ofrecer al cliente, expresado como porcentaje de servicios sin rupturas de stocks (por ejemplo, se puede fijar que en el 97,72 % de los suministros no existan rupturas de stocks). Determinar, sobre la base de las leyes estadísticas, el número de desviaciones estándar de reserva que se debe mantener, para garantizar ese nivel de servicio. La cual se determina mediante la Ec. 1

$$NS = \frac{fa_i}{fa_i \text{ max}} * 100$$

Donde:

NS = Nivel de servicio (%)

fa_i = Cantidad de artículos acumulado inicial

$fa_i \text{ max}$ = Cantidad de artículos acumulado máxima

Para Calcular el consumo durante el tiempo de reposición (μ), se utiliza la Ec. 2

$$\mu = \frac{\sum fi * C}{\sum fi}$$

Donde:

μ = Consumo durante el tiempo de reposición

C = valores del consumo de artículos mensual

fi = frecuencia del artículo pedido

La ecuación *Ec.3* muestra el stock de seguridad mínimo necesario para satisfacer el consumo que corresponda por columna, ver gráfica 2.7. En los casos en que μ es mayor que C el valor de β será cero (0), ya que no puede haber inventarios negativos.

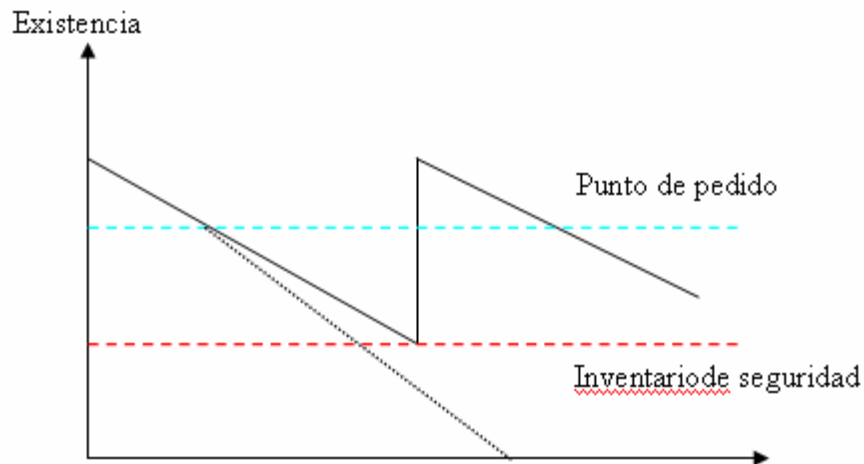
$$\beta = C - \mu$$

Donde:

β = stock de seguridad mínimo

C= valores del consumo de artículos mensual

μ = Consumo durante el tiempo de reposición



Gráfica 2.7- Inventario de Seguridad

Fuente: Sergio M 1997

2.4.5- Medidas de los Stocks.

Las magnitudes objeto de medida se pueden agrupar en las siguientes categorías:

2.4.5.1- Existencias:

Es la cuantificación del activo circulante que se dispone en momentos determinados, puede ser semanal, determinando fijo el día, mensuales, generalmente en el último día de cada mes o final del ejercicio contable. Las existencias se pueden medir en unidades físicas, aunque en la práctica pueden tratarse de unidades de volumen propiamente como: el peso, unidades discretas o en unidades monetarias. Las existencias debe centrar su atención en el control de la cuantificación física preferiblemente.

2.4.5.2- Movimientos:

Los circulantes, es decir, de las entradas y salidas de materiales, es otro aspecto fundamental del control de inventarios, que requiere por lo general la utilización de herramientas informáticas de apoyo. Al igual que en el caso anterior, esta medición puede realizarse sobre la base de unidades físicas o monetarias, con las mismas limitaciones y necesidades por parte del gestor de inventarios antes expuestas. Las entradas y salidas pueden medirse pedido a pedido, o en términos periódicos: entradas o salidas diarias, semanales, mensuales, o anuales.

2.4.5.3- Rotación:

La tasa de rotación es otra magnitud, en este caso se fundamenta para el control de los inventarios que relaciona las salidas con las existencias. Se calcula con la ayuda de la Ec. 4:

$$Rotación = \frac{salida}{existencia}$$

La rotación se suele medir en términos anuales, situando en el numerador de la expresión anterior las salidas totales del año o ejercicio económico y en el denominador las existencias medidas de dicho periodo.

2.4.5.4- Cobertura:

La cobertura mide generalmente el número de días que permiten cubrir las existencias disponibles en cada momento (o las existencias medidas de cierto periodo). La expresión clásica de este indicador se muestra en la Ec. 5.

$$Cobertura = \frac{Existencia}{salidas(anuales)} * 365$$

El resultado de la aplicación de esta tasa será un número de "días de stock". Si en el numerador se colocan las existencias medidas de un cierto período (semana, mes, etc.). En lugar de las existencias diarias habrá que ajustar el factor 365 dividiéndolo por el número de días de que conste dicho período. Por lo demás, habrá que prestar la debida atención a la problemática de las unidades en el mismo sentido que se expuso al hablar de la rata de rotación. [7]

2.4.5.5- El Grado de Utilización o de Ocupación de los Recursos de que Dispone:

Es un indicador de carácter eminentemente físico que generalmente depende de la capacidad de almacenamiento, se calcula mediante la Ec. 6.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Existencia}}{\text{Capacidad}}$$

En el numerador de la Ec. 6 se coloca las existencias medias anuales y en el denominador la capacidad dedicada a dicha cantidad en existencia, si el grado de utilización sería el 50%, esto significa que no ha ingresado durante el año analizado un nuevo pedido en el almacén, hasta que se hayan agotado las existencias de las que disponían.

Si el valor del índice, es superior a 0,50 indica que se ha mantenido algún otro tipo de inventarios en el almacén además de los estrictamente necesarios bajo el punto de vista logístico: por ejemplo, stocks de seguridad, stocks estratégicos, o stocks especulativos.

Si el análisis se extiende a múltiples referencias y no existen en los almacenes capacidades dedicadas a un solo producto, sino que la capacidad es compartida, el indicador es menos potente, ya que un grado de utilización superior al 50% puede deberse a los efectos ajenos a la pura logística antes descritos, o a una gestión

cuidadosa del almacén, en la que se aprovechan vacíos generados por salidas de una cierta referencia para ubicar otras referencias que en se momento están entrando.

2.5- Tamaño de pedidos.

La pregunta que se suele plantear al momento de realizar el reaprovisionamiento el encargado del almacén es: ¿Cuanto Pedir? Esta es la principal pregunta a la que los analistas han tratado de dar respuesta desde que se puso de manifiesto la importancia de la gestión científica de stock.

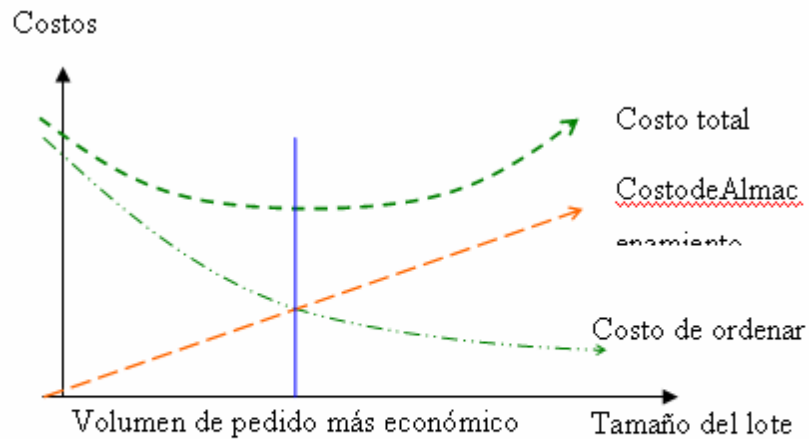
La respuesta más conocida a esta pregunta es la famosa "Formula del modelo de Wilson" para la determinación del lote económico de compras (LEC).

Estrictamente el modelo de Wilson se formula para la categoría de modelos de aprovisionamiento continuo, con demanda determinista y constante, en los siguientes supuestos respectivos. Solamente se consideran relevantes los costos de almacenamiento y de lanzamiento del pedido, lo que equivale a admitir que:

El costo de adquisición del stock es invariable sea cual sea la cantidad a pedir no existiendo bonificaciones por cantidad, siendo por lo tanto un costo no evitable.

Los costos de ruptura de stock también son no evitables. Además se admite que la entrega de las mercaderías es instantánea, es decir con plazo de reposición nulo.

En estas circunstancias existe una cantidad de pedido tal que minimiza el costo total. Solución conocida como fórmula de Wilson. Ver Ec. 8 y gráfico 2.8.



Gráfica 2.8- Volumen de Pedido más Económico

Fuente: Sergio, M. 1997

Costo de ordenar = costo administrativos + costo tramitación y manejo.

Costo de almacenamiento = costo de existencia + costo de pedido.

Costo total= costo de almacenamiento + costo de ordenar

2.6- Desarrollo del modelo de cálculo de los parámetros de reabastecimiento.

El costo anual (CT), asociado a la gestión de repuesto, viene dado por los siguientes componentes:

El total facturado (TF) por los proveedores, es el producto de la cantidad de unidades a pedir por el número de pedidos por el precio unitario, ver Ec 7.

$$TF = Q * N * Pu$$

Ec. 7

Donde:

Q = Cantidades de unidades a pedir

N = número de pedidos que hay que efectuar en el año.

Pu = precio unitario

Los costos por concepto de tramitación y manejo (CTM) de cada compra (costo administrativo), el cual se obtiene multiplicando los costos que ocasionan por éste concepto cada pedido por el número de ellos, ver Ec. 8:

$$CTM = CA * N \quad Ec. 8$$

Donde:

CA = costo administrativos

N = número de pedidos

El costo anual de posesión de stock (CP), éste costo se obtiene, multiplicando el interés financieros (i) por el valor medio del stock activo, este último está compuesto por la cantidad de unidades que deben constituir un pedido (Q) y el precio unitario del repuesto solicitado (Pu) ver Ec. 9.

$$CP = i * \left(\frac{Q * Pu}{2} \right) \quad Ec. 9$$

Algebraicamente, el costo se pueden expresar mediante la siguiente ecuación:

$$CT = Q * N * Pu + CA * N + i \left(\frac{Q * Pu}{2} \right)$$

Ec.10

Pero sabemos que:

$$N = C / Q$$

Donde:

N = Representa el número de pedidos que hay que efectuar en el año.

C = Consumo anual.

Q = Cantidades de unidades a pedir.

Sustituyendo, el valor de N en la ecuación Ec.10 se obtiene la Ec. 11:

$$CT = C * Pu + CA * \frac{C}{Q} + i \left(\frac{Q * Pu}{2} \right)$$

Ec.11

Diferenciando, con respecto a Q.

$$\frac{d(CT)}{dQ} = -\frac{C * CA}{Q^2} + i * \frac{Pu}{2}$$

Al igualar a cero ésta expresión, se tiene que:

$$-\frac{C * CA}{Q^2} + i * \frac{Pu}{2} = 0$$

Multiplicando por $2Q^2$ cada término para suprimir los denominadores:

$$-2C * CA + i * Pu * Q^2 = 0$$

$$i * Pu * Q^2 = 2C * CA$$

Despejando a Q^2 , nos queda:

$$Q^2 = \frac{2C * CA}{i * Pu}$$

Esta expresión coincide con la formula de Wilson (Ec. 12):

$$Q = \sqrt{\frac{2 * C * C_A}{i * Pu}}$$

Ec.12

Leyenda:

C = cantidad de unidades consumidas anualmente.

C_A = importe de los gastos de formulación de un pedido para el repuesto en cuestión.

P_u = precio unitario de compra de repuesto.

i = interés perdido por los capitales inmovilizados.

2.6.1- Reaprovisionamiento Continuo:

Pudiéndose Calcular el tamaño de pedido, con la ayuda de la formula de Wilson, la siguiente pregunta que formular sería: ¿Cuándo pedir?

En los modelos de reaprovisionamiento continuo los inventarios se controlan continuamente y el pedido se cursa en el momento en que los inventarios decrecen hasta una cierta magnitud o " punto de pedido". La cantidad a pedir entonces sería el lote económico de compras. (LEC).

Si se respetan escrupulosamente las hipótesis en las que se basa el modelo de Wilson (en concreto, lo que establece es que el plazo o período de reposición, lead-time, es nulo), el punto de pedido aparecería cuando el nivel de inventarios fuera igual al stock de seguridad.

En un caso más general, con el período de reposición no nulo, el punto de pedido aparecería cuando el nivel de inventarios fuera igual a la suma del stock de seguridad más la demanda que previsiblemente habría que atender durante el periodo de reposición. Ver Ec. 13.

$$PP = DpM * TpR + \beta$$

Ec.13

Donde:

PP = Punto de pedido

DpM = Despacho promedio mensual (pieza/mes)

TpR = tiempo promedio de reposición (mes)

β = Stock de seguridad

A continuación se indica la metodología para realizar el cálculo de cada uno de los parámetros involucrados para determinar el punto de pedido (pp).

- Despacho promedio mensual (DpM): es el promedio aritmético de las cantidades del renglón despachados mensualmente del almacén. Ver Ec 14

$$DpM = \frac{\sum Q_i}{N}$$

Ec.14

Leyenda:

Q_i = Cantidad del renglón despachada en el período a evaluar.

N = Número de meses que existen en el intervalo a evaluar.

- Tiempo promedio de reposición (TpR): se suma cada una de las reposiciones y se divide entre el número de reposiciones

- Calculo del Stock de seguridad (β): es un factor cuyo valor esta en función del nivel de servicio (NS) deseado y afecta el denominado stock de seguridad utilizados para el control de inventarios

- El nivel de servicio (NS), es el indicador que relaciona el número de unidades satisfechas por el inventario cuando es requerido un repuesto y las cantidades demandadas al inventario en un tiempo determinado. En la medida que se requiera mayor nivel de servicio en el inventario, mayor debe ser el nivel de existencia de seguridad que se tenga para garantizar la disponibilidad buscada.

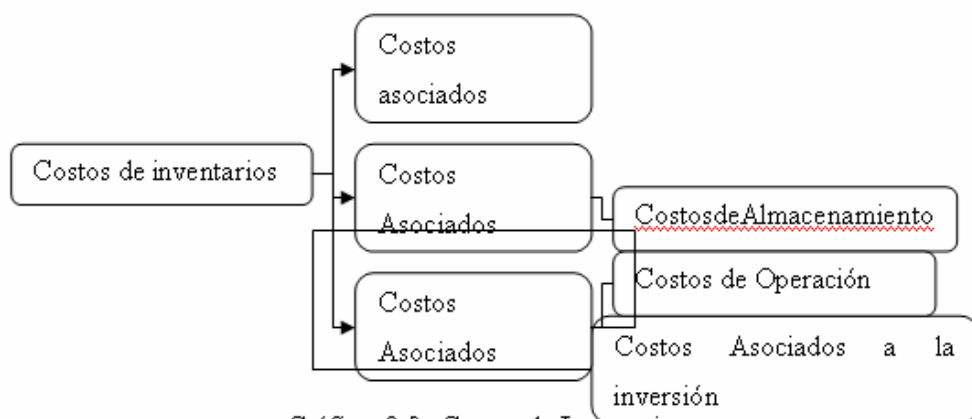
2.6.2- Reaprovisionamiento Periódico:

En el caso de los modelos de reaprovisionamiento periódico la respuesta a la pregunta ¿cuánto pedir? Es aparentemente sencillo; se emite una orden de pedido cada cierto tiempo previamente establecido (una vez por semana, o una vez por mes, por ejemplo), denominado período de reabastecimiento. La cantidad a pedir en ese

momento (U) será la que restablece un cierto nivel máximo de existencias, o "nivel objetivo". Este modelo de reaprovisionamiento tiende a utilizarse cuando existen demandas reducidas de muchos artículos y resulta conveniente unificar las peticiones de varios de ellos en un solo pedido para reducir los costos de lanzamiento o para obtener descuentos por volumen.

Muchas veces el pedido a realizar es diferente al lote económico de compra. Ello significa que los costos del inventario cuando se utiliza el modelo de reaprovisionamiento periódico suelen ser superiores a los costos del modelo de aprovisionamiento continuo (conclusión evidente) y solo se aplica el modelo de reaprovisionamiento periódico cuando sea muy difícil de realizar el seguimiento continuo de los inventarios o surjan economías de escala al simultanear pedidos de múltiples referencias.

2.7- Costos de inventarios: la gestión de inventarios es una actividad en la que coexisten tres tipos de Costos. Ver Gráfica 2.9.



Gráfica. 2.9- Costos de Inventarios

Fuente: Jonson, R. 1995

2.7.1- Costos Asociados a los Flujos:

en ámbito de los flujos habrá que tener en cuenta los de aprovisionamiento (transportes), aunque algunas veces serán por cuenta del proveedor y en otros casos estarán incluidos en el propio precio de la mercancía adquirida. Será necesario tener en cuenta tanto los costos de operación como los asociados a la inversión.

2.7.2- Costos Asociados a los Stocks:

en este ámbito deberán incluirse todos los relacionados con inventarios. Estos serían entre otros: costos de almacenamiento, deterioros, pérdidas y degradación de mercancías almacenadas, entre ellos también se tienen los de rupturas de stock, en este caso cuentan con una componente fundamental los costos financieros de las existencias.

a- Costos de Almacenamiento: incluyen todos los costos directamente relacionados con la titularidad de los inventarios tales como:

Costos Financieros de las existencias.

Gastos del Almacén.

Deterioros, pérdidas y degradación de mercancía.

Dependen de la actividad de almacenaje, este gestionado por la empresa o no, o de que la mercadería este almacenada en régimen de depósito por parte del proveedor o de que sean propiedad del fabricante.

La clasificación de los costos de almacenamiento, también se clasifican: por actividad (almacenaje y manutención), por imputabilidad (fija y variable) y por orígenes (directos e indirectos).

Un método aproximado para evaluar los costos de almacenamiento, es la tasa Anual (Ad valorem). Este método se utiliza para la planificación de sistemas logísticos, consiste en admitir que los costos de almacenamiento se pueden aproximar por una tasa anual aplicada al valor de las mercancías almacenadas. Esta hipótesis que es evidente en el caso de los costos financieros de los stocks se generaliza en este

método a los demás costos que intervienen en el almacenamiento (inversiones, personal, energía, deterioros, pérdidas), asumiéndose que cuanto más cara es una mercancía más caro es el costo de almacenamiento. [9]

2.7.3- Costos Asociados a los Procesos: esta estructura se plantea sin perjuicio de mantener la clásica estructura de costos por naturaleza, se clasifican en dos grandes grupos.

Costos de Operación: son los necesarios para la operación normal en la consecución del fin.

Costos Asociados a la Inversión: son aquellos desembolsos financieros relacionados con depreciaciones y amortizaciones.

2.8- Criterios para determinar criticidad de repuesto y/o renglones

Los repuestos no presentan la misma importancia en el campo productivo (operacional), como en lo económico. La importancia operacional, es el grado de impacto que provoca en el renglón de la producción cuando falla y depende naturalmente de la importancia del equipo en el proceso productivo. A continuación se define la importancia operacional de los renglones de acuerdo a los equipos que los contienen:

Renglón de importancia 1: Es aquella que si falla, el equipo no puede funcionar (crítico).

Renglón de importancia 2: Es aquel que si falla, puede causar una disminución en la operatividad del equipo y en un periodo prolongado. (Semicrítico).

Renglón de importancia 3: Es aquel que si falla no altera la operatividad del equipo y además puede ser sustituido por otro equivalente (no crítico).

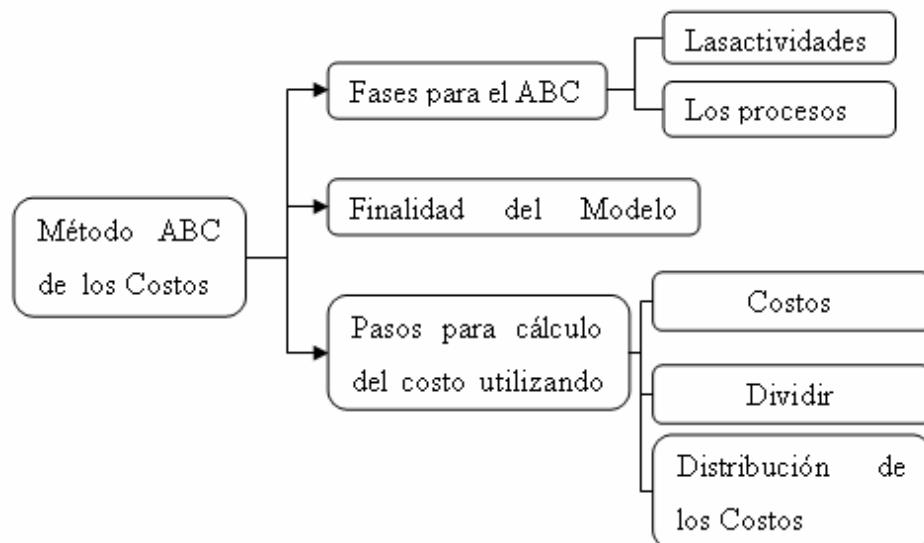
La importancia económica de los renglones es el impacto expresado en dinero que reduce a la empresa el consumo de los renglones utilizados para el

mantenimiento de equipos. Se tratará de identificar para cada renglón cual es el impacto económico que produce su consumo para asignarle un grado de importancia económica.

La técnica consiste en agrupar los diferentes repuestos constitutivos de un stock en unas pocas categorías, según las normas de un sistema denominado “Método ABC”, que consiste en una estratificación de los repuestos y/o renglones, según la clásica distribución de Pareto, en los inventarios.

2.9- Método abc de los costos.

Para entender los métodos de costo ABC en la gráfica 2.10, se explican como esta dividido cada uno de ellos.



Gráfica. 2.10- Método ABC de los Costos

Fuente: Franco, E. 2003

2.9.1- Fases Para Implementar El ABC:

Modelo de costeo ABC es un modelo que se basa en la agrupación en centros de costos que conforman una secuencia de valor de los productos y servicios de la actividad productiva de la empresa. Centra sus esfuerzos en el razonamiento de gerenciar en forma adecuada las actividades que causan costos y que se relacionan a través de su consumo con el costo de los productos como son:

Las Actividades: se relacionan en conjuntos que forman el total de los procesos productivos, los que son ordenados de forma secuencial y simultanea, para así obtener los diferentes estados de costo que se acumulan en la producción y el valor que agregan a cada proceso. Tales como: homologar productos, negociar precios, clasificar proveedores, despechar materiales, planificar la producción, facturar, cobrar, diseñar nuevos productos, etc.

Los Procesos: se definen como toda la organización racional de instalaciones, equipos, mano de obra, materia prima, energía y procedimientos para conseguir el resultado final.

En los estudios que se hacen sobre el ABC se separan o se describen las actividades y los procesos, a continuación se relacionan las más comunes: compras, ventas, finanzas, personal, planeación, investigación y desarrollo.

Las actividades y los procesos para ser operativos desde del punto de vista de eficiencia, necesitan ser homogéneos para medirlos en funciones operativas de los productos. En un sistema de costo ABC, se asigna primero el costo a las actividades y luego a los productos, llegando a una mayor precisión en la imputación.

2.9.2- Finalidad del Modelo ABC.

Los estudiosos de este sistema tienen variadas teorías sobre la finalidad del modelo, dentro de las más utilizadas se pueden mencionar:

Producir información útil para establecer el costo por producto.

Obtención de información sobre los costos por líneas de producción.

Análisis de la rentabilidad.

Utilizar la información obtenida para establecer políticas de toma de decisiones de la dirección.

Producir información que ayude en la gestión de los procesos productivos.

2.9.3- Pasos a Seguir para el Cálculo del Costo Utilizando el Modelo ABC.

En el modelo de ABC se tiene tres pasos a seguir:

2.9.3.1- Costo Indirectos:

Primeramente hay que localizar, si no están definidos, todos los centros de costo que tiene o puede tener la empresa para determinar todos los costos indirectos y luego localizarlos por centros de costo.

2.9.3.2- Dividir Actividades:

En la empresa se tiene que dividir en actividades para identificar cada uno de los centros de costo de la entidad, debido a las características de la misma, se deben realizar entrevistas y cuestionarios a los responsables de cada centro de costo y algunos trabajadores de más experiencia así como para identificar las tareas que se realizan en cada área. Los resultados facilitarán no sólo la definición de las actividades sino la mejora de la gestión del proceso y de los recursos humanos.

El análisis operacional de cada área permite definir un gran número de actividades. Posteriormente con la relación de actividades definidas se procederá al estudio de una posible eliminación, adición o integración.

2.9.3.3- Distribución de los Costos Indirectos:

Su distribución se realiza mediante dos formas: una cuantitativa y otra cualitativa. En el primer caso se genera a través del sistema informativo actual y en el segundo caso se obtiene con el método de expertos, por lo que deberá ser incluido en el sistema informativo.

Estos pueden encontrarse directamente en la base informativa, adecuarla o abrir nuevos registros.

Este representa la medida del consumo de recursos que cada inductor ha necesitado para llevar a cabo su misión, o en otros términos el costo que cada inductor genera dentro de una actividad concreta. Este consiste en efectuar un análisis de los inventarios estableciendo capas de inversión o categoría con objeto de lograr un mayor control y atención sobre los inventarios, que por su número y monto merece una vigilancia y atención permanente.

El análisis de los inventarios recomienda tres grupos el A, B y C. Donde se considera que los artículos A aproximadamente el 65% de la producción están afectados por el 10% de los renglones instalados. Los artículos B, se considera un 25% de la producción afectada por el 20% de los renglones y por último C de este grupo tienen un valor reducido de 10% de la producción afectada por un 70% de los renglón de un gran número de inventario.

Este sistema permite administrar la inversión en tres categorías o grupos para poner atención al manejo de los artículos A que significan el 65% de la inversión en inventarios, para que a través de su estricto control y vigilancia, se mantenga o en algunos casos se llegue a reducir la inversión de los inventarios, mediante una administración eficiente.

El problema consiste en encontrar la estratificación ABC de una muestra de renglones. Es decir, determinar cuales son los renglones que integran el grupo A, el B, y el C, basado en la forma que estos se consumen, para ello se procede de la siguiente manera:

Determinar el valor anual de uso para cada renglón, para calcularla se multiplica el valor unitario del artículo en cuestión por una previsión de su utilización para el año próximo, se ordena según el valor anual de uso de menor a mayor, acumulan ese valor anual y se calcula los valores anuales para 10%, 25% y 65%. El método para determinar manualmente la criticidad económica de los repuestos y/o renglones se hace más complicados y laboriosa mientras exista mayor diversidad de equipos y procesos que conformen el complejo industrial, por esta razón se desarrollará un sistema de información que sirva de apoyo a la gestión de repuestos, el cual facilita y reduce el tiempo para clasificar cada renglón según su criticidad económica ABC, siguiendo el mismo principio de la estratificación de los repuestos, según la clásica distribución de Pareto. [8]

2.9.4- Revaloración.

El objeto básico es facilitar un reajuste por la reacción ante un movimiento de precios que los distintos materiales que se ha incorporado al patrimonio en épocas diferentes provocada por una larga o importante inflación, por lo tanto, figuran en cuentas valoradas en unidades monetarias para que el poder adquisitivo se acerquen a su valor real actual y se homogenice en su unidad de valor por la que figure en cuentas corrigiendo el promedio de desvalorización monetaria. Al revalorizar los bienes del activo, se produce el aumento de las correspondientes rúbricas del activo al multiplicar los costos ordinarios por los coeficientes de desvalorización monetaria.

Cuando se hace una revalorización, los activos se refleja más aproximadamente su valor real y las cuentas del neta (capital + reserva + prevenciones), también más ajustadamente a la realidad del valor patrimonial. El coeficiente de antigüedad deberá subdividirse por años, según la fecha de incorporación al patrimonio de cada partida, e igualmente las cuotas de amortización acumulada en el correspondiente fondo. Para los stocks, deberá determinarse la permanencia media de esto en poder de la empresa. [9]

2.9.5- Visual Basic 6.0.

El lenguaje de programación Visual Basic, la sintaxis, derivada del antiguo BASIC, ha sido ampliado con el tiempo al agregarse las características típicas de los lenguajes estructurados modernos. Se ha agregado una implementación limitada de la programación orientada a objetos (los propios formularios y controles son objetos), no requiere de manejo de punteros y posee un manejo muy sencillo de cadenas de caracteres. Es utilizado principalmente para aplicaciones de gestión de empresas, debido a la rapidez con la que puede hacerse un programa que utilice una base de datos sencilla, además de la abundancia de programadores en este lenguaje.

Algunas ventajas son: que permite programar un microcontrolador de forma sencilla, como Visual Basic es un lenguaje simple y por tanto fácil de aprender, la mayor facilidad radica en el dibujado de formularios, mediante el arrastre de controles, gracias a la gran gama de controles incorporados junto al lenguaje que ahorran costos de tiempo de desarrollo. Unas de las características de Visual Basic 6.0 son las siguientes:

Con Visual Basic, se tiene la posibilidad de generar, de manera automática, conectividad entre controles y datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes. Las activaciones de objetos de Visual Basic, son una nueva tecnología de acceso a datos mediante la acción de arrastrar y colocar sobre formularios o informes.

Asistente para formularios, sirve para generar de manera automática formularios que administran registros de tablas o consultas pertenecientes a una base de datos, hoja de cálculo u objeto (ADO-ACTIVE DATA OBJECT), el asistente para barras de herramientas del cual es factible incluir barras de herramientas

personalizadas, donde el usuario selecciona los botones que desea visualizar durante la ejecución.

La ventana de vista de datos proporciona acceso a la estructura de una base de datos. Desde esta también se tiene acceso al diseñador de consultas y diseñador de base de datos para administrar y registros.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo tiene como propósito mostrar la metodología utilizada en el desarrollo del presente trabajo de grado, donde se indica el tipo de investigación y las diferentes técnicas, que se utilizaron a lo largo del desarrollo del mismo.

3.1- Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación titulado “Desarrollar un software para análisis de inventario en la planta ensambladora de vehículos”. Para el desarrollo de esta investigación fue necesario utilizar herramientas que permitieron recolectar el mayor número de información necesaria, con el fin de obtener un conocimiento más amplio para el análisis de la problemática presentada en el almacén de la empresa MMC automotriz. Se desarrolló bajo una estrategia de investigación documental, que se trata del acopio de los antecedentes relacionados con la investigación. Para tal fin se consultaron documentos escritos, formales e informales. Del mismo modo se empleó la investigación de campo, que permitió el conocimiento del comportamiento real de los materiales.

En atención a esta modalidad de investigación, se introdujeron 2 fases en el estudio, a fin de cumplir con los requisitos involucrados en el proyecto. En la primera de ellos inicialmente se desarrolló una evaluación de las ecuaciones para controlar los inventarios de materiales, a fin de determinar las necesidades de la empresa. En la segunda fase del proyecto y atendiendo a los resultados de la evaluación se presentaron los formatos para mejorar la adquisición de materiales del almacén

3.2- Técnicas de investigación y análisis.

En el desarrollo de ese trabajo se utilizaron distintas técnicas e instrumentos para la recolección y el análisis de los datos relacionado con el mantenimiento del almacén, con la finalidad de conocer las condiciones de operación, para así como también la cantidad de material existente a de estos materiales, y de esta manera proponer mejoras en el mantenimiento del almacén. Entre las técnicas utilizadas en el desarrollo de este trabajo tenemos las siguientes:

Observación Directa:

La observación directa se utilizó como una técnica para identificar y describir los distintos materiales en el almacén, tomando informaciones necesarias y las cuales se registraron para su posterior análisis.

Entrevistas informales al Personal:

Esta modalidad de la técnica se utilizó para obtener un panorama de los problemas más representativos en el almacén, utilizando la información suministrada de la experiencia del personal de mantenimiento y los encargados del manejo de los sistemas del almacén aportando conocimiento en cuanto a las condiciones operacionales, la falta de material y los trabajos de mantenimiento que se le realizan.

Encuestas:

Esta técnica representó el método más idóneo en la recolección de información para la realización del análisis de criticidad y se llevó a cabo por medio encuestas estructuradas, con preguntas escritas organizadas en un cuestionario impreso al personal relacionado en el área de mantenimiento, ya que no se contaba con suficiente documentación y los registros necesarios para la elaboración de dicho análisis.

Metodología ABC para el Análisis de Criticidad:

Esta técnica permitió jerarquizar a los materiales de procesos en el almacén, de acuerdo al impacto que estos producen a nivel de seguridad y producción. Se estableció una escala de criticidad (No crítico, Semicríticos y Crítico) para definir el impacto de las fallas en el proceso de los materiales

Manejo de Programas Computación:

Con la ayuda de esta herramienta fue posible la organización y presentación de datos así como los resultados, de la manera más sencilla posible, ordenada y práctica para el mejor entendimiento.

3.3- Población y muestra.

La población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. En la población que sirvió como objeto de investigación fueron los trabajadores que laboran en el servicio de mantenimiento de la industria MMC automotriz, especialmente al departamento de mantenimiento, donde se tomaron los datos necesarios para poder controlar la cantidad de materiales que se tiene en el almacén. Estuvo representada por unas 15 personas que laboran en la planta ensambladora, para los equipos la población igual a la muestra el cual se encuentran, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 3.1. Población de la Investigación

Personal	Ocupación	Cantidad
ingenieros	encargados de zonas	4
mecanicos	area de mantenimiento	11
Total		15

La muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población. El tamaño de la muestra depende de la precisión con que se desea llevar a cabo el estudio, Entre más grande la muestra mayor posibilidad de ser más representativa de la población.

3.4- Diseño de la investigación.

El estudio propuesto se adecuó a los propósitos de la investigación no experimental. En función de los objetivos definidos en el presente estudio, donde se planteó el desarrollo de un software de inventario en una industria automotriz. Para ello hubo que cumplir con tres etapas, la primera está referida con la delimitación del objeto de estudio y la elaboración del marco teórico, la segunda etapa implicó la realización de formatos y la tercera etapa correspondió a proponer mejoras en los pedidos para el almacenamiento de materiales

3.5- Equipos, materiales y herramientas

Los materiales utilizados a lo largo del trabajo de investigación fueron los siguientes:

De oficina. Carpetas, lapiceros, resma de papel y tinta de impresora. Ubicación: Personal. Disponibilidad: Tiempo completo.

Bibliográficos. Referido a las fuentes bibliográficas a consultar para el desarrollo del proyecto, dentro de las que se cuenta con manuales técnicos, libros de texto, tesis, entre otros.

El equipo disponible para la elaboración, redacción e impresión de este trabajo estuvo representado por:

Laptop. Marca compac, Modelo presario C700 con procesador Intel Pentium VI, Monitor Dell. Ubicación: personal

Impresora. Marca Hp Modelo DeskJet 5940.

Las herramientas computacionales (Software) que se necesitaron para facilitar y disminuir el tiempo de preparación del trabajo de investigación fueron:

Microsoft Office 2003: Esta herramienta o programa de Microsoft Corporations comprende las siguientes aplicaciones: Microsoft Word (procesador de palabras), Microsoft Excel (que permitirá realizar la hoja en que se presentará la tabla de Ingreso de Datos) y Microsoft Power Point (para la realización de presentaciones del proyecto).

Visual Basic 6.0: Es un lenguaje de programación orientado que permite construir de forma productiva las aplicaciones orientadas a objeto y tipos seguros de datos esto permitió para la creación de una amplia gama de aplicaciones en el diseño del software propuesto.

CAPITULO IV

DISEÑO DE FORMATOS Y FLUJOGRAMAS

4.1- Diseño de formatos.

Para diseñar los formatos requeridos para que el software realice el análisis de inventario se tomó como base, el consumo de repuesto anual de la empresa MMC automotriz.

Entre los beneficios de la sistematización de los formatos, se pueden destacar las siguientes:

Permite obtener información de los materiales que se movilizaron de forma efectiva.

Disminución de las horas hombre para realizar otras actividades, debido al ahorro de tiempo para elaborar informes.

Apreciación visual del comportamiento del material por medio de una gráfica, una vez que se tiene digitalizada la información.

Reducción en gran parte de los archivos en papel.

Disponibilidad de información por medio de base de datos, que sirve para múltiples utilización.

En este capitulo también se destaca la diagramación lógica para la obtención del software, mediante algunos flujogramas, donde de manera generalizada se presenta el recorrido que tiene que hacer la información para cada uno de los documentos que el programa genera.

4.2- Estructura de formatos.

Los formatos son estructuras que tienen una secuencia lógica y ordenada, que sirve para guardar información, también pueden ser diseñado de acuerdo a exigencia y necesidades requeridas.

Los diseños de los formatos presentados, están realizados de manera que se tenga de forma ordenada, los datos necesarios para poder hacer el análisis del sistema automatizado de inventario, se diseñaron dos formatos que son base para la carga de información del software, los cuales son: registro del material y registro de costos.

4.2.1- Registro del material.

El registro del material (ver formato 4.1) sugerido, contiene información del tipo de material, código, tiempo de estudio con un resumen anual, detallado mensualmente.

Registro del material	
Nombre material : (A)	Código: (B)
periodo de estudio: (C)	
Enero: (D)	Julio: (J)
Febrero: (E)	Agosto: (K)
Marzo: (F)	Septiembre: (L)
Abril: (G)	Octubre: (M)
Mayo: (H)	Noviembre: (N)
Junio: (I)	Diciembre: (Ñ)
	Total material: (O)

Formato 4.1 Registro de Material

Fuente: Propia 2009

Para llenar el formato 4.1, deben seguirse los siguientes pasos

(A) Señala el nombre del material, al cual se tiene el consumo anual.

(B) Indica el código que se le asigna al material.

(C) Es la fecha en que entro el material al almacén.

(D), (E), (F), (G), (H), (I), (J), (K), (L), (M), (N) y (Ñ) Son los valores mensuales de consumo obtenido en el tiempo de estudio.

(O) Indica el total de material consumido anualmente.

4.2.2- Registro de Costos y otras Variables:

El registro de costo y otras variables (ver formato 4.2), es un documento sugerido donde se toman en cuenta los costos producidos al obtener un material, también en este formato se indica: el nivel de servicio, nivel máximo, nivel mínimo de material como cantidades y veces de pedidos.

Registro de costos y otras variables	
Nombre material: (A)	Código: : (B)
Fecha ingreso: (C)	
Costos	Otras Variables
Costo unitario: (D)	Nivel de servicio (%): (G)
Costo emisión: (E)	Cantidad pedida: (H)
Costo anual: (F)	Veces de pedido anual: (I)
Nota: (L)	Nivel máximo: (J)
	Nivel mínimo: (K)

Formato 4.2 Registro de Costo y otras Variables

Fuente: Propia 2009

Para llenar el formato 4.2, deben seguirse los siguientes pasos:

(A) Señala el nombre del material, del cual se tiene los costos.

(B) Indica el código que se le asigna al material.

(C) Fecha que ingreso el material.

(D) Valor económico unitario del material.

(E) Valor económico por pedido de material.

(F) Valor económico anual del material.

(G) Indica el porcentaje de nivel deseado, este nivel lo selecciona el personal administrativo del almacén.

(H) Señala la cantidad hecha por pedido.

(I) Indica total de pedido realizado anualmente

(J) Nivel máximo, número que determina la cantidad para realizar un pedido.

(K) Nivel mínimo o de seguridad, es la cantidad de material almacenada para soportar en el tiempo de llegada de nuevo material.

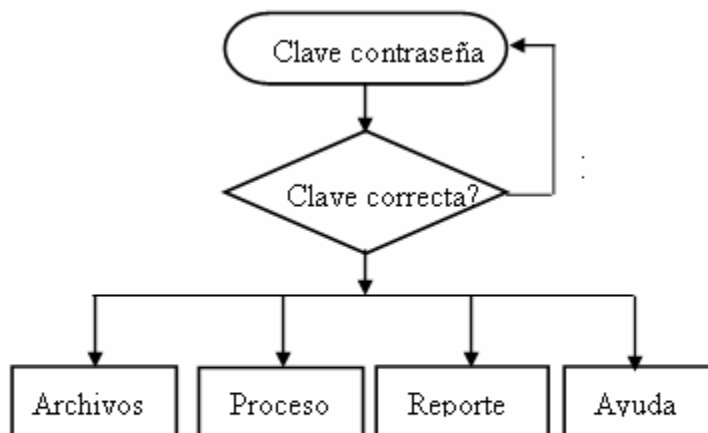
(L) Espacio para colocar alguna observación de los datos.

4.3- Flujogramas.

El Flujograma, representa gráficamente hechos, situaciones, movimientos o relaciones de todo tipo, por medio de símbolos. Es un diagrama que expresa gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de éste, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones.

Para la realización del programa en estudio es necesario explicar ciertos flujogramas los cuales facilitaran la realización y entendimiento del recorrido de la información a través del software en la realización del proyecto. A continuación se presentan las formas que se concedieron al programa desarrollado y se muestran por separado las funciones que se generan por cada flujograma.

En el ingreso del software (ver flujograma 4.1), se presentan como se puede ingresar hacia las diferentes formas de funcionamiento interno, como son: archivos, procesos, reportes y ayuda. En el cual se debe tener la clave y contraseña correcta para el ingreso del programa.

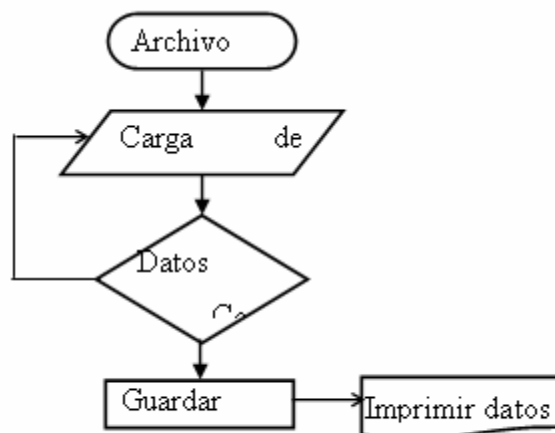


Flujograma 4.1. Ingreso al Software

Fuente: Propia

4.4- Ingresos de base de datos al programa.

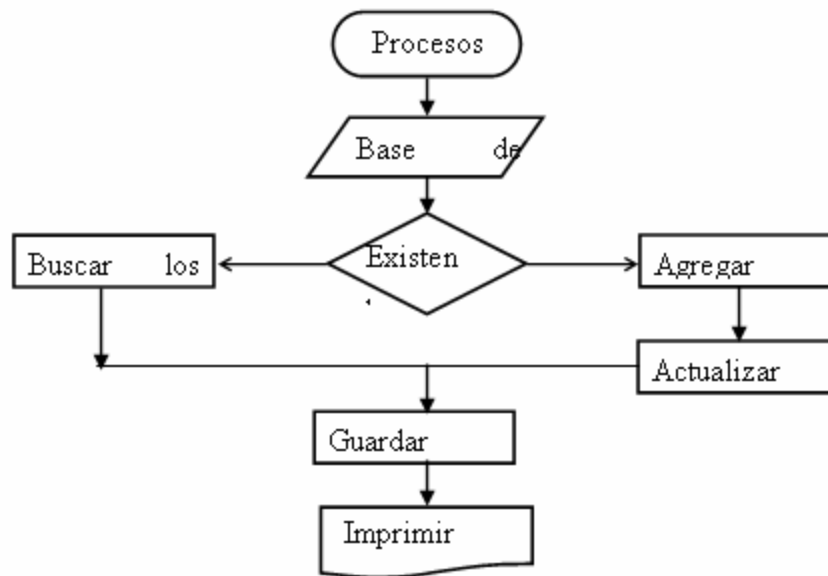
Para el ingreso de base de datos (flujograma 4.2), se debe acceder por el menú de archivos, por el cual se procederá a la alimentación de los datos al programa, además sirvió de patrón para la realización del diseño de las ventanas de: solicitantes, artículos, proveedor y usuario que tendrá el software.



Flujograma 4.2. Ingreso de Información a la Base de Dato.

4.5- Proceso de funcionamiento.

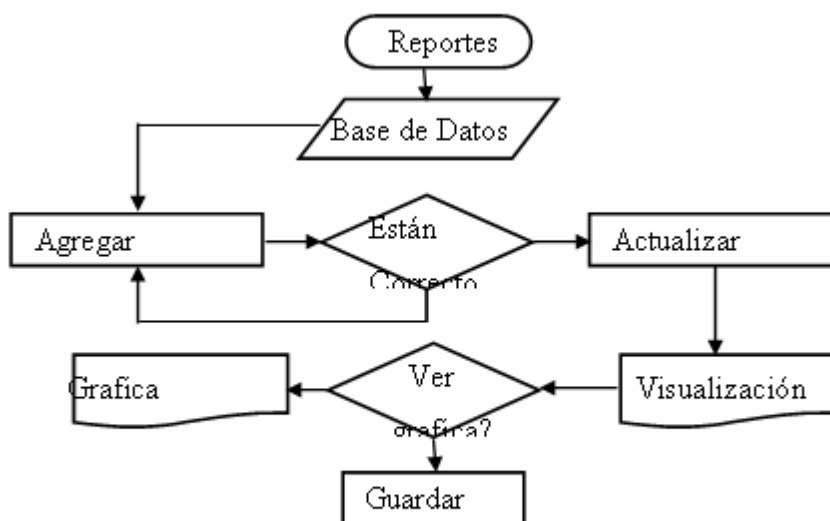
En el flujograma 4.3, se muestra el proceso de funcionamiento para la obtención de datos, donde se realizará la búsqueda, de no existir se agrega a la base de datos, de lo contrario busca la información, realiza la verificación de los datos, pudiendo modificar dicha base de dato si se desea, guardando la información e imprimiendo si fuese necesaria la búsqueda obtenida.



Flujograma 4.3 Proceso de Funcionamiento

4.6- Reporte y solicitud de artículos.

En el flujograma 4.4, se muestra el análisis de cómo se presenta estructuralmente el pedido de cualquier material que este por agotarse o agotado, en este flujograma se basó para el diseño de la ventana de solicitud de material y reporte.



Flujograma 4.4 Reporte y Solicitud de Artículos

CAPÍTULO V

DESARROLLO DEL PROGRAMA

En este capítulo se muestran las características y conocimientos que debe tener el usuario del software, como también el diseño de las ventanas y base de datos que contiene el programa.

El software esta realizado de manera tal que al usarlo se cuente con el control de cada repuesto en el almacén de mantenimiento de la empresa MMC automotriz, de forma accesible y sencilla, evitando las pérdidas de ubicación de materiales como de tiempo en el personal que lo utilizará. En conjunto el software realiza una estratificación de los repuestos que se tiene en la base de datos para determinar su criticidad que dependerá del valor de uso y las unidades consumidas en el periodo de evaluación.

5-1- Característica del software

El sistema automatizado de control y almacén (SADCA), fue creado bajo el lenguaje de programación Visual Basic 6.0, por los siguientes motivos: facilidad de utilización, tamaño ocupado por el software, exigencia de instalación y presentación visual, las cuales a continuación se explica cada uno de ellos.

5.1.1- Facilidad de Utilización:

En el momento que se programa bajo el lenguaje de Visual Basic su manejo es sencillo, solo se tiene que cargar casillas que requieren información según el material en estudio, se recomienda para la utilización del software leer el manual de usuario del presente trabajo

5.1.2- Tamaño Ocupado por el Software:

Este es un punto muy importante, ya que al desarrollar un software en cualquier lenguaje, si el tamaño es elevado, el software se tornara lento, recurriendo a equipos de alta tecnología. La memoria utilizada por el software diseñado en el presente trabajo es menos 10 MB, por lo que el computador que se instale puede constar de pocas exigencias tecnológicas.

5.1.3- Exigencia de instalación:

Es una virtud del software, puesto que se instala automáticamente, este cubre las expectativas que el software requiere, como exigencias mínimas:

Solo se requiere un procesador Pentium, con cualquier procesador que ejecute Microsoft Windows 95 hasta Windows Vista.

Pantalla VGA o de mayor resolución, compatible con Microsoft Windows. para Windows 95.

Memoria de 32 MB de RAM, esta es la mínima memoria que el computador debe poseer para funcionar, se recomienda tener una memoria mayor.

Disco duro que debe tener el computador dependerá de las necesidades de la empresa para guardar la información, ya que a medida que aumente el material por controlar más espacio en el disco duro necesitará.

5.1.4- Presentación visual:

El software, fue creado en ambiente Windows creando ventanas con colores atractivos, con menú de acceso sencillo y comandos que pueden señalar posibles fallas al introducir datos erróneos en las ventanas respectivas.

5.2- Conocimientos para la utilización del programa.

El programa fue creado bajo la premisa de ser sencillo, versátil y de fácil manejo, pero la persona que lo utilice, tendrá que saber sobre inventario, costo de materiales, reaprovisionamiento, sistema de análisis, importancia de materiales, como la toma de decisiones sobre pedidos y despacho de material.

5.3- Base de datos.

Una base de datos es un conjunto de información pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso, en la actualidad debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), que ofrece un amplio rango de soluciones al problema de almacenar datos. El programa posee algunas bases de datos necesarios para realizar el mismo, como son:

5.3.1- Base de Datos de los Usuarios

La base de datos de usuarios es donde se archivan los datos de usuarios del programa, es decir, si alguien quiere acceder al programa de inventario debe registrarse en esta base de datos. A continuación se menciona los aspecto que abarca la base de datos contemplados en el software (ver tabla 5.1).

Nombre: espacio para colocar nombre completo de la persona.

Usuario: Lugar para asentar la palabra clave que utilizará en la ventana inicial.

Clave: caracteres específicos insertados por los usuarios confirmables, modificables y únicos.

Tipo: clasificación que tiene el trabajador del programa, el cual puede ser usuario (acceso a algunas ventanas del programa) o administrador (maneja todo el programa).

Tabla 5.1. Base de Datos de los Usuarios Utilizados por el Software (simplificada)

Nombre	Usuario	Clave	Tipo

Fuente: Propia 2009

5.3.2- Base de Datos de los Empleados

En esta base de datos se almacenaran los datos de las personas que tenga que pedir algún material al almacenista, para tener un registro de los mismos. La información que se archiva en esta base de datos es (ver tabla 5.2):

Ficha: es un código que asigna recursos humanos a los empleados para mejor control interno de la compañía.

Departamento: es donde esta asignado cada empleado dentro de la compañía.

Nombre: en esta celda se escribe el nombre del usuario.

Apellido: esta columna se escribe el apellido del usuario.

Clave: son caracteres alfa numérico que indica el empleado en forma personal para el registro del mismo

Tabla 5.2. Base de Datos de Empleados Utilizados por el Software (simplificada)

Ficha	Departamento	Nombre	Apellido	Clave

Fuente: Propia 2009

5.3.3- Base de datos de Movimientos.

Esta base de datos guarda los movimientos de materiales que se van consumiendo a medida que se pide el material. La información que presenta esta base de datos es la siguiente (ver tabla 5.3).

Código: en esta celda se copia la numeración que se le coloca a los materiales para identificarlo en almacén.

Fecha: en este espacio se coloca el día que se solicitó el material.

Existencia: en esta columna se tiene la cantidad actual de material en almacén.

Cantidad: para esta celda se guarda cuanto se solicitó de material o repuesto.

Solicitante: se tiene el nombre de la persona que solicitó el material.

Tabla 5.3 Base de Datos de Movimientos Utilizados por el Software (simplificada)

Código	Fecha	Existencia	Cantidad	Solicitante

Fuente: Propia 2009

5.3.4- Base de datos de los Repuestos

Aquí en esta base de datos se almacenarán los materiales que estén incluidos en el programa (ver tabla 5.4), lo que quiere decir que cuando se desee introducir un nuevo material sus especificaciones deberán ser registradas en esta base de datos. A continuación se mencionan los aspectos que abarca los materiales contemplados en el programa.

Código: es la identificación alfanumérica del material depositado en almacén.

Descripción: en este espacio se detalla el nombre y características del material

Existencia: en esta columna se tiene la cantidad actual de material en el almacén

Stock máximo: cantidad de material utilizada como nivel para realizar el punto de pedido.

Stock mínimo: cantidad de material mínima en existencia que se puede tener en el almacén

Costo: valor económico que tiene el material

Tabla 5.4 Base de Datos de Repuesto Utilizados por el Software (simplificada)

Código	Descripción	Existencia	Stock máximo	Stock mínimo	Costo

Fuente: Propia 2009

5.3.5- Base de Datos de Valores

Esta tabla es una hoja de cálculos de Excel (tabla 5.5) en la que se insertan datos al programa, produciéndose una serie de cálculos para estimar los valores de stock mínimo y niveles de servicio deseado por mes. A continuación se menciona los aspectos que abarcan la base de datos contemplados en el software

Consumo: se coloca el valor numérico de la data histórica del material.

Cantidad artículo inicial: serán los pedidos que se realizaran por mes.

Stock de seguridad: es el resultado del cálculo según el consumo inicial dado por mes.

Nivel de servicios: es el resultado que garantiza el servicio dado en porcentaje (%) por mes

Tabla 5.5 Base Datos de Valores

Meses	Ener	febre	marz	abril	mayo	junio	julio	agost	septie	octub	novie	dicie
Consumo (Q)												
Cant. Art. inicial (Fai)												
Stock de seguridad (bi)												
Nivel de servicio (ns)												

Fuente: Propia 2009

5.4- Ventanas del programa sistema automatizado de control y almacén (SADCA).

El software contiene una serie de ventanas e iconos, con el se acceden a los mismos, al introducir en la ventana inicial (figura 5.1) el usuario y contraseña correcta para poder entrar al software.

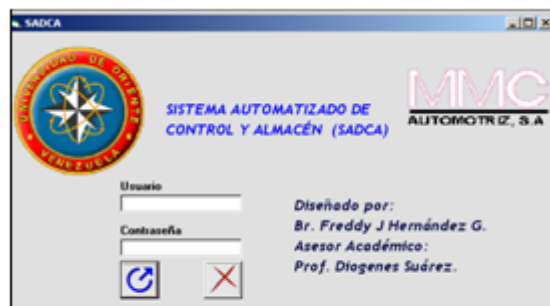


Figura 5.1 Ventana Inicial

5.5- Ventana principal

Esta ventana (figura 5.2), esta presentada por las fechas de estudio, tiene opción para búsqueda por repuesto o solicitante, se presenta una barra de herramienta, con botones para: actualizar, graficar, administrador, tabla de datos, configuración y salida.



Figura 5.2 Ventana Principal

5.6- Despliegue de ventanas

Por medio de la barra de menú (ver figura 5.3) de la ventana principal, en los botones siguientes se despliegan unas ventanas.



Figura 5.3 Barra de Menú

5.6.1- Gráfica



En esta opción se encuentra la ventana de la grafica (figura 5.4), donde aparece el material que se esta analizando, aquí se aprecian los valores existente del material como la línea que demarca donde se encuentran esto valores en el gráfico.

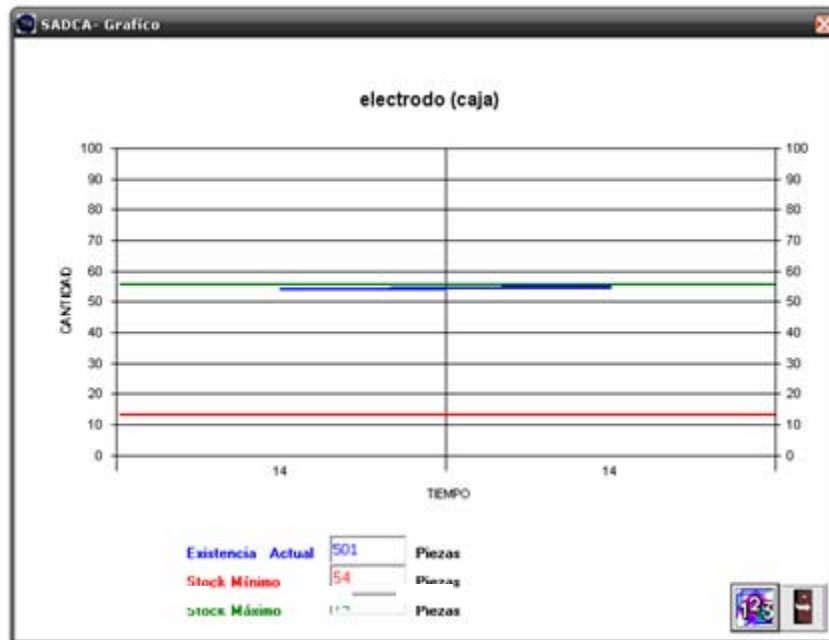


Figura 5.4 Ventana de la Grafica

También un botón, que da acceso a la ventana de detalles (figura 5.5), en esta ventana se detallará el tiempo que se seleccionó con anticipación el material en estudios y un botón que permite la impresión del físico de los datos (figura 5.6).



Figura 5.5 Ventana de Detalle

Fecha	Cantidad	Existencia	Solicitante

Figura 5.6 Impresión del Físico de los Datos

5.6.2- Resumen de Inventario



Este controla el movimiento del usuario, material y entregas realizadas desde el almacén (figura 5.7), representada por tres pestañas, que son la de usuario, artículos y entrega.

Pestaña de usuario, es la que aparece directamente cuando se hace clic sobre el botón del controlador de inventario (figura 5.7), en ella se ve los datos del usuario actual del software, teniendo la posibilidad de cambiar su contraseña si se desea.



Figura 5.7 Ventana de Resumen de Inventario

Pestaña de artículos (figura 5.8), esta se utiliza para ver con detalle el código, descripción, costo unitario, cantidad por cada mes de consumo, pudiendo el administrador agregar o eliminar materiales.



Figura 5.8 Pestaña de Artículos

Pestaña de entrega (figura 5.9), por esta ventana se procede a la entrega de materiales al solicitante, se debe seleccionar el material, para que el software muestre la cantidad existente, inmediatamente proceder a copiar la cantidad deseada y el nombre del solicitante, este tiene un botón que guardará los movimientos realizado.



Figura 5.9 Pestaña de Entrega

5.6.3- Tabla de Datos



En la opción tabla de datos se encuentra la ventana siguiente (figura 5.10), con el nombre de base de datos, esta es la misma estructura que la anterior ventana de resumen de inventario, se encuentra dividida por pestaña, que son las siguientes: cantidad mensual, valores, resultados y sistema ABC, cada una tiene su función definida. Cuando selecciona el botón tabla de datos esta visualiza una ventana que presenta la pestaña de cantidad mensual, que será donde aparece la data de los materiales contenidos con sus valores respectivos para su análisis.

Por la pestaña de cantidad mensual (figura 5.10), Por ella se comenzará para el cálculo de la cantidad de material necesario, stock máximo, stock de seguridad o mínimo, cantidad a pedir y cuando pedir.

Figura 5.10 Ventana de Base de Datos

Pestaña de valores (figura 5.11), esta sirve para seleccionar las cantidades de nivel de inventario deseado para el almacén, de no aparecer dentro del análisis se selecciona los valores más cercanos a el valor deseado. aparecerá los datos seleccionado para la interpolación, constatado el valor deseado, se presiona el botón de calcular.

Figura 5.11 Pestaña de Valores

Pestaña de resultado (figura 5.12), en las casillas se dará el resultado del análisis del material de estudio solo de debe pulsar el botón de resultados, pudiendo guardar los valores obtenidos por el calculo realizado.

Figura 5.12 Pestaña de Resultado

Pestaña ABC, ubicada en la ventana de base de datos (figura 5.13), a los materiales se le realiza una estratificación donde se selecciona la cantidad de material a analizar. Cualquiera que sea la muestra analizada, se tendrá un resumen porcentual definido para cada estrato, en la figura 5.13.a. se presenta el resumen de la estratificación ABC.

Figura 5.13 Pestaña ABC de Selección de Material



Figura 5.13.a. Pestaña ABC Resultado del Análisis

5.6.4- Usuario



Este menú contiene la ventana usuarios (figura 5.14), donde posee opciones que permiten editar, modificar, eliminar o agregar las personas que utilizaran el programa, desde aquí se puede clasificar cual debe ser el estatus del operador del software, que puede ser como administrador que da acceso a todo el programa o usuario que solo permite la ventana de resumen de inventario (figura 5.7), de forma directa.

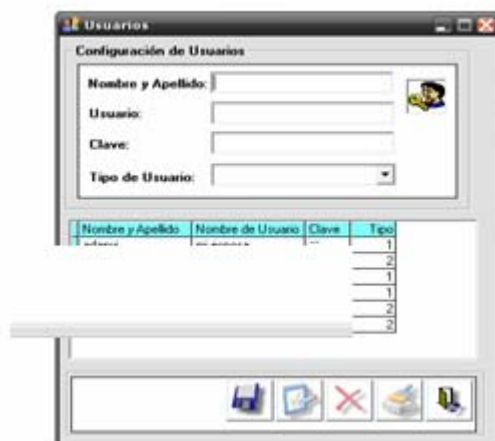


Figura 5.14 Ventana Usuarios

5.7 - Cálculo manual de consumo y demanda

Modelo Básico de Cantidad de Pedido con Demanda (O Consumo) Aleatoria y Tiempo de Reposición Constante.

La ecuación *Ec.12* se utiliza para determinar la cantidad de pedido.

$$Q = \sqrt{\frac{2 * C * C_A}{i * P_u}}$$

Leyenda:

C = cantidad de unidades consumidas anualmente.

C_A = importe de los gastos de formulación de un pedido para el repuesto en cuestión.

P_u = precio unitario de compra de repuesto.

i = interés perdido por los capitales inmovilizados.

A continuación se presenta un ejemplo, con la finalidad de facilitar al usuario el entendimiento de la expresión antes indicada.

Aplicación del modelo:

Descripción: Electrodo (Kg)

Porcentaje de costo de almacenamiento (i): 31%

Costo de emisión (C_A): 350 Bs.

Costo unitario (P_u): 15 Bs.

Tiempo de reposición (TR): 15 días

Nivel de servicio (NS): 87 %

Tabla 5.6. Valores con el consumo anual

M	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
ES												
C												
UNSU	6	9	3	7	1	4	0	5	9	3	8	2
MO												

Calculo de Q: se calcula a través de la aplicación de la ecuación (Ec.12).

$$Q = \sqrt{\frac{2 * C * C_A}{i * P_u}}$$

Calculo del consumo anual esperado (C): Para estimar este valor se sugiere utilizar, *Ecuación.14* de Despacho promedio mensual (DpM) el cual se calcula de la siguiente manera:

$$DpM = \frac{\sum Q_i}{N}$$

Leyenda:

DpM = Despacho promedio mensual.

Q_i = Cantidad del renglón despachada en el período a evaluar.

N = Número de meses que existen en el intervalo a evaluar.

$$DpM = \frac{\text{Suma de la demanda (o consumo) de todos los períodos anteriores}}{\text{Número de períodos de demanda (o consumo)}}$$

En donde:

$$DpM = \frac{26+29+33+37+41+44+50+55+59+63+68+72}{12} = 48,08$$

Aproximadamente $DpM = 48$ piezas/mes = C

El consumo (C) calculado, se encuentra expresado en piezas/ mes, pero para el uso de la expresión de Q, se necesita que este expresado en pieza/año, es por ello que se realiza conversión:

$$48 \frac{\text{pieza}}{\text{mes}} * \frac{12\text{meses}}{1\text{año}} = 576 \frac{\text{pieza}}{\text{año}}$$

Después de obtenido el valor C, se calcula Q

$$Q = \sqrt{\frac{2 * 576 * 350}{0.31 * 15}} = 294.46 \Rightarrow Q = 294 \text{pieza / año}$$

b) cálculo del Punto de pedido (PP): se obtiene la ecuación 13

$$pp = DpM * TpR + \beta$$

PP = Punto de pedido

DpM = Despacho promedio mensual (pieza/mes)

TpR = tiempo promedio de reposición (mes)

β = Stock de seguridad

Donde: Despacho promedio mensual (DpM) ya se calculo anteriormente con la ecuación. Ec.14

$$DpM = \frac{\sum Q_i}{N}$$

Tiempo promedio de reposición (TpR): se suma cada una de las reposiciones y se divide entre el número de reposiciones

El valor de Stock de seguridad (β) se calcula por el método tabular el cual consiste en:

Se construye una tabla en donde, los valores del consumo (C) de artículos producidos a lo largo de varios periodos, es decir, periodos de tiempos iguales (de 15 días) al tiempo de reposición del mismo, y frecuencia por mes (fi). Ver tabla 5.7

Tabla 5.7. Valores del consumo durante el tiempo de reposición

ES	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	6	9	3	7	1	4	0	5	9	3	8	2
fi												

C = consumo durante el mes

fi = frecuencia de pedido por mes

Con los datos de la tabla 4.7 se obtuvo el valor de (μ), por medio de la ecuación

$$\mu = \frac{\sum fi * C}{\sum fi}$$

μ = Demanda esperada en el tiempo de reposición

C = Valores del consumo de artículos mensual

fi = Frecuencia del artículo pedido

Por ejemplo:

$$\mu = \frac{(26*1)+(29*1)+(33*1)+(37*1)+(41*1)+(44*1)+(50*1)+(55*1)+(59*1)+(63*1)+(68*1)+(72*1)}{12}$$

$$\mu = 48.08 \text{ piezas}$$

Aproximadamente $\mu = 48$ piezas

Calculo del stock de seguridad (β) y nivel de servicio deseado (NS) correspondientes por cada valor de β

Se calculó la frecuencia acumulada (fa_i) para cada valor de la tabla 5.7 los resultados se muestra en la tabla 5.8

Tabla 5.8. Valores del consumo con frecuencia acumulada

ES	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	6	9	3	7	1	4	0	5	9	3	8	2
i												
										0	1	2

Mediante la ecuación Ec. 3 se calculó el stock de seguridad mínimo necesario para satisfacer el consumo que corresponde a cada columna, para los casos en que μ es mayor que C el valor de β será cero (0), ya que no puede haber inventarios negativos.

$$\beta = C - \mu$$

Por ejemplo en el mes de enero se tiene: $C = 26$ y $\mu = 48$

$$\beta = 26 - 48 \Rightarrow \beta = 0$$

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5.9

Tabla 5.9. Valores del consumo con stock de seguridad.

ES	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	6	9	3	7	1	4	0	5	9	3	8	2
i												
										0	1	2
									1	5	0	4

Por ultimo se calculó el nivel de servicio que se proporciona para cada valor de β (NS_i) aplicando la Ec. 1

$$NS = \frac{fa_i}{fa_i \text{ max}} * 100$$

Donde:

NS = Nivel de servicio (%)

fa_i = Cantidad de artículos acumulada inicial

$fa_i \max$ = Cantidad de artículos acumulada máxima

Donde se presenta un ejemplo de la forma siguiente:

Para el mes de enero

$$NS = \frac{1}{12} * 100 \Rightarrow NS = 8.3\%$$

Los resultados se representan en la tabla 5.10

Tabla 5.10. Valores del consumo con niveles de servicio.

ES	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	6	9	3	7	1	4	0	5	9	3	8	2
i												
										0	1	2
									1	5	0	4
S	.3	6.6	5	3.3	1.6	0	8.3	6.6	5	3.3	1.6	00

La tabla 5.5 muestra los distintos niveles de servicio que se ofrecería a los usuarios en caso de que el consumo del artículo sea mostrado en la columna correspondiente así como también el stock de seguridad para garantizar dicho nivel de servicio.

Si por ejemplo el nivel de servicio deseado por una organización no se encuentra en la tabla 5.5 se recomienda interpolar entre los valores deseados. A continuación se presenta un ejemplo:

Debido a que el nivel de servicio de la empresa que desea proporcionarle a este artículo es de 87 % y este no se encuentra ilustrado en la tabla 5.10 se hizo una interpolación entre los valores 83 y 92 para así obtener el valor de β correspondiente.

15	X	20
83	87	92

$$X = 15 - \left(\frac{83 - 87}{83 - 92} \right) (15 - 20)$$

$$X = 17,2$$

Dando como resultado:

Nivel de seguridad (β)

$$B = 17 \text{ piezas}$$

Por el cual el valor de punto de pedido (PP) será:

$$pp = DpM * TpR + \beta$$

$$pp = 48 * 0.5 + 17$$

$$pp = 41 \text{ piezas}$$

Nivel máximo (PM):

$$PM = B + Q \Rightarrow PM = 17 + 294 \text{ piezas}$$

$$PM = 311 \text{ piezas}$$

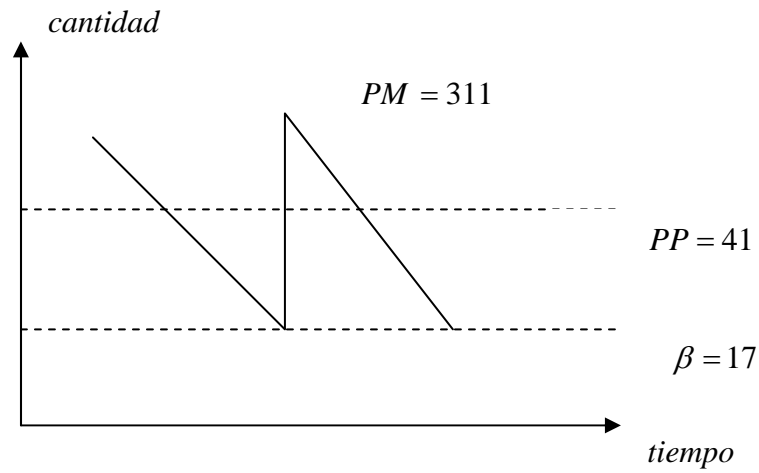


Figura 5.16. Resultado Grafico del los Valores Obtenido.

5.8- Porcentaje de error entre el método manual y automatizado

Cantidad a pedir (Q) (pieza/año)

Manual	294
Automatizado	294
Error	0 %

Punto Pedido

(piezas)

Manual	41
Automatizado	41
Error	0 %

Stock mínimo

(piezas)

Manual	17
Automatizado	17
Error	0 %

CAPÍTULO VI

MANUAL DE USUARIO

Este manual de usuario contiene la información necesaria para la instalación del software, como también su manejo y aplicación, esto con la finalidad de facilitar al usuario la herramienta computacional sobre inventario.

6.1- Instalación del programa.

Cuando se tiene el programa del Sistema Automatizado de Control y Almacén (SADCA). El procedimiento de instalación en el computador es de una forma muy rápida, una vez introducido el CD de instalación, se oprime el icono setup SADCA, este llevará por una serie de ventanas de instalación el cual siguiendo los comandos que se van mostrando en el siguiente orden y a medida que se apruebe cada comando se realizará la instalación del software.

A continuación se presentan las siguientes ventanas que irán apareciendo a medida que se avance la instalación. Se desplegará la siguiente ventana (figura 6.1) que da la bienvenida a la instalación del programa, presione el botón aceptar para comenzar. Es recomendable que se asegure de no tener aplicaciones abiertas, cierre todos los programas.

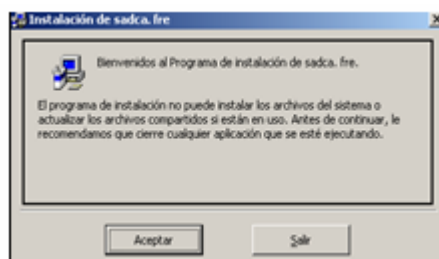


Figura 6.1. Ventana Inicial de Instalación

El sistema desplegará la ventana (figura 6.2) que indica la instalación del sistema y su directorio, presione el botón de lado izquierdo para continuar. En caso de no desear la instalación del programa presione el botón salir

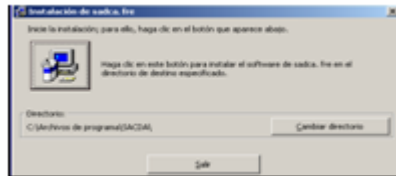


Figura 6.2. Directorio e Instalación

Aparecerá (figura 6.3) la ventana de instalación, se tiene la elección de grupo de programas, se hace clic en continuar para que siga la instalación



Figura 6.3 Elección de Grupo de Programas

A continuación el sistema indicará el avance en el proceso de la instalación del sistema (figura 6.4). En algunas ocasiones durante este avance aparecerán mensajes en los cuales señala que algunos archivos tienen una versión diferente a los que quiere instalar, en este caso el mismo mensaje recomienda no actualizar los archivos y conservar los archivos que ya existen. De lo contrario el sistema no funcionará.

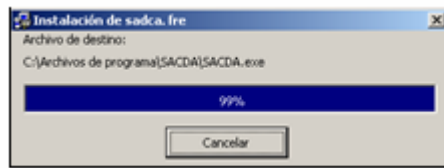


Figura 6.4. Progreso de la Instalación

Una vez terminada la instalación, aparecerá el siguiente mensaje indicando que la instalación ha terminado (Figura 6.5), presione el botón aceptar.

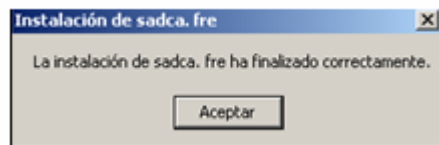


Figura 6.5 Instalación Terminada

Para ejecutar la aplicación busque (figura 6.6) en el menú de inicio el programa con la carpeta SADCA

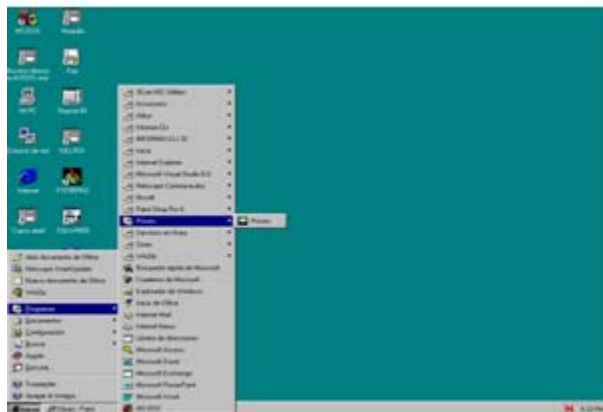


Figura 6.6. Barra de Tareas Windows

6.2- Uso del programa sadca.

A continuación se explica de forma sencilla el funcionamiento del programa, en la ventana de la figura 6.7, aparecerá una vez que se oprima el icono del programa SADCA. Esta ventana es donde se iniciará una vez ingresado los datos del usuario y contraseña, para acceder al software de inventario se tiene que colocar de forma correcta el usuario y contraseña, para luego pulsar el icono aceptar y acceder al programa, si presiona el icono cancelar abandonará el programa, cabe destacar que se tiene dos forma de acceso al software, la primera es para las personas que controlará toda la base de datos del programa (administrador) y la segunda que sólo dará acceso a una parte del programa el cual se le asigna internamente al software con el nombre de usuario.

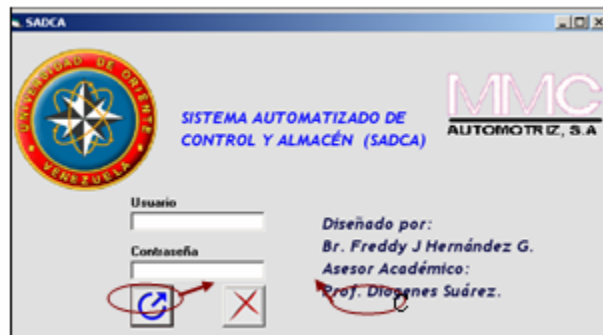


Figura 6.7. Sistema Automatizado de Control y Almacén

En la ventana de presentación general del software, (figura 6.8) desde allí se puede llegar a los diferentes comandos como son:

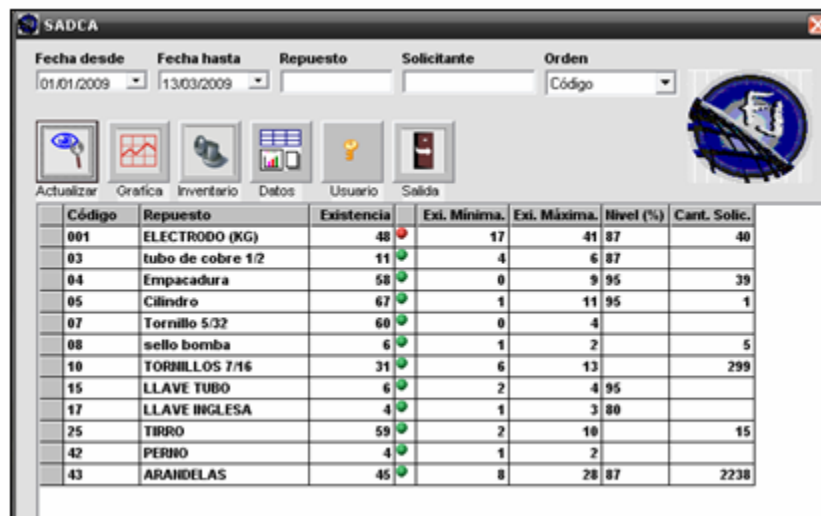
Fecha: permitirá seleccionar el rango a estudiar bien sea en días, semanas, quincenal o meses dependiendo de lo que se quiere ilustrarse con referencia al material seleccionado, para la selección de la fecha en el programa se muestra un formato de almanaque, pudiendo seleccionar la fecha que se desee.

Ordenar por: servirá para ordenar según la tabla de valores que está ubicada en la ventana general, por columnas, como son: código, repuesto, existencia mínima, existencia máxima y cantidad solicitada.

Solicitante: en este comando se colocará la persona que alla solicitado algún material anteriormente y este registrado en el programa.

Repuesto: para este comando se colocara el nombre del repuesto que se quiere buscar en el programa.

Existen adicionalmente botones de acceso a otras ventanas las cuales sirve para: actualización de datos, mostrar la gráfica según sea el material seleccionado, controlador de inventario, base de datos, configuración de usuario y el botón de salida que permitirá abandonar el programa del sistema automatizado de control y almacén.



The screenshot shows the SADCA software interface. At the top, there are filters for 'Fecha desde' (01/01/2009), 'Fecha hasta' (13/03/2009), 'Repuesto', 'Solicitante', and 'Orden' (Código). Below the filters are icons for 'Actualizar', 'Gráfica', 'Inventario', 'Datos', 'Usuario', and 'Salida'. The main area contains a table with the following data:

Código	Repuesto	Existencia	Exi. Mínima.	Exi. Máxima.	Nivel (%)	Cant. Solic.
001	ELECTRODO (KG)	48	17	41	87	40
03	tubo de cobre 1/2	11	4	6	87	
04	Empacadura	58	0	9	95	39
05	Cilindro	67	1	11	95	1
07	Tornillo 5/32	60	0	4		
08	sello bomba	6	1	2		5
10	TORNILLOS 7/16	31	6	13		299
15	LLAVE TUBO	6	2	4	95	
17	LLAVE INGLESA	4	1	3	80	
25	TIRRO	59	2	10		15
42	PERNO	4	1	2		
43	ARANDELAS	45	8	28	87	2238

Figura 6.8. Ventana General de SADCA

La figura 6.9. Representa la gráfica del artículo que esta analizando, en esta ventana se visualiza el nombre del material seleccionado con los parámetros básicos como la cantidad actual del material existente del período seleccionado, el cual pueden ser en días, semanas, quincenas o meses, se muestra también el stock mínimo

y stock máximo. En la parte inferior derecha se encuentran dos botones uno para el reporte y otro para retroceder a la ventana general.

Cuando se hace clic sobre el botón de reporte en este aparecerá la información del material en estudio, figura 6.10, en esta se visualizará: las fechas seleccionadas con anterioridad, los movimientos realizados del material incluyendo a la persona que lo solicitó, en esta pantalla se encuentra un botón que realiza la impresión del reporte, la figura 6.10.a. muestra el modelo del reporte.

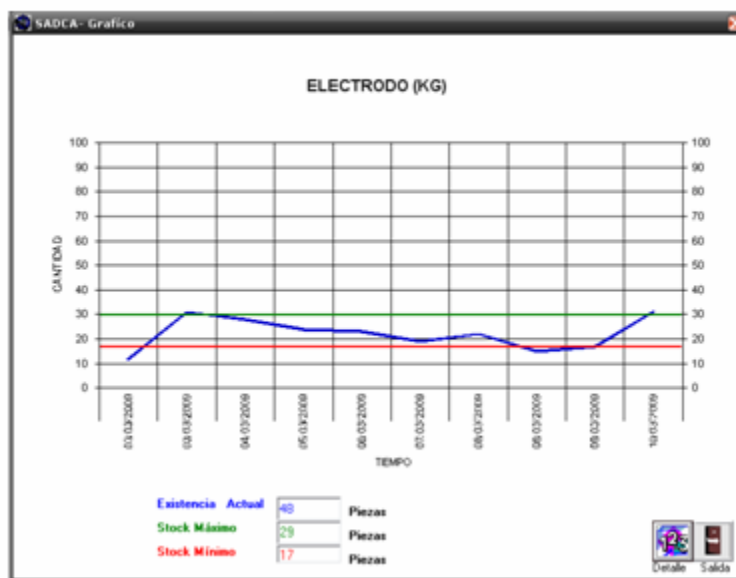


Figura 6.9. Grafico de SADCA

Fecha	Cantidad	Existencia	Solicitante
03/03/2009	3	31	D
03/03/2009	-10	12	FR
04/03/2009	4	28	D
05/03/2009	1	24	D
06/03/2009	4	23	F
07/03/2009	4	19	PD
08/03/2009	5	22	OS
08/03/2009	3	15	OS
09/03/2009	3	17	DT
10/03/2009	12	31	N

Figura 6.10. Reportes

Fecha	Cantidad	Existencia	Solicitante

Figura 6.10.a Reporte Detallado de Consumo.

La figura 6.11, ventana usuario, saldrá cuando se haga click sobre el botón inventario en la ventana inicial, el ingreso a esta ventana permitirá el acceso a las carpetas de: usuario, artículos y entregas. La carpeta de usuario permite observar la identificación de la persona que esta utilizando el programa y el cargo que desempeña en la empresa, también muestra la contraseña del usuario teniendo la posibilidad de modificar su contraseña cada vez que se desee. Esta ventana (figura 6.11) esta

programada con la posibilidad de ser utilizada por el administrador el cual accederá por medio de la ventana general (figura 6.8) y otra posibilidad de ser usada por el usuario que accederá de manera directa desde la ventana principal (ver figura 6.7).

The screenshot shows a web application window titled "Resumen de Inventario". At the top center, it reads "SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL Y ALMACÉN (SADCA)". Below this, there are three tabs: "Usuario", "Artículos", and "Entrega". The "Usuario" tab is selected and contains two main sections. The first section, "Identificación", has three input fields: "Usuario" (empty), "Asignado a:" (containing "Renat Gonzalez"), and "Cargo desempeñado" (empty). The second section, "Contraseña de Usuario", has a heading "Introduzca la nueva contraseña y confírmela escribiéndola nuevamente..." and three input fields: "Contraseña Anterior" (empty), "Nueva Contraseña" (empty), and "Confirmación de Contraseña" (empty). Below these fields is a button labeled "Aplicar Cambio". In the bottom right corner of the window, there is a small icon and the text "Salir".

Figura 6.11. Usuario.

En la carpeta de artículos, figura 6.12, se muestra un listado de los diferentes materiales existentes, donde se apreciará según el material seleccionado: la existencia, costo unitario con sus stock mínimo y máximo, estos valores sólo podrán ser modificados por el administrador, que tiene acceso al software de manera completa, al personal que esta como usuario solo podrá observar los datos.

Codigo	Material	costo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
01	ELECTRODO #01	15	26	29	33	37	41	44	50	55	59
02	tubo de cobre 1/2	45	10	9	9	10	9	9	10	9	10
04	Empacadura	50	48	72	68	67	93	103	73	13	50
05	Cámbio	38	67	74	69	62	94	104	74	14	55
07	Tornillo 5/32	90	98	75	71	64	96	106	76	16	7
08	sello bomba	90	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	TORNILLOS 7/16	90	25	45	15	45	18	34	29	40	32

Figura 6.12. Artículos en la Base de Datos

En la carpeta de entrega, figura 6.13, para poder hacer un cambio en esta carpeta se debe ubicar el material por el código asignado o descripción del material, este automáticamente aparecerá la cantidad en existencia la cual indicará que se puede realizar la entrega de el material seleccionado, escribiendo la cantidad de material y el nombre de quien solicita en las casillas respectiva.

Entrega

Fecha: 14/03/2009

Materiales: APARCELAS, Cámbio, ELECTRODO #01, Empacadura

Material Seleccionado: ELECTRODO #01

Existencia: 48

Solicitada: 17

Nombre: 41

Figura 6.13. Entrega de Materiales del Almacén.

En la ventana base de datos, figura 6.14, se visualizará cuando se haga clic sobre el botón base de datos, de la ventana general, esta permitirá el acceso a varias carpetas como son: cantidad mensual, valores, resultados y análisis ABC.

En la figura 6.14, que es la ventana de base de datos, se tiene directamente la carpeta de cantidad mensual, se utiliza para iniciar los cálculos de inventarios, sólo se debe colocar los datos de consumo en forma ordenada mensualmente por cada material que se quiere obtener los parámetros de reabastecimiento, también se tiene los diferentes tipos de costos como son: el unitario, de emisión y porcentaje de costo.

Calculando el consumo promedio y la cantidad de pedido.

Figura 6.14. Consumo Anual del Material.

En la figura 6.15, es la carpeta de valores el cual aparecen los cálculos que arroja al escribir los datos, en la carpeta cantidad mensual. En esta carpeta de valores se puede apreciar una fila que muestra la cantidad stock mínimo y otra fila que muestra el nivel de servicio en unidades de porcentaje, estas filas están relacionadas por columnas que pertenece a cada mes en estudio, según lo resultados obtenido por cada mes. Para que el encargado del almacén pueda garantizar la existencia de material de stock mínimo en el almacén dependerá del nivel de servicio que desee el

encargado el cual tiene que escribir el valor deseado en la casilla nivel de servicio (ver figura 6.15) para luego buscar y seleccionar los valores de stock mínimo con nivel de servicio que corresponda por mes teniendo en cuenta que estén dentro del rango de nivel de servicio deseado para luego interpolar y obtener el valor de stock mínimo correspondiente. En la parte superior de esta carpeta se tiene la presentación de los valores seleccionado, se procede a hacer clic en el botón cálculo de la ventana general de SADCA, para así tener el resultado correspondiente al stock mínimo con el nivel de servicio deseado.

Interpolación		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
cantidad stock Mínimo por mes		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
nivel de servicio (%)		0	17	25	33	42	50	59	67	75	83	92	100

Figura 6.15. Valores de Cálculo y de Interpolación.

En la carpeta de resultado, figura 6.16, se visualizará el cálculo de los resultados de los parámetros de reabastecimiento obtenido, en esta carpeta de resultado se muestra el material que se tiene en estudio pudiendo sustituir estos valores por los obtenidos del calculo realizado

Figura 6.16. Resultado del Material en Estudio.

En la figura 6.17, de la carpeta ABC, se hace la estratificación de los repuestos y/o materiales, se presenta un listado de los materiales existentes del cual se tiene que seleccionar para colocarlo en el lado del listado de materiales para analizar, una vez realizado la selección se oprime la tecla analizar para poder hacer la estratificación.

Figura 6.17. Análisis ABC

En la carpeta ABC se presenta una tabla, (ver figura 6.17a) con los materiales analizado especificando la criticidad económica, se tiene en la carpeta un botón para graficar el resultado de análisis y otro para regresar a la selección de materiales.



Requeridas	Valor Unitario	Uso Anual	V.A.B.	V.A.B. Acumulado	% V.A.B.	%SACOM	%Rangones	Clase
ARANDELAS	3	527	1521	1521	1.77	1.77	8.33	A
TORNILLO	9	204	1836	3357	2.13	3.9	16.66	A
velo bomba	90	43	2150	5507	2.5	6.4	24.99	A
LLAVE TUBO	25	87	2175	7682	2.83	8.93	33.33	A
tubo de cobre 1/2	45	56	2520	10202	2.83	11.98	45.83	B
LLAVE MOLESA	72	49	3528	13730	4.1	15.98	49.99	B
ELECTRODO (KID)	15	294	4410	18140	5.12	21.08	58.31	B
Tornillo 5/32	90	86	5940	24080	6.9	27.98	66.64	C
Cámbra	38	260	9880	33960	11.47	39.45	74.87	C
TORNILLOS 7/16	98	134	13084	44024	12.62	52.07	83.33	C
Empacadura	90	233	11850	56474	13.53	65.6	91.67	C
PERNO	790	36	28440	84114	34.42	100.02	99.99	C

Figura 6.17a. Tabla Análisis ABC

En la, figura 6.17.b. se muestra la grafica de los materiales en estudio representando los niveles de criticidad ABC, con botón para la impresión de tabular y grafica.

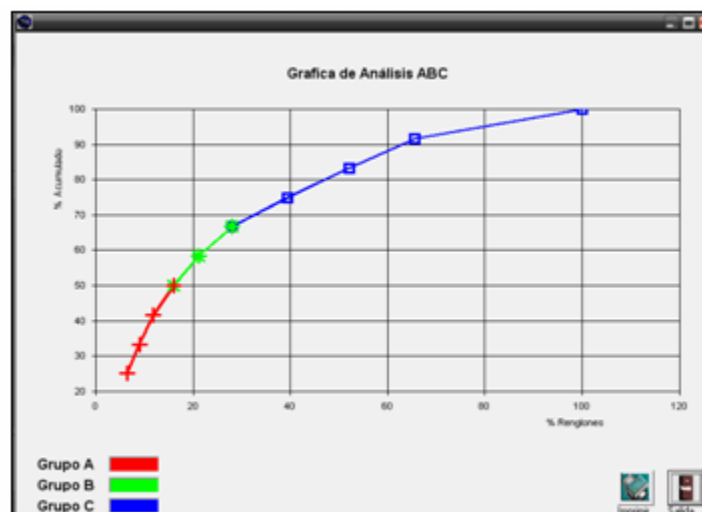




Figura 6.17.b Gráfica del Análisis ABC

En la, figura 6.17.c. se muestra el modelo del reporte donde presenta los materiales que se analizaron en el sistema ABC con la grafica que se obtiene de resultado, en el reporte se visualizan: el repuesto, valor unitario, uso anual, los porcentajes acumulado y de renglones con su nivel de criticidad.

 **UNIVERSIDAD DE ORIENTE**
NUCLEO DE ANZOATEGUI
ESCUELA DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA
SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL Y ALMACEN (SAACA)
Encabezado Del Análisis ABC De Repuestos 

Cod.	Repuesto	valor unitario	uso anual	% acum.	% renglones	clase

Figura 6.17.c Formato de impresión ABC.

En la configuración de los usuarios, figura 6.18, se tiene acceso a todos los usuarios del programa permitiendo desde esta pantalla a varias opciones como son: agregar, modificar, eliminar, condicionar el acceso al programa como usuario o administrador. Esta condición se podrá controlar en la columna del tipo de usuario, con la enumeración uno (1) o dos (2), perteneciendo la primera condición al administrador y la segunda al usuario.

Nombre y Apellido	Nombre de Usuario	Clave	Tipo
Diogenes Suares	D	'	1
Freddy Hernandez	freddy	' '	1
Jesus Gonzalez	h	'	1
Omar Velasquez	omarve	' '	2

Figura 6.18. Configuración de usuario

CONCLUSIONES

En el almacén no existen políticas de reabastecimiento de repuesto, se compra después de agotada la existencia.

Se logro establecer los niveles de reabastecimiento básicos como son: la cantidad máxima en el almacén, punto de pedido, stock máximo y stock mínimo o de seguridad.

Se determinó los pasos para realizar un reabastecimiento de materiales, considerando las políticas de revisiones que se le puedan realizar al almacén, determinando el consumo, la demanda y tiempo para reponer algún material o repuesto, como ejemplo los cálculos realizados que se presentaron en esta tesis, en el punto 5.7, donde se demostró el consumo y demanda de los electrodos.

El programa desarrollado en este trabajo, presenta la estratificación de los repuestos en tres categorías ABC, asociando los de “A” como un repuesto crítico, “B” representando a los repuestos semicríticos y “C” a los no crítico. Tanto tabular como gráficamente.

El software elaborado determina de manera automatizada los parámetros de reabastecimiento de repuesto tales como. Cantidad a pedir, stock máximo y mínimo, consumo promedio, número de pedido, Punto de pedido.

La confiabilidad del software se demuestra debido a que el máximo margen de error que se obtuvo durante los cálculos realizados fue de 1%.

El desarrollo de este trabajo permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante la escolaridad y serán útiles para el cumplimiento de las funciones como profesional.

RECOMENDACIONES

Para el buen funcionamiento del software propuesto, sistema automatizado de control y almacén (SADCA) se dan algunas recomendaciones en este trabajo.

Antes de manipular el software, se debe leer y seguir las instrucciones en el manual de usuario, para el buen funcionamiento.

Mantener equipos protegidos con clave de acceso reemplazadas en tiempos periódicos, que evitará un mal uso del programa.

Realizar respaldos habitualmente en distintas unidades de almacenamiento.

Instalación de antivirus al computador que contenga el programa para proteger los archivos guardados por el software.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

[1] HENRÍQUEZ G., “DISEÑO DE UN SOFTWARE FLEXIBLE PARA ELABORAR PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ADAPTABLE A PLANTAS INDUSTRIALES”, U.D.O., Puerto La Cruz-Venezuela, (2001)

[2] BRAVO D., “DISEÑO DE UN SOFTWARE PARA ESTIMAR CONFIABILIDAD DE EQUIPOS Y SISTEMAS INDUSTRIALES”, U.D.O., Puerto La Cruz- Venezuela, (2003)

[3] SUÁREZ D., Guía de “Gestión de repuesto”, Puerto La Cruz – Venezuela. (2003)

[4] ARBONES MALISANI E., “LOGISTICA EMPRESARIAL”, Boixereu Editores, 1989 LAUMAILLE R., “GESTION DE STOCKS”, (1999)

[5] FINNEY HARRY A. Y MILLAR., “Curso de Contabilidad”, (Tomo III) Unión Tipográfica, Editorial Hispano-América, México (1991).

[6] FERNANDEZ J y SERGIO M., “La Administración Financiera del Capital de Trabajo”, (1997).

[7] MATALOBOS A., “Gerencia de Inventario”, Ediciones IESA, 2006

[8] “Que es inventario y cuales son sus tipos”, Disponible:

<http://www.gestiopoli.com/recursos/experto/catsexp/pagans/fin/43/inventario.htm>.

Consulta. Noviembre 2004.

[9] WELSCH., “Presupuestos planificación y control de las utilidades”, Welsch. Planificación y Control de la Producción (2000).

[10] JONSON R., “Administración financiera”, Capitulo Administración de Inventarios. (1995).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

GOXENS. A, “Enciclopedia práctica de la contabilidad”, Océano Grupo Editorial, S.A.(2001).

JAMES. S, “Análisis y Diseño de Sistemas de Información” Segunda Edición, Mc Graw Hill. Abril (2000).

FRANCO E., “MEJORAS EN EL ALMACEN DE MATERIALES DE UNA EMPRESA DE MANTENIMIENTO Y SERVICIO”, U.D.O., Puerto La Cruz-Venezuela, (2003).

MARIO T., “El Proceso de la Investigación”, Limusa Noriega Editores Tercera Edición.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

TÍTULO	“Desarrollo de un Software para Análisis de Inventario en una Planta Ensambladora de Vehículos”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
Hernández G., Freddy J.	CVLAC: 12.574.112 EMAIL: toto.mec@hotmail.com

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

DESARROLLO

SOFTWARE

INVENTARIO

PROGRAMA

VISUAL BASIC

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUB ÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Mecánica

RESUMEN (ABSTRACT):

El siguiente trabajo consiste en diseñar y desarrollar un software para controlar el sistema de inventario de una planta ensambladora de vehículo, al que se le designó el nombre de sistema automatizado de control y almacén (SADCA), el cual fue desarrollado a través de un lenguaje de programación llamado VISUAL BASIC 6.0, que tiene la particularidad de ser sencillo, funcionalmente es amigable, con diseño de ventanas atractivas y no requiere de especialista para su utilización. En la gestión de inventario, se estudia el consumo de materiales, del cual se tiene diferentes tipos de variaciones como: cantidad a pedir, tipo de pedido, cuando pedir, consumo en tiempo de reposición, para analizar los materiales se utilizarán en documentos que contienen los consumos anuales de tiempos pasados y los costos existentes de cada uno de los materiales analizados, el software podrá realizar graficas que visualiza el consumo, valores de máximo y mínimo de stock, además de realizar una estratificación de materiales bajo el método ABC de repuesto, la finalidad de este modelo es la clasificación de los repuestos por categoría de producción. Con la implementación de este software se podrá tener información al instante y toma de decisiones oportunas para el abastecimiento de inventario del almacén de mantenimiento.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APellidos Y Nombres	ROL / CODIGO CVLAC / E_MAIL				
Suárez, Diógenes	ROL	CA	AS(X)	TU	JU
	CVLAC:	v- 21212121			
	<u>E_MAIL</u>	omayalah@gmail.com			
	<u>E_MAIL</u>				
Rosales, Dennis	ROL	CA	AS	TU(X)	JU
	CVLAC:	V- 13.935.514			
	<u>E_MAIL</u>	arismendin@gmail.com			
	<u>E_MAIL</u>				
Villarroel, Delia	ROL	CA	AS	TU	JU(X)
	CVLAC:	V-4.902.046			
	<u>E_MAIL</u>	pmartinez97@hotmail.com			
	<u>E_MAIL</u>				
Bravo, Darwin	ROL	CA	AS	TU	JU(X)
	CVLAC:	V-4.136.007			
	<u>E_MAIL</u>	hraven@cantv.net			
	<u>E_MAIL</u>				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009	04	16
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Sistema automatizado de mantenimiento.doc	Aplicación/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y
z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: MMC AUTOMOTRIZ S.A (OPCIONAL)

TEMPORAL: 6 meses (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniero Mecánico

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Departamento de Ingeniería Mecánica

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente- Núcleo de Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al artículo 44 del Reglamento de Trabajo de Grado:

“Los Trabajos de Grado son exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”

Hernández G., Freddy J.

AUTOR

Prof. Diógenes Suárez

TUTOR

Prof. Delia Villarroel

JURADO

Prof. Darwin Bravo

JURADO

Ing. Mec. Dennis Rosales

TUTOR

Prof. Delia Villarroel

POR LA SUBCOMISION DE TESIS