

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA
CARLIXPLAST LTDA**

VIVIAN ISAURA LÓPEZ SANTAMARÍA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2005

**SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA
CARLIXPLAST LTDA**

VIVIAN ISAURA LÓPEZ SANTAMARÍA

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniera Mecánica**

**Director
CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2005

DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones y oportunidades que me ha dado en la vida,

A mi mami, a quien debo todo lo que soy,

A mi papi, por ser un amigo y creer en mi,

A mi abuelita, por que se, que desde donde esta siempre me acompaña,

Al profesor Alirio Hernán García, por haber sido el primero que creyó en este sueño,

A mi hermano, mi abuelo, mis tíos, y primos, quienes me apoyaron física y espiritualmente en este camino,

A mis amigos, los de ayer, los de hoy y los de siempre, por su amistad, sus enseñanzas, su lealtad y todos los buenos momentos vividos, siempre estarán en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A mi mami por su constante apoyo, su dedicación y por todos los sacrificios que tuvo que realizar para hacer posible este mi sueño.

A mi director de proyecto, Ing Carlos Ramón Gonzáles, por su orientación y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A la Empresa Carlixplast Ltda., al Ingeniero Pedro Ignacio Anaya y al Ingeniero Joaquín Orlando Calixto, por abrirme las puertas y prestarme siempre toda la colaboración necesaria para el desarrollo del proyecto,

A Orlando Galvís, Supervisor de Mantenimiento de la Empresa Carlixplast, por brindarme todo su apoyo, conocimiento y colaboración.

A Sergio Céspedes, Auxiliar de Mantenimiento de la Empresa Carlixplast Ltda., por su apoyo y colaboración permanente.

A Julio Carrascal, por su valiosa asesoría y colaboración en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos, los que me alentaron siempre a seguir adelante e hicieron de estos años la mejor experiencia hasta ahora vivida.

Vivian Isaura Lopez Santamaría.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
1.1 HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN	3
1.2 MISIÓN	7
1.3 VISIÓN	7
1.4 POLÍTICA DE CALIDAD	7
1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	8
1.6 RECURSO HUMANO	8
1.7 UBICACIÓN	10
1.8 PRODUCTOS	12
1.9 MATERIAS PRIMAS	12
1.10 PROCESO DE FABRICACIÓN	14
1.10.1 Recepción y almacenaje de materia prima.	16
1.10.2 Extrusión	18
1.10.3 Impresión Flexográfica	25
1.10.4 Sellado	28
1.10.5 Recuperación	31
2. DIAGNOSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	34
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARLIXPLAST LTDA	34
2.2 DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	37

2.3	PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	44
2.4	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS	46
2.4.1	Inventario de Equipos	47
2.4.2	Calificación Sección de Extrusión	48
2.4.3	Calificación Sección de Impresión	53
2.4.4	Calificación Sección de Sellado	53
2.4.5	Calificación Sección de Recuperación	53
2.4.6	Calificación Sección de Suministro y Control de Energía.	59
2.4.7	Calificación Sección de Equipos de Oficina.	60
2.5	DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	60
2.6	DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS	61
3.	PROPUESTA DE MEJORA AL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARLIXPLAST LTDA	62
3.1	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	62
3.1.1	Análisis de criticidad.	63
3.1.2	Modelo de Criticidad de Factores Ponderados Basado en el Concepto del Riesgo.	64
3.1.3	Análisis de criticidad para los equipos de la planta de producción de la Empresa Carlixplast Ltda.	66
3.1.4	Clasificación de equipos para mantenimiento correctivo.	70
3.1.5	Mantenimiento Proactivo.	71
3.1.6	Clasificación de Equipos para Mantenimiento Preventivo.	72
3.1.7	Clasificación de equipos para Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.).	77
3.2	SISTEMA DE INFORMACIÓN MANUAL	80

3.2.1	Codificación de Equipos.	81
3.2.2	Codificación de Manuales.	83
3.2.3	Codificación de procedimientos.	84
3.2.4	Codificación de repuestos, materiales, herramientas, suministros.	85
3.3	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO	87
4.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	88
4.1	ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	88
4.2	GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	89
4.2.1	Sistema.	90
4.2.2	Enfoque Sistémico.	90
4.2.3	Sistema de información.	91
4.3	OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	92
4.4	ELEMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO	93
4.5	IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO	94
4.6	TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN	96
4.6.1	Sistemas de información manuales.	96
4.6.2	Sistemas de información computarizados.	97
5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	98
5.1	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS	98
5.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	100
5.2.1	Diseño estructural del sistema.	101
5.2.2	Variables de entrada y salida.	101

5.3	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN Y LAS DIFERENTES RELACIONES ENTRE SUS MÓDULOS	104
5.3.1	Modulo Equipo.	105
5.3.2	Modulo Gestión De Mantenimiento.	109
5.3.3	Modulo Gestión De Recursos.	116
5.3.4	Modulo Alarmas.	124
5.3.5	Modulo Reportes.	129
5.3.6	Menú Sesión.	140
5.4	INGRESO AL SISTEMA	143
5.5	NIVELES DE USUARIO	145
5.6	REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE	148
5.6.1	Requerimientos de Hardware	148
5.6.2	Requerimientos de Software.	149
5.7	ENTORNO DE EJECUCIÓN Y LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	149
5.7.1	Plataforma de desarrollo.	149
5.7.2	Lenguaje de Programación.	150
5.7.3	Base de datos.	151
6.	CONCLUSIONES	150
7.	RECOMENDACIONES	152
	BIBLIOGRAFÍA	154

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Carlixplast Ltda	10
Figura 2. Organigrama de la Empresa Carlixplast Ltda.	11
Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso	16
Figura 4. Recepción y Almacenaje de Materia Prima	17
Figura 5. Mezcladora	17
Figura 6. Extrusoras Master 50 para Polipropileno y Extrusora 55 para Polietileno de Alta y Baja Densidad	18
Figura 7. Sistema de Alimentación y Tornillo Extrusor	19
Figura 8. Tolvas de Alimentación Automática y Manual	
Respectivamente	20
Figura 9. Detalle de la Sección del Barril o Cañón	21
Figura 10. Cabezal	23
Figura 11. Anillo de Aire y Tornillos de Ajuste	23
Figura 12. Unidad de Tiro	24
Figura 13. Embobinadores	25
Figura 14. Unidad Elemental de un Sistema de Impresión Flexográfica	26
Figura 15. Impresora Flexográfica y Rodillo Anilox	27
Figura 16. Partes de una Impresora flexográfica	27
Figura 17. Selladora ZDS 140	28
Figura 18. Fabricación de bolsas con sellado de fondo a partir de película tubular	29
Figura 19. Fabricación de bolsas con sellado lateral a partir de película plana	29

Figura 20.	Fabricación de bolsas con sellado lateral a partir de película tubular	30
Figura 21.	Interior de la Recuperadora de Retal	32
Figura 22.	Recuperadora de Retal	33
Figura 23.	Ubicación del Área de Mantenimiento dentro de la Estructura Organizacional de la Empresa Carlixplast Ltda.	36
Figura 24.	Lugar de Ubicación de la Documentación del Area de Mantenimiento	40
Figura 25.	Formato de Ficha Técnica	42
Figura 26.	Formato de la Hoja de Vida	43
Figura 27.	Formato de la Orden de trabajo.	43
Figura 28.	Formato de Solicitud de Servicio	44
Figura 29.	Cronograma de Mantenimiento Semanal	45
Figura 30.	Matriz General de Criticidad	65
Figura 31.	Matriz de Criticidad para los Equipos de la Planta de Producción de la Empresa Carlixplast Ltda	69
Figura 32.	Ejemplo método de Codificación Equipos Planta	82
Figura 33.	Ejemplo método de Codificación Documentación Técnica Equipos	83
Figura 34.	Ejemplo método de codificación procedimientos de mantenimiento	85
Figura 35.	Ejemplo Método de Codificación de Recursos para el Mantenimiento	86
Figura 36.	Enfoque sistémico.	90
Figura 37.	Comportamiento de un Sistema de Información	91
Figura 38.	Flujo de Datos en un Sistema de Información	94
Figura 39.	Estructura del sistema de información para mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda.	100

Figura 40.	Estructura general del Sistema de Información para Mantenimiento	102
Figura 41.	Variables de Entrada del Sistema de Información	103
Figura 42.	Variables de Salida del Sistema de Información	104
Figura 43.	Modulo Administración	105
Figura 44.	Formulario Ficha técnica	107
Figura 45.	Flujo de Información para la Ficha Técnica	107
Figura 46.	Formulario Fabricantes	108
Figura 47.	Secciones	108
Figura 48.	Modulo Gestión de Mantenimiento	109
Figura 49.	Formulario Planeación de Procedimientos	110
Figura 50.	Flujo de información para la Planeación de Procedimientos	110
Figura 51.	Formulario Programación de Procedimientos	111
Figura 52.	Flujo de información para la Programación de Procedimientos	112
Figura 53.	Formulario Solicitud de servicio	113
Figura 54.	Flujo de información para la Solicitud de Servicios	113
Figura 55.	Formulario Orden de Trabajo	115
Figura 56.	Flujo de información para la Orden de Trabajo	115
Figura 57.	Formulario Tarjeta de Costos	116
Figura 58.	Formulario Repuestos	118
Figura 59.	Formulario Materiales e Insumos	118
Figura 60.	Formulario Herramientas	119
Figura 61.	Formulario recurso Humano	120
Figura 62.	Flujo de información para Recursos de Mantenimiento	120
Figura 63.	Formulario Proveedores y/o contratistas	121
Figura 64.	Flujo de información para Proveedores y/o Contratistas	122
Figura 65.	Formulario para el Movimiento de Inventario	122

Figura 66.	Formulario Inventario	123
Figura 67.	Flujo de información para Inventario	123
Figura 68.	Visualización de Alarmas en la Página Principal	124
Figura 69.	Flujo de información para las Alarmas de Recurso Agotado y Recurso en Exceso	125
Figura 70.	Flujo de información para Alarma de Vencimiento de póliza	126
Figura 71.	Flujo de información para Alarma de Ordenes de Trabajo Pendientes	127
Figura 72.	Flujo de información para alarma de Solicitudes de Servicio Pendientes	128
Figura 73.	Flujo de información para la Alarma de Trabajos Programados	128
Figura 74.	Flujo de información para Alarma de Programación de mantenimiento	129
Figura 75.	Visualización de Modulo Reportes	130
Figura 76.	Formulario para el Reporte Indicadores de Gestión	132
Figura 77.	Formulario para Reporte Gráfico Indicadores de Gestión vs Tiempo de un equipo	132
Figura 78.	Formulario para Reporte Gráfico de Comparación de Indicadores de Gestión para equipos de una sección	132
Figura 79.	Formulario Reporte Listado de Ordenes de trabajo	133
Figura 80.	Formulario Reporte Listado de Solicitudes de Servicio	133
Figura 81.	Formulario para Reporte Inventario	134
Figura 82.	Formulario para reporte Costos de inventario	134
Figura 83.	Formulario para Reporte de Costos de mantenimiento de Equipos	135
Figura 84.	Formulario para Reporte Comparación Costos Detalle	135

Figura 85.	Formulario para Reporte Comparación Costos Totales vs Tiempo	136
Figura 86.	Formulario para Reporte Comparación Costos por Equipo	136
Figura 87.	Formulario para Reporte Comparación Costos por Sección	136
Figura 88.	Formulario para Reporte Listado de Procedimientos Planeados	137
Figura 89.	Formulario para Reporte Descripción de Procedimientos	137
Figura 90.	Formulario para Reporte Listado de Procedimientos Programados	138
Figura 91.	Formulario para Reporte Hoja de Vida Equipos	138
Figura 92.	Formulario para Reporte Ficha Técnica	139
Figura 93.	Formulario para Reporte Tiempo de Parada de Equipo Por Mantenimiento	139
Figura 94.	Menú Sesión	140
Figura 95.	Usuarios	141
Figura 96.	Flujo de Información para Usuarios	141
Figura 97.	Grupos	142
Figura 98.	Flujo de Información para Grupos	142
Figura 99.	Ingreso al Sistema de Información	143
Figura 100.	Acceso directo al sistema de Información	143
Figura 101.	Página de Inicio Sistema de Información	144
Figura 102.	Ventana de Inicio de sesión	144
Figura 103.	Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 1	145
Figura 104.	Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 2	146
Figura 105.	Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 3	147
Figura 106.	Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 4	148

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Recurso Humano de la Planta de producción de la Empresa Carlixplast Ltda.	8
Tabla 2. Recurso Humano del Área de Administrativa y Comercial de la Empresa Carlixplast Ltda.	9
Tabla 3. Productos Fabricados en la Planta de Producción de la Empresa Carlixplast Ltda.	13
Tabla 4. Materias Primas Básicas en el Proceso de Elaboración de Rollos y Bolsas Plásticas	15
Tabla 5. Tipos de Sellado para Bolsas Plásticas	31
Tabla 6. Capacidad del Equipo Recuperador de Retal	33
Tabla 7. Personal Encargado de las Labores del Área de Mantenimiento	35
Tabla 8. Inventario de Documentación Técnica de Equipos	37
Tabla 9. Criterios para Establecer la Frecuencia de Inspecciones e Intervenciones en Equipos.	46
Tabla 10. Criterio de Análisis para el Diagnostico de Equipos	46
Tabla 11. Inventario de Equipos	47
Tabla 12. Calificación de los Equipos de la Sección de Extrusión	49
Tabla 13. Calificación de los Equipos de la Sección de Impresión	54
Tabla 14. Calificación de los Equipos de la Sección de Sellado	55
Tabla 15. Calificación de los equipos de la sección de recuperación	59
Tabla 16. Calificación de los equipos de la sección de suministro y control de energía	59
Tabla 17. Factores ponderados a ser evaluados.	64

Tabla 18. Evaluación de los Factores Ponderados para los Equipos de la Planta de Producción de la Empresa Carlixplast Ltda.	67
Tabla 19. Resultados Cálculo de Criticidad por el método de Factores Ponderados	68
Tabla 20. Equipos con aplicación de mantenimiento correctivo	71
Tabla 21. Acciones Proactivas para equipos en mantenimiento correctivo	71
Tabla 22. Acciones Correctivas para componentes evaluados con 0 en el Diagnostico	72
Tabla 23. Equipos con Aplicación de Mantenimiento Preventivo	74
Tabla 24. Acciones para Equipos en Mantenimiento Preventivo	74
Tabla 25. Acciones para el mantenimiento preventivo de dispositivos electricos	76
Tabla 26. Acciones de mantenimiento para componentes evaluados con 1 en el diagnostico	77
Tabla 27. Equipos con aplicación de TPM	79
Tabla 28. Identificación de las Secciones	81
Tabla 29. Identificación de los Equipos	82
Tabla 30. Identificación de la Frecuencia de Realización del Procedimiento de Mantenimiento	84
Tabla 31. Identificación del Tipo de Mantenimiento para los Procedimientos de Mantenimiento	85
Tabla 32. Identificación del Tipo de Recurso para su Codificación.	86
Tabla 33. Listado de Requerimientos del Sistema de Información	98
Tabla 34. Indicadores de Gestión del Sistema de Información para Mantenimiento	131
Tabla 35. Características Generales Comparativas entre Bases de Datos	151

RESUMEN

TÍTULO:

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARLIXPLAST LTDA. *

AUTOR:

Vivian Isaura Lopez Santamaría. **

PALABRAS CLAVES:

Sistema de información, Extrusión, Indicadores de Gestión, Mantenimiento.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto fue elaborar un programa que proporcione una herramienta eficaz en el manejo y control del sistema de gestión de mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda., al brindar un soporte para la recopilación, organización, almacenamiento y disposición de la información procedente del mantenimiento. Con el fin de realizar un análisis que permita establecer políticas de mejoramiento y programas de inversión de recursos destinados a aumentar el nivel de disponibilidad y confiabilidad de los equipos, y mantener un alto nivel de productividad.

El proyecto comprendió las siguientes etapas: primero se hizo un estudio del proceso productivo de la empresa, las materias primas utilizadas y los productos obtenidos. Segundo se hizo un análisis y diagnóstico del estado del sistema de gestión de mantenimiento existente en la empresa, así como también del estado de los equipos que soportan el proceso productivo. Tercero se realizó un análisis de criticidad y se definió el programa de actividades para cada uno de los equipos. Cuarto se estableció un marco teórico sobre los sistemas de información, su importancia, sus objetivos y sus principales componentes. Por último se describió el proceso de desarrollo del sistema de información, destacando la fase de estructuración, definición de entradas y salidas, diseño del flujo de información e interrelaciones entre los componentes, diseño de los formularios y descripción detallada de cada una de las funciones del programa. Además se dieron algunas indicaciones sobre los requerimientos de hardware y software, y se hizo referencia a la plataforma de desarrollo, lenguaje de programación y base de datos utilizados en la programación y construcción del sistema de información.

El resultado es un software de fácil manejo e interfaz con el usuario amigable, que permite hacer una eficiente gestión de mantenimiento, al facilitar el manejo y diligenciamiento de la documentación, y generar a su vez informes y reportes claros y oportunos del desempeño de la función mantenimiento.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos R. Gonzalez.

SUMMARY

TITLE:

INFORMATION SYSTEM FOR MAINTENANCE IN THE COMPANY CARLIXPLAST LTDA.*

AUTHOR:

Vivian Isaura Lopez Santamaría. **

KEY WORDS:

Information System, Extrusion, Indicators of management, Maintenance.

DESCRIPTION:

The objective of this project was to elaborate a program that provides an effective tool in the handling and control of the maintenance management system in the company Carlixplast Ltda., offering a support for the compilation, organization, storage and disposition of the information coming from the maintenance. With the purpose of making an analysis that allows establish improvement policies and investment of resources destined to increase the level of availability and reliability of the equipment, and maintaining a high level of productivity.

The project included following stages: first a study company's productive process, materials used and obtained products. Second an analysis and diagnostic was made of the state system's management maintenance existing in the company, as well as equipment's state that supports the productive process. Third a criticality analysis was made and the program of activities for each equipment was established. Fourth a theoretical frame settled down on the information system, its importance, its objectives and their main components. Finally one described to the process of development of the information system, emphasizing the phase of structuring, definition of entrances and exits, design of the information flow and interrelations between the components, design of the forms and description detailed of each one program's functions. In addition some indications on the requirements of hardware and software occurred, and it made reference to the development platform, programming language and data base used in the programming and construction of the information system.

The result is software of easy handling and friendly interface with the user, who allows to make an efficient management of maintenance, facilitating the handling and filling of the documentation, and to generate as well clear and opportune information and reports of the performance maintenance's function.

* Degree Work.

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Carlos R. González.

INTRODUCCIÓN

La economía globalizada que rige los mercados actuales, ha obligado a las empresas colombianas, a revisar sus políticas administrativas, financieras y de producción, con el fin de aumentar sus estándares de calidad, rendimiento y productividad, para hacerse competitivas frente a empresas extranjeras, que con más tecnología y más inversión en investigación y desarrollo, generan productos de elevada calidad y bajo costo, satisfaciendo así las necesidades del cliente.

El Mantenimiento es considerado hoy en día un factor estratégico cuando se busca incrementar los niveles de productividad, calidad y seguridad en una empresa. En la actualidad, y gracias a los adelantos tecnológicos, existen una serie de herramientas y metodologías para la gestión que permiten conseguir mayor productividad y calidad en los distintos procesos que tienen lugar en la empresa, uno de estos adelantos son los sistemas de información para mantenimiento, los cuales se vuelven imprescindibles cuando existe una gran cantidad de información que se necesita tener organizada, documentada, actualizada y accesible para llevar a cabo una buena gestión.

CARLIXPLAST Ltda., es una empresa líder en la producción y comercialización de rollos y bolsas plásticas, con altos estándares de calidad y satisfacción del cliente, lo que quedo demostrado con la obtención en agosto del año 2004, de la certificación de calidad ISO 9000, para sus áreas de comercialización y producción. Es por ello que la empresa quiere mejorar a

todo nivel sus procesos, para mantener la competitividad que siempre los ha caracterizado y en esa búsqueda, se identifica la necesidad de mejorar el Sistema de Gestión del Área de Mantenimiento, por cuanto es esta la que garantiza la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, garantizando así una alta productividad de la planta.

Esta es la razón por la cual se desarrollo el presente proyecto de grado titulado, **Sistema De Información Para El Mantenimiento De La Empresa Carlixplast Ltda.**, con el fin de mejorar los procedimientos, garantizar y evaluar el cumplimiento de las políticas de mantenimiento, controlar y garantizar el buen estado de los equipos, el rendimiento productivo de los mismos, y que además permita a la empresa identificar las acciones correctivas en pro de una mejor administración de los recursos destinados al mejoramiento del área de mantenimiento y a nivel general de toda la empresa.

El software desarrollado, es una herramienta para el manejo de la información que se genera en el Área de Mantenimiento, con el fin de llevar a cabo una eficiente planeación, control y evaluación de la Gestión del Mantenimiento. Fue diseñado atendiendo los requerimientos de documentación técnica de equipos y de mantenimiento, manejo de programas de mantenimiento preventivo y correctivo, gestión de repuestos, y otros recursos, obtención de reportes estadísticos, informes e indicadores de gestión, adicionalmente posee un fácil manejo y una interfaz amigable para el usuario.

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

En el presente capítulo, se llevara a cabo la contextualización del problema al cual se le quiere dar solución con el proyecto desarrollado, para ello se presentara la historia de la Empresa Carlixplast Ltda., así como algunos aspectos de su estructura organizativa. Posteriormente se presentaran los productos fabricados en la planta de producción, y se hará una descripción de la materia prima y del proceso que se debe llevar a cabo para obtener los productos antes mencionados.

1.1 HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN

Carlos Julio Calixto Cely, comerciante, siendo muy joven se traslada en 1946, desde su pueblo natal Floresta (Boyacá) a la ciudad de Bucaramanga donde toma en arriendo un local situado en la antigua plaza de mercado e inicia actividades vendiendo artículos de machetería, cuchillería y cacharrería en general. En el año 1970 debido a los altibajos que se presentaban en la venta de sus productos y motivado por unas visitas efectuadas a industrias de Bogotá, surge la idea de comercializar el polietileno, iniciando dicho negocio en 1971.

En los inicios las ventas de rollos y bolsas de polietileno eran bajas, ya que el empaque más usado en ese momento era el de papel; poco a poco el polietileno empezó a ser conocido en el mercado, dadas las características de

mayor resistencia, impermeabilidad y facilidad de transporte. Durante los años 1972 a 1978 se fue incrementando paulatinamente las ventas de rollos y bolsas de polietileno, consolidándose este empaque en el mercado, no sólo por las ventajas de tipo físico con relación al empaque de papel, sino también porque era un 50% más económico.

Ante la dinámica del sector y los continuos problemas en los suministros de materiales, don Carlos Calixto planteó la posibilidad de montar una fábrica de rollos y bolsas de polietileno, proyecto que pudo llevar a cabo en el año 1978 cuando gana un título de capitalización por un valor de \$300.000, con este dinero más un préstamo decide dar los primeros pasos para el montaje de la fábrica. En abril de 1978 se compra la primera extrusora y en agosto del mismo año se llevo a cabo la adquisición de una segunda extrusora del mismo fabricante. Estas nuevas adquisiciones de la empresa, originaron cambios en su estructura. Uno de sus hijos pasó a dirigir las actividades de la fábrica, y una hija como administradora para el nuevo almacén. En estos primeros años se presenta un rápido crecimiento en producción y ventas de materiales de polietileno, la demanda correspondía en un 50% a rollos y el resto a bolsa sellada manualmente.

Ante el incremento considerable del personal de sellado manual y la necesidad de aumentar la producción de bolsas, la empresa decide comprar en 1982, la primera selladora automática.

A principios de 1985, la empresa pasa de ser una persona natural a una sociedad de responsabilidad LTDA tomando el nombre de CARLIXPLAST LTDA, mediante la concesión del 50% del patrimonio de la empresa a sus 8 hijos, que desde tiempo atrás venían trabajando en esta. Para este año se

contaba con cinco extrusoras y cuatro selladoras, maquinaria que copó el área disponible de la planta, originando problemas para el manejo de materiales, transito de personal, aumento del nivel de ruido y problemas de higiene de los empleados, dado el aumento progresivo del personal. Debido a los anteriores inconvenientes se estudiaron las siguientes alternativas:

- Ampliación de la planta de producción mediante el arriendo o compra de un local contiguo al existente.
- Arriendo de una bodega cerca del almacén de la cra. 14.
- Compra de terreno en el parque industrial de Bucaramanga, vía Chimitá.

Paralelo a esto, la Gerencia venia pensando en la posibilidad de adquirir una impresora flexográfica y entrar a competir en el mercado de impresión extendiendo su línea de productos.

El comportamiento de las ventas entre 1985 y 1987 mostró un incremento promedio del 58% anual y especialmente en 1987 se obtuvieron excelentes resultados en ventas y rentabilidad. En los años 1985 y 1986 el crecimiento promedio del sector de los plásticos fue del 17% manteniendo una dinámica aún durante el período recesivo de la década de los 80. De otra parte se puede afirmar que la industria del plástico y principalmente el sector transformador, ha tenido un crecimiento basado en la extensión de su aparato productivo antes que en la profundización de su eficiencia técnica.

A mediados de 1988 se aprobó un crédito de fomento del Banco de la República con el fin de adquirir un lote en el parque industrial de Bucaramanga para llevar a cabo la construcción de la planta de producción y la compra de la máquina impresora. La construcción de la planta en el parque industrial se terminó el 21 de septiembre de 1989 iniciándose las actividades

productivas con la reestructuración del departamento de producción, originándose nuevos cargos y aumentando el personal operativo.

En el año 1993 se adquirió la primera extrusora para la fabricación de bolsa de alta densidad y 2 selladoras, aumentando de esta manera su capacidad de sellado para empaques de mayor calibre.

A partir de 1995 se adquiere un lote localizado en la calle 33 No 11-83 construyéndose la sede principal como solución a problemas de almacenamiento de productos terminados y atención al cliente, esta consta de una bodega de productos terminados desde donde se distribuye a los otros puntos de venta, también se almacenan los productos que la empresa comercializa y se ofrece una mejor atención al cliente.

En 1997 CARLIXPLAST adquiere un equipo de autogeneración de energía para su planta de producción dando solución a los problemas de corte y altos costos de esta. En el año 2003 comenzó la implementación de un Sistema de Gestión de la calidad, proceso que vio sus frutos en julio de 2004, con el certificado de Gestión de Calidad ISO 9001:2000. Código N°2345-1, concedido por el ICONTEC.

Actualmente la planta tiene en funcionamiento 9 extrusoras para polietileno, 1 extrusora para polipropileno, 2 impresoras flexográficas y 12 selladoras. Cuenta con una capacidad de producción mensual de 120 toneladas para la extrusión de película de rollos de polietileno, 75 toneladas para sellado de bolsas y 60 toneladas en impresión flexográfica.

1.2 MISIÓN

“Somos una empresa líder en el oriente colombiano, dedicada a la producción y mercadeo de rollos y bolsas de polietileno y polipropileno con impresión flexográfica, dirigidos a personas y empresas, para satisfacer sus necesidades de empacar, proteger, conservar y diferenciar sus productos por medio de una excelente presentación, utilizando para ello tecnología en permanente actualización, talento humano, calidad y servicio en cada uno de nuestros productos.”

1.3 VISIÓN

“CARLIXPLAST Ltda. Desea mantener su liderazgo en el ámbito regional como productora y comercializadora de empaques plásticos de alta calidad y alcanzar en el año 2006 una mayor participación en el mercado nacional, mediante la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad y la adquisición de nueva tecnología para aumentar su productividad.”

1.4 POLÍTICA DE CALIDAD

“Trabajamos en la producción y mercadeo de rollos y bolsas plásticas con impresión flexográfica de excelente calidad, valiéndonos para ello de personal calificado, materia prima original un excelente servicio y entrega oportuna para lograr la satisfacción de nuestros clientes, características que nos consolidan en el mercado local y nos proyectan en el mercado de empaques flexibles del país”

1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

CARLIXPLAST Ltda., se constituyó en una Sociedad de Responsabilidad Limitada en el año de 1985, mediante cesión que hace Carlos Julio Calixto, del 50% del patrimonio de la empresa a sus 8 hijos, la estructura organizacional actual se muestra en la figura 1.

1.6 RECURSO HUMANO

La Empresa Carlixplast Ltda cuenta en sus áreas administrativa, comercial y de producción con 111 empleados. En la Planta de Producción ubicada en el Parque Industrial de Bucaramanga laboran 62 personas; ver tabla 1. En el área comercial y administrativa laboran en total 49 personas; ver tabla 2.

Tabla 1. Recurso Humano de la Planta de producción de la Empresa Carlixplast Ltda.

CARGO	Nº
SELLADORES	29
EXTRUSORES	10
IMPRESORES	9
SUPERVISORES DE PLANTA	3
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	1
AUXILIAR DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO/ELECTRÓNICO	1
AUXILIAR DE BODEGA	1
RECUPERADOR	1
ALMACENISTA	1
SECRETARIA/RECEPCIONISTA	1
OFICIOS VARIOS	1
TRABAJADORA SOCIAL	1
DIRECTOR DE CALIDAD	1
DIRECTOR DE PRODUCCIÓN	1
DIRECTOR DE GESTIÓN HUMANA	1
TOTAL	62

Tabla 2. Recurso Humano del Área de Administrativa y Comercial de la Empresa Carlixplast Ltda.

CARGO	Nº
GERENTE GENERAL	1
SUBGERENTE	1
DIRECTOR OPERATIVO	1
AUXILIAR DESPACHO Y FACTURACIÓN	1
ALMACENISTA BODEGA PRINCIPAL	1
AUXILIAR ALMACÉN Y BODEGA	1
CONDUCTOR	2
AUXILIAR CONDUCTOR	2
RECEPCIONISTA ALMACÉN PRINCIPAL	1
SERVICIOS GENERALES ALMACÉN PRINCIPAL	1
DIRECTOR DE MERCADEO Y PUBLICIDAD	1
EJECUTIVO COMERCIAL	1
COORDINADOR MERCADEO Y VENTAS	1
DISEÑADOR GRAFICO	1
AUXILIAR DISEÑADOR GRAFICO	1
ADMINISTRADOR DE ALMACÉN	4
LÍDER DE ALMACÉN	4
VENDEDOR DE MOSTRADOR	4
CAJERO VENDEDOR	4
SELLADOR MANUAL	2
CORTADOR	2
DIRECTOR FINANCIERO, CONTABLE Y TRIBUTARIO	1
JEFE DE COSTOS	1
JEFE DE TESORERÍA	1
JEFE DE CARTERA	1
AUXILIAR CONTABLE	1
ARCHIVISTA	1
MENSAJERO COBRADOR	1
CONDUCTOR DE SEGURIDAD	1
JEFE INVENTARIO	1
AUXILIAR INVENTARIO	1
DIGITADORES	2
TOTAL	49

La planta de producción labora 24 horas al día en dos turnos de 12 horas cada uno, para un total de dos turnos diarios los empleados de las áreas de extrusión, sellado, impresión y supervisores de planta trabajan un turno cada

24 horas de lunes a domingo, los demás empleados trabajan de 8 a.m a 6 p.m de lunes a sábado.

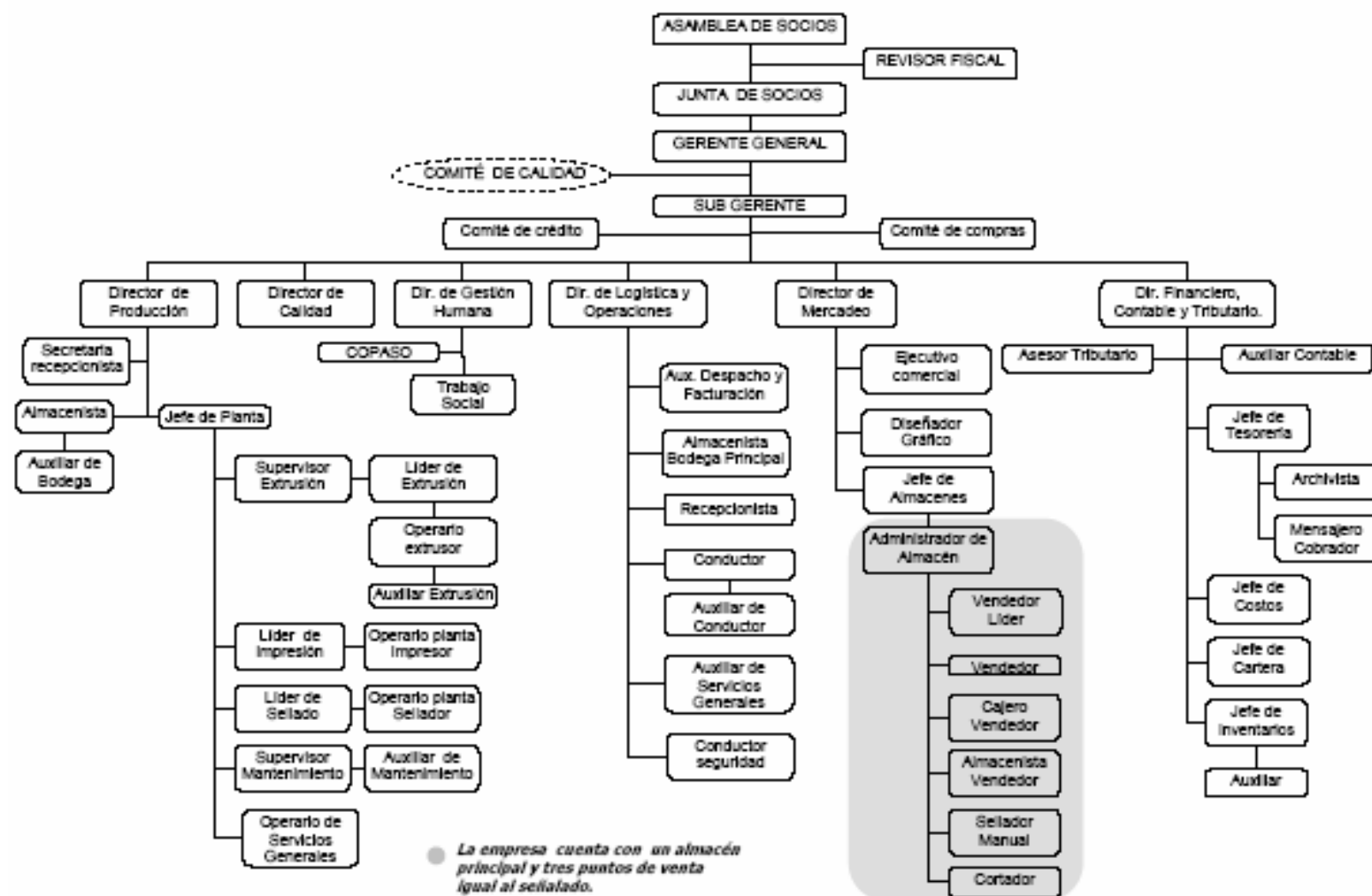
1.7 UBICACIÓN

La planta de producción de la empresa CARLIXPLAST Ltda., se encuentra ubicada en el Parque Industrial de Bucaramanga, dirección: Cl D 219 Manzana C, Avenida Las Palmas Vía Chimitá, teléfonos: 6760728/6760729, Fax: 6760191.

Figura 1. Carlixplast Ltda



Figura 2. Organigrama de la Empresa Carlixplast Ltda.



1.8 PRODUCTOS

Carlixplast Ltda., produce una amplia gama de productos¹ algunos de los cuáles podemos observar en la tabla 3, donde se hace una descripción de sus principales características. Los más destacados son los siguientes:

- Rollos de polietileno de baja densidad
- Rollos de polietileno de alta densidad
- Bolsas de polietileno de baja densidad
- Bolsas de polietileno de alta densidad
- Bolsas de polipropileno

CARLIXPLAST Ltda., comercializa otros productos que no son producidos por la empresa, entre ellos se encuentran las telas plásticas utilizadas en agricultura, ganadería y construcción, los plásticos anchos utilizados para cubrimientos impermeables y protección en diversas aplicaciones, además de otros tipos de recubrimientos plásticos e insumos como zunchos, grapas plásticas, cintas pegantes, dispensadores para cinta, máquinas selladoras manuales, bolsas con cierre hermético, etc. La mayoría de estos productos son distribuidos pero no fabricados por la empresa.

1.9 MATERIAS PRIMAS

La materia prima básica para la elaboración de las bolsas y rollos es el polietileno de alta y baja densidad, y el polipropileno, productos derivados del petróleo, que se adquieren en forma de pelet.

¹ Disponible en < www.carlixplast.com >

Tabla 3. Productos Fabricados en la Planta de Producción de la Empresa Carlixplast Ltda.

PRODUCTO	MATERIA PRIMA	APLICACIONES	ESPECIFICACIONES TECNICAS			COLORES
ROLLOS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	Polietileno de baja densidad ref. 641 al 100% o una mezcla de polietileno de baja densidad 641 y polietileno lineal 11U4	Industria de los alimentos, construcción, agricultura, ganadería, confección, metalmecánica y comercio en general	ANCHO (PULG)	MÍNIMO	1 ½	Varios
				MÁXIMO	60	
			CALIBRE (μ)	MÍNIMO	0,5	
				MÁXIMO	10	
ROLLOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	Polietileno de alta densidad ref. 7000f al 100% o una mezcla de polietileno de alta densidad 7000F y polietileno lineal 11F1	Construcción, confección, agricultura, empaque y embalaje en supermercados y almacenes para otros productos	ANCHO (PULG)	MÍNIMO	10	Varios
				MÁXIMO	39	
			CALIBRE (μ)	MÍNIMO	0,4	
				MÁXIMO	8	
BOLSAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	Polietileno de baja densidad ref. 641 al 100% o una mezcla de polietileno de baja densidad 641 y polietileno lineal 11U4	Industria de alimentos, agricultura, confección, marroquinería, empaque de productos terminados	ANCHO (PULG)	MÍNIMO	1 ¾	Varios
				MÁXIMO	60	
			LARGO (PULG)	MÍNIMO	1 ¾	
				MÁXIMO	60	
			CALIBRE (μ)	MÍNIMO	0,5	
				MÁXIMO	10	
BOLSAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	Polietileno de alta densidad ref. 7000f al 100% o una mezcla de polietileno de alta densidad 7000F y polietileno lineal 11F1	Empaques en tiendas de ropa, de marroquinería, de regalos; en supermercados para el empaque de los productos, utilización relevante en la industria de alimentos, construcción o empleadas como bolsas de reempaque.	ANCHO (PULG)	MÍNIMO	1 ¾	Varios
				MÁXIMO	39	
			LARGO (PULG)	MÍNIMO	1 ¾	
				MÁXIMO	39	
			CALIBRE (μ)	MÍNIMO	0,4	
				MÁXIMO	8	
BOLSAS DE ALTA DENSIDAD CON TROQUELADO FRANELA	Igual que para las bolsas de alta densidad	Empaque de víveres y otros productos	CAPACIDAD	TAMAÑO		Varios
			2 Kilos	6x2x2x14		
			3 Kilos	7x2x2x15		
			5 Kilos	9x2½x2 ½x16		
			10 Kilos	10x2½x2 ½x18		
			20 Kilos	11x3x3x22		
			25 Kilos	13x3x3x25		
			30 Kilos	14x4x4x26		
BOLSAS DE POLIPROPILENO	POLIPROPILENO	MONORIENTADO: industria de los alimentos como envase o como bolsa de reempaque, industria de la confección. PP	ANCHO (PULG)	MÍNIMO	2 ¾	Transparente
				MÁXIMO	20	
			LARGO (PULG)	MÍNIMO	4	
				MÁXIMO	28	
			CALIBRE (μ)	MÍNIMO	1,1	
				MÁXIMO	2	

Otras materias primas utilizadas en el proceso son los pigmentos que se usan para darle color a la película de polietileno en el proceso de extrusión, su presentación es en forma granular. En el proceso de impresión de la película se utilizan tintas industriales para flexografía, y alcohol propílico como disolvente. En la tabla 4 se presenta un resumen de las características de la materia prima básica del proceso.

1.10 PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de producción Rollos y Bolsas Plásticas llevado a cabo en la Planta de Producción de la empresa Carlixplast Ltda., consiste básicamente de tres etapas principales a saber: Extrusión, Sellado e Impresión. En la etapa de extrusión se transforma el gránulo sólido en una masa fundida, mediante el suministro de energía térmica y mecánica para obtener rollos de película tubular, posteriormente y si lo requiere, el rollo es sometido a la etapa de impresión flexográfica el cual le imprimirá características requeridas específicamente por un determinado cliente. Finalmente si es necesario se realiza el sellado y corte de los rollos obteniendo así como producto final las bolsas plásticas.

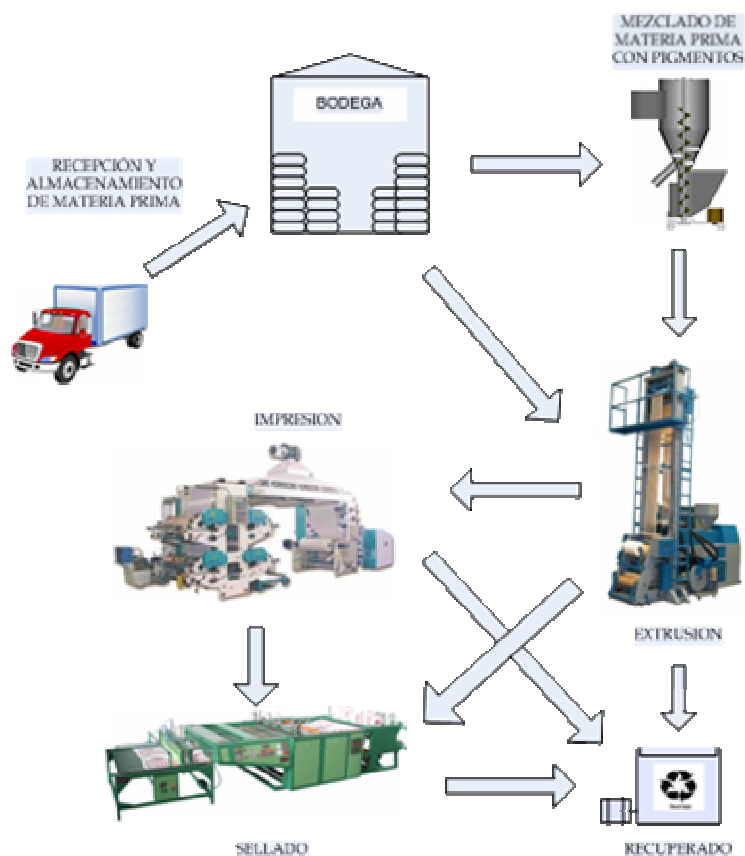
El proceso anteriormente mencionado es soportado a su vez por otros pequeños procesos como son la recepción y almacenaje de la materia prima, la preparación de la misma para el proceso de extrusión y el proceso de recuperación, que se encarga de aprovechar el retal proveniente de las tres etapas principales del proceso siendo éste transformado nuevamente en materia prima reutilizable.

Ver diagrama de flujo del proceso figura 3.

Tabla 4. Materias Primas Básicas en el Proceso de Elaboración de Rollos y Bolsas Plásticas

NOMBRE	SIGLA	CÓDIGO SPI	ESPECIFICACIONES	USOS
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	HDPE		El polietileno de alta densidad es un polímero de cadena lineal no ramificada. Se obtiene por polimerización del etileno a presiones relativamente bajas (1-200 atm), con catalizador alquilmetálico (catálisis de Ziegler) o un óxido metálico sobre sílice o alúmina (procesos Phillips y Stardard Oil). Su resistencia química y térmica, así como su opacidad, impermeabilidad y dureza son superiores a las del polietileno de baja densidad.	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	LDPE		- El polietileno de baja densidad es un polímero de cadena ramificada. Se obtiene por polimerización del etileno a altas presiones (aproximadamente 1200 atm y 200° C) con oxígeno o catalizador de peróxido y por mecanismo de radicales libres. Es un sólido más o menos flexible, según el grosor, ligero y buen aislante eléctrico.	Bolsas para empaque de alimentos, embalaje, residuos, usos agrícolas, etc.
POLIPROPILENO	PP		Estructuralmente es un polímero vinílico, similar al polietileno, sólo que uno de los carbonos de la unidad monomérica tiene unido un grupo metilo. El polipropileno se puede hacer a partir del monómero propileno, por polimerización Ziegler-Natta y por polimerización catalizada por metalocenos.	Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, , etc.

Figura 3. Diagrama de Flujo del Proceso



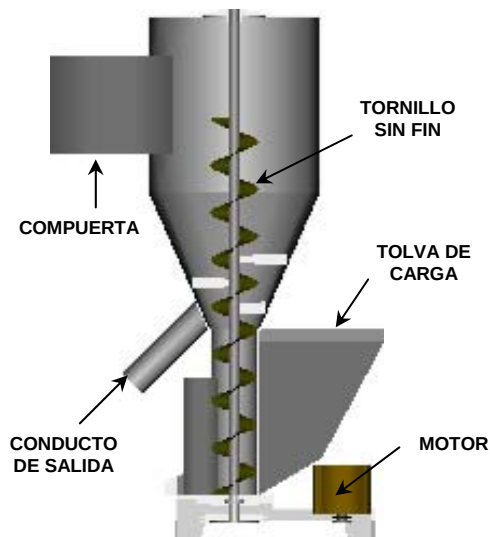
1.10.1 Recepción y almacenaje de materia prima. La materia prima empleada en el proceso es el polietileno lineal de baja densidad, polietileno de alta y baja densidad y el polipropileno. Son diversos los proveedores de esta materia prima, entre ellos podemos mencionar a: Primecoop, Andesia Químicos, Química Comercial Andina, Plastitrae, Coramer Polinter, ACG Itochu, Samsung, Montacheng, Everly Corea y Propílco. Al ser recibida la materia prima es almacenada en un depósito en bultos de 25 y 40 Kg, con un periodo de reabastecimiento de 15 días, ver figura 4.

Figura 4. Recepción y Almacenaje de Materia Prima



✓ Preparación de materia prima. Para iniciar el proceso de extrusión si es necesario, la materia prima se debe mezclar previamente con los pigmentos que le darán la coloración requerida, este proceso se lleva a cabo en la mezcladora, seguidamente la mezcla es llevada para ser depositada en las tolvas de alimentación de la extrusora, ver figura 5.

Figura 5. Mezcladora



1.10.2 Extrusión. Es un proceso continuo, en que la materia prima es fundida por la acción de temperatura y fricción, forzada a pasar por un dado que le proporciona una forma definida, y enfriada finalmente para evitar deformaciones permanentes. Se fabrican por este proceso: tubos, perfiles, películas, manguera, láminas, filamentos y pellets. En Carlixplast, se fabrican por este proceso, películas tubulares. Los productos obtenidos por extrusión deben tener una sección transversal constante en cualquier punto de su longitud (tubo, lámina) o periódica (tubería corrugada). La mayor parte de los productos obtenidos de una línea de extrusión, requieren de procesos posteriores con el fin de habilitar adecuadamente el artículo, como en el caso del sellado y cortado, para la obtención de bolsas a partir de película tubular.

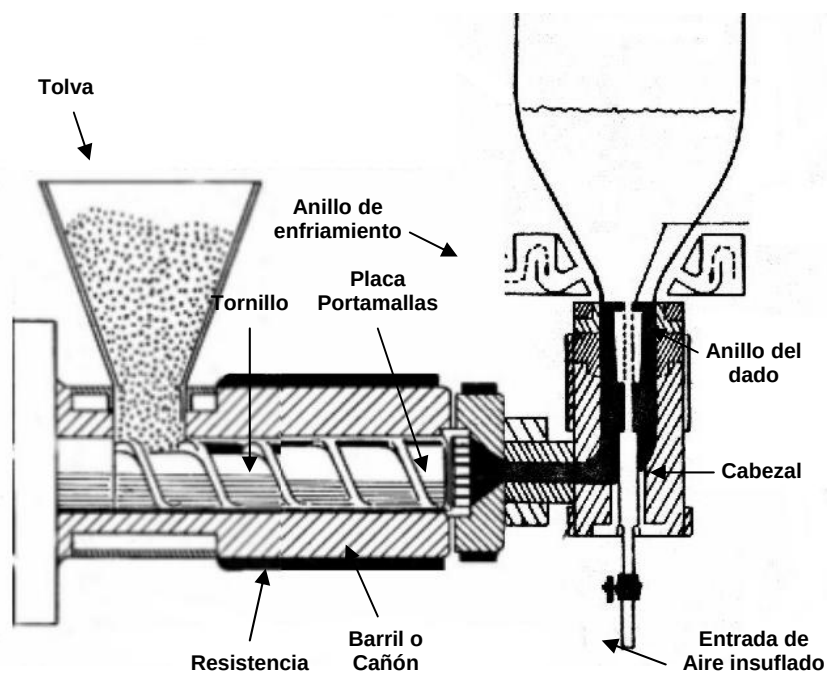
Figura 6. Extrusoras Master 50 para Polipropileno y Extrusora 55 para Polietileno de Alta y Baja Densidad



La extrusión, por su versatilidad y amplia aplicación, suele dividirse en varios tipos, dependiendo de la forma del dado y del producto extruido. Independientemente del tipo de extrusión que se quiera analizar, todos guardan similitud hasta llegar al dado extrusor. Básicamente, una máquina para extrusión

de película tubular consta de un eje metálico central con álabes helicoidales llamado tornillo o husillo, instalado dentro de un cilindro metálico revestido con una camisa de resistencias eléctricas. En un extremo del cilindro se encuentra un orificio de entrada para la materia prima, donde se instala una tolva para la recepción y alimentación de la misma, generalmente de forma cónica; en ese mismo extremo se encuentra el sistema de accionamiento del tornillo, compuesto por un motor y un sistema de reducción de velocidad. En la punta del tornillo, se ubica la salida del material y el dado o cabezal que forma finalmente el plástico, un anillo de aire de enfriamiento, un dispositivo estabilizador o calibrador película, un dispositivo de colapsamiento de la burbuja, un rodillo de tiro superior, una embobinadora y una torre estructural que soporta las partes anteriores. Ver figura 7.

Figura 7. Sistema de Alimentación y Tornillo Extrusor



Fuente: Instructivo de Extrusión, Manual de Calidad Carlixplast Ltda.

A continuación se hará una breve descripción de las partes sobresalientes del equipo de extrusión.

- **Tolva:** La tolva es el depósito de materia prima en donde se colocan los pellets de material plástico para la alimentación continua del extrusor. Debe tener dimensiones adecuadas para ser completamente funcional; los diseños mal planeados, principalmente en los ángulos de bajada de material, pueden provocar estancamientos de material y paros en la producción. En sistemas de extrusión con mayor grado de automatización, se cuenta con sistemas de transporte de material desde contenedores hasta la tolva, por medios neumáticos o mecánicos, ver figura 8. Las tolvas de los equipos de la planta de producción de la empresa, poseen una capacidad que varía entre 25 y 50 kilos de materia prima.

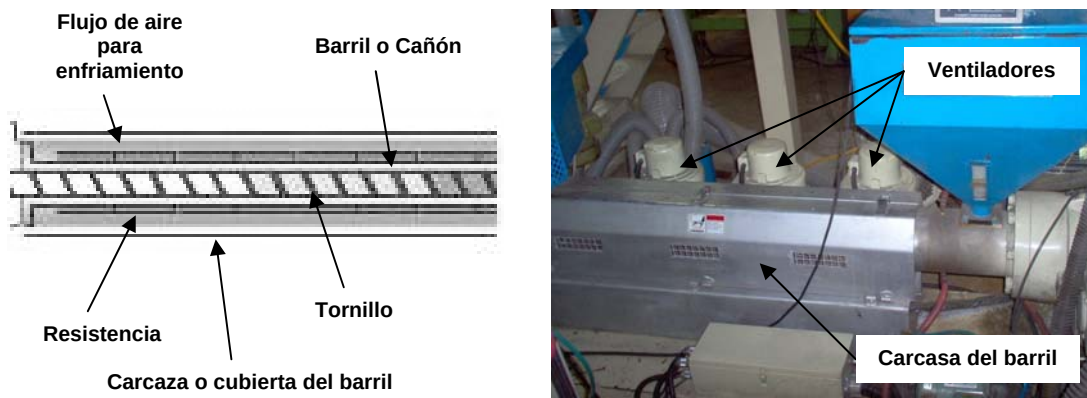
Figura 8. Tolvas de Alimentación Automática y Manual Respectivamente



- **Barril o Cañón:** Es un cilindro metálico que aloja al tornillo y constituye el cuerpo principal de una máquina de extrusión. El barril debe tener una compatibilidad y resistencia al material que esté procesando, es decir, ser de un metal con la dureza necesaria para reducir al mínimo cualquier desgaste.

El cañón cuenta con resistencias eléctricas que proporcionan una parte de la energía térmica que el material requiere para ser fundido. El sistema de resistencias, en algunos casos va complementado con un sistema de enfriamiento que puede ser flujo de líquido o por ventiladores de aire. Todo el sistema de calentamiento es controlado desde un tablero, donde las temperaturas de proceso se establecen en función del tipo de material y del producto deseado, ver figura 9.

Figura 9. Detalle de la Sección del Barril o Cañón



- **Tornillo o Husillo:** El husillo o tornillo es el elemento de transporte que mediante rotación empuja y comprime el material contra una boquilla formadora; se encuentra alojado dentro del barril un diámetro ligeramente mayor (50-150 micras), y apoyado en un cojinete. Durante el trabajo del extrusor hay un contra flujo a través de este claro que sirve de lubricación no permitiendo el contacto físico cañón husillo. Se pueden distinguir tres zonas cuya diferencia es el estado de fluidez y temperatura del material (polietileno o polipropileno), así:

a) La alimentación donde se recibe la materia prima en estado solidó (pelet) generando un empuje al material que le precede, hacia la zona caliente donde comienza la fusión.

b) La zona de compresión, donde el material empieza a fundirse y a expulsar aire en retroflujo.

c) La zona de dosificación que obliga al material homogéneamente fundido a fluir con caudal uniforme hacia el dado.

En la salida del material va una pieza de acero con agujeros (portamallas) donde se pone un paquete de mallas normalmente de acero inoxidable que sirve para romper la rotación del flujo, colar cualquier material extraño y producir una contrapresión dentro de la máquina. Ver figura 7.

- **Cabezal:** el cabezal es la parte de la extrusora desde donde fluye la película en forma de tubo, formando una burbuja, ver figura 10. El calibre uniforme en la película se logra centrando el núcleo del cabezal mediante tornillos de ajuste, teniendo como referencia una plomada que se coloca desde la unidad de tiro e indica el punto central que debe estar colineal con el núcleo. Algunos cabezales son rotatorios, giran sobre su eje vertical y distribuyen cualquier irregularidad del calibre a lo ancho de la película. En ocasiones el anillo del aire gira con cabezal.

- **Anillo de Enfriamiento:** Por la acción del extrusor, el polímero fundido abandona el cabezal, toma el perfil tubular de los labios del dado y continúa modificándose con un estiramiento longitudinal por acción del tiro de unos rodillos superiores y una expansión lateral por efecto de la presión del aire atrapado dentro de la burbuja. Si el cabezal se encuentra uniformemente centrado y calentado y el material sale homogéneo, la película se forma con un espesor y diámetros constantes. El material extruído recibe un enfriamiento superficial mediante una corriente de aire proveniente del dispositivo llamado anillo de enfriamiento, ver figura 11.

Figura 10. Cabezal

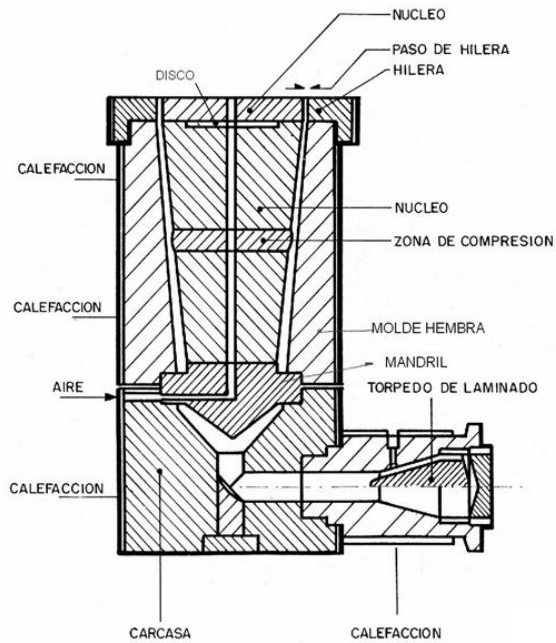
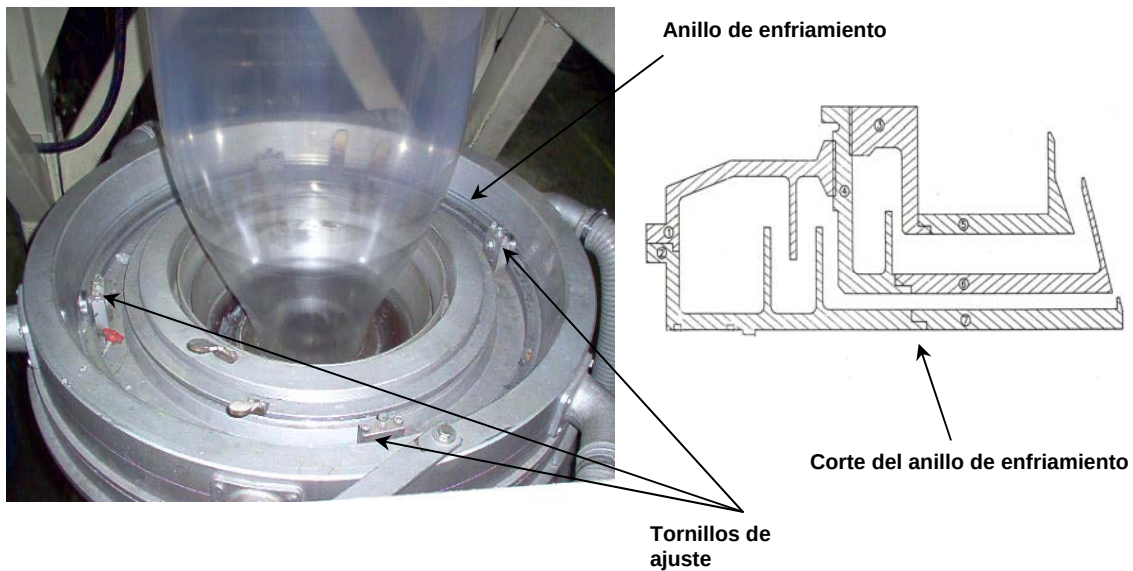


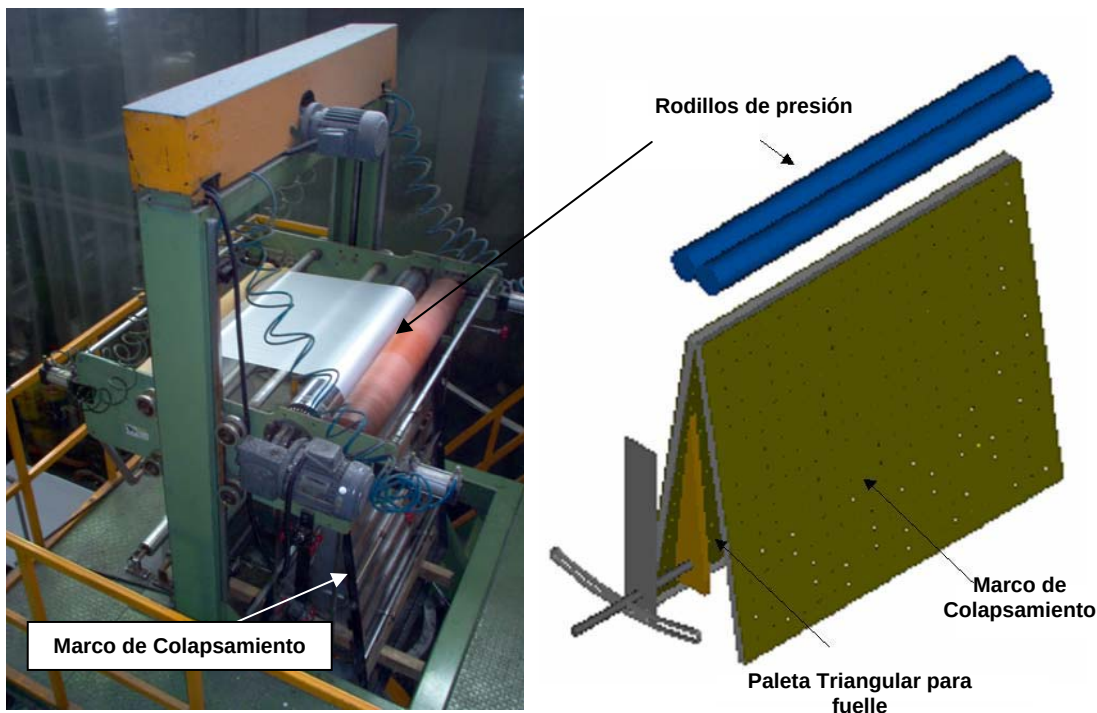
Figura 11. Anillo de Aire y Tornillos de Ajuste



- **Unidad de Tiro:** Incluye un marco para colapsamiento de la burbuja y un rodillo de presión y jalado de la película. La primera parte de la unidad de tiro que tiene

contacto con la película es el marco de colapsamiento que tiene la función de llevar a la película en forma de burbuja a una forma plana por medio de una disminución constante del área de paso y evitar que durante el colapsamiento de la burbuja se formen pliegues o arrugas. El marco de colapsamiento puede fabricarse de diversos materiales que van desde tiras de madera hasta rodillos de aluminio y otros metales. Los parámetros principales para el buen desempeño de la unidad de colapsamiento es la fricción entre la película, el marco y los ángulos de colapsamiento de la burbuja, ver figura 12.

Figura 12. Unidad de Tiro



- **Embobinadores:** Las unidades de embobinado de película, son dispositivos para la captación del material producido para suministrarlo a máquinas de procesamiento final como impresoras, cortadoras, selladoras, etcétera, ver figura 13.

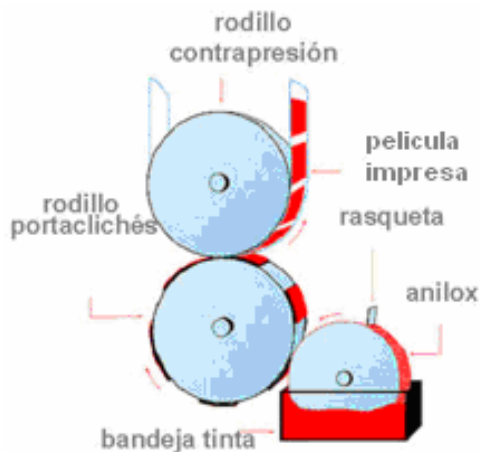
Figura 13. Embobinadores



La película hasta aquí producida puede tener muchos usos pero no se puede imprimir. La superficie plástica no admite adhesivos ni tintas por ser inerte químicamente, por lo que es necesario romper algunas ligaduras de las moléculas superficiales para activarla, esto se logra con una descarga eléctrica de alto voltaje (tratamiento corona). Los equipos que sirven para esto se instalan en las líneas de extrusión ya mencionados. La película tratada se puede imprimir con cualquiera de dos procedimientos: flexografía o rotograbado.

1.10.3 Impresión Flexográfica. La Flexografía es una técnica de impresión que se basa principalmente en un sistema rotativo directo que utiliza matrices gráficas flexibles en altorrelieve y emplea tintas líquidas, permitiendo así imprimir sobre diversos materiales. Su característica principal es el control exacto de la tinta que permite impresiones muy definidas y homogéneas. La unidad elemental consta de tres rodillos, figura 14.

Figura 14. Unidad Elemental de un Sistema de Impresión Flexográfica



Fuente: Disponible en < www.flexografia.com >

El rodillo 1 (anilox) está sumergido en un canal con tinta que es arrastrada en su movimiento y exprimida por medio una rasqueta. El rodillo anilox esta grabado y en sus huecos queda tinta después de ser exprimido el exceso. Esta tinta es aplicada al cliché (cirel) que esta montado en el rodillo 2, por medio de una tela con adhesivo en ciertas caras. Entre este rodillo 2 y el 3 (rodillo de contra impresión) va el material para imprimir. La tinta que va todavía húmeda en el cliché es tomada por la película y esta sigue su camino a la zona de secado. Normalmente el rodillo porta cliché tiene un mecanismo que lo retira del entintado y de la posición de impresión.

En este tipo de impresión hay muchas variables que deben controlarse:

- 1) Presión de dosificación, que varía con la presión entre la rasqueta y anilox. Esta operación es manual.
- 2) Presión de entintado entre sistema de entintado y cliché, que se hace manualmente.
- 3) Presión de impresión entre cliché y película, que también se ajusta manualmente

(esto implica el empleo de operarios hábiles y con cierta experiencia).

4) La uniformidad en el espesor del cliché.

Figura 15. Impresora Flexográfica y Rodillo Anilox

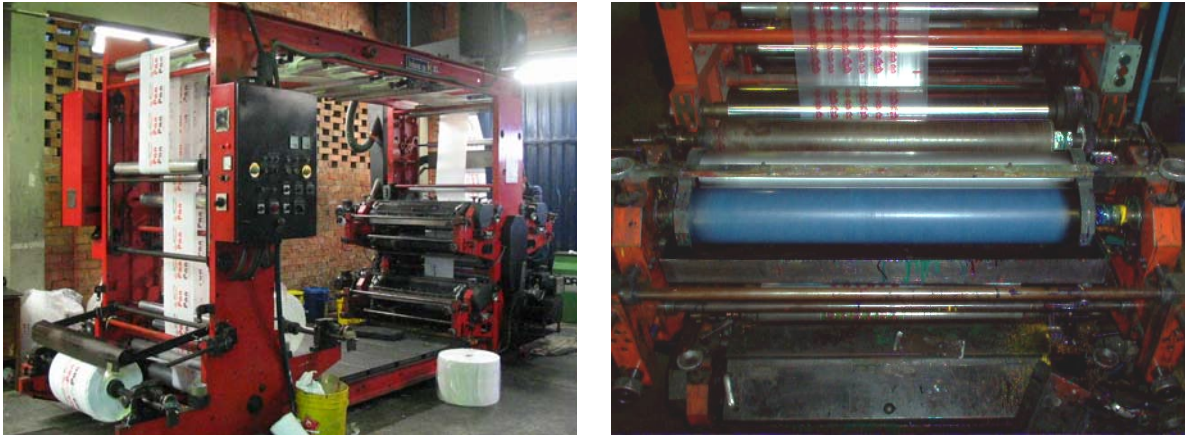
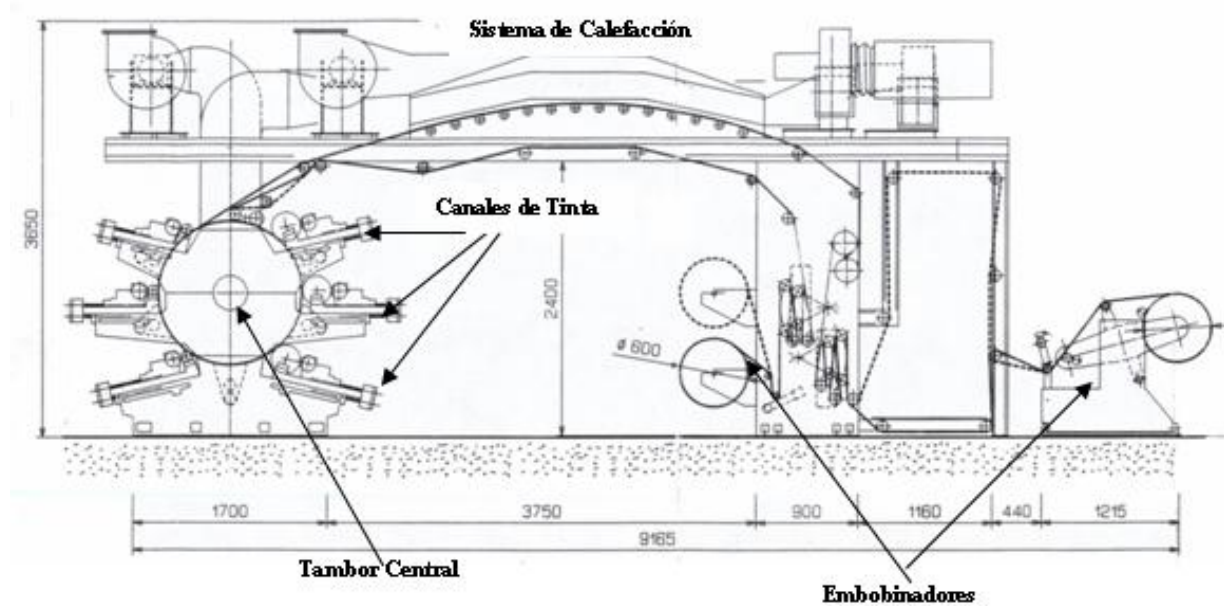


Figura 16. Partes de una Impresora flexográfica



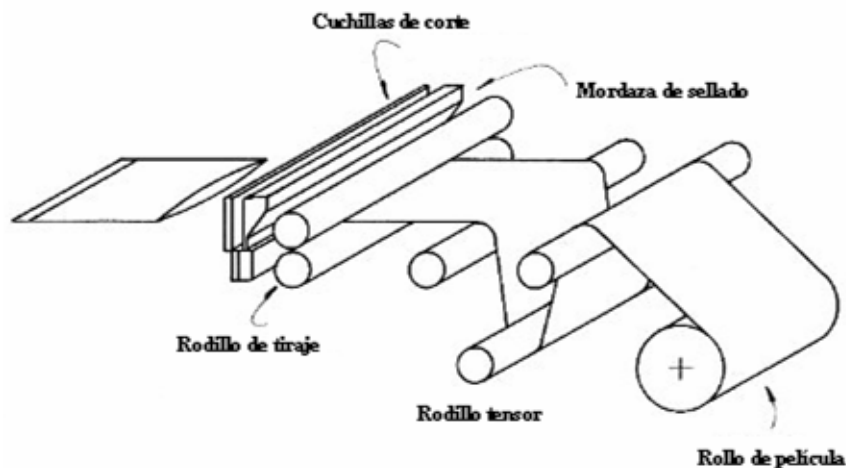
1.10.4 Sellado. Hoy en día los empaques de materiales plásticos han sustituido casi por completo a los empaques que tradicionalmente se venían usando, como las bolsas de papel y las cajas de cartón. La bolsa de plástico, es sin lugar a dudas, el empaque más usado en la actualidad debido a su versatilidad y economía. La industria del embalaje la ha convertido en la panacea: las hay de diferentes tamaños, formas y materiales, transparentes, de colores, impresas, embobinadas y en muchas otras variantes.

Figura 17. Selladora ZDS 140



Existen varios métodos o procedimientos para la elaboración de bolsas, el más usado y conocido es el de sellado en el fondo de película tubular donde primero se hace el estirado de la lamina tubular del rollo a través de rodillos de tiraje hasta situar la película en la parte de la máquina, donde se hará el sellado, una vez sellada la bolsa será cortada mediante cuchillas. En este tipo de bolsas solo existe un sello que se hará a lo ancho de la película. (Sello transversal), ver figura 18.

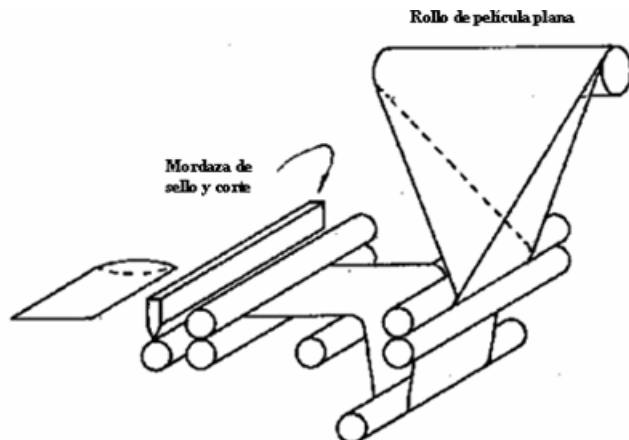
Figura 18. Fabricación de bolsas con sellado de fondo a partir de película tubular



Fuente: Disponible en < www.tecnomaq.com.mx/polietileno.html>

Existe otro tipo de bolsa usada continuamente y que difiere de la anterior porque el sello queda lateralmente (side weld) su elaboración puede hacerse partiendo de la película plana, la cual es doblada por la mitad y sellada transversalmente al mismo tiempo que es cortada y separada, ver figura 19.

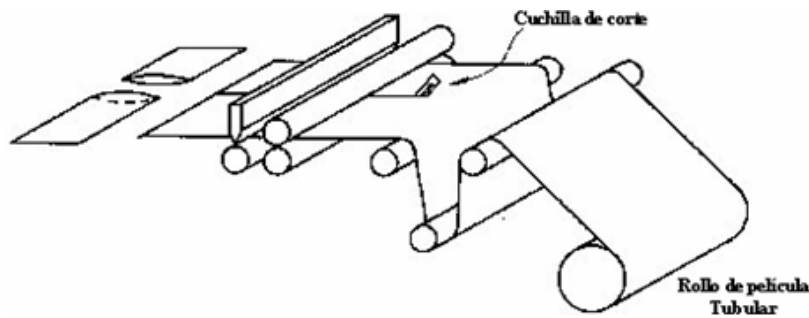
Figura 19. Fabricación de bolsas con sellado lateral a partir de película plana



Fuente: Disponible en < www.tecnomaq.com.mx/polietileno.html >

El sistema de sellado lateral puede usar de igual manera película tubular en rollo, el que es cortado en el mismo proceso para obtener dos bolsas simultáneamente en cada ciclo, ver figura 20.

Figura 20. Fabricación de bolsas con sellado lateral a partir de película tubular



Fuente: Disponible en < www.tecnomaq.com.mx/polietileno.html >

En cualquiera de los procesos descritos la impresión de la bolsa se hará en el rollo de material antes de iniciar el proceso de sellado o corte. Si se utiliza película tubular se requerirán de dos pasos de impresión, uno por cada cara del rollo para obtener bolsas impresas por los dos lados. Al utilizar película plana solo se necesitará un solo paso de impresión ya que esta es doblada quedando la impresión en ambos lados; esto reduce el costo de la bolsa si se fabrica por el método de sellado lateral.

Varias son las características con las que una bolsa debe cumplir según la función que va a desempeñar, como son el: el material, el espesor de la película, las dimensiones, la calidad del sello, el color, la transparencia u opacidad, la resistencia, etc. La mayoría de ellas están dadas por el material del que se parte, es decir, del rollo de película tubular o plana que obtenemos de la extrusión, sin

embargo, las mas importantes son el tamaño y la calidad del sello, se obtienen directamente del proceso de fabricación de la bolsa que generalmente es hecho por una máquina la cual realiza el sellado lateral o de fondo.

Existen dos tipos de sellos que se usan para la fabricación de bolsas los cuales utilizan calor y presión para efectuar el sellado, ver tabla 5.

Tabla 5. Tipos de Sellado para Bolsas Plásticas

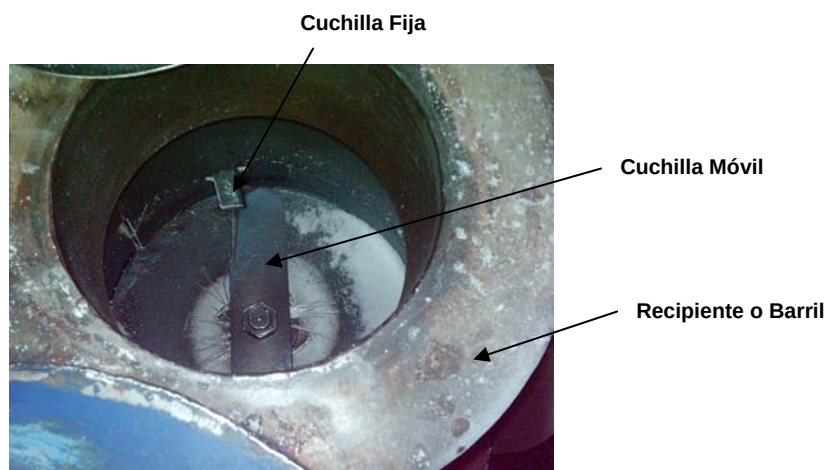
TIPO DE SELLADO	CARACTERÍSTICAS
Sello por presión	Dos piezas de película termoplástica son unidas mediante la fusión de las superficies en la interfase. El calor tiene que alcanzar el sitio de sellado por medio de transferencia a través de algunas de las capas de la película y como las resinas termoplásticas son pobres conductoras del calor sólo es práctico este sistema para películas delgadas, de hasta unas 125-150 micras (.005" - .006").
Sello - Corte	Se obtiene por la fusión completa de las dos películas a unir. Se utiliza una cuchilla o mordaza afilada muy delgada, elevada a altas temperaturas (300 - 400 C). La unión se hace fundiendo completamente los extremos de la bolsa, la cuchilla atraviesa la película cortándola y separándola a la vez que ha sido sellada, al observar este sello veremos que una pequeña contracción del material ocurre por efecto del calor sobre la película y en muchos de los casos esto determina la resistencia del sello.

1.10.5 Recuperación. El material que presenta defectos en la extrusión, en la impresión o en el sellado y que no es conforme con las características de calidad establecidas, se denomina retal. Este material es sometido a un proceso de recuperación el cual permite que se reutilice nuevamente con algunas limitaciones, ya que la materia prima resultante del proceso de recuperación de retal, no posee las mismas características del pelet de polietileno inicial y su calidad no es optima

para ser utilizado en aplicaciones en las cuales prime la calidad que se le ofrece al cliente. Generalmente este retal recuperado se utiliza en la fabricación de bolsas de aseo, ya que el pigmento negro de este tipo de bolsa se puede mezclar con material recuperado de diferentes colores.

El proceso se lleva a cabo en un equipo denominado recuperadora, el cual consiste en un barril o recipiente cilíndrico de 55 cm de diámetro y 40 cm de alto, el cual contiene en su interior dos cuchillas fijas en las paredes del recipiente y una cuchilla de 50 cm de largo por 9 cm de ancho, que es accionada por un motor de 20 Hp y 1460 rpm, el retal previamente al proceso de recuperación es picado en trozos que no ofrezcan peligro para el operario, debido a que si son muy largos pueden enredarse en la cuchilla al ser introducidos en el barril, y producir una fuerza que halaría al operario pudiendo ocasionar graves accidentes. Luego de introducirse una cantidad equivalente al 17% de la capacidad del barril aproximadamente (el material apenas debe alcanzar la altura de la cuchilla, es decir 7 cm), se procede a accionar la máquina, la cuchilla cortará el material en pequeños trozos, ver figuras 21 y 22.

Figura 21. Interior de la Recuperadora de Retal



Debido a la fricción del material con el recipiente, se generan altas temperaturas que van fundiendo el material y creando una masa pastosa a la cual se le debe ejercer presión con un pisón para lograr la peletización o formación de material granulado, además es necesario adicionar cierta cantidad de agua (aproximadamente 1 Lt por carga), que garantizará la refrigeración del material obteniendo así el pelet de recuperado. Por último la carga es retirada a través de la compuerta de descarga, se empaca en bultos y se clasifica para su posterior reutilización.

Figura 22. Recuperadora de Retal

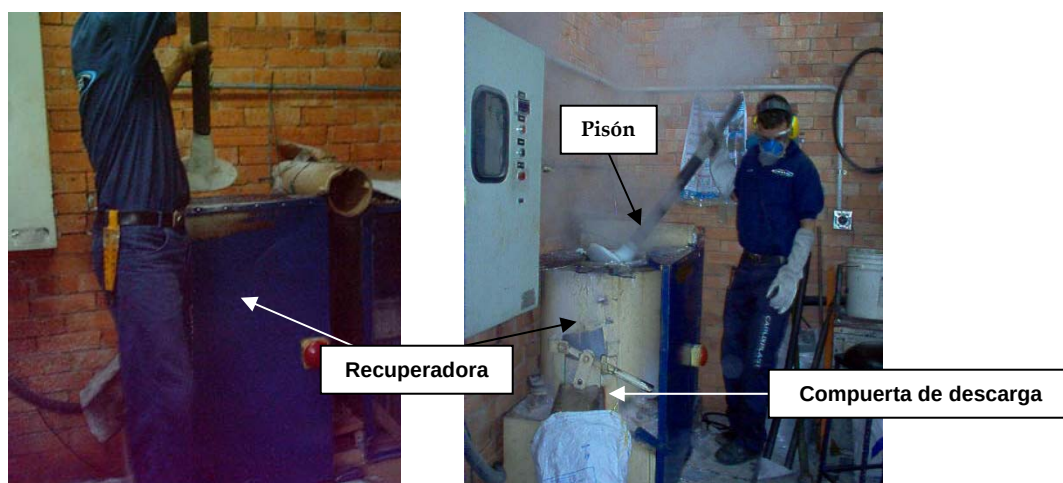


Tabla 6. Capacidad del Equipo Recuperador de Retal

MATERIAL	CAPACIDAD POR CARGA	OBSERVACIONES
POLIETILENO DE BAJA	6-8 Kg (Dependiendo del calibre del retal)	-
POLIETILENO DE ALTA	5-6 Kg (Dependiendo del calibre del retal)	-
POLIPROPILENO	-	No se recupera, el retal es vendido.
TOTAL DE MATERIAL RECUPERADO DIARIAMENTE	250 Kg	Valor aproximado, el total diario depende de variables como: tipo de material recuperado, horas de trabajo (1 o 2 turnos), etc.

2. DIAGNOSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

En el capítulo que se presenta a continuación, se mostrara el diagnostico hecho, del estado del área de mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda., que consistió en un análisis del sistema de gestión, de la documentación técnica, de la gestión de repuestos y principalmente del estado de los equipos y su mantenimiento. Esto con el fin de establecer, los problemas presentes en el modelo de gestión que se maneja y así posteriormente determinar las medidas correctivas en pro de un mejoramiento continuo del área, así como de la empresa, en los aspectos técnicos y económicos.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARLIXPLAST LTDA

La Empresa CARLIXPLAST Ltda., cuenta con una organización para el Área de Mantenimiento, que se ha ido conformando por parte de los miembros del área, las directivas de la empresa y los pasantes de mantenimiento, conforme a las necesidades que ella va presentando. Es así como se cuenta en estos momentos con dos personas encargadas de la función mantenimiento, que corresponden a un supervisor de mantenimiento y a un auxiliar de mantenimiento. Una programación de mantenimiento semanal establecida para 4 semanas consecutivas, que se repiten al termino del ciclo. Además se cuenta con una serie de documentos consistentes en fichas técnicas, hojas de vida, solicitudes de servicio, ordenes de trabajo, manuales de mantenimiento

general para Extrusión, Sellado e Impresión y algunos manuales de operación y mantenimiento de los equipos.

La Gestión de Mantenimiento que se realiza en la planta, consiste básicamente en la programación y supervisión del mantenimiento, por parte del Director de Calidad, para efectos del sistema de calidad, generando así una dinámica para el área de mantenimiento, que no ha contado con un previo análisis que determine las políticas de mantenimiento que se deben implementar de acuerdo a criterios de costos, criticidad e impacto de los equipos en el sistema productivo de la Empresa. Si bien es cierto que existe alguna documentación manual que apoya las labores de mantenimiento, se ha identificado la necesidad de implementar un Sistema de Información manual y computarizado que apoye la gestión del mantenimiento y que permita realizar una mejor supervisión y control de las actividades de mantenimiento.

En la Estructura Organizacional de la Empresa, el Área de Mantenimiento esta conformada, según se muestra en la figura 23, además en la tabla 6, se muestra el personal encargado de las actividades de mantenimiento.

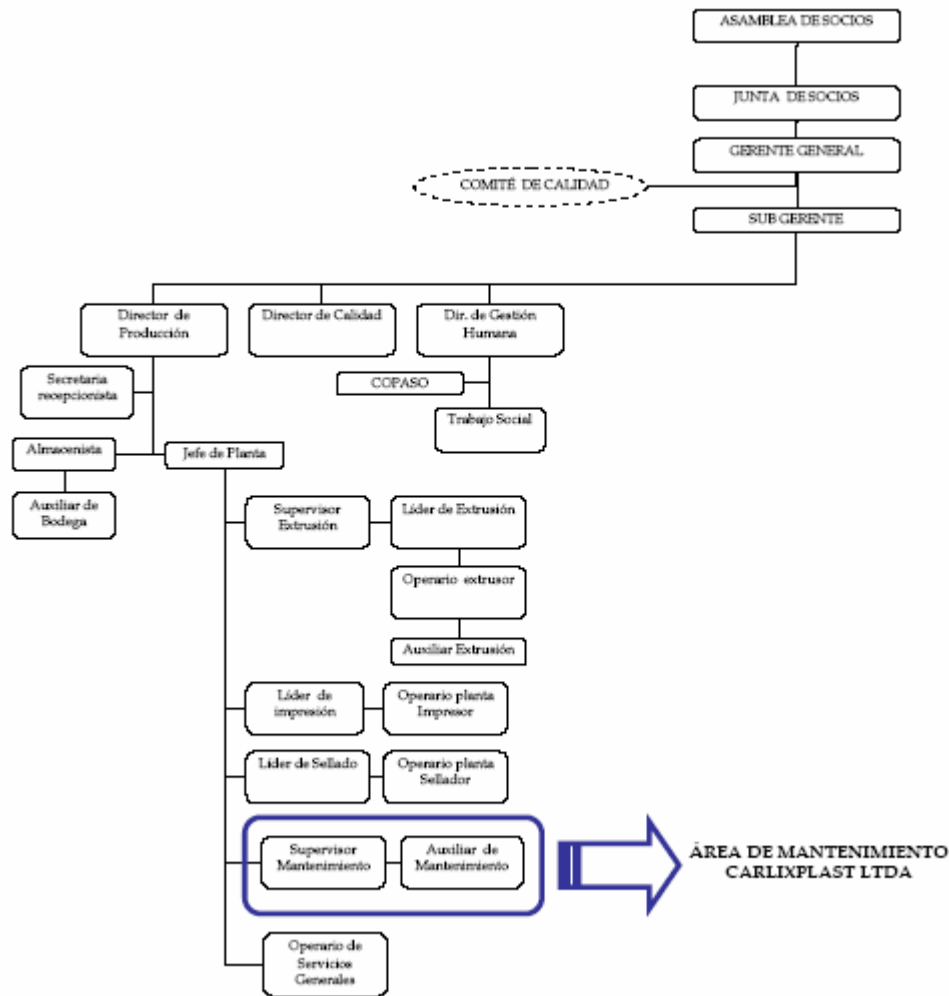
Tabla 7. Personal Encargado de las Labores del Área de Mantenimiento

CARGO	NOMBRE	ESPECIALIDAD	ANTIGÜEDAD
Supervisor de Mantto.	Orlando Galvís	Técnico de Mantto. SENA	25 años
Auxiliar de Mantto.	Sergio Céspedes	Tecnólogo en Electrónica UTS	3 años

A pesar de que existe un personal de mantenimiento capacitado y con alta experiencia en cuanto al mantenimiento se refiere, se detectó que es insuficiente para llevar a cabo todas las labores programadas y de carácter urgente que surgen en la planta; mantener actualizada la documentación

concerniente a hojas de vida, inventario de repuestos, ordenes de trabajo y así mismo darle pleno cumplimiento a las ordenes de trabajo generadas por programación de mantenimiento o por solicitudes de servicio, lo que en algunas ocasiones genera acumulación de trabajos pendientes y errores en el registro de la información procedente de las labores de mantenimiento.

Figura 23. Ubicación del Área de Mantenimiento dentro de la Estructura Organizacional de la Empresa Carlixplast Ltda.



2.2 DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Para realizar un diagnóstico del estado de la documentación técnica en la planta, se realizó un inventario detallado de los manuales, catálogos y demás información que suministran los fabricantes de los diferentes equipos. Se encontró que sólo aproximadamente el 15% de los equipos posee catálogos de operación y/o mantenimiento, el 7% posee planos eléctricos y/o mecánicos y el 32% posee manuales varios entre los que podemos mencionar catálogos de elementos eléctricos y electrónicos (motores, variadores, controladores, etc.). La ausencia de esta información se debe a que mucha se ha ido perdiendo a través de los años, debido a la falta de precaución y cuidado en el manejo de los mismos, a que nunca se hacen copias con el fin de guardar los originales en lugar seguro, y a que algunos fabricantes no entregaban el respectivo manual y tampoco se le exigía. En la tabla 8, se muestra el inventario correspondiente, del cual existe una copia por documento.

Tabla 8. Inventario de Documentación Técnica de Equipos

EQUIPO	MARCA	TITULO	CÓDIGO
PLANTA ELÉCTRICA	CATERPILLAR USA	Programa recomendado de mto preventivo para equipos electrógenos de emergencia	PE-01-01
	CATERPILLAR USA	Manual de partes	PE-01-02
	CATERPILLAR USA	Manual de operación y mantenimiento del generador	PE-01-03
	CATERPILLAR USA	Manual de mantenimiento y operación	PE-01-04
EXTRUSORA 80	SIEMENS ALEMANIA	Manual de operación del variador	EX-10-01
	YASKAWA JAPON	Manual de operación del variador principal	EX-10-02
	SIEMENS ALEMANIA	Instrucciones de operación - micromaster	EX-10-03

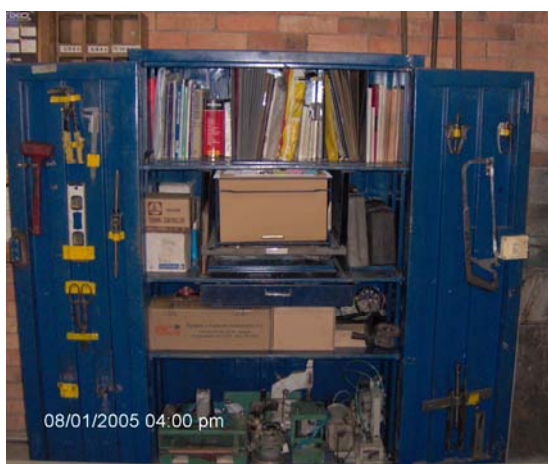
EXTRUSORA 55-1	YASKAWA JAPON	Manual de operación del motor del ventilador V5-606-V7	EX-07-01
	YASKAWA JAPON	Manual de operación del motor del halador V5-606-V7	EX-07-02
	YASKAWA JAPON	Manual de operación del motor del embobinador nº 1 V5-606-V7	EX-07-03
	YASKAWA JAPON	Manual de operación del motor del embobinador nº 2 V5-606-V7	EX-07-04
	YASKAWA JAPON	Manual de operación del motor de la refiladora	EX-07-05
EXTRUSORA 55-2	YASKAWA JAPON	Manual de operación del variador de velocidad 616 G5	EX-08-01
	YASKAWA JAPON	Manual de operación del variador de velocidad 606 V7	EX-08-02
EXTRUSORA 60	TELEMECANIQUE FRANCIA	Manual de operación del variador del motor principal	EX-09-01
	TELEMECANIQUE FRANCIA	Guía de programación del terminal de explotación	EX-09-02
EXTRUSORA 50	PLACO JAPON	Planos eléctricos y mecánicos LM-5DC	EX-06-01
EXTRUSORA 45-1	SIEMENS ALEMANIA	Manual de operación del variador del motor halador	EX-04-01
	SIEMENS ALEMANIA	Manual de operación del variador del motor halador	EX-04-02
	SIEMENS ALEMANIA	Manual de operación del variador del motor halador	EX-04-03
EXTRUSORA 30-1	TELEMECANIQUE FRANCIA	Guía de programación del terminal de explotación	EX-01-01
	YASKAWA JAPON	Variador 17 - drive manual	EX-01-02
	TELEMECANIQUE FRANCIA	Manual de operación del variador de velocidad del motor asincrono	EX-01-03
EXTRUSORA 30-3	SIEMENS ALEMANIA	Manual de operación del variador del motor halador	EX-03-01
EXTRUSORA MASTER 50	CIOLA BRASIL	Manual del tratador corona	EX-05-01
	CIOLA BRASIL	Manual de instrucciones de componentes	EX-05-02
	CIOLA BRASIL	Manual de asistencia técnica - WEQ	EX-05-03
	CIOLA BRASIL	Manual de instalación, operación y mantenimiento de bombas - Schneider	EX-05-04
	CIOLA BRASIL	Manual de instalación del producto	EX-05-05
	CIOLA BRASIL	Manual del software del producto	EX-05-06

EXTRUSORA MASTER 50	CIOLA BRASIL	Manual de instrucciones - UMAG-MECALOR	EX-05-07
	CIOLA BRASIL	Manual técnico - MASTER 50	EX-05-08
	CIOLA BRASIL	Manual de instrucciones, montaje, Operación y mantenimiento PLAST EQUIP	EX-05-09
	CIOLA BRASIL	Guía del usuario - convertidores de frecuencia	EX-05-10
MONTADORA DE CYRELES	ITALIANO MOD. 120-150	Catalogo de mantenimiento eléctrico y mecánico	MS-03-01
UNIDAD DE ENFRIAMIENTO	CLIMATEC COLOMBIA	Catalogo de mantenimiento eléctrico y mecánico	UE-05-01
COMPRESOR	MONZON COLOMBIA	Plano eléctrico	CO-02-01
TRATADORES ELÉCTRICOS	REMACAN	Tratador continental transistorizado TCT - 2	DT-00-01
GUADAÑADORA	HONDA	Manual de explicaciones	DT-00-02
AIRE ACONDICIONADO	DAEWO	Manual del usuario	AA-01-01
	GOLDSTAR	Manual de explicaciones	AA-02-01
SELLADORA 4	INDEMO	Plano eléctrico	SE-03-01
SELLADORA 11	MAQUINPLAST COLOMBIA	Catalogo de operación general	SE-11-01
	YASKAWA JAPON	Manual de instrucciones del inversor compacto	SE-11-02
	SHIMADEN CO LTDA	Manual de instrucciones del controlador digital SR-70	SE-11-03
	YASKAWA JAPON	Manual microcontrolador SNC 2000	SE-11-04
	YASKAWA JAPON	Manual de instrucciones del inversor compacto	SE-11-05
SELLADORA 12	CYMW	Manual de operación	SE-12-01
	YASKAWA JAPON	Manual de instrucciones del inversor compacto	SE-12-02
	CYMW	Planos eléctricos	SE-12-03
	YASKAWA	Contactor digital	SE-12-04
SELLADORA 13	YASKAWA JAPON	Manual microcontrolador SNC 2000	SE-13-01
	MAQUINPLAST COLOMBIA	Catalogo de operación general modelo ZDS-140 serial S40803006	SE-13-02
SELLADORA 5	LINE SEIKE CO LTDA	Manual del contador	SE-05-01

IMPRESORA INDEMO	TELEMECANIQUE FRANCIA	Manual del variador de velocidad para motores asincronos Altivar serie 45-2	IM-01-01
	TELEMECANIQUE FRANCIA	Manual del variador electrónico motor Principal series 74-84	IM-01-02
IMPRESORA UTECO	UTECO ITALIA	Manual de operación y despiece de partes	IM-02-01
REFILADORA	MERCO GROV (MONZA) ITALIA	Manual refiladora CUTTER 1500	IM-04-01

Respecto a la documentación correspondiente a fichas técnicas, hojas de vida, solicitudes de servicio y órdenes de trabajo se observó que una parte se encuentra en formato electrónico, y otra parte en documentos escritos que se archivan en las instalaciones del taller de mantenimiento, ver figura 24. La actualización de la documentación antes mencionada, esta a cargo del Supervisor y el auxiliar de mantenimiento y los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la UIS, que semestralmente realizan la pasantía de mantenimiento.

Figura 24. Lugar de Ubicación de la Documentación del Area de Mantenimiento



- ✓ Se identificaron inconvenientes en el manejo de la documentación por parte del personal de mantenimiento, ya que por falta de tiempo no se diligencian los formatos en el momento de terminar la labor, lo que ocasiona acumulación de información sin registrar con la consecuente pérdida de datos y errores en el registro.
- ✓ Algunos formatos carecen de información suficiente para lograr un registro histórico eficiente y para llevar análisis conducentes a una evaluación de la gestión de la función mantenimiento dentro de la empresa.
- ✓ La documentación técnica no ha recibido la importancia y el manejo que se debe, y no esta aportando una utilidad real al desempeño y la productividad de la planta.
- ✓ La empresa no posee un sistema que recopile, organice y analice la información con el fin de obtener periódicamente informes claros y oportunos sobre el desempeño del mantenimiento.
- ✓ La ficha técnica carece de algunos datos fundamentales como son serie, modelo, fabricante, costo del equipo, servicios requeridos para su funcionamiento, componentes y equipos auxiliares importantes, información sobre pólizas y especificación sobre la existencia de manuales o planos, el formato actual lo podemos observar en la figura 25.
- ✓ El formato de hoja de vida que se utiliza actualmente, ver figura 26, no posee información histórica importante del equipo, tal como: costos de mantenimiento, número de la orden de trabajo asociada y responsable de la actividad.
- ✓ La Orden de Trabajo (O.T) no se esta manejando adecuadamente, debido a que se esta diligenciando después de realizada la actividad, por lo que en algunas ocasiones la información no se registra completa si no se hace en el momento justo de terminar la labor.

- ✓ Para procedimientos no programados no se llena la O.T, solo se maneja la Solicitud de Servicio (S.S).
- ✓ El formato de O.T, carece de información fundamental para evaluar el desempeño de las labores de mantenimiento, tal como costos generados por las actividades, herramientas, repuestos y materiales utilizados, información detallada del tipo de mantenimiento, solicitud de servicio asociada si es el caso, entre otros, ver formato actual figura 27.

Figura 25. Formato de Ficha Técnica

**FICHA TECNICA
SELLADORA**



Descripción		Tipo		Fecha de recibo	
				Estado de Recibo	
OTRAS ESPECIFICACIONES					
DIMENSIONES Y CAPACIDAD					
ANCHO	PROFUNDO	ALTO	SELLADO LATERAL	SELLADO DE FONDO	MAT. IMPRESO
ANCHO MÁXIMO DEL ROLLO	AVANCE DE LA MAQUINA MINIMO MAXIMO		DIÁMETRO DEL RODILLO ALIMENTADOR	LONGITUD DEL RODILLO ALIMENTADOR	
POTENCIA	CONSUMO		VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	
			N R	N R	
LUBRICACIÓN					
Columnas			cadenas		
Levas			Cambio de Taladrina al tanque		
Bujes			Cambio de aceite al Bendix		
Piñones			Inspección de motores eléctricos, arrancadores y equipos de control		
REGISTRO MOTORES					
UBICACIÓN	No SERIE	POTENCIA	rpm	FASE	VOLTAJE
RODAMIENTOS, CORREAS Y BANDAS					
UBICACIÓN	RODAMIENTOS		CORREAS BANDAS		
	CANTIDAD	REFERENCIA	CANTIDAD	REFERENCIA	
CADENAS					
UBICACION	REFERENCIA	LONGITUD			

- ✓ El formato de solicitud de servicio carece de un número consecutivo que la identifique, lo que impide que al generar la O.T, se asocie a la S.S que la genere, ver formato actual figura 28.

Figura 26. Formato de la Hoja de Vida

[illegible]

Figura 27. Formato de la Orden de trabajo.



ORDEN DE TRABAJO

Orden número		Código de Mantenimiento		Semana	
Fecha		Descripción:			
Equipo	SELLADORA				
Código Equipo					
Tiempo					
Responsable					
Ejecutada	Informe de actividad:				
si	no				

Figura 28. Formato de Solicitud de Servicio

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO									
NOMBRE: _____	FECHA: <table border="1"><tr><td>DD</td><td>MM</td><td>AA</td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>	DD	MM	AA				TURNO ① ②	
DD	MM	AA							
INFORMACIÓN DE LA SOLICITUD									
MAQUINA/EQUIPO: _____		HORA: _____							
DESCRIPCIÓN SOLICITUD: _____									
ATENCIÓN A LA SOLICITUD									
RESPONSABLE ATENCIÓN: _____	FECHA: <table border="1"><tr><td>DD</td><td>MM</td><td>AA</td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>	DD	MM	AA				HORA: _____	
DD	MM	AA							
OBSERVACIONES									

2.3 PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La mayor parte de la información necesaria para elaborar el programa de mantenimiento de la empresa, se ha obtenido de los manuales de funcionamiento y mantenimiento de los equipos, la experiencia del supervisor de mantenimiento, el auxiliar de mantenimiento y algunos supervisores y operarios de una antigüedad considerable. A través de las pasantías de mantenimiento realizadas en la empresa por los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la UIS, se ha ido construyendo un cronograma de mantenimiento, el cual se contempló para realizar las actividades de mantenimiento para las cuatro semanas del mes, al final de las cuales el cronograma se repite cíclicamente. Este cronograma ha ido evolucionando y se ha ajustado, a medida que se adquieren o se venden equipos, o de acuerdo a las necesidades de la empresa. También se ha modificado producto del análisis y requerimientos de mantenimiento de los equipos a través del tiempo, ver figura 29.

Figura 29. Cronograma de Mantenimiento Semanal

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
SEMANA N° 1



LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO	
CQ-SE13-G-P	3H	CQ-SE1-G-P	3H	CQ-SE3-G-P	3H	CQ-SE4-G-P	3H	CQ-SE5-G-P	3H	CQ-SE6-G-P	3H
Limpeza y lubricación, revisión del grupo de medida, mantenimiento de cadenas, revisión de sistemas eléctricos, contactores y sistema de control		Limpeza y lubricación, revisión del grupo de medida, mantenimiento de cadenas, revisión de sistemas eléctricos, contactores y sistema de control		Limpeza y lubricación, revisión del grupo de medida, mantenimiento de cadenas, revisión de sistemas eléctricos, contactores y sistema de control		Limpeza y lubricación, revisión del grupo de medida, mantenimiento de cadenas, revisión de sistemas eléctricos, contactores y sistema de control		Limpeza y lubricación, revisión del grupo de medida, mantenimiento de cadenas, revisión de sistemas eléctricos, contactores y sistema de control		Limpeza y lubricación, revisión del grupo de medida, mantenimiento de cadenas, revisión de sistemas eléctricos, contactores y sistema de control	
CS-EX30-3-G-P	1H	CS-EX30-2-G-P	1H	CS-EX55-1-G-P	1H	CS-EX60-G-P	1H	CS-EX55-2-G-P	1H	CS-EX30-1-G-P	1H
Limpeza o cambio de mallas de acuerdo a criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimiento eléctricos y de sistemas de control		Limpeza o cambio de mallas de acuerdo a criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimiento eléctricos y de sistemas de control		Limpeza cambio de mallas según criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimientos eléctricos y de sistemas de control. Revisión niveles de aceite del reductor y lubricador sistema Neumático, llenado según criterio		Limpeza o cambio de mallas de acuerdo a criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimiento eléctricos y de sistemas de control		Limpeza cambio de mallas según criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimientos eléctricos y de sistemas de control. Revisión niveles de aceite del reductor y lubricador sistema Neumático, llenado según criterio		Limpeza o cambio de mallas de acuerdo a criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimiento eléctricos y de sistemas de control	
CQ-REF-G-P	1 H	CS-EX45-1-G-P	1H	CQ-MZC-G-P	1 H	CS-EX80-G-P	1H	CS-EX50-PP-G-P	1H	CS-EX50-G-P	1H
Limpeza General		Limpeza o cambio de mallas de acuerdo a criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimiento eléctricos y de sistemas de control		Limpeza, revisión de motor. Revisión eléctrica.		Limpeza o cambio de mallas de acuerdo a criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimiento eléctricos y de sistemas de control		Limpeza cambio de mallas según criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimientos eléctricos y de sistemas de control. Revisión niveles de aceite del reductor y lubricador sistema Neumático, llenado según criterio. Revisión del sistema de enfriamiento.		Limpeza o cambio de mallas de acuerdo a criterio, limpieza de la corona, revisión de correas y mantenimiento eléctricos y de sistemas de control	
								CM-TR2-M-P	1H	CQ-IMI-G-P	2H
								Limpeza y revisión de niveles de aceite.		Limpeza de la maquina, rodillos, piñones, tablero de Control. Limpeza de filtros de los ventiladores de los tornillos y embobinadores	
										CS-AG-M-P	3H
										Limpeza, carga de aceite al reductor, afilado de cuchillas.	
										CS-PE-M-P	½ H
										Control de batería de encendido, nivel de aceite, agua y relojes. calentamiento por ½ hora	



Fecha de Actualización: 04/01/2005

FMT02 / V. 00

Hecho un análisis de esta programación de mantenimiento, se observaron los siguientes aspectos negativos:

- ✓ No se han tenido en cuenta criterios para establecer la frecuencia de inspecciones e intervenciones de mantenimiento tales como los observados en la tabla 9, que permita centrar esfuerzos en equipos de alta criticidad e impacto en la producción.
- ✓ No se ha hecho un análisis que permita identificar los equipos que más generan costos de mantenimiento y no se ha evaluado la eficacia de esta programación con profundidad, por lo que se hace necesario un estudio mas detallado que conduzca a establecer que tipo de mantenimiento es el más adecuado para aplicar a los equipos de la planta.

Tabla 9. Criterios para Establecer la Frecuencia de Inspecciones e Intervenciones en Equipos.

CRITERIO	TEORÍA
Edad, condición y valor	El equipo mas viejo y en peores condiciones, necesita mas inspección, con mas frecuencia
Severidad del servicio	Equipo idéntico en condiciones de servicio mas severas requiere ciclos más cortos
Requisitos de Seguridad	A mayor seguridad de operación mas corto debes ser el ciclo
Horas de operación	A mayor tiempo de servicio, mas corto debe ser el ciclo en días calendario
Susceptibilidad al deterioro	Entre mas críticos sean factores como, la susceptibilidad a ensuciarse, contaminarse, deteriorarse por fatiga, corrosión, fluencia, etc.
Susceptibilidad la siniestro	Existe la posibilidad de sobrecargas, abuso del operario o altas vibraciones que puedan producir daños o costos irreparables?
Precisión de Ajustes	Mas Inspección, cuando las tolerancias de ajuste sean muy estrechas
Análisis de Criticidad	Los equipos mas críticos requieren una mayor frecuencia de inspecciones.

2.4 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

El diagnostico y análisis del estado de los equipos se realizó mediante la inspección visual del comportamiento de los equipos, así como también a través de la observación de factores como el ambiente y ciclos de trabajo y el tiempo promedio de duración de los componentes. La información fue suministrada por los supervisores de planta, el supervisor de mantenimiento, el auxiliar de mantenimiento y los operarios de cada uno de los equipos. El criterio utilizado en la calificación de los equipos se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Criterio de Análisis para el Diagnostico de Equipos

ESTADO	CALIFICACIÓN
BUENO: Dejar como está	2
REGULAR: mantener en observación	1
MALO: Cambiar pieza o reparar	0

2.4.1 Inventario de Equipos. Para llevar a cabo el inventario de equipos se realizo una subdivisión de la planta en secciones, de acuerdo al orden en que se realiza el proceso productivo y otros procesos auxiliares de la siguiente manera:

Tabla 11. Inventario de Equipos

SECCIÓN	EQUIPO	FABRICANTE	ESPECIFICACIONES
1. Extrusión	Extrusora 30-1	DAGMAR	Polietileno de Baja Densidad
	Extrusora 30-2	DAGMAR	Polietileno de Baja Densidad
	Extrusora 30-3A	DAGMAR	Polietileno de Alta/Baja Densidad
	Extrusora 45-1	DAGMAR	Polietileno de Baja Densidad
	Extrusora 50	PLACO	Polietileno de Alta/Baja Densidad
	Extrusora MASTER 50	CIOLA	Polipropileno
	Extrusora 55-1	CYMW	Polietileno de Alta/Baja Densidad
	Extrusora 55-2	CYMW	Polietileno de Alta/Baja Densidad
	Extrusora 60	DAGMAR	Polietileno de Baja Densidad
	Extrusora 80	DAGMAR	Polietileno de Baja Densidad
	Mezcladora	HECHIZA	Motor de 3 HP y 1690 rpm
	Ascensor(Montacargas)	HECHIZO	Capacidad Máxima 1 ton
	Bascula Extrusión	INOB	Capacidad Máxima 200 kg
2. Impresión	Impresora 1(INDEMO)	INDEMO	4 tintas, velocidad máx 100 m/ min
	Impresora 2 (UTECO)	UTECO	6 tintas, velocidad máx 150 m/ min
	Montadora de Síreles	BIEFFOBI	Cilindros Impresión $\phi=120-24$ cm
	Refiladora	GMI	Velocidad Máxima 150 m/ min
	Unidad Enfriadora	CLIMATEC	Capacidad 140 T.R
3. Sellado	Selladora 1	INDEMO	Tipo 650-selle lateral y fondo
	Selladora 3	INDEMO	Tipo 650-selle lateral y fondo
	Selladora 4	INDEMO	Tipo 850-selle lateral y fondo
	Selladora 5	INDEMO	Tipo 850-selle lateral y fondo
	Selladora 6	O&P	Tipo 850-selle lateral
	Selladora 7	O&P	Tipo 850-selle lateral
	Selladora 8	CRESPI	Tipo 600-selle lateral/fondo/pp
	Selladora 9	O&P	Tipo 850-selle lateral
	Selladora 10	O&P	Tipo 850-selle lateral
	Selladora 11	ZENNER	Tipo 1000-selle lateral y fondo
	Selladora 12	CYMW	Tipo 800-selle de fondo/troquel camisa
	Selladora 13	ZENNER	Tipo 1400-Selle lateral y fondo
	Troqueladora 1	UNION	Electrohidráulica 2.2 Kw
	Troqueladora 2	ATOM	Electrohidráulica 2.2 Kw
	Báscula Impresión	LEXUS	Capacidad Máxima 100 kg

4. Recuperado	Recuperadora 1	HECHIZA	Motor 10 HP y 1750 rpm
	Recuperadora 2	HECHIZA	Motor 20 HP y 1460 rpm
	Bascula Recuperado	DETECTO	Capacidad Máxima 200 kg
5. Taller de Mantenimiento	Taladro	DEWALT	¾ "
	Pulidora	-	-
	Esmeril	HECHIZO	-
6. Suministro y Control de Energía	Planta Eléctrica	CATERPILLAR	Potencia 137 Kw
	Subestación	-	-
	Compresor 1(MONZON)	MONZON	12 HP , Trabaja a 120 psi
	Compresor 2(CAMPBELL)	CAMPBELL	5 HP, Trabaja a 100-120 psi
	Compresor 3	CYMW	5 HP, Trabaja a 120 psi
	Compresor 4	CYMW	5 HP, Trabaja a 120 psi
7. Equipos de Oficina	Aire Acondicionado 1	DAEWOO	Cap de enfriamiento 18000 BTU/h
	Aire Acondicionado 2	LG	Cap de enfriamiento 18000 BTU/h
	Aire Acondicionado 3	WHIRPOOL	Cap de enfriamiento 18000 BTU/h
	Aire Acondicionado 4	WHIRPOOL	Cap de enfriamiento 18000 BTU/h

2.4.2 Calificación Sección de Extrusión. En esta sección se llevo a cabo un análisis que condujera al diagnóstico del estado de los equipos de la misma, tales equipos corresponden a las extrusoras de polietileno y polipropileno, así como la mezcladora, el ascensor o montacargas y la báscula.

Para realizar la evaluación basada en el criterio anteriormente mencionado, fue necesario dividir las extrusoras en 6 partes constituyentes que agrupan todos los componentes, para efectos de simplificar el análisis y puesto que la cantidad de partes y componentes de estos equipos es enorme lo que haría muy tedioso el análisis unitario de cada una de ellas. Ver tabla 12.

Tabla 12. Calificación de los Equipos de la Sección de Extrusión

SECCIÓN EXTRUSIÓN			
EQUIPO	ZONA	CALIFICACIÓN	ANÁLISIS
Extrusora 30-1	Motor-Transmisión	2	
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	2	
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	1	
	Ventilador 0.5 HP, 3440 rpm, 220 V	0	Genera alto nivel de ruido por obsolescencia del rotor
	Tablero de Control	1	Falta de Mantenimiento
	Contactador Trifásico de 25 A, LC1 d25m7	0	Deterioro de contactos por puntos calientes
	Seccionador tipo cuchilla 30 A	0	Sulfatación en uno de los contactos
	Sistema de Calentamiento Extrusor	2	
Extrusora 30-2	Motor-Transmisión	1	
	2 Correas Tipo V48	1	Obsolescencia de componentes, los cuales se encuentran deteriorados y presentan desgaste y envejecimiento.
	2 poleas de 4 y 6"	1	
	2 rodamientos 6306	1	
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	2	
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	1	
	Ventilador 0.5 HP, 3440 rpm, 220 V	0	Genera alto nivel de ruido por obsolescencia del rotor
	Tablero de Control	1	Falta de Mantenimiento, deterioro de los contactos por puntos calientes
	Sistema de Calentamiento	1	Conectores de las resistencias partidos, cables pelados y expuestos

Extrusora 30-3	Motor-Transmisión	2	
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	2	
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	2	
	Tablero de Control	1	Pirómetro descalibrado, por envejecimiento
	Pirómetro Zona 5 FP 900 0-400 °C (96*96 mm)	1	
	Sistema de Calentamiento	2	
Extrusora 45-1	Motor-Transmisión	1	
	2 Correas V54, 2 poleas de 8 y 6 “	1	Fallas por desajuste en los componentes, desgaste y envejecimiento
	2 Rodamientos 6208	1	
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	1	Deficiente lubricación
	Cadena # 40 halador / #45 embobinador	1	
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	1	
	Ventilador 1.5 HP, 1750 rpm, 220 V	0	Genera alto nivel de ruido por obsolescencia del rotor
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, organización y limpieza
	Sistema de Calentamiento	1	Borneras deterioradas
	3 termocuplas Tipo J	0	Deterioro por mala manipulación y envejecimiento
Extrusora 50	Motor-Transmisión	1	
	4 correas tipo V81	0	Alto desgaste
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	1	Deficiente limpieza de rodillos
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	1	
	Ventilador 1.5 HP, 1750 rpm, 220 V	0	Genera alto nivel de ruido por obsolescencia del rotor
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, organización y limpieza
	Sistema de Calentamiento	1	Resistencia defectuosa, problemas en °T zona 5

Extrusora MASTER 50	Motor-Transmisión	2	
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	1	
	8 Rodamientos 6206	0	Falla en los rodamientos, desajuste
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	2	
	Tablero de Control	1	Corrosión en los componentes del tablero por ozonización del aire
	Sistema de Calentamiento	2	
Extrusora 55-1	Motor-Transmisión	1	
	Retenedores reductor 120-150--14	0	Fugas de aceite por desgaste en los retenedores
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	2	
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, organización y limpieza
	Sistema de Calentamiento	2	
Extrusora 55-2	Motor-Transmisión	2	
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	2	
	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, organización y limpieza
	Sistema de Calentamiento	2	
Extrusora 60	Motor-Transmisión	2	
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	1	Desajuste del sistema genera variación en el calibre y baja calidad de la película
	Cadena # 35	1	

Extrusora 60	Sistema de Refrigeración Camisa Extrusor	1	
	Ventilador 3.6 HP, 3410 rpm, 220 V	0	Genera alto nivel de ruido por obsolescencia del rotor
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, ajuste y limpieza de contactos
	Amperímetro 0-40 A 1.5 clase	0	Mal funcionamiento
	Sistema de Calentamiento	1	
	Pirómetros Z3, Z4 MC-1711-21 0-400°C (96*96 mm)	0	Descalibración de pirómetros zona 3 y 4, por envejecimiento
Extrusora 80	Motor-Transmisión	1	
	Retenedores reductor 100-120-12/40-62-10	0	Fugas de aceite por desgaste en los retenedores
	Alimentación de Material	2	
	Halador-Embobinador	1	
	Escobillas motor ref. A23	1	Aumentar revisión de escobillas
	Ventilador	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, organización y limpieza
	Sistema de Calentamiento	2	
Mezcladora	Mantenimiento mecánico	1	Funcionamiento inadecuado de los seguros de las compuertas
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	2	
Ascensor	Mantenimiento mecánico	1	
	Guaya 7/8"	0	Desgaste en la guaya
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	2	
Bacula extrusión	Mantenimiento mecánico	2	

2.4.3 Calificación Sección de Impresión. En esta sección se analizaron las impresoras, la refiladora, la unidad de enfriamiento de la impresora UTECO y la báscula de impresión. Para realizar la evaluación se dividieron las impresoras en sus principales partes para simplificar el análisis puesto que ellas poseen una inmensa cantidad de componentes, a los demás equipos se les hizo un análisis desde el punto de vista mecánico y eléctrico/electrónico, puesto que son equipos de configuración sencilla, ver tabla 13.

2.4.4 Calificación Sección de Sellado. En esta sección se analizaron las selladoras y las troqueladoras. Para realizar la evaluación se dividieron las selladoras en sus principales partes para simplificar el análisis por la diversidad y cantidad de sus componentes, las troqueladoras se analizaron desde el punto de vista mecánico y eléctrico/electrónico, puesto que son equipos de configuración sencilla, ver tabla 14.

2.4.5 Calificación Sección de Recuperación. En esta sección solo se analizaron la recuperadora 2 y la báscula de recuperado, la recuperadora 1 se encuentra fuera de servicio, por eso no se tuvo en cuenta. Por la sencillez de la configuración de estos equipos solo se analizaron desde el punto de vista mecánico y eléctrico/electrónico. Ver tabla 15.

Tabla 13. Calificación de los Equipos de la Sección de Impresión

SECCIÓN DE IMPRESIÓN			
EQUIPO	ZONA	CALIFICACIÓN	ANÁLISIS
Impresora 1 (INDEMO)	Embobinador-Desembobinador	1	
	2 Potenciómetros 3852A-282-2034-10K	0	dañados por problemas en acople
	Grupo rodillos cama	2	
	Sistema de Calefacción	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
	Sistema de Ventilación	2	
Impresora 2 (UTEKO)	Embobinador	1	Corto por exceso de polvo
	2 Puentes rectificadores KPBC 3510	0	Quemados por corto motor
	Desembobinador	2	
	Tambor Central	2	
	Sistema de Calefacción	1	Ruido por configuración de la Turbina
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
	Potenciómetro 3852A-282-1034-5k	0	Daño por mala manipulación
	Sistema de Neumático	1	Fugas de agua en tuberías
	Sistema de Ventilación	2	
Refiladora	Mantenimiento mecánico	2	
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	2	
Unidad de Enfriamiento (UTEKO)	UNIDAD-EAA-048H11 140 T.R	1	
	Bomba centrífuga S48L2A6/1HP-3450 rpm	1	Taponamientos por tierra
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	1	
	Termostato	0	Termostato dañado
Bascula de Impresión	Mantenimiento mecánico	2	
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	2	

Tabla 14. Calificación de los Equipos de la Sección de Sellado

SECCIÓN DE SELLADO			
EQUIPO	ZONA	CALIFICACIÓN	ANÁLISIS
Selladora 1	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	1	
	Fotocelda XUR-K0955D/24 V/200 mA	0	Dañada
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	1	Fallas en el embrague por mala operación
	Plato embrague 5125111-001	1	
	Bobina Embrague 5104101-003	1	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
Selladora 3	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	1	Desajuste del embrague
	Plato embrague 5125111-001	1	
	Bobina embrague 5104451-033	1	
	Fotocelda XUR-K0955D/24 V/200 mA	0	Dañada
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	1	Falta de potencia en sistema de alimentación por embrague en mal estado
	Plato embrague 5125111-001	1	
	Bobina Embrague 5104101-003	1	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
Selladora 4	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	1	Desajuste en embrague electromagnético
	Desembobinador y sistema de compensación	2	

	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	1	Cables sueltos y contactos deficientes
Selladora 5	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	1	
	Plato embrague 5125111-001	1	Mal funcionamiento del embrague electromagnético
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
Selladora 6	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	1	Problemas en el control del embrague por parte de la tarjeta electrónica
	Embrague SF 500	1	
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
	Tarjeta electrónica CBC-700-90	1	Mal funcionamiento
Selladora 7	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	1	
	Plato embrague 5300-111-002	1	Fallas en el embrague
	Fotocelda XUR-K0955D/24 V/200 mA	1	Mal funcionamiento
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
Selladora 8	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	1	

	Fotocelda XUR-K0955D/24 V/200 mA	1	Dañada
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
Selladora 9	Mesa - Carro extractor	1	Dispositivo eliminación estática bolsas presenta problemas dificultando extracción de las mismas
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	2	
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
Selladora 10	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	2	
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	1	Falta de mantenimiento, limpieza y organización
Selladora 11	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	2	
	Desembobinador y sistema de compensación	1	Fallas en el variador electrónico que regula la tensión
	Variador electrónico Altivar 28/5.5 kw	1	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	2	
	Sistema Electro neumático	2	
Selladora 12	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	2	

	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Troquelador	2	
	Tablero de Control	2	
	Sistema Electro neumático	2	
Selladora 13	Mesa - Carro extractor	2	
	Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	2	
	Desembobinador y sistema de compensación	2	
	Sistema de Transmisión de potencia	2	
	Tablero de Control	2	
	Sistema Electro neumático	2	
Troqueladora 1	Mantenimiento mecánico	2	
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	1	Daños en los pulsadores por mala operación
Troqueladora 2	Mantenimiento mecánico	2	
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	1	Daños en los pulsadores por mala operación

Tabla 15. Calificación de los equipos de la sección de recuperación

SECCIÓN DE RECUPERACIÓN			
EQUIPO	ZONA	CALIFICACIÓN	ANÁLISIS
Recuperadora 2	Mantenimiento mecánico	1	Potencia del motor insuficiente
	Mantenimiento eléctrico/electrónico	2	
Bacula Recuperado	Mantenimiento mecánico	1	Descalibrada

2.4.6 Calificación Sección de Suministro y Control de Energía. En esta sección se calificaron los siguientes equipos: planta eléctrica, subestación, compresor 1, 2, 3 y 4.

Tabla 16. Calificación de los equipos de la sección de suministro y control de energía

SECCIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL DE ENERGÍA			
EQUIPO	ZONA	CALIFICACIÓN	ANÁLISIS
Planta Eléctrica	Mantenimiento mecánico	2	
Subestación	Mantenimiento eléctrico/electrónico	1	Deterioro en componentes, por puntos calientes debido a falta de limpieza y ajuste en los contactos
Compresor 1	Mantenimiento mecánico	1	Daños en los pistones
Compresor 2	Mantenimiento mecánico	1	Daños en los pistones
Compresor 3	Mantenimiento mecánico	2	
Compresor 4	Mantenimiento mecánico	2	

En esta sección también se realizó un diagnóstico a las cajas de breakers y circuitos de las secciones de extrusión, impresión, sellado y recuperación, en donde se encontraron problemas defectos en la limpieza y ajuste de los contactos que han generado puntos calientes y deterioro en los componentes de algunas de estas cajas.

2.4.7 Calificación Sección de Equipos de Oficina. El informe del supervisor de mantenimiento, muestra que los equipos de A.A 1 y 2, son relativamente nuevos y hasta el momento no han presentado ningún problema, los equipos 3 y 4, son mas antiguos por lo que en estos momentos ya poseen una mayor susceptibilidad a fallas inesperadas, que sin embargo hasta el momento no se han presentado. El mantenimiento de estos equipos se realiza cada seis meses.

2.5 DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

- ✓ No se lleva un registro y control de costos de mantenimiento, por lo que no se pueda evaluar desde el punto de vista económico el desempeño del área de mantenimiento y de los equipos.
- ✓ La información histórica de los equipos no es llevada correctamente, es insuficiente y no se ha sometido a un análisis, con el fin de establecer el funcionamiento de los equipos, conocer la vida útil de algunos componentes y determinar el desempeño y eficacia de la función de mantenimiento.
- ✓ Los procedimientos de mantenimiento generales de los equipos de extrusión, impresión, sellado y recuperación, se encuentran consignados en el manual de calidad de la empresa, sin embargo, se observó la falta de definir procedimientos para la revisión, ajuste, lubricación, limpieza, y cuidado de los demás equipos.
- ✓ La programación de mantenimiento en algunas ocasiones no se cumple por falta de coordinación del área de producción y el área de mantenimiento.
- ✓ Acumulación de labores, desorganización y problemas para el cumplimiento oportuno de las mismas y el registro de la información.
- ✓ No se ha realizado un análisis de las fallas mas comunes en los equipos, se requiere hacer una caracterización, clasificación y estudio de las fallas, por medio de la información proveniente de las actividades de mantenimiento.

2.6 DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS

- La empresa no posee un listado de proveedores para el área de mantenimiento clasificados por el tipo de producto, con información sobre teléfonos, direcciones, ciudad, contacto, etc.
- Muchas personas tienen acceso al depósito de repuestos, lo que genera desorden, pérdidas y daños. Por lo que este sistema es susceptible de pasar por alto gastos de repuestos, produciendo inventarios erróneos.
- No se conocen niveles de almacenamiento máximos y mínimos de los repuestos por lo que muchas veces se consumen y no se reponen, y cuando se necesitan algunas veces de carácter urgente no se encuentran disponibles.
- No se lleva un inventario de materiales consumibles y suministros, tales como aceites, grasas, gasolina, acpm, etc., por lo que muchas veces se acaban y hay que esperar a que se pida nuevamente. Además no se conocen niveles mínimos ni máximos de almacenamiento de estos productos.
- No se conocen costos de inventarios de repuestos, materiales consumibles y/o suministros, y no se lleva un control de las compras, desconociendo así que tan eficiente y rentable es mantener estos inventarios.

3. PROPUESTA DE MEJORA AL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CARLIXPLAST LTDA

En este capítulo, se describirán las propuestas de mejora al Modelo de Gestión de Mantenimiento de la Empresa Carlixplast Ltda. Propuestas que pretenden que la función mantenimiento se lleve a cabo de la forma mas eficiente técnica y económicamente. Se trataran entre otros los aspectos a mejorar, con el fin de ofrecer una solución a los problemas encontrados en el diagnóstico realizado en el Capítulo 2 del presente documento.

3.1 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Del diagnóstico realizado a la programación de mantenimiento de la empresa y al estado de los equipos, se concluyó que existía la necesidad de revisar no solo los criterios tenidos en cuenta para dicha programación, si no que también era conveniente revisar los procedimientos establecidos para el mantenimiento de los equipos y determinar así, aspectos a mejorar, con el fin de garantizar una mayor disponibilidad de los equipos, reducir costos asociados a mantenimientos correctivos y a pérdidas por paradas de producción o por mal funcionamiento de los equipos.

En primer lugar se cree conveniente realizar un análisis de criticidad de los equipos de la planta, que permitiera hacer una clasificación y ubicación de los equipos en diferentes tipos de mantenimiento, de acuerdo a su impacto en la

producción, complejidad tecnológica, tiempo de servicio y severidad del mismo, estado, requisitos y recomendaciones de mantenimiento.

3.1.1 Análisis de criticidad. El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el análisis de criticidad ayuda a determinar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad operacional, entendiéndose confiabilidad operacional como: la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico en un tiempo determinado.

El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde esta óptica existen una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización:

- Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo)
- Efecto en la continuidad operacional - capacidad de producción
- Efecto en la calidad del producto
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y del mantenimiento
- Frecuencia de fallas - confiabilidad
- Condiciones de operación (temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad)
- Flexibilidad - accesibilidad para inspección & mantenimiento
- Requerimientos - disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento
- Disponibilidad de repuestos

3.1.2 Modelo De Criticidad de Factores Ponderados Basado en el Concepto del Riesgo. Este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The Woodhouse Partnership Limited[Woodhouse Jhon. Criticality Analysis Revisited”, The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994]. Este es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo: frecuencia de fallas x consecuencias. A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar sistemas:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencias de fallas} \dots \dots \dots \text{(I)}$$

$$\text{Frecuencia} = \text{Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)}$$

$$\text{Consecuencias} = ((\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costos de Mtto} + \text{Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene) } (\$ \$)$$

Tabla 17. Factores ponderados a ser evaluados.

Frecuencia de Fallas:		Costo de Mtto.:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 20000 \$	2
Promedio 1 - 2 fallas/año	3	Inferior a 20000 \$	1
Buena 0.5 -1 fallas/año	2		
Excelente menos de 0.5 falla/año	1		
Impacto Operacional:		Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):	
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7	Afecta el ambiente /instalaciones	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	1
Flexibilidad Operacional:			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2		
Función de repuesto disponible	1		

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de Criticidad Total (I) y se obtiene el valor global de criticidad.

Máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad - valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X. La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas (ver Figura 30):

- Área de sistemas No Críticos (NC)
- Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- Área de sistemas Críticos (C)

Figura 30. Matriz General de Criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

3.1.3 Análisis de criticidad para los equipos de la planta de producción de la Empresa Carlixplast Ltda. El análisis de criticidad se realizó, contando con la asesoría de los supervisores de planta, el supervisor de mantenimiento y los operarios de los equipos y se desarrollo por secciones, a continuación se tabularon los datos obtenidos del análisis y posteriormente se muestran dos ejemplos del cálculo de la criticidad, una tabla con los resultados y la matriz de criticidad.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo para evaluar la criticidad de un equipo:

1. PLANTA: CARLIXPLAST Ltda.

2. SISTEMA

- **EXTRUSIÓN**
- **SUBSISTEMA: EXTRUSORA 30-1**

FACTOR	PONDERACIÓN
1.FRECUENCIA DE FALLAS	2
2.IMPACTO OPERACIONAL	4
3.FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
4.COSTOS DE MANTENIMIENTO	2
5.IMPACTO (SAH)	3

FRECUENCIA = 2

CONSECUENCIAS = $((4 \times 2) + 2 + 3) = 13$

CRITICIDAD TOTAL: 26 EQUIPO NO CRÍTICO

MATRIZ GENERAL DE CRITICIDAD

	Area de sistemas no criticos
	Area de sistemas de media criticidad
	Area de sistemas criticos

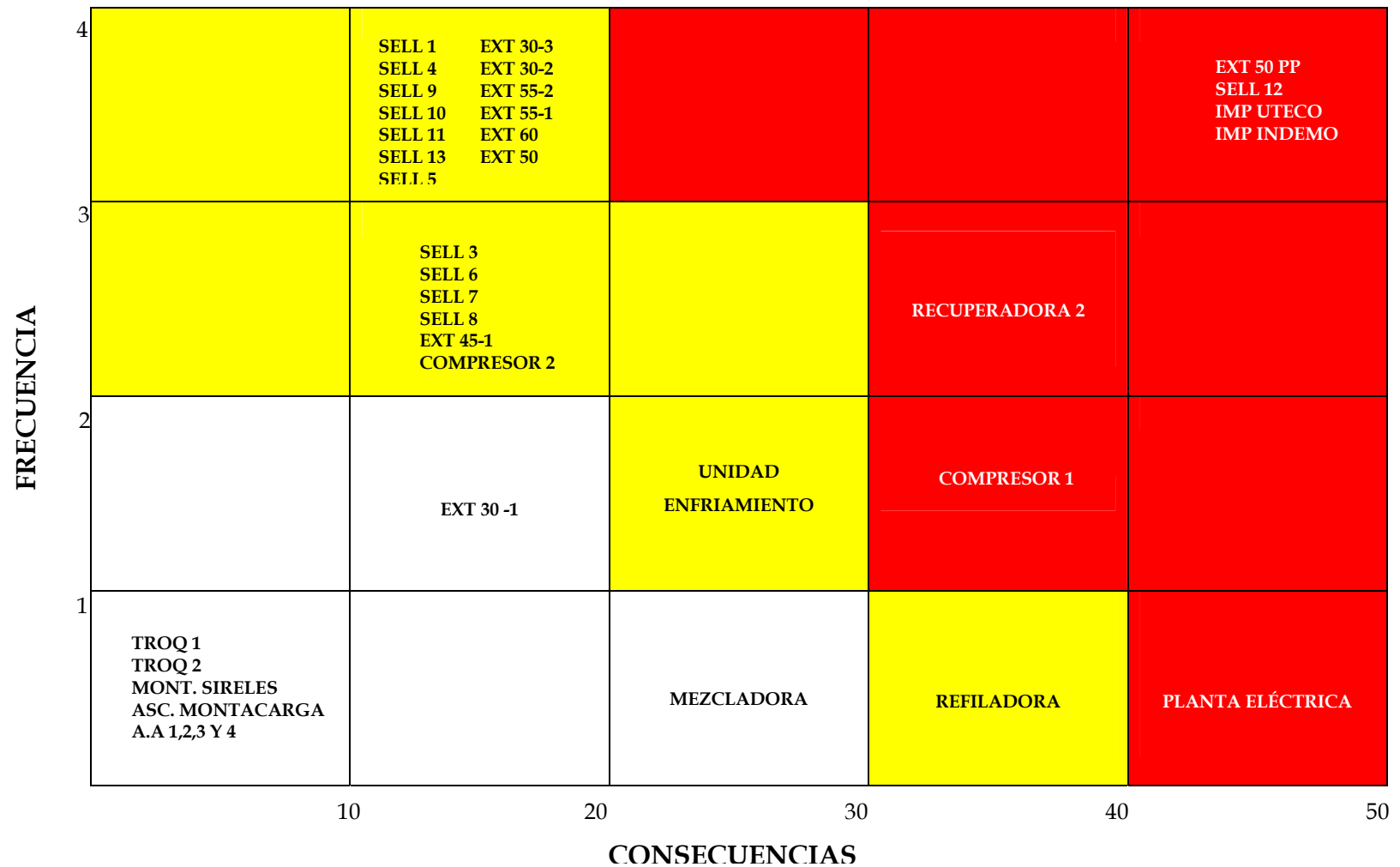
Tabla 18. Evaluación de los Factores Ponderados para los Equipos de la Planta de Producción de la Empresa Carlixplast Ltda.

EQUIPO	PONDERACIÓN FACTORES				
	FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTO DE MANTENIMIENTO	IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)
EXTRUSORA 30-1	2	4	2	2	3
EXTRUSORA 30-2	4	4	2	2	3
EXTRUSORA 30-3	4	4	2	2	3
EXTRUSORA 45	3	4	2	1	3
EXTRUSORA 50	4	4	2	2	3
EXTRUSORA 50 PP	4	10	4	2	7
EXTRUSORA 55-1	4	4	2	2	3
EXTRUSORA 55-2	4	4	2	2	3
EXTRUSORA 60	4	4	2	2	3
EXTRUSORA 80	4	4	2	2	3
SELLADORA 1	4	4	2	2	3
SELLADORA 3	3	4	2	2	3
SELLADORA 4	4	4	2	2	3
SELLADORA 5	4	4	2	2	3
SELLADORA 6	3	4	2	2	3
SELLADORA 7	3	4	2	1	3
SELLADORA 8	3	4	2	2	3
SELLADORA 9	4	4	2	2	3
SELLADORA 10	4	4	2	2	3
SELLADORA 11	4	4	2	2	3
SELLADORA 12	4	10	4	2	3
SELLADORA 13	4	4	2	2	3
IMPRESORA 1	4	10	4	2	7
IMPRESORA 2	4	10	4	2	7
COMPRESOR 1	3	7	2	2	3
COMPRESOR 2	3	7	4	1	3
TROQUELADORA 1	1	4	2	1	1
TROQUELADORA 2	1	4	2	1	1
PLANTA ELÉCTRICA	1	10	4	1	3
MEZCLADORA	1	7	4	1	1
UNIDAD ENFRIADORA	2	7	4	1	1
ASCENSOR	1	1	1	1	1
REFILADORA	1	7	4	1	1
RECUPERADORA 2	3	7	4	2	3
AIRE ACONDICIONADO	4	1	1	1	7
AIRE ACONDICIONADO	4	1	1	1	7
AIRE ACONDICIONADO	4	1	1	1	7
AIRE ACONDICIONADO	4	1	1	1	7

Tabla 19. Resultados Cálculo de Criticidad por el método de Factores Ponderados

SECCIÓN	EQUIPO	FRECUENCIA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	MATRIZ
1.Extrusión	Extrusora 30-1	2	13	26	NC
	Extrusora 30-2	4	11	44	MC
	Extrusora 30-3	4	11	44	MC
	Extrusora 45-1	3	12	36	MC
	Extrusora 50 pp	4	49	196	C
	Extrusora 50	4	13	52	MC
	Extrusora 55-1	4	13	52	MC
	Extrusora 55-2	4	13	52	MC
	Extrusora 60	4	13	52	MC
	Extrusora 80	4	13	52	MC
	Mezcladora	1	30	30	NC
	Ascensor(Montacargas)	1	3	3	NC
2.Impresión	Impresora 1 (INDEMO)	4	49	196	C
	Impresora 2 (UTEKO)	4	49	196	C
	Montadora de Síreles	1	3	3	NC
	Refiladora	1	32	32	MC
	Unidad Enfriadora (Impresora UTEKO)	2	30	60	MC
3.Sellado	Selladora 1	4	13	52	MC
	Selladora 3	3	13	39	MC
	Selladora 4	4	13	52	MC
	Selladora 5	4	13	52	MC
	Selladora 6	3	13	39	MC
	Selladora 7	3	12	36	MC
	Selladora 8	3	13	39	MC
	Selladora 9	4	13	52	MC
	Selladora 10	4	13	52	MC
	Selladora 11	4	13	52	MC
	Selladora 12	4	45	180	NC
	Selladora 13	4	13	52	MC
	Troqueladora 1	1	9	9	NC
	Troqueladora 2	1	9	9	NC
4.Recuperado	Recuperadora 2	3	37	111	C
6.Suministro y Control de Energía	Planta Eléctrica	1	44	44	C
	Compresor 1(MONZÓN)	2	32	64	C
	Compresor 1(CAMPBELL)	3	19	57	MC
7.Equipos de Oficina	Aire Acondicionado 1	1	9	9	NC
	Aire Acondicionado 2	1	9	9	NC
	Aire Acondicionado 3	1	9	9	NC
	Aire Acondicionado 4	1	9	9	NC

Figura 31. Matriz de Criticidad para los Equipos de la Planta de Producción de la Empresa Carlixpast Ltda



3.1.4 Clasificación de equipos para mantenimiento correctivo. El Mantenimiento Correctivo tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, en él se permite que el equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y las partes susceptibles a falla y a un diagnóstico acertado y rápido de las causas. El simple mantenimiento correctivo tiene algunas justificaciones, por ejemplo:

- ◊ Si el equipo no se halla en una línea o punto crítico del proceso y no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- ◊ El equipo se halla en estado de obsolescencia o desuso.
- ◊ Equipo tiene gemelo.
- ◊ Es fácilmente costeable un nuevo equipo.

La principal función de una gestión adecuada del mantenimiento consiste en rebajar el correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa. El correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programado un paro, para que esa falla no se repita. Es importante tener en cuenta en el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunas

máquinas o instalaciones el correctivo será el sistema de menor costo, es decir cuando no haya consecuencias fuertes por el daño.

La selección de equipos para mantenimiento correctivo, se hizo teniendo en cuenta la no criticidad de los mismos, el bajo impacto en la producción, su bajo costo y complejidad tecnológica y la experiencia que indica que son equipos con baja susceptibilidad de falla y con buena mantenibilidad, ver tabla 20. En la tabla 22 se muestran las medidas correctivas para los componentes evaluados en 0 en el diagnóstico.

Tabla 20. Equipos con aplicación de mantenimiento correctivo

EQUIPO	SECCIÓN
Mezcladora	EXTRUSIÓN
Ascensor/montacargas	EXTRUSIÓN
Montadora de síres	IMPRESIÓN
Troqueladora 1 y 2	SELLADO
Aires acondicionados 1, 2, 3 y 4	EQUIPOS DE OFICINA

3.1.5 Mantenimiento Proactivo. Este tipo de mantenimiento está precedido de un análisis de falla, producto de una programación preventiva, predictiva u otra. Se presenta también el mantenimiento correctivo planeado, y mediante inspecciones permite la visualización de defectos y fallas en los equipos. A continuación se presentan acciones programadas para desarrollar un mantenimiento proactivo sobre los equipos determinados en el análisis de criticidad, como aptos para aplicar un mantenimiento correctivo programado, ver tabla 21.

Tabla 21. Acciones Proactivas para equipos en mantenimiento correctivo

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Mezcladora	Limpieza general	Mensual	Oper. Extrusión
	Inspección y limpieza Motor	Mensual	Superv. Mantto
	Inspección Rodamientos	Mensual	Superv. Mantto
	Revisión sistema eléctrico	Mensual	Aux. Mantto

Ascensor/montacargas	Revisión, limpieza y lubricación de guaya y mecanismos	Mensual	Aux. Mantto
	Revisión sistema eléctrico	Mensual	Aux. Mantto
Montadora de Síreles	Limpieza general	Mensual	Oper. Impresión
Troqueladora 1 y 2	Limpieza y revisión de niveles de aceite	Mensual	Oper. Sellado

Tabla 22. Acciones Correctivas para componentes evaluados con 0 en el Diagnostico

EQUIPO	ACTIVIDAD
Extrusoras 30-1, 30-2, , 45-1, 50, 60,	Cambio de ventiladores del sistema de refrigeración de la camisa del extrusor.
Extrusora 30-1	Cambio de Contactor trifásico de 25 A, LC! D25m7
Extrusora 30-1	Cambio seccionador tipo cuchilla
Extrusora 45-1	Cambio de 3 termocuplas Tipo J
Extrusora 50	Cambio de 4 correas Tipo V81
Extrusora 50	Cambio de Resistencia R026-0405 PRI 500W/110 V- Zona 5
Extrusora Master 50	Cambiar rodamientos 6006 (8)
Extrusora 55-1	Cambiar retenedores del reductor 120-150-14
Extrusora 60	Cambio amperímetro 0-40A/1.5 Class
Extrusora 60	Cambio Pirómetros Z1-Z3 MC-1711-21 0-400°C (96*96 mm)
Extrusora 80	Cambiar retenedores del reductor 100-120-12/40-62-10
Ascensor	Cambiar Guaya 7/8 "
Impresora 1	Cambiar 2 potenciómetros 385 2A 282-2034-10 K
Impresora 2	Cambiar 2 puentes rectificadores KPBC 3510
Impresora 2	Cambiar 1 potenciómetro 385 2A 282-1034-5 K
Unidad de enfriamiento	Cambiar Termostato
Selladora 1	Cambiar Fotocelda XUR-K0955D/24 V/200 mA
Selladora 3	Cambiar Fotocelda XUR-K0955D/24 V/200 mA

3.1.6 Clasificación de Equipos para Mantenimiento Preventivo. Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado” o frecuencial, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas y coordinadas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños

mayores que afecten la vida útil de las máquinas. La frecuencia de las intervenciones se determina de acuerdo a la documentación técnica del equipo y recomendaciones del fabricante. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, ajuste, desmontaje, limpieza, lubricación, cambio de piezas etc. Presenta las siguientes características:

- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Esta destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Debe establecerse una documentación mínima que sea operativa y funcional.

La selección de equipos para mantenimiento preventivo se hizo teniendo el análisis de criticidad, por lo que se incluyeron los equipos medianamente críticos y los críticos, además de haber analizado el impacto que estos equipos tienen en la producción de la empresa, la complejidad tecnológica de algunos de ellos, sus costos de compra, operación y mantenimiento, ver tabla 23. También se tuvo en cuenta el diagnostico hecho del funcionamiento de los equipos, por lo que se establecieron medidas con el fin dar solución a los problemas técnicos que se encontraron en dicho diagnostico para los equipos evaluados con 1, ver tabla 26.

Tabla 23. Equipos con Aplicación de Mantenimiento Preventivo

EQUIPO	SECCIÓN
Extrusora 30-1	EXTRUSIÓN
Extrusora 30-2	
Extrusora 30-3	
Extrusora 45-1	
Extrusora 50 PP	
Extrusora 50	
Extrusora 55-1	
Extrusora 55-2	
Extrusora 60	
Extrusora 80	
Impresora 1 (INDEMO)	IMPRESIÓN
Impresora 2 (UTECO)	
Unidad Enfriadora (Impresora UTECO)	
Selladora 1	SELLADO
Selladora 3	
Selladora 4	
Selladora 5	
Selladora 6	
Selladora 7	
Selladora 8	
Selladora 9	
Selladora 10	
Selladora 11	
Selladora 12	
Selladora 13	
Recuperadora 2	RECUPERADO
Planta Eléctrica	SUMINISTRO Y CONTROL DE ENERGÍA
Compresor 1(MONZÓN)	
Compresor 1(CAMPBELL)	

Tabla 24. Acciones para Equipos en Mantenimiento Preventivo

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Extrusoras	Limpieza Cabezal (material sin pigmento)	Semestral	Oper. Extrusión
	Limpieza Cabezal (material con pigmento)	Trimestral	Superv. Mantto
	Limpieza tornillo sin fin (alta densidad)	Anual	Oper. Extrusión
	Limpieza tornillo sin fin (baja densidad)	Semestral	Superv. Mantto
	Inspección y lubricación tensores y cadenas	Anual	Oper. Extrusión
	Embobinador		Superv. Mantto
	Inspección de rodillos metálicos y de caucho y de rodamientos	Mensual	Superv. Mantto
	Limpieza de rodillos metálicos y de caucho	Quincenal	Oper. Extrusión
	Inspección y limpieza de ventilador y motor	Anual	Superv. Mantto

	Inspección y lubricación de rodamiento axial eje acople tornillo sin fin	Anual	Oper. Extrusión Superv. Mantto
	Inspección y cambio valvulina reductor	Anual	Superv. Mantto
	Inspección y limpieza Motor Principal	Anual	Superv. Mantto
	Cambio de mallas	Semanal	Oper. Extrusión
	Inspección resistencias zonas de temperatura	Mensual	Aux. Mantto
	Inspección variador de velocidad embobinador	Anual	Aux. Mantto
Impresoras	Lubricación bujes rodillos Impresión (INDEMO)	Diario	Oper. Impresión
	Limpieza rodillos metálicos y de caucho	Diario	Oper. Impresión
	Limpieza canales de tinta, batidores, estructura, tableros de control y motores	Quincenal	Oper. Impresión
	Lubricación cadena balancín	Quincenal	Oper. Impresión
	Engrase piñonería y rodamientos	Quincenal	Oper. Impresión
	Inspección estado rodillos de caucho y anilox	Quincenal	Oper. Impresión
	Inspección y limpieza general de la maquina	Anual	Superv. Mantto Oper. Impresión
	Inspección y limpieza de motores batidores y motor principal	Anual	Superv. Mantto
Unidad Enfriadora	Inspección y limpieza general	Mensual	Superv. Mantto
	Inspección de controles eléctricos y elementos de mando	Mensual	Superv. Mantto
	Inspección de motobomba centrífuga.	Mensual	Superv. Mantto
Selladoras	Inspección embrague-bendix	Trimestral	Superv. Mantto
	Limpieza embrague-bendix	Quincenal	Oper. Sellado
	Aplicación sebo correa freno	Semanal	Oper. Sellado
	Limpieza y lubricación grupo de medida	Quincenal	Superv. Mantto Oper. Sellado
	Inspección y limpieza motor principal	Anual	Superv. Mantto
	Cambio valvulina reductor	Semestral	Superv. Mantto
	Inspección reductor	Anual	Superv. Mantto
	Inspección y lubricación eje principal y elevadores	Quincenal	Superv. Mantto Oper. Sellado
	Lubricación conjunto columnas	Diario	Oper. Sellado
	Inspección, lubricación y limpieza carro extractor	Quincenal	Superv. Mantto Oper. Sellado
	Inspección y limpieza de rodillos de alimentación y rodamientos	Semanal	Superv. Mantto Oper. Sellado
	Inspección barras deselectoras	Quincenal	Aux. Mantto
	Revisión eléctrica embrague, freno y fotocelda	Mensual	Aux. Mantto
Recuperadora 2	Afilado de cuchillas	Semanal	Oper. Recuperado
	Inspección cambio valvulina reductor	Semestral	Superv. Mantto
	Inspección y limpieza de motor y rodamientos	Anual	Superv. Mantto
Planta Eléctrica	Control de batería de encendido, nivel de aceite, agua y relojes, calentamiento por ½ hora	Semanal	Superv. Mantto
Compresor 1, 2, 3 y 4	Drenaje y purga de agua	Diario	Oper. Ext/Imp
	Inspección nivel aceite y escapes	Semanal	Superv. Mantto
	Inspección, limpieza y lubricación general	Anual	Superv. Mantto
	Revisión eléctrica	Anual	Aux. Mantto

Dentro del diagnostico realizado se observo a nivel general un mantenimiento deficiente de los tableros de control y dispositivos electricos de las extrusoras, selladoras e impresoras, ademas de las cajas de breaker y cajas de circuitos que controlan la energía de todas las secciones, por lo tanto se recomienda implemntar una rutina de mantenimiento para estos elementos, siguiendo los procedimientos y frecuencias descritos en la tabla 25.

Tabla 25. Acciones para el mantenimiento preventivo de dispositivos electricos

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Cableado	Inspección de cableado, terminales y verificación de presión de contactos	Trimestral	Aux. Mantto
Pirómetros	Inspección de contactos	Mensual	Aux. Mantto
	Limpieza y verificación de calibración.	Bimestral	Aux. Mantto
Termocuplas	Inspección del estado de las termocuplas	Quincenal	Aux. Mantto
Contactores	Inspección y limpieza de contactos	Trimestral	Aux. Mantto
	Verificación de terminales y cableado	Quincenal	Aux. Mantto
Reles	Inspección y limpieza de contactos, verificación de estado de pines	Trimestral	Aux. Mantto
Elementos de mando y señalización	Inspección y limpieza de interruptores y pulsadores	Quincenal	Aux. Mantto
	Inspección de pilotos y bombillos de señalización	Quincenal	Aux. Mantto
	Revisión de displays y carátulas de pirómetros, amperímetros y voltímetros	Quincenal	Aux. Mantto
Resistencias	Inspección de cableado y terminales	Mensual	Aux. Mantto
	Verificación individual de resistencias con tester	Mensual	Aux. Mantto
Transformadores	Inspección y limpieza general	Mensual	Aux. Mantto
	Verificación de voltaje de entrada y salida	Quincenal	Aux. Mantto
Fotoceldas	Inspección de cableado y terminales	Quincenal	Aux. Mantto
Embrague y freno electromagnético	Verificación de entradas de alimentación con tester	Quincenal	Aux. Mantto
	Inspección de la tarjeta electrónica, cableado y terminales	Quincenal	Aux. Mantto

Tabla 26. Acciones de mantenimiento para componentes evaluados con 1 en el diagnostico

EQUIPO	ZONA	RECOMENDACIÓN
Extrusora 30-1, 30-2, 30-3, 45-1, 50, 55-1, 55-2, 60, 80, Impresora 1 y 2, Selladora 1, 3,4, 5, 6, 7, 9 y 10. Subestación	Tablero de Control	Aplicar acciones para dispositivos eléctricos de la tabla 25
Extrusora 30-2, 45-1	Motor-Transmisión	Diseño Mejorativo, cambiar sistema de transmisión por correa.
Extrusora 50	Halador-Embobinador	Aplicar procedimiento limpieza de rodillos Mensualmente
Extrusora MASTER 50	Tablero de Control	Proteger el tablero o aislarlo del aire ozonizado
Extrusora 60	Halador-Embobinador	Diseño Mejorativo, cambiar sistema halador-embobinador
Mezcladora	Compuerta	Diseño Mejorativo, rediseñar sistema de sellado compuerta
Selladora 1, 3, 4, 5, 6, 7	Sistema de Transmisión de potencia Sistema de alimentación-cabezal y pisón sellador	Diseño Mejorativo, eliminación sistema de embrague electromagnético, reemplazo por sistemas con servomotores y automatización.
Selladora 11	Desembobinador y sistema de compensación	Verificación del estado del variador electrónico
Troqueladora 1 y 2	Mantenimiento eléctrico/electrónico	Capacitación operarios en manejo del equipo
Recuperadora 2	Mantenimiento mecánico	Repotenciación del equipo, diseño mejorativo
Compresor 1 y 2	Cabezote	Mantenimiento General y rectificación de cilindros

3.1.7 Clasificación de equipos para Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.). El T.P.M es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa “El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos”. El Mantenimiento Productivo Total es un sistema diseñado para mantener los equipos en el punto de máxima efectividad operativa. En un sistema de Mantenimiento Productivo Total, los operarios están comprometidos en las tareas de limpieza y observación básica

del comportamiento del equipo. En algunas situaciones pueden ser los responsables de la lubricación, apriete de tuercas y tornillos, graduación y ajuste de algunos sistemas permisibles y el cambio de algunas piezas sencillas. La idea es que el personal de producción desarrolle un sentido de pertenencia del equipo, que lo cuide como propio y que aprenda completamente su funcionamiento e interioridad. El personal de mantenimiento se ocupa básicamente de los grandes mantenimientos, con el apoyo del personal de producción.

- Los cinco elementos claves del mantenimiento total productivo

La Filosofía del Mantenimiento Productivo está soportada por cinco ideas fundamentales, de cuya correcta interpretación y aplicación depende el éxito de los programas de mantenimiento productivo total.

- *Mejorar la Eficiencia Global de Producción de los Equipos mediante la eliminación de las causas principales que ocasionan pérdidas. Esto significa: mejorar la Disponibilidad, la Velocidad o Desempeño del equipo y la Calidad de los productos.*
- *Los Operarios se encargan de prestar los Primeros Auxilios a sus equipos, realizan los programas de mantenimiento diario, hacen las recomendaciones del caso y ayudan en los grandes mantenimientos. Aquí no existe el “yo opero tu mantienes”.*
- *Mejorar la Eficiencia y la Efectividad de las actividades del mantenimiento.*
- *Capacitar, mediante un proceso continuo, a todas las personas involucradas con el equipo y realizar una educación general a todos los miembros de la organización en el sentido de su responsabilidad frente al mantenimiento.*
- *Efectuar una Administración tempranera de los equipos y garantizar una buena Organización del Mantenimiento Preventivo.*

Para la aplicación de la filosofía del TPM en la planta de producción de la empresa Carlixplast, se seleccionaron los equipos, en los cuales la intervención de los operarios en el mantenimiento primario del equipo, consistente en la lubricación, limpieza e inspección visual del estado del

mismo, es fundamental para garantizar su disponibilidad, reducir la sobrecarga de trabajo para los miembros del área de mantenimiento, reducir costos por paradas intempestivas y fallas no identificadas a tiempo y aumentar la vida útil y la productividad del equipo, ver tabla 27.

Tabla 27. Equipos con aplicación de TPM

SECCIÓN	EQUIPO
1.Extrusión	Extrusora 30-1
	Extrusora 30-2
	Extrusora 30-3
	Extrusora 45-1
	Extrusora 50 pp
	Extrusora 50
	Extrusora 55-1
	Extrusora 55-2
	Extrusora 60
	Extrusora 80
2.Impresión	Impresora 1 (INDEMO)
	Impresora 2 (UTEKO)
3.Sellado	Selladora 1
	Selladora 3
	Selladora 4
	Selladora 5
	Selladora 6
	Selladora 7
	Selladora 8
	Selladora 9
	Selladora 10
	Selladora 11
	Selladora 12
	Selladora 13
4.Recuperado	Recuperadora 2

Los lineamientos trazados para un programa de TPM implican:

- Mejorar la planeación y programación.
- Determinar con rigor académico, indicadores de gestión como la Disponibilidad, la Mantenibilidad y la Confiabilidad.
- Un excelente sistema de comunicación e información a todos los niveles.
- Un buen manejo de los recursos físicos y los potenciales humanos.

Para cumplir con lo anterior la acción principal a desarrollar para la implementación del TPM, consiste en monitorear el comportamiento de los procedimientos de mantenimiento establecidos, establecer una metodología de cálculo y análisis e indicadores de gestión, tales como disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad. El siguiente paso consiste en revisar las rutinas y contrastarlas con los tipos de falla presentados; logrando precisar la causa de la falla y la posible corrección y acción de prevención, encaminada a su anulación.

Para cumplir con lo anterior, se procederá a incluir dentro del sistema de información computarizado, un módulo para cálculo de indicadores de gestión, en el cual mediante la alimentación periódica de los valores para los cálculos, se podrá obtener reportes para el análisis del comportamiento de los equipos.

3.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN MANUAL

Con el fin de mejorar el manejo de la información dentro del sistema de información manual, se llevaron a cabo los siguientes cambios y mejoras: codificación de equipos, procedimientos, documentación técnica de los equipos, repuestos, materiales y herramientas. Se reformaron los formatos correspondientes a Hoja de Vida, Orden de trabajo, Solicitud de servicio y se crearon formatos para diligenciar la Tarjeta de Costos y el registro de tiempos para los cálculos de Indicadores de Gestión.

3.2.1 Codificación de Equipos. Luego de llevar a cabo el inventario de los equipos que operan en la planta de producción de la empresa, se procedió a diseñar un método de codificación para los mismos, que permita una fácil identificación y manejo de la información concerniente a cada uno de ellos, dentro de los sistemas de información manual y computarizado. Ello contribuirá a que se realice un manejo fácil y eficiente de información referente al equipo, tal como: componentes y características, planeación y programación de los procedimientos de mantenimiento, ordenes de trabajo, solicitudes de servicio, hoja de vida, inventario de repuestos, tarjeta de costos, indicadores de gestión y otros reportes, entre otros. Información que siempre debe ir asociada al equipo, por lo tanto es necesario un método simplificado de identificación y manejo de los mismos.

Método de codificación: para llevar a cabo la codificación, en primer lugar se asigno un número de identificación a cada una de las secciones definidas en el inventario de equipos. Ver tabla 28.

Tabla 28. Identificación de las Secciones

SECCIÓN	IDENTIFICACIÓN
EXTRUSIÓN	01
SELLADO	02
IMPRESIÓN	03
RECUPERADO	04
TALLER DE MANTENIMIENTO	05
SUMINISTRO Y CONTROL DE ENERGÍA	06
EQUIPOS DE OFICINA	07

Posteriormente se le asigno un carácter de identificación a cada uno de los equipos de la planta, que corresponde a dos letras, en lo posible las dos primeras del nombre del mismo, ver tabla 29.

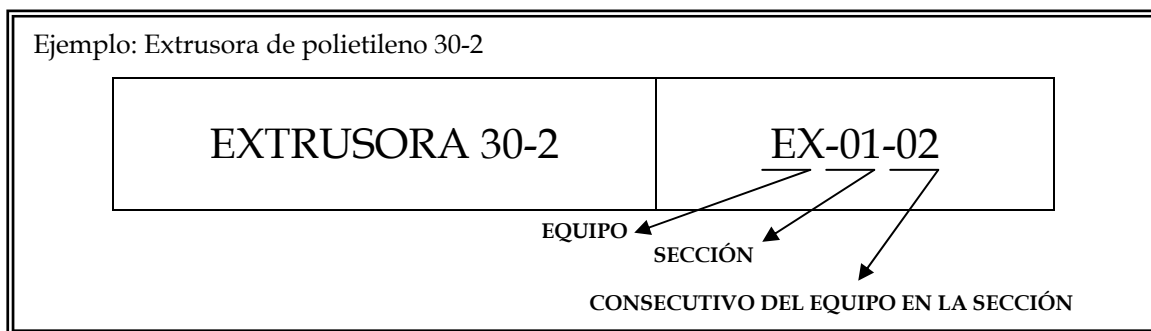
Tabla 29. Identificación de los Equipos

EQUIPO	IDENTIFICACIÓN
Extrusora	EX
Mezcladora	ME
Ascensor	AS
Bascula	BE
Impresora	IM
Montadora De Síreles	MS
Refiladora	RF
Unidad De Enfriamiento	UE
Selladora	SE
Troqueladora	TR
Recuperadora	RC
Taladro	TL
Pulidora	PL
Esmeril	ES
Planta Eléctrica	PE
Subestación	SU
Compresor	CO
Caja De Breakers	CB
Caja De Circuitos	CC
Aire Acondicionado	AA

Por ultimo se estableció, asignar un número consecutivo que identifique el orden del equipo dentro de la sección.

De esta forma se estableció un código alfanumérico, compuesto por 6 caracteres, destinado a identificar los equipos de la planta dentro del sistema de información. Ver figura 32.

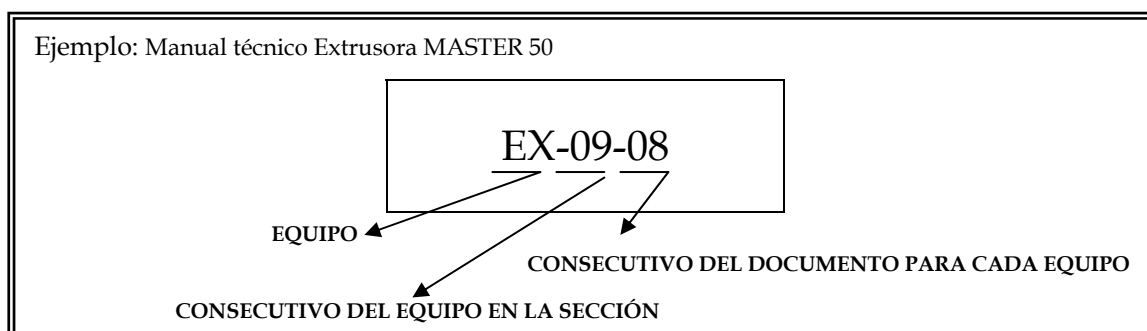
Figura 32. Ejemplo método de Codificación Equipos Planta



3.2.2 Codificación de Manuales. Para tener un pleno conocimiento de la documentación técnica perteneciente a los equipos tal como: manuales de funcionamiento y mantenimiento, catálogos de fabricantes, planos, etc; se llevo a cabo un inventario de cada uno de ellos (ver Tabla 8), luego se diseño un código de identificación, se imprimió este código y se marco cada uno de los documentos y se organizaron dentro del anaquel ubicado en el taller de mantenimiento.

Método de codificación: se creo un código alfanumérico, que permita identificar fácilmente a que equipo pertenece el documento y se le asigno un número consecutivo que determine cuantos documentos posee cada uno, ver figura 33.

Figura 33. Ejemplo método de Codificación Documentación Técnica Equipos



Aquellos documentos que no pertenecen a ningún equipo, tales como catálogos de fabricantes, folletos, libros técnicos, entre otros, se identificarán de la siguiente forma: las dos primeras letras serán DT (Documentación Técnica); debido a que estos documentos no están asociados a ninguna sección, el número consecutivo de la sección se cambiara por el número consecutivo del documento, y teniendo en cuenta que el volumen de esta documentación es alto, los dos siguientes números harán parte de la

numeración consecutiva del documento, para lo cual tendremos entonces una cifra de cuatro dígitos.

3.2.3 Codificación de procedimientos. Los procedimientos de mantenimiento de los equipos, requieren una codificación para su identificación, clasificación y localización dentro del sistema de información, para esto se diseño un código que brinde referencias sobre el tipo de equipo asociado al procedimiento, la frecuencia, el tipo de mantenimiento y la cantidad de procedimientos existentes.

Método de codificación: el código diseñado es de tipo alfanumérico, con 8 caracteres repartidos así: los dos primeros son 2 letras que identifican el equipo asociado al procedimiento, a continuación se encuentran dos letras que hacen referencia a la frecuencia con que se debe realizar el procedimiento, ver tabla 30. Los dos siguientes caracteres son dos letras que indican el tipo de mantenimiento, ver en la tabla 31. Los dos últimos caracteres corresponden a una cifra consecutiva que identifique el número del procedimiento, ver figura 34.

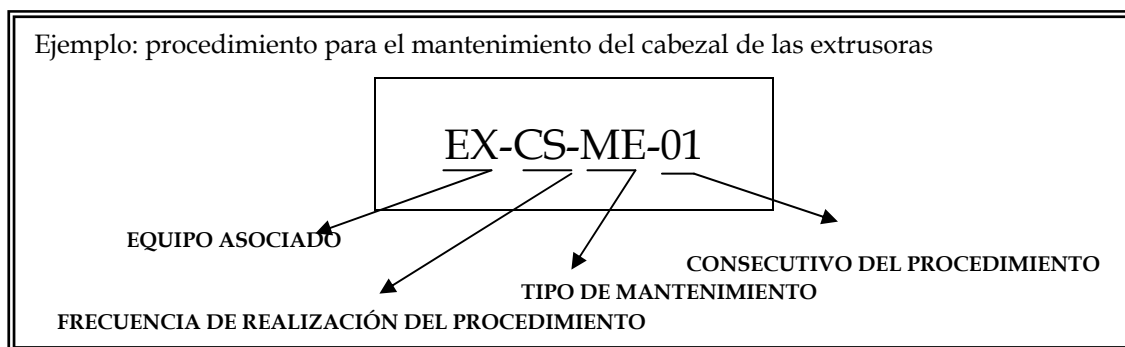
Tabla 30. Identificación de la Frecuencia de Realización del Procedimiento de Mantenimiento

FRECUENCIA	IDENTIFICACIÓN
Cada Turno	TU
Diaria	CD
Semanal	CS
Quincenal	CQ
Mensual	CM
Bimestral	CB
Trimestral	CT
Semestral	SM
Anual	CA
Otro	-

Tabla 31. Identificación del Tipo de Mantenimiento para los Procedimientos de Mantenimiento

TIPO DE MANTENIMIENTO	IDENTIFICACIÓN
Mecánico	ME
Eléctrico/Electrónico	EL
Hidráulico	HI
Neumático	NE
Limpieza	LI
Lubricación	LU
General	GE
Predictivo	PD
Inspección	IN
Otro	Definir

Figura 34. Ejemplo método de codificación procedimientos de mantenimiento



3.2.4 Codificación de repuestos, materiales, herramientas, suministros.

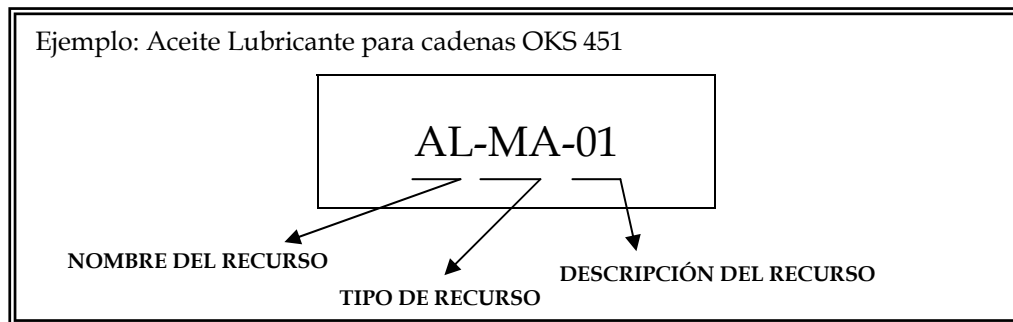
Para identificar los recursos asociados a las actividades de mantenimiento, tales como: repuestos, materiales, herramientas y suministros. Y permitir un fácil manejo e identificación dentro del sistema de información, se creó un código alfanumérico de 6 caracteres.

Método de codificación: el código alfanumérico creado consiste de 6 caracteres así: los dos primeros son letras que identifican el nombre del repuesto, material, suministro o herramienta. Los dos siguientes son dos letras que identifican el tipo de recurso, es decir si es un repuesto, un material o una herramienta, los dos siguientes números ofrecen una descripción sobre el tipo de recurso, ver tabla 32 y figura 35.

Tabla 32. Identificación del Tipo de Recurso para su Codificación.

TIPO DE RECURSO	IDENTIFICACIÓN
REPUESTO	RE
Descripción	Identificación
Mecánico	01
Eléctrico	02
Electrónico	03
Hidráulico	04
Neumático	05
Otro	06
MATERIAL	MA
Descripción	Identificación
Consumible	01
Fungible	02
Insumo	03
Implemento de protección	04
HERRAMIENTA	HE
Descripción	Identificación
Banco	01
Taller	02
Diagnostico	03

Figura 35. Ejemplo Método de Codificación de Recursos para el Mantenimiento



3.3 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO

El diagnostico realizado al área de mantenimiento y a los equipos de la planta de producción de la empresa Carlixplast Ltda., dejo en claro la necesidad de poseer además de un sistema de información manual bien estructurado, un sistema de información computarizado, que permita de una manera ágil, eficiente y organizada, manejar la información de mantenimiento y de los equipos, que día tras día crece conforme la estructura física, el nivel de producción y ventas, el nivel y la complejidad tecnológica de los equipos, el recurso humano y el capital de la empresa también aumenta. Es por esto que se decidió desarrollar un software para la gestión del mantenimiento, fundamentado en las características y necesidades de la empresa, que permita que el área de mantenimiento se maneje de forma eficiente, que contribuya a aumentar la vida útil de los equipos, reducir costos de mantenimiento con una mejor gestión, un mejor aprovechamiento de recursos, una continuidad en la producción y la mas alta disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Este sistema de información, estará basado en un software que a través de módulos, manejará toda la información correspondiente a los equipos, la planeación y programación del mantenimiento, el inventario y manejo de recursos como repuestos, materiales consumibles y herramientas, recurso humano disponible, costos de mantenimiento y de inventarios, proveedores y fabricantes, además analizará y proporcionara adecuados indicadores de mantenimiento etc. En el siguiente capitulo se hará una introducción a los sistemas de información, que nos permitirá establecer la importancia y utilidad de los mismos, y nos dará unas bases para el posterior desarrollo de la aplicación informática, que veremos en el capitulo 5 del presente documento.

4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

En el presente capítulo, se pretende establecer un marco teórico que permita identificar la importancia que tienen los Sistemas de Información (S.I), dentro de una organización, y especialmente resaltar su utilidad en la Gestión del área de mantenimiento de una Empresa como Carlixplast Ltda. Para ello, se hará referencia a los antecedentes que determinan la utilización de los S.I, se establecerán las generalidades de los S.I, con el fin de entender plenamente que son, se identificara la importancia que tienen los S.I en la Gestión de Mantenimiento y por último se mencionarán los tipos de S.I más utilizados.

4.1 ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Los inicios de la utilización de los sistemas de información en los departamentos de mantenimiento de las empresa se dieron a partir de los criterios que manejaban los encargados del área de mantenimiento y se desarrollaron manualmente mediante esquemas propios que contenían la información básica de la maquinaria y las actividades de tipo correctivo que se realizaban sobre las mismas, poniendo de un lado o en total descuido las acciones de tipo preventivo o predictivo, el control de costos e inventarios y el personal.

El reporte manual de las acciones de tipo correctivo que se manejaba en el pasado y que actualmente en algunas empresas se usa aún, no proporciona la información suficiente acerca del panorama real de las actividades de mantenimiento, por ello la toma de decisiones por parte de la administración

referentes a cambios en la organización, manejo del personal, control de costos e inventarios, aumento de las instalaciones entre otras, se hace inadecuadamente, debido todo esto a que este tipo de sistema elimina en gran medida una visión retrospectiva que permita verificar hasta que punto son correctas las decisiones.

Los sistemas de información sofisticados surgen por la necesidad de manejar grandes volúmenes de información con un mínimo esfuerzo. Están formados por subsistemas que incluyen hardware, software, medios de almacenamiento de datos para archivos y bases de datos; y el conjunto particular de subsistemas utilizados tales como equipo específico, programas, archivos y procedimientos, es lo que se denomina una aplicación de sistemas de información. De esta manera los sistemas de información pueden tener aplicación en ventas, contabilidad, compras, producción o mantenimiento, es decir en cualquier subsistema de la organización.

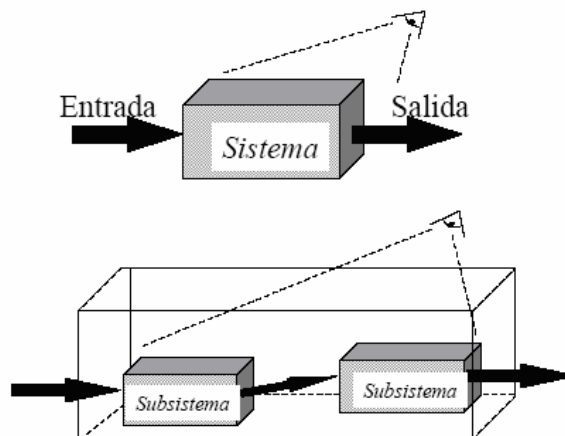
4.2 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Para dar una mejor definición de lo que es un sistema de información, es necesario entender previamente algunos conceptos básicos, como lo son: que es un sistema y la filosofía del enfoque sistémico que se aplica en la concepción y desarrollo de sistemas de información. Además es importante conocer los objetivos que se persiguen con la implementación de esta herramienta al interior de una organización e identificar específicamente, cuales son los componentes básicos de sistemas de información para mantenimiento.

4.2.1 Sistema. Un sistema es un conjunto de elementos en interacción dinámica en el que el estado de cada elemento está determinado por el estado de cada uno de los demás que lo configuran, de esta manera un sistema puede ser cerrado (cuando no intercambia información con su entorno) o abierto (cuando intercambia información con su entorno, por lo que es modificado y a la vez modifica a ese mismo contexto).

4.2.2 Enfoque Sistémico. Según la teoría general de los sistemas cualquier cambio en un miembro del sistema afectará a los demás, de esta manera se piensa en la “totalidad”, y no en “sumatividad”, porque las pautas de funcionamiento del sistema no son reducibles a la suma de sus elementos constituyentes. En este sentido a un mismo efecto pueden responder distintas causas, y esto se da porque hay una permanente circularidad e interconexión entre los miembros de un sistema.

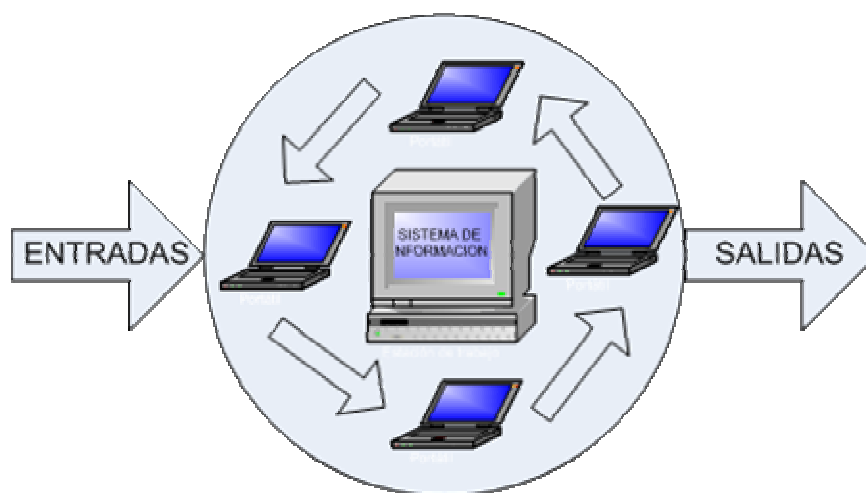
Figura 36. Enfoque sistémico.



4.2.3 Sistema de información. “Un conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada según las necesidades de la empresa, recopilan, elaboran y distribuyen la información (o parte de ella) necesaria para las operaciones de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes (decisiones) para desempeñar su actividad de acuerdo a su estrategia planeada”.

Las finalidades de los sistemas de información como las de cualquier otro sistema dentro de una organización, son: procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la organización, y producir información, reportes y otras salidas. Las salidas que proporciona cualquier sistema de información permite a la organización tomar decisiones sobre muchos asuntos que se presentan con regularidad, para este tipo de asuntos los procesos de decisión se pueden definir claramente, permitiendo identificar la información necesaria, y preparar reportes que se presenten periódicamente los cuales van a soportar la toma de decisiones.

Figura 37. Comportamiento de un Sistema de Información



4.3 OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

En el departamento de mantenimiento de cualquier organización se realiza un gran número de actividades dirigidas a mejorar el rendimiento del proceso de producción, tales como: la planeación, el desarrollo, ejecución de planes de conservación de las instalaciones, al igual que la selección, instalación y operación de nuevos equipos, proyectos y sistemas de protección ambiental, siendo para esto de vital importancia realizar una adecuada selección del personal, solicitar materiales, repuestos y herramientas, además de supervisar su almacenamiento.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión.

Los objetivos de los sistemas de información automatizados para el mantenimiento, deben ser los mismos objetivos del sistema de mantenimiento al que va a soportar, manejados todos estos dentro de criterios económicos y encausados a obtener una reducción en los costos generales de producción; tales objetivos son:

- ❑ Mantener permanentemente las instalaciones de producción con sus equipos en el mejor estado, para evitar los tiempos de paradas no programadas que reducen la capacidad de producción.
- ❑ Realizar las reparaciones de emergencia en el menor tiempo posible y de la forma más eficaz, empleando métodos más fáciles de reparación.
- ❑ Prolongar la vida útil de las instalaciones al máximo posible.
- ❑ Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y el equipo para disminuir las posibilidades de daño y rotura.

- Controlar el costo directo de mantenimiento, mediante el uso adecuado y eficiente del tiempo, materiales, mano de obra y servicios.

Además de soportar el subsistema operativo de la organización, también el sistema de información debe servir como base para que los informes que el pueda generar sirvan de base para la toma de decisiones adecuadas y acertadas por parte de la gerencia y la administración de mantenimiento; de igual manera el sistema debe permitir obtener el rendimiento de los equipos, el tiempo de reposición de equipos, rentabilidad, y algunos otros indicadores de gestión que sirven igualmente de soporte para la toma de decisiones y como base de un panorama real de la gestión.

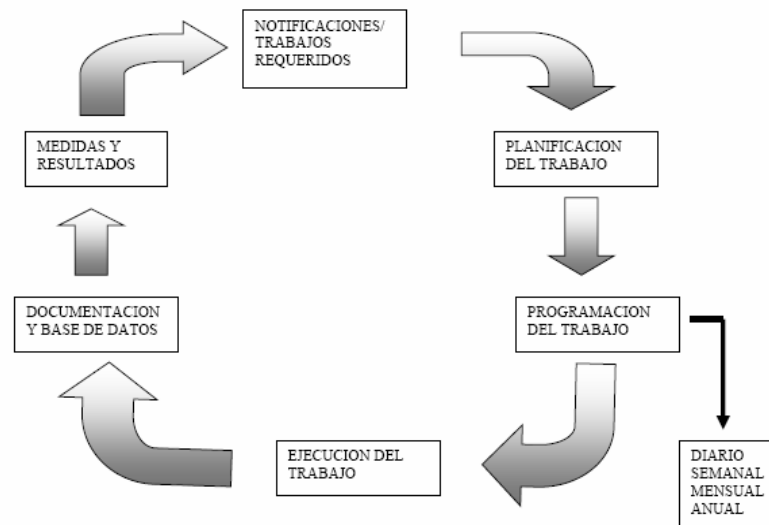
4.4 ELEMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO

Existe una serie de elementos que normalmente se constituyen como los componentes básicos de cualquier sistema de información para el mantenimiento, siendo estos:

- ✓ Ficha técnica , Registro de equipo o Registro de maquina
- ✓ El formato de Solicitud de Servicio
- ✓ La Orden de trabajo
- ✓ Estándares de mantenimiento, el mantenimiento básico o actividades de mantenimiento
- ✓ Los empleados
- ✓ Repuestos críticos por equipo y recomendaciones de almacenamiento.
- ✓ Cuadro de inspecciones, Reportes y registros de las mismas.
- ✓ Hoja de Vida, Bitácora o Histórico de Intervenciones.
- ✓ Tarjeta de costos por maquina y cuadro de costos de mantenimiento.

- ✓ Tablas o cuadros de fallas y causas más comunes.
- ✓ Seguimiento de programas o ejecutorias de mantenimiento programado.
- ✓ Los proveedores
- ✓ La programación del mantenimiento, entre otros
- ✓ Catálogos, normas, especificaciones de seguridad, estándares, etc.

Figura 38. Flujo de Datos en un Sistema de Información



4.5 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO

La importancia de los sistemas de información en mantenimiento se deriva de la necesidad de que en mantenimiento se cuente con una organización sólida que permita restablecer en el menor tiempo las condiciones de operación de cualquier equipo o sistema para reducir al mínimo las pérdidas de producción. En consecuencia, el mantenimiento con un buen sistema de información es un medio eficaz para obtener utilidades, ya que es un soporte

para conservar la planta en el grado más alto de productividad y competencia al impedir las interrupciones de operación de las máquinas.

Debido a la gran cantidad de información que se necesita tener organizada y actualizada para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento, resulta necesario auxiliarse de un sistema computarizado que permita documentar y mantener accesible toda esa información, que garantice una continuidad en los procesos de producción y además prolongue la vida útil de los equipos.

Una eficiente gestión de mantenimiento sólo puede ser posible con un eficiente sistema de información que lo asista. Los sistemas de información ofrecen a la gestión de mantenimiento el dato preciso en el instante oportuno, son fuente para la obtención de los indicadores de gestión, los costos del sistema de mantenimiento implantado, y el análisis estadístico, además de facilitar la presentación de informes y contribuir con el control de las posibles variaciones en los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento.

Para llevar a cabo una buena Gestión de Mantenimiento es necesario ejercer un control inteligente sobre los siguientes factores:

- ❑ La planeación y la programación de los trabajos de mantenimiento organizados en un sistema de información, esto con el objetivo de disminuir el costo mínimo unitario para obtener una rentabilidad óptima del mantenimiento
- ❑ Las reparaciones de emergencia
- ❑ El tiempo muerto en reparación que pueda ser causa del mantenimiento
- ❑ Las reparaciones del equipo

- ❑ Los materiales usados en las reparaciones y el desperdicio de los mismos que pueda ser imputado a mantenimiento
- ❑ La seguridad de los trabajadores y de la planta
- ❑ La cantidad de mano de obra de mantenimiento
- ❑ La depreciación de los equipos y las instalaciones.

4.6 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información que manejar, ya sea sobre los equipos, los manuales y catálogos de operación, proveedores, repuestos, etc., y es necesario para cualquier empresa y sistema de información delimitar el nivel en el cual se piensa manejar la información; de tal manera que de acuerdo con esto y con las políticas gerenciales del mantenimiento se puede implantar sistemas de información manuales o sistemas de información computarizados.

4.6.1 Sistemas de información manuales. Dentro de esta clasificación se pueden catalogar todos aquellos sistemas de información en los cuales los formatos y la toda información que allí se genere son manejados única y exclusivamente mediante documentos físicos. En la mayoría de las empresas en las que la gestión de mantenimiento es de tipo correctivo, este tipo de sistema manual es el indicado e implantado; y generalmente ofrecen buenos resultados. Este tipo de sistema de información debe estar apoyado por los elementos básicos ya mencionados como: el registro de equipo, la solicitud de servicio, la orden de trabajo, el registro de empleados, las rutinas de mantenimiento, los inventarios, la programación de mantenimiento, etc.

La gran desventaja que presentan los sistemas de información de tipo manual es que no permiten que la administración de mantenimiento pueda tomar

decisiones acertadas para la solución de problemas, esto debido a que no se permite un manejo fácil de un volumen alto de información y por lo tanto dificultan un análisis y evaluación de la gestión y eficiencia de la función mantenimiento.

4.6.2 Sistemas de información computarizados. Fundamentalmente este tipo de sistemas de información surgen de la necesidad para el mantenimiento de equipos de manejar grandes volúmenes de información con un mínimo de esfuerzo. Un sistema de información computarizado es un sistema de clasificación, almacenamiento y recuperación de datos que ayuda y soporta el proceso de toma de decisiones. Es un sistema abierto ya que interactúa con su ambiente intercambiando información, tornándose en un sistema hombre - máquina, en el cual es fundamental el uso de computadores, los cuales son dirigidos y controlados, y además en donde las entradas son datos y sus salidas son información. Este tipo de sistemas permite obtener los programas de trabajo diario en forma inmediata, el canje de información entre los diferentes formatos, manejar adecuadamente y con gran facilidad los inventarios de repuestos y materiales, indicadores de gestión en forma continua, además de planificar y programar las labores de mantenimiento con exactitud y rapidez.

Es importante tener en cuenta que para que un sistema de información computarizado funcione adecuadamente es indispensable que se disponga de un buen sistema de información manual que lo asista.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

En el presente capítulo se describirá el diseño y funcionamiento del sistema de información, se hará especial énfasis al diseño del flujo de la información y los formularios, se explicará detalladamente el contenido de cada módulo y las diferentes aplicaciones que presenta el software, se darán algunas especificaciones y requerimientos para el manejo del mismo.

5.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

Un requerimiento es una característica que debe incluirse en un nuevo sistema. Para determinar los requerimientos del Sistema de Información estudió detalladamente el sistema de mantenimiento de la empresa para conocer la forma de trabajo e identificar donde era necesario efectuar mejoras.

Los requerimientos principalmente incluyen la forma de captura de la información (las entradas), la forma de procesarla, la forma de producir la información (las salidas), la forma de realizar el control sobre las actividades de mantenimiento y brindar soporte de decisión a la administración de la empresa.

Tabla 33. Listado de Requerimientos del Sistema de Información

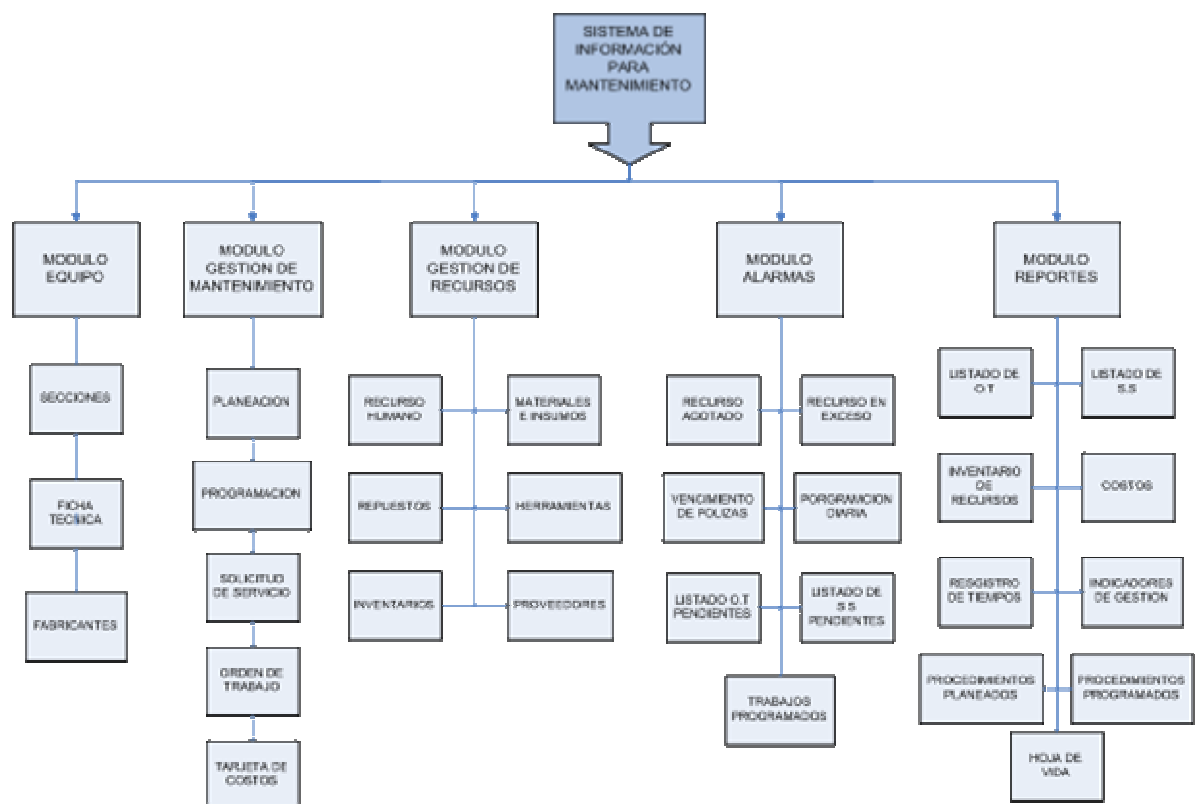
REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN REQUERIMIENTO
Programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.	El sistema de Información debe permitir la planeación y programación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la empresa.

Información de Mantenimiento por Máquina.	Acceso a los costos totales para cada uno de los mantenimientos preventivos para todas las máquinas, la frecuencia de mantenimiento, características generales de la máquina, edad de la máquina, frecuencia de paradas, tipo de paradas de esa máquina, sección y ubicación de la máquina.
Acceso a Inventario de Repuestos, Materiales e Insumos, Herramientas.	Tener acceso a los inventarios de recursos de mantenimiento con datos como: nombre del recurso, cantidades existentes, costos, proveedores, fabricantes, etc.
Órdenes de Trabajo.	Elaboración a partir de mantenimientos programados y S.S. Debe incluir el tipo de OT, horas hombre requeridas, herramientas necesarias para realizar el trabajo, equipo a reparar, código de la máquina, la descripción de los procedimientos.
Órdenes de Trabajo Ejecutadas.	Alimentación de hoja de vida, tarjeta de costos, actualización de inventarios, generación de información para reportes de: tiempos de mantenimiento, costos, inventarios, etc.
Datos de proveedores de servicios de mantenimiento o servicios técnicos	En el momento de no contar con suficiente personal para una OT, el sistema debe proporcionar información acerca de proveedores de servicio de mantenimiento o servicios técnicos. La información debe contar nombre de proveedor, tipo de servicio, datos de ubicación
Orden de Trabajo	Ingreso de datos después de sucedido el evento, desde el área de mantenimiento. Todas las OT deben contener tiempo estimado de mantenimiento, tiempo que se tardó el mantenimiento, tipo de paro, código de máquina, la explicación y comentarios de la razón del paro, comentarios del operario de mantenimiento acerca de la reparación, nombre de los operarios de mantenimiento que ejecutaron la orden de trabajo.
Indicador % del cumplimiento de OT	Capacidad de visualización de todas las ordenes de trabajo en proceso o recién cerradas.
Informe de cumplimiento de presupuesto (%)	Relación entre la diferencia de los totales de cantidades presupuestales de costos, mano de obra, y tiempos comparados con las cantidades reales
Informe de costos	Informe de los costos incurridos durante el proceso de mantenimiento. Costos como la mano de obra, los repuestos y otros recursos utilizados.
Informes de gestión	Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

El siguiente es el diseño del sistema de información, ver figura 39. Cuenta con 5 módulos encargados de manejar toda la información relativa al mantenimiento, la planeación y programación, la gestión de los recursos empleados y la obtención de reportes e indicadores que permitan hacer análisis de la eficiencia del área de mantenimiento.

Figura 39. Estructura del sistema de información para mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda.



El desarrollo del sistema tiene como referencia el flujo básico de un sistema de información que se maneja normalmente en un departamento de mantenimiento, de manera que suple sus requerimientos, por lo que el

sistema se orienta fácilmente y sirve de soporte en el logro de los propósitos planificados como ayuda para el manejo integral de la información en el mismo.

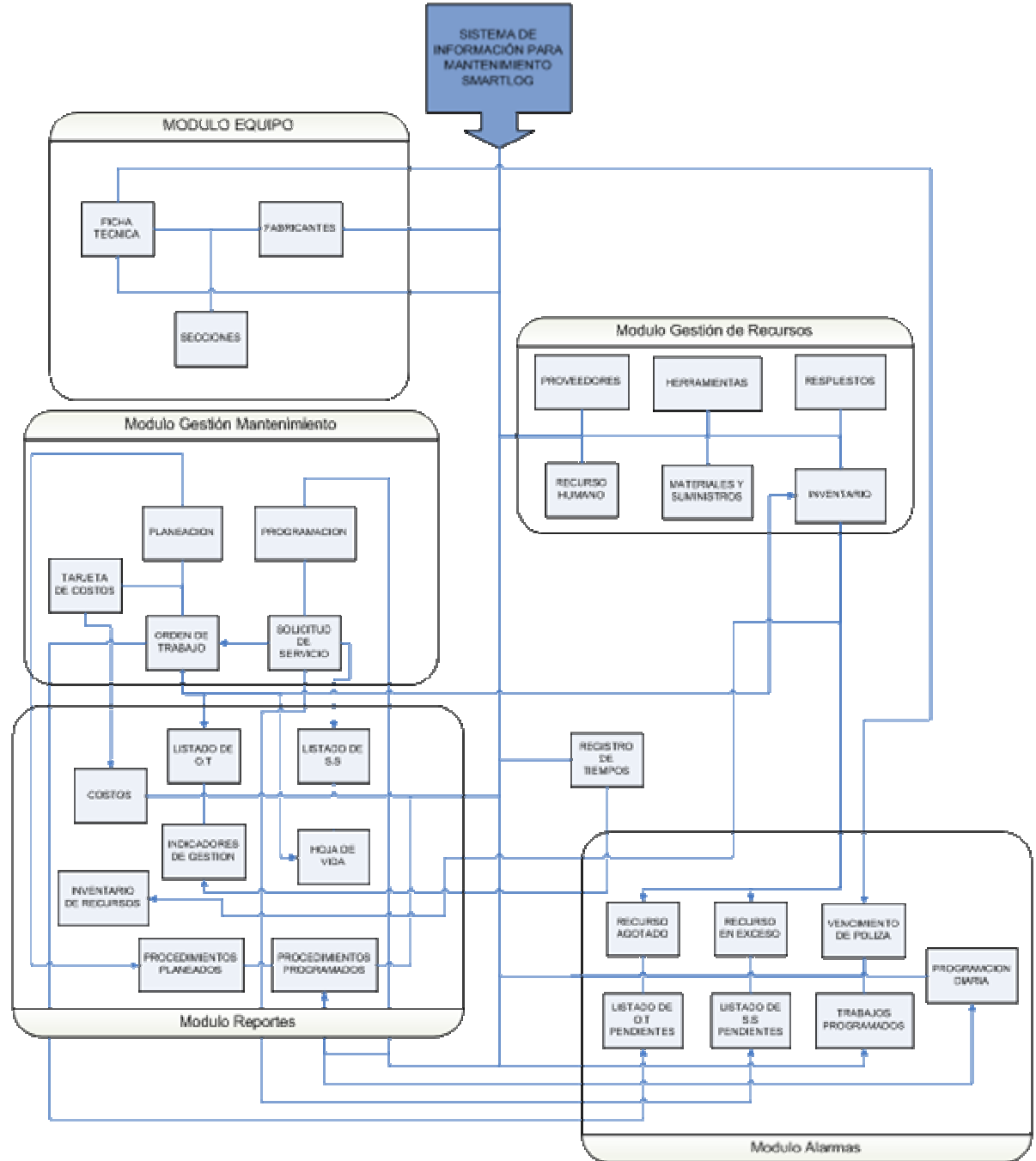
Los pasos en el diseño del sistema han sido:

- Definición de la estructura general del sistema, con su respectivo flujo de información.
- Definición de los elementos de entrada y salida del sistema de información.
- Definición de las diferentes relaciones entre los módulos que almacenan la información.

5.2.1 Diseño estructural del sistema. El diseño y desarrollo del sistema parte de la base del flujo principal de los documentos de un sistema de información que normalmente hacen trámite en un departamento de mantenimiento y de los datos que se almacenan comúnmente en él, ver figura 40.

5.2.2 Variables de entrada y salida. Existe un tipo de información básica que se debe alimentar a un sistema de información de mantenimiento para que las tareas que se ejecuten posteriormente tengan completa coherencia, secuencia y efectividad, esto corresponde a la población de datos. Además existen las variables de entrada y salida, cuyo flujo dentro del sistema de información garantizara un aprovechamiento del potencial de la aplicación y la obtención de la información de manera ágil y oportuna.

Figura 40. Estructura general del Sistema de Información para Mantenimiento



Los elementos de entrada descritos en la figura 41 son fundamentales y necesarios para que el sistema entregue resultados suficientes y veraces sobre la función mantenimiento, tanto reportes escritos como información guardada en la base de datos para ser suministrada en el momento oportuno cuando el usuario la desee. La información que arroja el sistema de información se puede observar en la figura 42, donde se representa el diseño de salida para el sistema.

Figura 41. Variables de Entrada del Sistema de Información

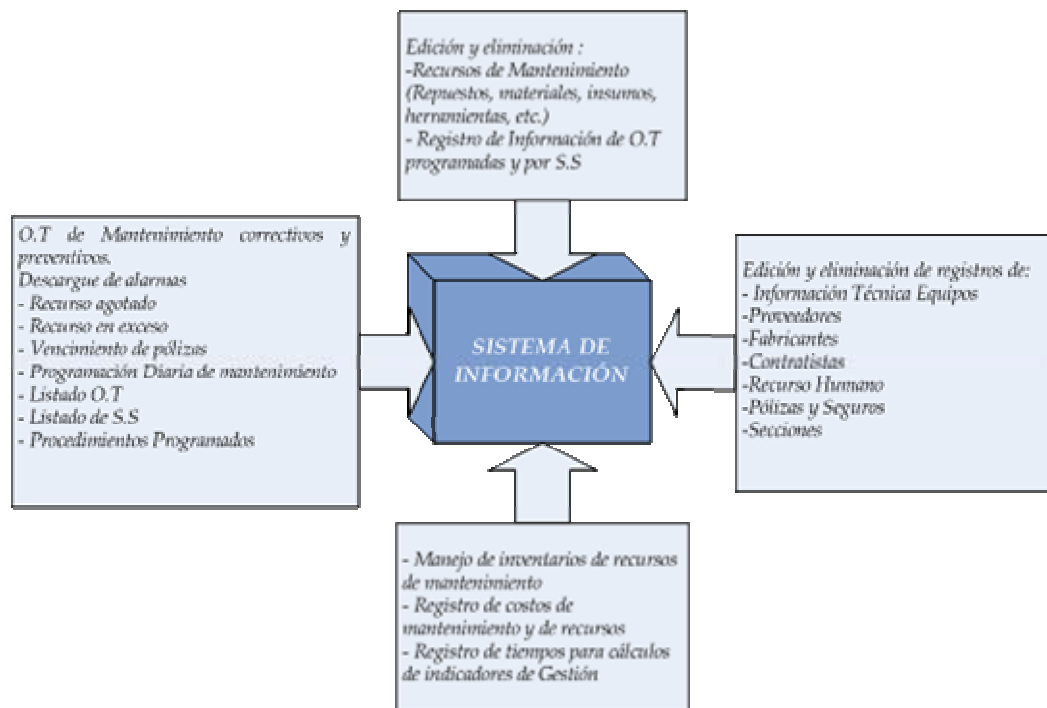
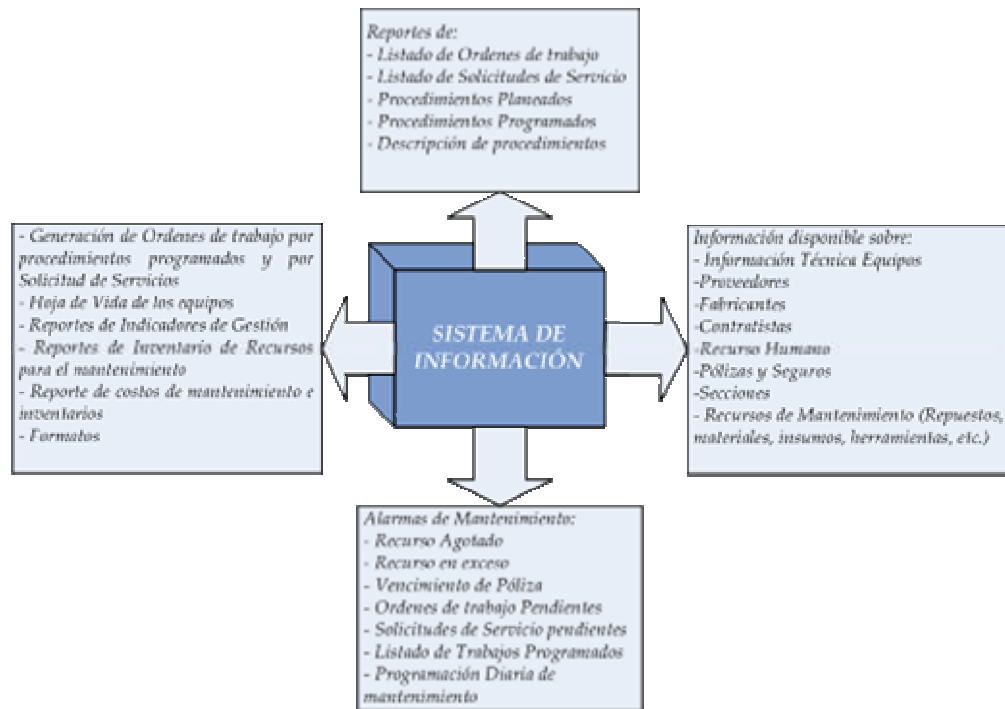


Figura 42. Variables de Salida del Sistema de Información



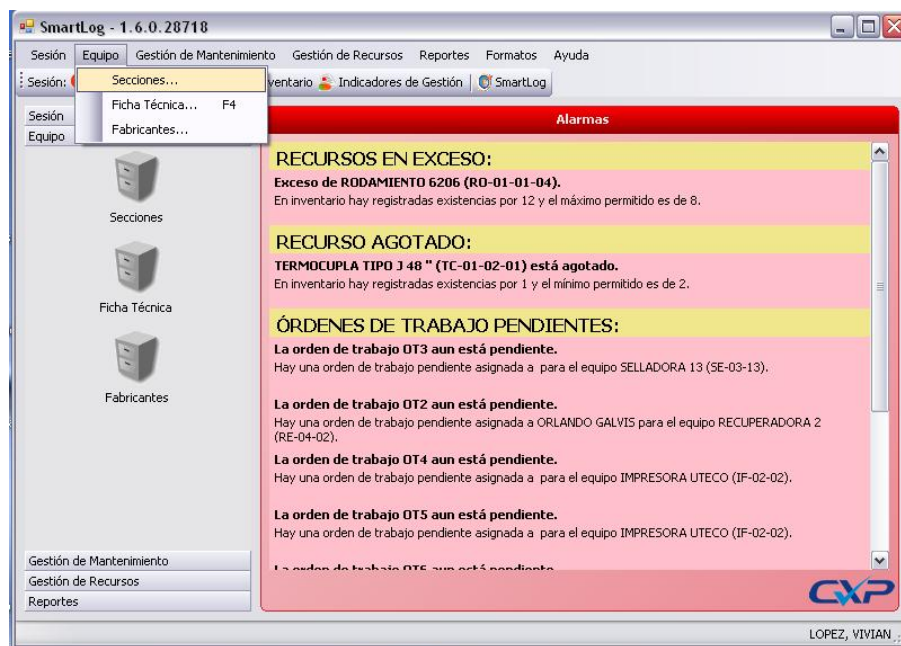
5.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN Y LAS DIFERENTES RELACIONES ENTRE SUS MÓDULOS

El sistema de información para el mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda., Smartlog, esta compuesto por cinco módulos principales, los cuales a su vez están divididos en diferentes secciones, que agrupan la información, la procesan y generan las diferentes salidas para garantizar la eficiente gestión del mantenimiento, a continuación se describirán cada uno de estos módulos, sus secciones y se mencionara brevemente la información que contiene cada formulario, con el fin de establecer como es el flujo de la información y cuales

son las relaciones que se generan en el funcionamiento del programa, ver figuras 43 a 106.

5.3.1 Modulo Equipo. Está compuesto por aquellos registros o formularios en los cuales es posible crear, editar y eliminar, la información concerniente a los equipos, como es la ficha técnica, las diferentes secciones y los fabricantes.

Figura 43.Modulo Equipo



✓ Ficha técnica

En esta sección se encuentran consignados todos los datos referentes a los equipos de proceso de la planta de producción, como son (ver figura 44):

- **Ficha de registro:** la cual contiene, el modelo, la referencia, el tipo de equipo, el proveedor, el fabricante, el país y ciudad de origen, el numero de serie, año de fabricaron, el numero de inventario, la fecha de compra y de instalación, el precio de compra y de instalación, el estado del equipo y

alguna información complementaria y requerimientos especiales, además permite cargar una foto que identifique al equipo.

- **Datos Generales:** contiene información sobre la capacidad del equipo, datos dimensionales, servicios requeridos (agua, electricidad, aire, gas y vapor) y sus variables.
- **Datos mecánicos:** contiene especificaciones de rodamientos, reductores y variadores de velocidad y otras partes y accesorios, mostrando para cada uno de ellos, datos como cantidad, ubicación, referencia, código y otros datos más específicos, propios de cada elemento.
- **Datos Eléctricos y Electrónicos:** contiene información sobre motores eléctricos, componentes eléctricos y electrónicos, especificando para cada uno de ellos, información sobre cantidad, nombre, referencia, fabricante y algunos datos más específicos según sea el caso.
- **Otros componentes:** en este espacio es posible consignar información sobre otros componentes del equipo, que no se puedan incluir en ninguna de las categorías antes mencionadas, además de encontrarse un listado de los repuestos más críticos del equipo.
- **Documentación y seguros:** en este formulario, es posible almacenar información sobre las pólizas o seguros de los equipos, teniendo en cuenta datos como la compañía aseguradora, el monto del cubrimiento, el precio, la fecha de vencimiento, etc. Además encontramos un listado de la documentación asociada al equipo, tal como catálogos, manuales, planos, fotografías entre otros, es posible crear un vínculo directo con el documento si este se encuentra en medio electrónico, en el equipo donde se instale el programa.

El flujo de información para la Ficha Técnica es mostrado en la figura 45.

Figura 44. Formulario Ficha técnica

Ficha técnica

Equipo

Nuevo Guardar Cancelar Eliminar

Código: EX-01-05 Nombre: EXTRUSORA Sección: EXTRUSION

Ficha de registro | Datos generales | Datos mecánicos | Datos eléctricos y electrónicos | Otros componentes | Documentación y seguros

Modelo:	MASTER 50	Tipo:	POLIPROPILENO
Referencia:	M50	Fabricante:	CIOLA
Número de serie:	3452	País:	SAO PAULO/BRASIL
Año de fabricación:	2004	Proveedor:	ACMACK
Número de inventario:	123	Precio de compra:	300.000.000,00
Fecha de recepción:	2004/11/02	Precio de instalación:	4.500.000,00
Fecha de instalación:	2004/11/17	Estado:	Activo

Información complementaria:

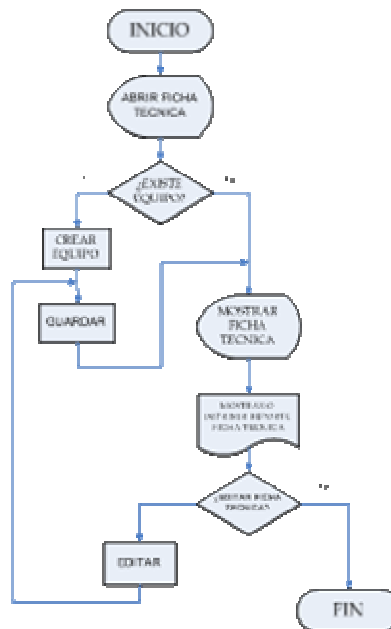
- ANCHO MAXIMO DEL ROLLO 50 cm
- CALIBRE MAXIMO 6 micras

Requerimientos especiales:

- UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA

Fotografía:

Figura 45. Flujo de Información para la Ficha Técnica



✓ Fabricantes

Esta sección se diseñó, con el fin de disponer de la información sobre fabricantes, de una manera ágil y sencilla. Posee un único formulario, en el cual se almacenan datos como son: Nombre del fabricante, país y ciudad de origen, dirección, teléfono-fax, e-mail, WEB, persona de contacto en la empresa y observaciones generales.

Figura 46. Formulario Fabricantes

Fabricantes

Nuevo Guardar Cancelar Eliminar

Nombre: CIOLA País: SAO PAULO/BRASIL

E-mail: acmack@ciola.com Dirección: Rua 7 de setembro, 300 Barrio da Chave

Web: www.ciola.com Teléfono: 4591-1245

Contacto: Luis Garcia l_garcia@ciola.com

Observaciones: Maquinaria para la extrusion de plasticos, repuestos y servivio tecnico

✓ Secciones

Este formulario, contiene información básica como el código de la sección, el nombre y una breve descripción de la función que presta la sección dentro del proceso productivo de la empresa.

Figura 47. Secciones

Secciones

Nuevo Guardar Cancelar Eliminar

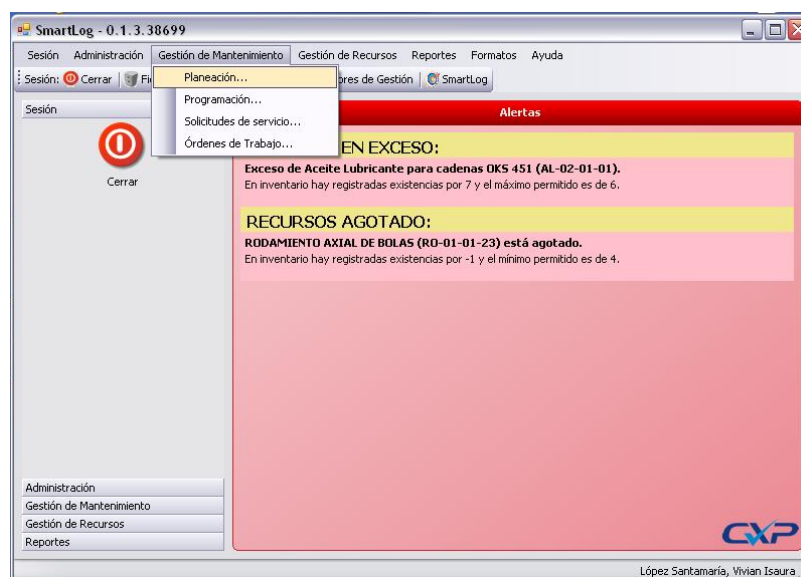
Código: 01

Nombre: EXTRUSION

Descripción: ES LA SECCION ENCARGADA DEL PROCESO DE EXTRUSION, EL CUAL CONSISTE EN LA TRANSFORMACION DE UN MATERIAL SOLIDO | USUALMENTE GRANULADO(PELET DE POLIETILENO O POLIPROPILENO), POR MEDIO DE LA ACCION DE CALOR Y DE TRABAJO MECANICO, EN UN MATERIAL FUNDIDO QUE ADQUIERE LA FORMA DE PELICULA TUBULAR DESEADA, AL SER PROCESADO A TRAVES DE UNA

5.3.2 Modulo Gestión De Mantenimiento. Este es el modulo principal del sistema de información para mantenimiento, puesto que en el se lleva a cabo la Planeación y Programación de los procedimientos y actividades de mantenimiento, se crean y diligencian las solicitudes de servicio para mantenimientos correctivos, se generan las ordenes de trabajo por mantenimientos programados y por mantenimientos correctivos y se manejan los costos asociados a las labores de mantenimiento de la empresa.

Figura 48. Modulo Gestión de Mantenimiento



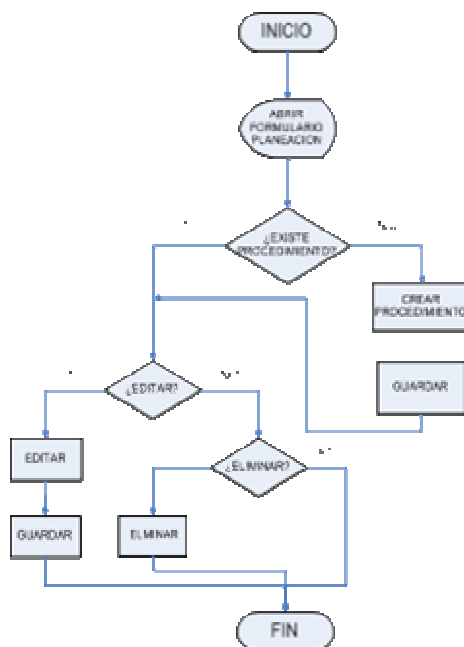
✓ Planeación

Este formulario fue diseñado con el fin de llevar a cabo la planeación de los procedimientos de mantenimiento, necesarios para garantizar la disponibilidad del equipo, su funcionamiento óptimo y aumentar la vida útil del mismo. En el se consigna datos como el código y nombre del procedimiento, la fecha en que se planea el mismo, los datos del equipo asociado, la persona que planea y quien aprueba la planeación, el tiempo estimado de ejecución y se describen detalladamente los pasos del

procedimiento, las consideraciones de seguridad y calidad a tener en cuenta y los recursos necesarios para desarrollarlo. Seguidamente se describe la actividad, especificando tipo de mantenimiento, condiciones de operación del equipo y el alcance de la misma. El formulario de Planeación y el flujo de información del mismo se pueden observar en las figuras 49 y 50.

Figura 49. Formulario Planeación de Procedimientos

Figura 50. Flujo de información para la Planeación de Procedimientos



✓ Programación

Luego de llevar a cabo la planeación de un procedimiento, se le asignará una fecha y una frecuencia de realización, con el fin de iniciar la aplicación de este procedimiento en el equipo o equipos asociados, en el formulario de programación además se debe establecer un periodo de tolerancia para el procedimiento, el cual determinará en que momento el procedimiento aparece en el listado de trabajos programados y se visualiza en una alarma. Adicionalmente es necesario especificar quien es el programador del procedimiento. El formulario de Programación y el flujo de información del mismo se pueden observar en las figuras 51 y 52.

Figura 51. Formulario Programación de Procedimientos

Programación de Procedimientos

Equipo:
Código: EX-01-05 Name: EXTRUSORA Sección: EXTRUSION

Procedimiento:
Código: EX-CS-01-01 Name: MANTENIMIENTO CABEZAL

Fecha de inicio: 2005/11/11
Tipo de Frecuencia: Mensual
Tolerancia: 1 día Días: 0
Programó: VIVIAN LOPEZ

Observaciones:
AUMENTAR FRECUENCIA SI SE USA MAS MATERIAL DE BAJA QUE DE ALTA

Aceptar Cancelar

✓ Solicitud de servicio

Cuando se generen daños imprevistos o anomalías en el funcionamiento del equipo, que ameriten una intervención por parte del personal de mantenimiento, la persona que detecte el problema, deberá diligenciar el formulario de solicitud de servicio, especificando las fechas de solicitud y de requerimiento del trabajo, la prioridad de ejecución de la labor, el equipo

asociado y la descripción del problema. Posteriormente el encargado de dar tramite a estas solicitudes, deberá confirmar la solicitud y generar la orden de trabajo, con el fin de realizar el procedimiento requerido. El formulario de Solicitud de Servicio y el flujo de información del mismo se pueden observar en las figuras 53 y 54.

Figura 52. Flujo de información para la Programación de Procedimientos

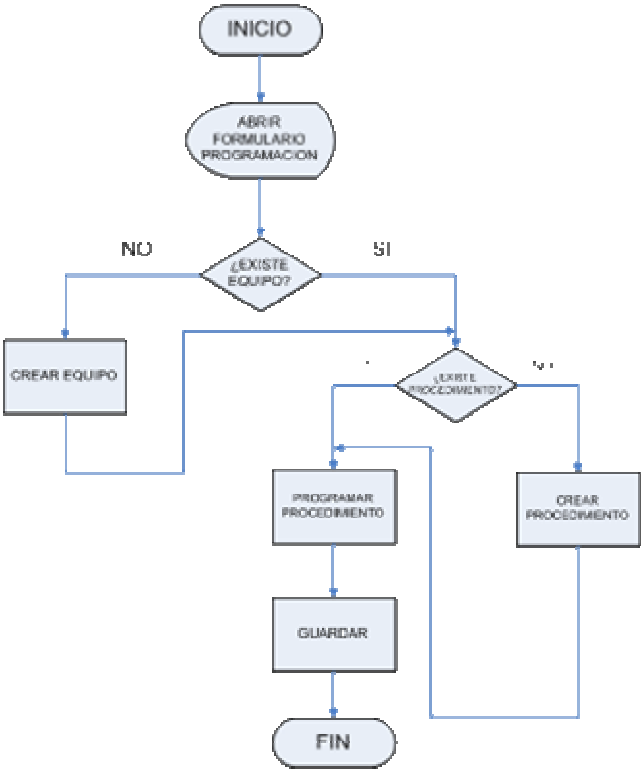
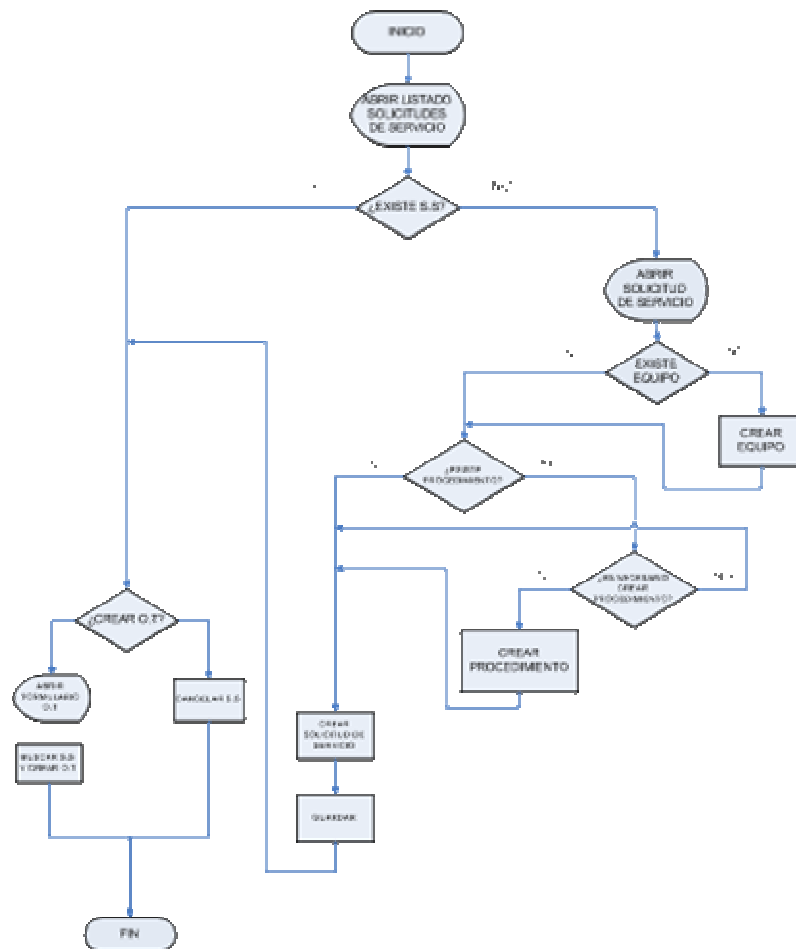


Figura 53. Formulario Solicitud de servicio

Figura 54. Flujo de información para la Solicitud de Servicios



✓ Orden de trabajo

La orden de trabajo es uno de los documentos más importantes en cualquier sistema de gestión de mantenimiento, se generan básicamente de dos maneras:

- Por una solicitud de servicios.
- Por la emisión, según un programa de mantenimiento.

La orden de trabajo contiene la información que especifica el tipo de actividad que se llevará a cabo, describe el procedimiento, su prioridad y almacena las fechas relacionadas con la solicitud, el requerimiento, el inicio y terminación del trabajo. Además permite estimar y consignar los tiempos de ejecución de las labores, los costos y los recursos empleados en el mantenimiento. Al dar cumplimiento a las órdenes de trabajo, se alimentará automáticamente la hoja de vida, la tarjeta de costos, el inventario de recursos y algunos reportes que se mencionarán posteriormente. Este documento es base para el funcionamiento de varias de las secciones, formularios y aplicaciones del sistema de la información, lo que se verá a medida que se explique la estructura del mismo, es por esto que la O.T se presenta como uno de los componentes mas valiosos del programa.

El formulario de Orden de Trabajo y el flujo de información del mismo se pueden observar en las figuras 55 y 56.

Figura 55. Formulario Orden de Trabajo

Orden de Trabajo

Datos Generales | Descripción de la actividad | Recursos estimados | Recursos empleados

Número: 0006 Aprobada por: VIVAN LOPEZ Responsable: ORLANDO GALVIS

Equipo:
Código: EX-01-05 Nombre: EXTRUSORA Sección: EXTRUSION

Estado de la orden:
☒ Pendiente ☐ Activa ☐ Realizada ☐ Cancelada

Prioridad:
☐ Baja ☒ Normal ☐ Urgente ☐ Inmediata

Procedencia:
☐ Mantenimiento programado.
☒ Solicitud de servicio.

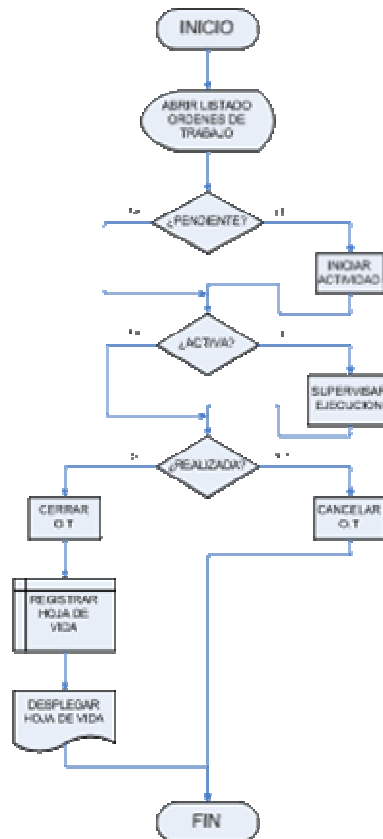
Solicitud de servicio:
 Número S.S.: 0004 Solicitante:
 Motivo:

Fechas:

Solicitud:	2005/11/11	09:57:23 p.m.
Requerida:	2005/11/14	08:13 a.m.
Iniciación de trabajo:	2005/11/12	05:13 p.m.
Finalización de trabajo:	2005/08/14	05:13 p.m.
Cancelación de O.T.:		05:13 p.m.
Tiempo estimado de ejecución (horas):	4	
Tiempo real de ejecución (horas):	5	

Aceptar Cancelar

Figura 56. Flujo de información para la Orden de Trabajo



✓ Tarjeta de costos

Se utiliza para llevar los costos de mantenimiento por equipos. Es un formulario solo de visualización, que se alimenta de las O.T realizadas, especificando para ello, el equipo asociado y el periodo de tiempo para el cual se quieren conocer los costos. Se pueden observar detalles sobre los costos de mano de obra interna y contratada, repuestos materiales y otros ítems que se requieran para llevar a acabo las labores de mantenimiento. Además ofrece un cálculo del costo promedio por intervención, de acuerdo al número de O.T realizadas en el periodo de tiempo especificado. El formulario de Tarjeta de Costos se puede observar en la figura 57.

Figura 57. Formulario Tarjeta de Costos

	Costo detalle:	Costo promedio intervención:	Número de O.T.:
Mano de obra interna:	0	0	0
Mano de obra contratada:	0	0	
Total de mano de obra:	0	0	
Repuestos:	0	0	
Materiales:	0	0	
Otros trabajos:	0	0	
Total de costos:	0	0	

5.3.3 Modulo Gestión De Recursos. Este modulo fue diseñado con el fin de disponer fácilmente de la información referente a los diferentes recursos necesarios para llevar a cabo un eficiente cumplimiento de la función mantenimiento en la empresa, para ello se dispuso de tres formularios para la recopilación de la información sobre los diferentes repuestos, materiales, insumos y herramientas utilizadas en las actividades de mantenimiento.

Además se incluyó un formulario que permite crear registros sobre cada uno de los proveedores y/o contratistas de los recursos antes mencionados, con el fin de disponer fácilmente de la información necesaria para su ubicación y selección. Por último se encuentra el inventario de recursos, en el cual se podrán registrar todas aquellas entradas y salidas de los mismos, para tener así un pleno control de las existencias y los costos de los recursos existentes para el mantenimiento.

✓ **Repuestos**

Este formulario incluye información detallada sobre cada uno de los repuestos existentes en el almacén de repuestos, los instalados en los equipos y los pendientes por adquirir. Además de tener información sobre el nombre, código, tipo de repuesto, ubicación, fabricante, fecha de compra, instalación y cambio, vida útil estimada, características de uso y aplicación y precio unitario de compra. Posee unos campos para estimar el stock mínimo y máximo que debe existir del repuesto, con el fin de generar a partir de estos datos alarmas que indiquen el exceso o defecto del mismo. Ver formulario figura 58.

✓ **Materiales e Insumos**

Este formulario incluye información detallada sobre cada uno de los materiales e insumos requeridos para llevar a cabo las labores de mantenimiento. Además de tener información sobre el nombre, código, tipo de material e insumo, ubicación, fabricante, fecha de compra, costo por unidad, referencia, presentación, características de uso y aplicación. Posee unos campos para estimar el stock mínimo y máximo que debe existir del material o insumo, con el fin de generar a partir de estos datos alarmas que indiquen el exceso o defecto del mismo. Ver formulario figura 59.

Figura 58. Formulario Repuestos

Repuestos

Repuestos

Código: RO-01-01-23

Tipo: Mecánico

Proveedor: CADENAS Y BANDAS LTDA

Referencia industrial: 6006

Fecha de compra: 05/10/2005

Fecha de instalación:

Fecha de cambio:

Nombre: RODAMIENTO AXIAL DE BOLAS

Ubicación: TALLER DE MANTENIMIENTO

Fabricante: OKS

Vida útil estimada:

Costo por unidad: 10.000,00

Stock mínimo: 4

Stock máximo: 8

Características de uso, aplicaciones, recomendaciones y otros:

Observaciones:

Figura 59. Formulario Materiales e Insumos

Materiales y Suministros

Materiales y suministros

Código: AL-02-01-01

Tipo: Mecánico

Proveedor: CADENAS Y BANDAS LTDA

Fecha de compra: 10/11/2005

Referencia industrial: OKS 451

Stock mínimo: 2

Nombre: ceite Lubricante para cadenas OKS 451

Ubicación: ALMACEN

Fabricante: OKS

Costo por unidad: 0,00

Presentación: SPRAY 100 ml

Stock máximo: 6

Características de uso, aplicaciones, recomendaciones y otros:

ACEITE PARA CADENAS

Observaciones:

RECOMENDADO PARA AMBIENTES A ALTAS TEMPERATURAS

✓ Herramientas

Este formulario fue diseñado con el fin de registrar cada una de las herramientas existentes en el taller de mantenimiento, especificando código, nombre, tipo, ubicación, fecha de compra, costo por unidad, proveedor, fabricante, referencia, modelo, información sobre catálogos y características de uso y aplicación. Ver formulario figura 60.

Figura 60. Formulario Herramientas

Herramientas

Herramientas

Nuevo Guardar Cancelar Eliminar

Código: TA-03-02-18

Tipo: Mecánico

Fecha de compra: 2005/06/06

Proveedor: CADENAS Y BANDAS LTDA

Modelo: 3/4 "

Número de serie: 23239389

Características de uso, aplicaciones, recomendaciones y otros:

Nombre: TALADRO PERCUTOR

Ubicación: TALLER DE MANTENIMIENTO

Costo por unidad: 120000

Fabricante: OKS

Catálogos: ☐

Ubicación del catálogo:

Observaciones:

✓ **Recurso Humano**

En esta sección se almacena la información correspondiente al personal del área de mantenimiento, o personal que pueda servir de soporte a la misma. El formulario esta conformado así (Ver formulario figura 61):

- **Datos básicos:** este formulario agrupa la información correspondiente a la información básica del empleado como: nombre completo, documento de identidad, fecha de nacimiento, edad, cargo, estado civil, ciudad, teléfono y dirección de residencia, una referencia de tipo personal o laboral, y adicionalmente es posible cargar una foto para la identificación de la persona.
- **Datos generales:** contiene datos correspondientes a la seguridad social y la escolaridad, capacitación, habilidades y experiencia del empleado.

El flujo de información de los formularios de repuesto, materiales y/o insumos, herramientas y recurso humano, se puede observar en la figura 62.

Figura 61. Formulario recurso Humano

Recurso Humano

Recurso Humano

Nuevo Guardar Cancelar Eliminar

Datos básicos Datos generales

Nombres: Sergio Miguel

Apellidos: Cespedes Mancilla

Sexo: ☒ Masculino ☐ Femenino

Documento de identidad: 13.586.745

Fecha de nacimiento: 26/07/1981

Edad: 24

Cargo: AUXILIAR DE MANTENIMIENTO

Estado Civil: Casado

Ciudad: BUCARAMANGA

Teléfono: 6347583

Dirección de residencia: Cl 23 # 19-54

E-mail: sergio_cespedes@hotmail.com

Fotografía:

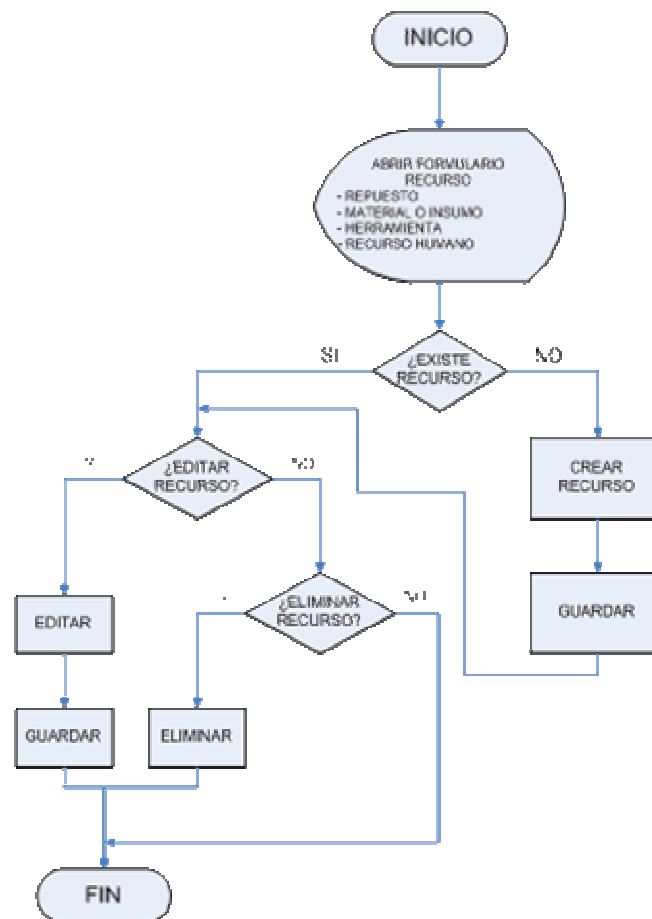
Referencia

Nombre: Pedro Ignacio Anaya

Teléfono: 6710083

Tipo de referencia: Laboral

Figura 62. Flujo de información para Recursos de Mantenimiento



✓ Proveedores y/o contratistas

Este formulario se diseñó, con el fin de disponer de la información sobre proveedores, distribuidores y contratista, de una manera ágil y sencilla. Posee un único formulario, en el cual se almacenan datos como son: Nombre del proveedor o contratista, tipo de servicio que presta, país y ciudad de origen, dirección, teléfono, fax, e-mail, NIT, productos y/o servicios prestados, persona de contacto en la empresa y observaciones generales. El formulario de Proveedores y/o Contratistas y el flujo de información del mismo se pueden observar en las figuras 63 y 64.

Figura 63. Formulario Proveedores y/o contratistas

✓ Inventarios

Para el manejo de los recursos antes mencionados, se diseñó el formulario inventarios, el cual permite realizar movimientos de repuestos, materiales, insumos o herramientas, ya sean entradas y/o salidas. Un formulario de visualización permite observar las existencias de los mismos y los costos totales y detallados del inventario. Para realizar los movimientos se

selecciona el recurso requerido previamente creado, y aparece entonces otro formulario para detallarlo, especificando el código y nombre del recurso, la cantidad, el costo unitario y si es una entrada o salida. El formulario de Inventarios y el flujo de información del mismo se pueden observar en las figuras 65, 66 y 67.

Figura 64. Flujo de información para Proveedores y/o Contratistas

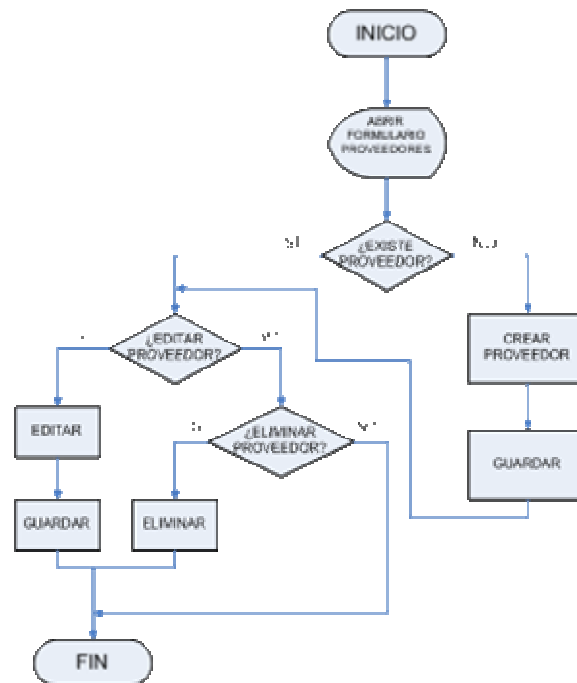


Figura 65. Formulario para el Movimiento de Inventario

Añadir al inventario

Herramientas

Tipo: Herramientas Code: TA-03-02-18 Name: TALADRO PERCUTOR

Cantidad: 0 Es compra ☐ 2005/11/13

Valor unitario: 0

Observaciones:

Aceptar Cancelar

Figura 66. Formulario Inventario

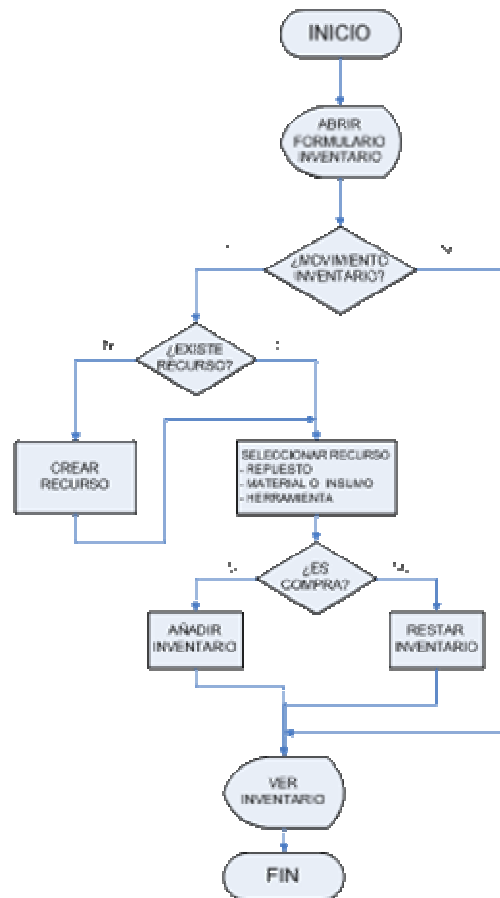
Inventario

Añadir: Herramientas Materiales Repuestos

Código	Nombre	Cantidad	Valor
AL-02-01-01	Aceite Lubricante para cadenas OKS ...	7	\$ 245.000,00
RO-01-01-23	RODAMIENTO AXIAL DE BOLAS	-1	(\$ 15.000,00)
TA-03-02-18	TALADRO PERCUTOR	1	\$ 120.000,00

Totales	Valor
Herramientas	\$ 120.000,00
Materiales y Suministros	\$ 245.000,00
Repuestos	(\$ 15.000,00)
Total	\$ 350.000,00

Figura 67. Flujo de información para Inventario



5.3.4 Modulo Alarmas. Este modulo se presenta como una de las utilidades mas versátiles del sistema de información, ya que es una herramienta para mantener un continuo control sobre el cumplimiento de las actividades de mantenimiento, el manejo de los recursos y en general la gestión del área de mantenimiento, al ofrecer mensajes que alertan sobre eventos importantes dentro del sistema de gestión, ver figura 68.

Figura 68. Visualización de Alarmas en la Página Principal



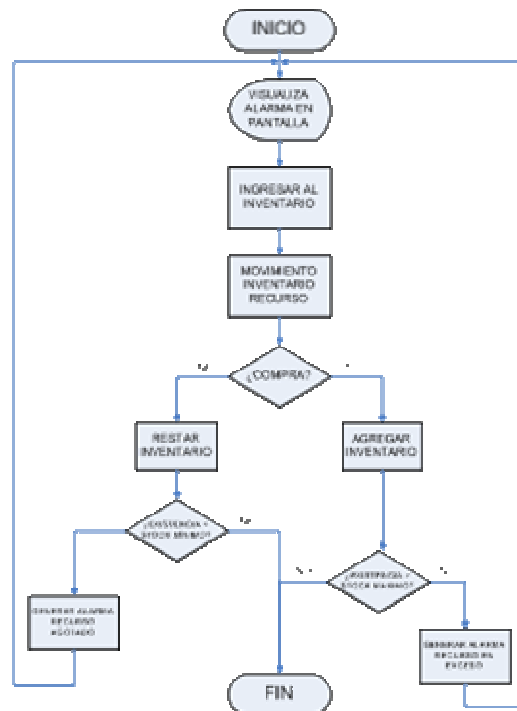
✓ Recurso Agotado

Esta alarma se genera cuando la existencia de un repuesto, material, insumo o herramienta, esta por debajo del stock mínimo establecido. Para generar la alarma, en el formulario de repuesto, material, insumo o herramienta de taller, se le debe asignar un valor al stock mínimo, y este valor será la referencia para que aparezca la alarma. Muestra el código y nombre del recurso, se accede desde la alarma al formulario de repuesto, material, insumo o herramienta de taller, para descárgala solo cuando la existencia del repuesto sea la correcta. Ver flujo de información figura 69.

✓ Recurso En Exceso

Esta alarma se genera cuando la existencia de un repuesto, material, insumo o herramienta, esta por encima del stock máximo establecido. Para generar la alarma, en el formulario de repuesto, material, insumo o herramienta de taller, se le asigna un valor al stock máximo, y este valor será la referencia para que aparezca la alarma. Muestra el código y nombre del recurso, y se accede desde la alarma al formulario de repuesto, material, insumo o herramienta de taller, para descargar la alarma solo cuando la existencia del repuesto sea la correcta. Ver flujo de información figura 69.

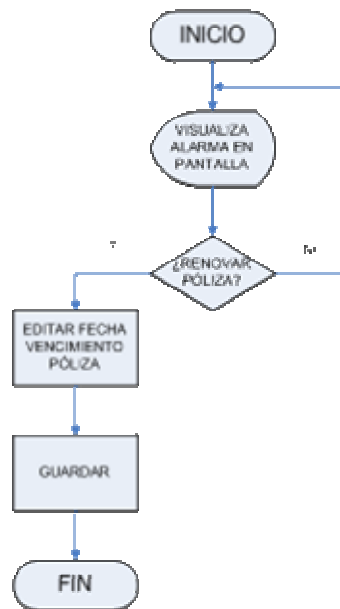
Figura 69. Flujo de información para las Alarmas de Recurso Agotado y Recurso en Exceso



✓ Vencimiento De Póliza

Esta alarma se genera cuando la fecha de vencimiento que aparece en el formulario de pólizas del la ficha técnica del equipo está próxima a vencerse, aparece la alarma a partir de 30 días antes del vencimiento de las mismas. La alarma muestra la fecha de vencimiento de la póliza, el equipo o instalación a la que pertenece, y desde ella se puede acceder al formulario de pólizas y seguros en la ficha técnica, para descargar la alarma cuando se le asigne una nueva fecha de vencimiento. Ver flujo de información figura 70.

Figura 70. Flujo de información para Alarma de Vencimiento de póliza



✓ Ordenes De Trabajo Pendientes

Esta alarma se activa diariamente mostrando el listado de las órdenes de trabajo que se encuentren activas o pendientes. Estas O.T se obtienen del listado de órdenes de trabajo, tomando solo las que esten pendientes y activas. Se debe poder inmediatamente descargar la OT que este pendiente de cerrar, completando datos para que se consignent en la hoja de vida. Solo se descarga la alarma cuando se cierre la O.T. Ver flujo de información figura 71.

✓ Solicitudes De Servicio Pendientes

Esta alarma se activa diariamente mostrando el listado de las solicitudes de servicio que se encuentren sin O.T. Estas S.S, se obtienen del listado de solicitudes de servicio, para descargar la alarma, se muestra un listado que permite inmediatamente acceder al formulario de O.T y crearla. Solo se descarga la alarma cuando se asigne una O.T a la S.S. Ver flujo de información figura 72.

Figura 71. Flujo de información para Alarma de Ordenes de Trabajo Pendientes

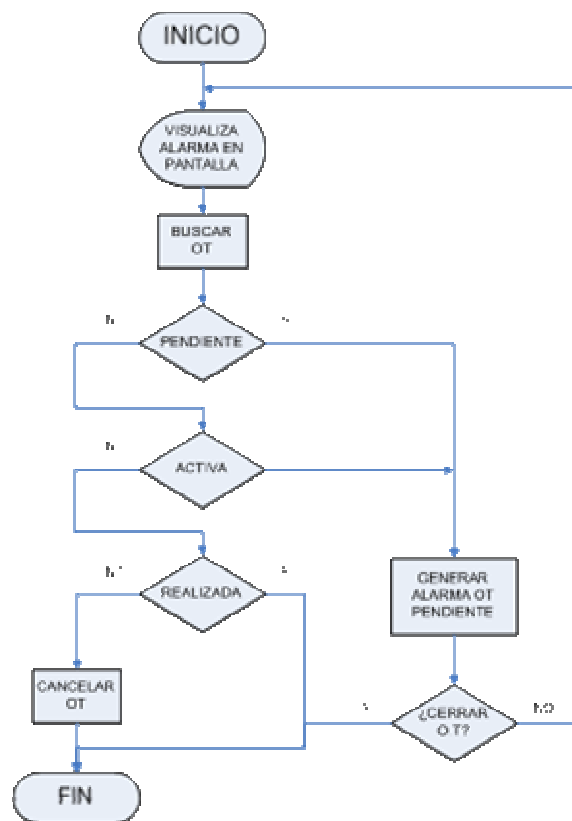
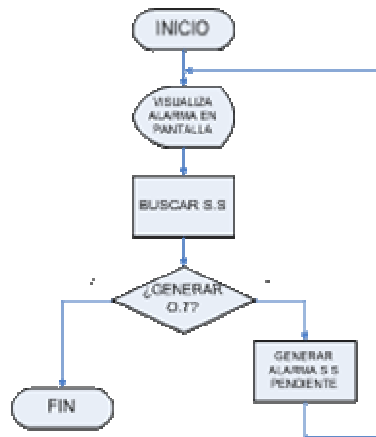


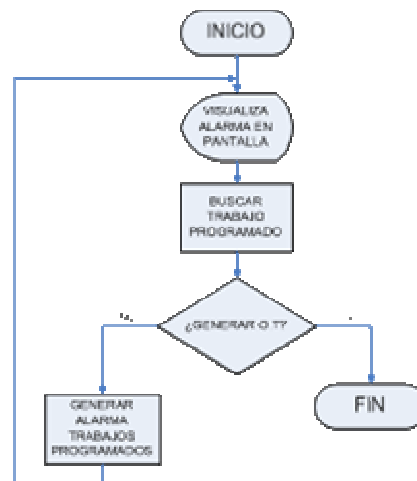
Figura 72. Flujo de información para alarma de Solicitudes de Servicio Pendientes



✓ Trabajos Programados

Esta alarma se genera cuando un trabajo programado esta próximo a ejecutarse, teniendo en cuenta la tolerancia asignada en el formulario de programación de mantenimiento. La Tolerancia indicara en que momento debe aparecer la alarma mostrando el código, nombre y descripción del trabajo programado. La alarma se descargara cuando se genere la O.T correspondiente. Ver flujo de información figura 73.

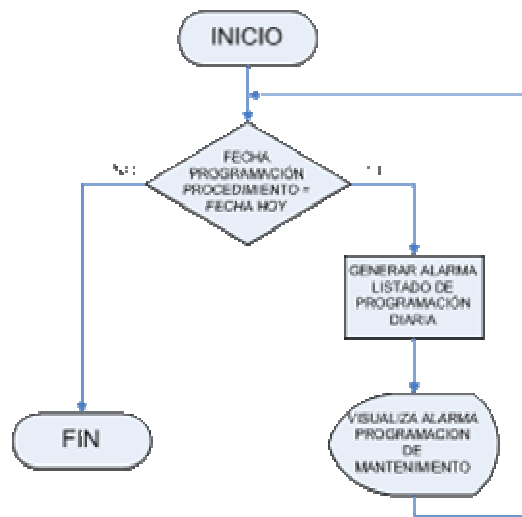
Figura 73. Flujo de información para la Alarma de Trabajos Programados



✓ Programación De Mantenimiento

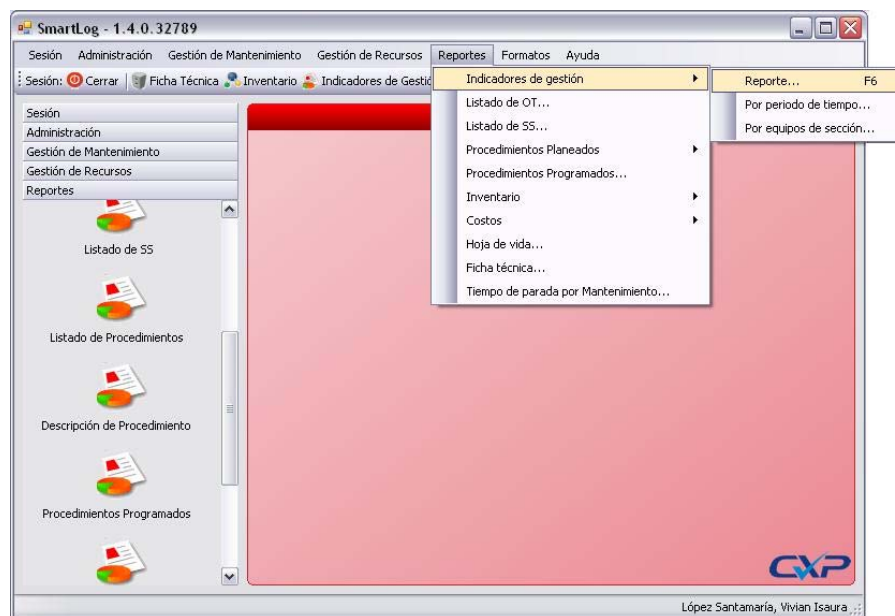
Esta alarma se genera diariamente, mostrando los trabajos programados para el día. En el formulario de programación de mantenimiento, se encuentran los trabajos programados con la fecha en que se deben realizar, diariamente se mostraran los programados para ese día y el listado se actualizará constantemente.

Figura 74. Flujo de información para Alarma de Programación de mantenimiento



5.3.5 Modulo Reportes. Uno de los aspectos mas importantes respecto al manejo del sistema de información, son los reportes que de él se puedan obtener, ya que son ellos las herramientas que permitirán evaluar el desempeño del Modelo de Gestión de Mantenimiento de la empresa y además serán una fuente de información útil en la toma de decisiones, para la definición de políticas de mantenimiento y la inversión de recursos. A continuación se mencionarán los principales reportes que se podrán obtener del sistema de información.

Figura 75. Visualización de Modulo Reportes



✓ Indicadores de gestión

Este reporte muestra a través de cálculos estadísticos la eficiencia lograda por los equipos en el proceso de producción; los indicadores más adecuados que se escogieron para ser incluidos en este análisis se presentan en la tabla 34. Para el cálculo es necesario alimentar los datos en el formulario de registro de tiempos mostrado anteriormente, posteriormente a través del formulario Indicadores de Gestión, ver figura 76, es posible seleccionar de cual sección de la planta o equipos se quiere conocer los indicadores y el periodo de tiempo para el cual se desea calcular. Adicionalmente es posible obtener dos reportes gráficos, con el fin de apreciar el comportamiento comparativo de los indicadores en el tiempo para un solo equipo por medio de un grafico de barras y el comportamiento comparativo de los indicadores de gestión para los equipos de una misma sección, también por medio de un gráfico de barras. Ver formularios figuras 76, 77 y 78.

Tabla 34. Indicadores de Gestión del Sistema de Información para Mantenimiento

INDICADOR	FUNCIÓN	FORMULA
DISPONIBILIDAD	Tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un periodo.	$ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$
MANTENIBILIDAD	Indica el tiempo promedio para reparar un equipo	$TPPR = \frac{\sum_{1}^{NO} TFS}{NP}$
CONFIABILIDAD	Presenta estadísticamente el tiempo promedio entre fallas de un equipo.	$TPEF = \frac{\sum_{1}^{NO} TEO}{NO}$

Las variables diferentes variables que presentan los cálculos, se muestran en la tabla representan:

- ID: Índice de Disponibilidad
- TPEF: Tiempo promedio entre fallas.
- TPPR: Tiempo promedio para reparar
- TEO: Tiempo del equipo en operación
- NO: Número de operaciones
- NP: Número de paradas no programadas

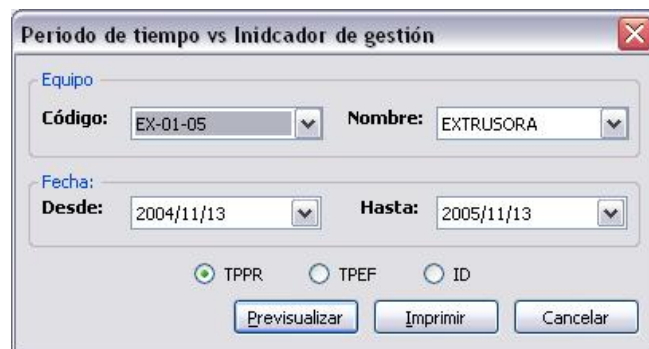
Figura 76. Formulario para el Reporte Indicadores de Gestión



Indicadores de gestión

☐ Planta
☐ Sección:
 Código: 01 Nombre: EXTRUSION
☒ Equipo:
 Código: EX-01-05 Nombre: EXTRUSORA
 Fecha:
 Desde: 2005/11/13 Hasta: 2005/11/15
 Previsualizar Imprimir Cancelar

Figura 77. Formulario para Reporte Gráfico Indicadores de Gestión vs Tiempo de un equipo



Periodo de tiempo vs Indicador de gestión

Equipo
 Código: EX-01-05 Nombre: EXTRUSORA
 Fecha:
 Desde: 2004/11/13 Hasta: 2005/11/13
☒ TPPR ☐ TPEF ☐ ID
 Previsualizar Imprimir Cancelar

Figura 78. Formulario para Reporte Gráfico de Comparación de Indicadores de Gestión para equipos de una sección



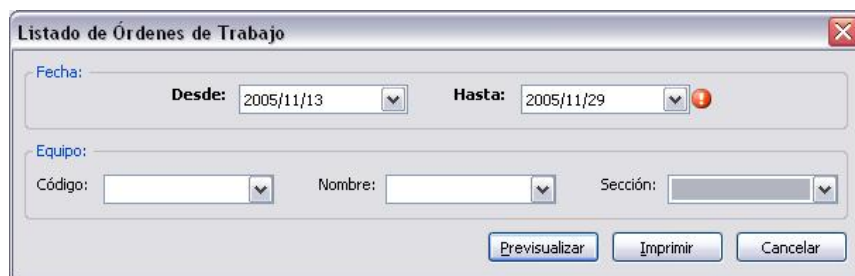
Equipos de sección vs indicador de gestión

Sección
 Código: 01 Nombre: EXTRUSION
 Fecha:
 Desde: 2004/11/13 Hasta: 2005/11/13
☒ TPPR ☐ TPEF ☐ ID
 Previsualizar Imprimir Cancelar

✓ Listado de O.T

Este reporte muestra un listado de las órdenes de trabajo existentes, permitiendo hacer un filtro según el estado de la O.T, el equipo asociado y el periodo de tiempo en el cual se desee observar el flujo de O.T's. Ver formulario figura 79.

Figura 79. Formulario Reporte Listado de Ordenes de trabajo



The screenshot shows a software window titled "Listado de Órdenes de Trabajo". It contains two main sections. The first section, labeled "Fecha:", includes "Desde:" and "Hasta:" date pickers. The "Desde:" date is set to "2005/11/13" and the "Hasta:" date is set to "2005/11/29". There is a red warning icon next to the "Hasta:" date. The second section, labeled "Equipo:", includes three dropdown menus: "Código:", "Nombre:", and "Sección:". The "Código:" and "Nombre:" dropdowns are currently empty, while the "Sección:" dropdown is set to "EXTRUSION". At the bottom of the form are three buttons: "Previsualizar", "Imprimir", and "Cancelar".

✓ Listado de S.S

Este reporte muestra un listado de las solicitudes de servicio existentes, permitiendo hacer un filtro según el estado de la S.S, el equipo asociado y el periodo de tiempo en el cual se desee observar el flujo de S.S's. Ver formulario figura 80.

Figura 80. Formulario Reporte Listado de Solicitudes de Servicio



The screenshot shows a software window titled "Listado de solicitudes de servicio". It contains two main sections. The first section, labeled "Fecha:", includes "Desde:" and "Hasta:" date pickers. The "Desde:" date is set to "2005/11/13" and the "Hasta:" date is set to "2005/11/23". Below these is an "Estado:" section with two radio buttons: "Con O.T." (which is selected) and "Cancelada". The second section, labeled "Equipo:", includes three dropdown menus: "Código:", "Nombre:", and "Sección:". The "Código:" and "Nombre:" dropdowns are both set to "EX-01-05", and the "Sección:" dropdown is set to "EXTRUSION". At the bottom of the form are three buttons: "Previsualizar", "Imprimir", and "Cancelar".

✓ Inventario de recursos

Este reporte permite observar el inventario de los recursos de mantenimiento, con los costos y existencias de los mismos, con la opción de seleccionar un solo recurso o todos a la vez, y el periodo para el cual se quiere conocer la información. Ver formularios figura 81 y 82.

Figura 81. Formulario para Reporte Inventario



Figura 82. Formulario para reporte Costos de inventario



✓ Costos

Dentro del grupo de reportes, se diseñaron aquellos que indiquen el comportamiento de los costos de mantenimiento desde diferentes puntos de vista. En el primero es posible observar los costos detallados de mantenimiento, para la planta, una sección o un equipo específico y para un periodo de tiempo dado, ver figura 83.

Figura 83. Formulario para Reporte de Costos de mantenimiento de Equipos



Costos de mantenimiento de equipos

☐ Planta

☐ Sección:

Código: 01 Nombre: EXTRUSION

☒ Equipo:

Código: EX-01-05 Nombre: EXTRUSORA

Fecha:

Desde: 2005/11/13 Hasta: 2005/11/13

Previsualizar Imprimir Cancelar

El segundo reporte permite por medio de un gráfico tipo torta hacer una comparación porcentual de los costos de mano de obra interna y contratada, repuestos, materiales y otros trabajos. Seleccionando para ello la planta completa, una sección o equipo específico y estableciendo un periodo de tiempo para el que se quiera conocer la información, ver figura 84.

El tercer reporte de costos, muestra un gráfico de barras, comparando los costos totales de mantenimiento para la planta, una sección o un equipo específico, contra el tiempo en meses, para periodos de tiempo definidos previamente, ver figura 85.

Figura 84. Formulario para Reporte Comparación Costos Detalle



Comparación de Costos Detalle

☐ Planta

☐ Sección:

Código: 01 Nombre: EXTRUSION

☒ Equipo:

Código: EX-01-05 Nombre: EXTRUSORA

Fecha:

Desde: 2004/11/13 Hasta: 2005/11/13

Previsualizar Imprimir Cancelar

Figura 85. Formulario para Reporte Comparación Costos Totales vs Tiempo



Comparación Costos Totales por Tiempo

☐ Planta

☐ Sección:

Código: 01 Nombre: EXTRUSION

☒ Equipo:

Código: EX-01-05 Nombre: EXTRUSORA

Fecha:

Desde: 2004/11 Hasta: 2005/11

Previsualizar Imprimir Cancelar

El cuarto reporte del grupo de costos, es un gráfico de barras, para comparar los costos totales de mantenimiento por equipo, para toda la planta o para una sección específica, y un periodo de tiempo previamente definido, ver figura 86.

Figura 86. Formulario para Reporte Comparación Costos por Equipo



Comparación de costos por equipo

☒ Planta

☐ Sección:

Código: Nombre:

Fecha:

Desde: 2004/11/13 Hasta: 2005/11/13

Previsualizar Imprimir Cancelar

El quinto y último reporte de costos, es un gráfico de barras que compara los costos totales de mantenimiento para cada una de las secciones de la planta, para un periodo de tiempo previamente definido, ver figura 87.

Figura 87. Formulario para Reporte Comparación Costos por Sección



Comparativa de costos por sección

Fecha:

Desde: 2004/11/13 Hasta: 2005/11/13

Previsualizar Imprimir Cancelar

✓ Procedimientos Planeados

Este reporte muestra el listado de procedimientos planeados para un equipo especificado previamente, ver figura 88. Adicionalmente se diseñó otro reporte con el fin de poder obtener la descripción de los procedimientos de mantenimiento establecidos, para un equipo en específico, ver figura 89.

Figura 88. Formulario para Reporte Listado de Procedimientos Planeados



The screenshot shows a software window titled "Listado de procedimientos planeados". It contains three dropdown menus under the "Equipo:" label: "Código:" (empty), "Nombre:" (empty), and "Sección:" (empty). There is a red error icon between the "Código:" and "Nombre:" dropdowns. At the bottom right, there are three buttons: "Previsualizar", "Imprimir", and "Cancelar".

Figura 89. Formulario para Reporte Descripción de Procedimientos



The screenshot shows a software window titled "Descripción del procedimiento". It contains two sections. The first section, labeled "Equipo:", has three dropdown menus: "Código:" (selected "EX-01-05"), "Nombre:" (selected "EXTRUSORA"), and "Sección:" (selected "EXTRUSION"). The second section, labeled "Procedimiento:", has two dropdown menus: "Código:" (selected "EX-CS-01-01") and "Nombre:" (selected "MANTENIMIENTO CA"). At the bottom right, there are three buttons: "Previsualizar", "Imprimir", and "Cancelar".

✓ Procedimientos programados

Este reporte muestra el listado de los procedimientos programados para la planta, una sección o un equipo específico. En este caso es posible definir si el listado es de los procedimientos programados diariamente, semanalmente, mensualmente u otro periodo de tiempo definido previamente, ver figura 90.

Figura 90. Formulario para Reporte Listado de Procedimientos Programados

The screenshot shows a software window titled "Listado de procedimientos programados". It contains several input fields and radio buttons. At the top, there are two radio buttons: "Planta" (unselected) and "Sección:" (selected). Below "Sección:" are two dropdown menus: "Código:" with the value "01" and "Nombre:" with the value "EXTRUSION". Below these is another section with a radio button "Equipo:" (selected). Under "Equipo:" are two dropdown menus: "Código:" with the value "EX-01-05" and "Nombre:" with the value "EXTRUSORA". Below this is a "Fecha:" section with four radio buttons: "Diario" (selected), "Semanal", "Mensual", and "Otro". At the bottom of the "Fecha:" section are two date dropdown menus: "Desde:" with the value "2005/11/13" and "Hasta:" with the value "2005/11/13". At the very bottom of the window are three buttons: "Previsualizar", "Imprimir", and "Cancelar".

✓ **Hoja de vida**

Este reporte contiene la información relativa a las novedades presentadas en las actividades de mantenimiento de los equipos, destacándose datos como el # de la O.T asociada al procedimiento, la descripción del procedimiento, el responsable, la fecha de realización de la labor y la información relativa a los repuestos que se cambien, con su código, nombre, cantidad y precio, en el formulario selecciona el equipos y se establece el periodo de tiempo para el cual se quiere generar la hoja de vida, ver figura 91.

Figura 91. Formulario para Reporte Hoja de Vida Equipos

The screenshot shows a software window titled "Hoja de vida de equipo". It contains two main sections. The first section is labeled "Equipo:" and contains two dropdown menus: "Código:" with the value "EXTRUSORA" and "Nombre:" with the value "EXTRUSORA". The second section is labeled "Fecha:" and contains two date dropdown menus: "Desde:" with the value "2005/11/13" and "Hasta:" with the value "2005/11/13". At the bottom of the window are three buttons: "Previsualizar", "Imprimir", and "Cancelar".

✓ Ficha técnica

Este reporte tiene como objetivo, obtener un documento con los principales datos consignado en el formulario ficha técnica, y visualizarlo o imprimirlo según se requiera, ver figura 92.

Figura 92. Formulario para Reporte Ficha Técnica



The screenshot shows a window titled 'Ficha técnica' with a close button in the top right corner. Inside the window, there is a label 'Equipo:' followed by two dropdown menus. The first dropdown is labeled 'Código:' and has 'EXTRUSORA' selected. The second dropdown is labeled 'Nombre:' and also has 'EXTRUSORA' selected. Below these dropdowns are three buttons: 'Previsualizar', 'Imprimir', and 'Cancelar'.

✓ Tiempo de Parada de Equipo por Mantenimiento

Como un indicador de la eficiencia de la función mantenimiento de la empresa, se presenta este reporte, en el cual se pueden visualizar los tiempos empleados en mantenimiento de tipo correctivo o programado, según sea el caso, con la opción de seleccionar el periodo de tiempo y el equipo para los cuales se quieren conocer estos tiempos, ver figura 93.

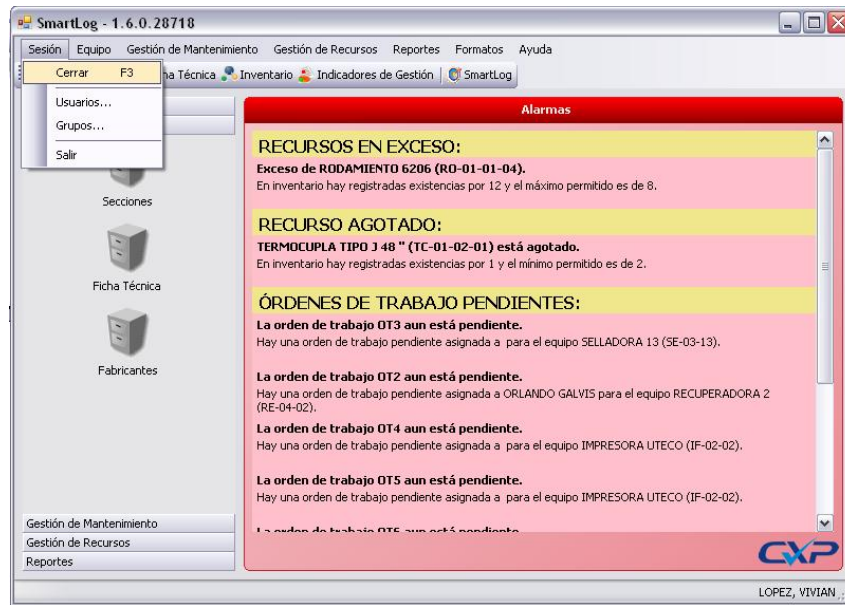
Figura 93. Formulario para Reporte Tiempo de Parada de Equipo Por Mantenimiento



The screenshot shows a window titled 'Tiempo de parada de Equipo por Mantenimiento.' with a close button in the top right corner. Inside the window, there is a 'Fecha:' section with 'Desde:' and 'Hasta:' date pickers. 'Desde:' is set to '2004/11/13' and 'Hasta:' is set to '2005/11/13'. Below this, there are two list boxes: 'Equipos disponibles:' on the left and 'Equipos seleccionados:' on the right. The 'Equipos seleccionados:' list box contains the entry 'EX-01-05'. Between the two list boxes are four buttons: '>>', '>', '<', and '<<'. At the bottom of the window are three buttons: 'Previsualizar', 'Imprimir', and 'Cancelar'.

5.3.6 Menú Sesión. Menú de inicio y entrada al sistema de información, en el se encuentran los formulario para creación de usuarios y grupos nuevos, ver figura 94.

Figura 94.Menú Sesión



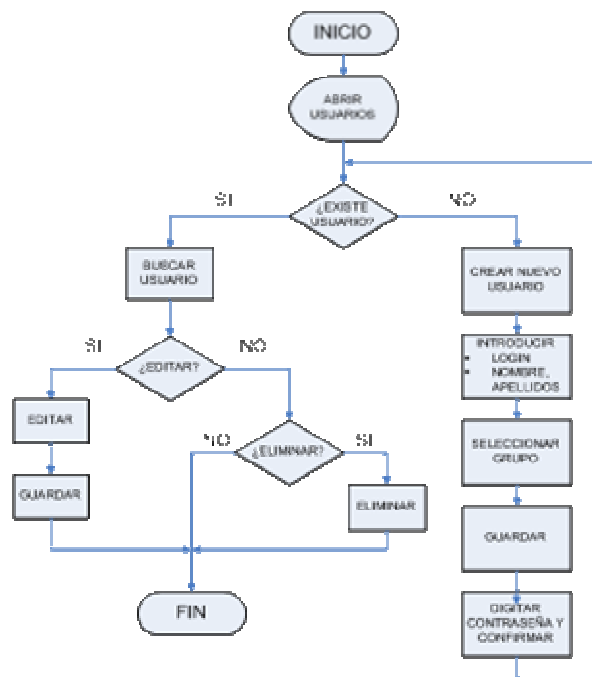
✓ Usuarios

Este formulario permite la creación, edición y eliminación de usuarios para el acceso al sistema de información. A cada uno de estos usuarios se les asigna un login, una contraseña, y se les ubica dentro de un grupo con ciertos permisos de acceso disponibles. El flujo de la información para el formulario de usuarios es mostrado en la figura 96.

Figura 95. Usuarios

The screenshot shows a window titled "UserAdminForm" with a tab labeled "Usuarios". At the top, there are buttons: "Nuevo", "Guardar", "Cancelar", and "Eliminar". Below these are input fields for "Login:" (with a dropdown menu showing "user"), "Nombres:" (containing "Vivian Isaura"), and "Apellidos:" (containing "López Santamaria"). At the bottom, there are two list boxes: "Grupos disponibles:" containing "Administradores" and "Invitados", and "Grupos seleccionados:" containing "Usuarios". Between these list boxes are four arrow buttons: ">", ">>", "<<", and "<".

Figura 96. Flujo de Información para Usuarios



✓ Grupos

Este formulario permite la creación, edición y eliminación de grupos de usuarios para el acceso al sistema de información. A cada uno de estos grupos se les asigna un código de identificación, un nombre, y se seleccionan dentro

de los permisos disponibles todas las funciones que por definición posea este usuario. Mas adelante veremos en detalle las funciones de cada uno de los usuarios establecidos dentro del sistema de información.

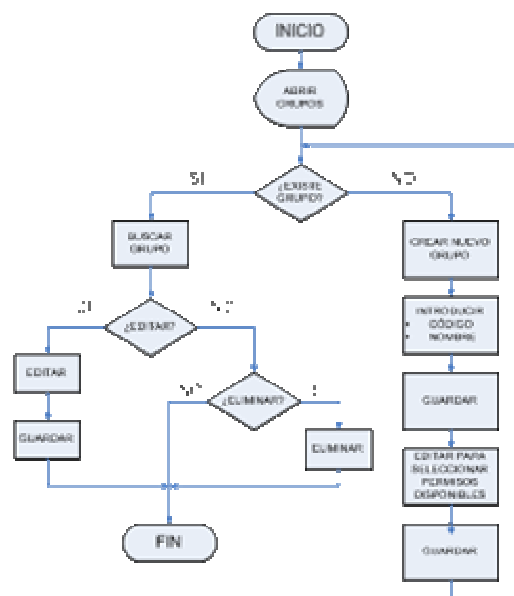
Figura 97. Grupos

The screenshot shows a window titled "GroupAdminForm" with a tab labeled "Grupos". The window contains the following elements:

- Buttons:** "Nuevo", "Guardar", "Cancelar", and "Eliminar".
- Form Fields:**
 - Código:** A text box containing "USUARIO 1".
 - Nombre:** A text box containing "ADMINISTRADOR".
- Permissions Section:**
 - Permisos disponibles:** A list box containing various system functions such as "Indicadores de gestión", "Isuarios", "Planeación", "Programación", "Solicitud de servicio", "Orden de trabajo", "Reporte de Costos", "Gráfico Detalle de Costos", "Gráfico Total de Costos por Mes", "Gráfico Total de Costos por Equip", "Gráfico Total de Costos por Sección", "Reporte de indicadores de gestión", "Gráfico periodo de tiempo vs indic", "Gráfico equipos de sección de tien", "Reporte costos de inventario", and "Gráfico costos de inventario".
 - Permisos seleccionados:** A list box containing "Grupos", "Recursos humanos", "Fabricantes", "Proveedores", "Secciones", and "Ficha técnica".
 - Navigation Buttons:** Between the two lists are buttons for adding (>), removing (<), and toggling (>>, <<) permissions.

El flujo de la información para el formulario de grupos es mostrado en la figura 98.

Figura 98. Flujo de Información para Grupos

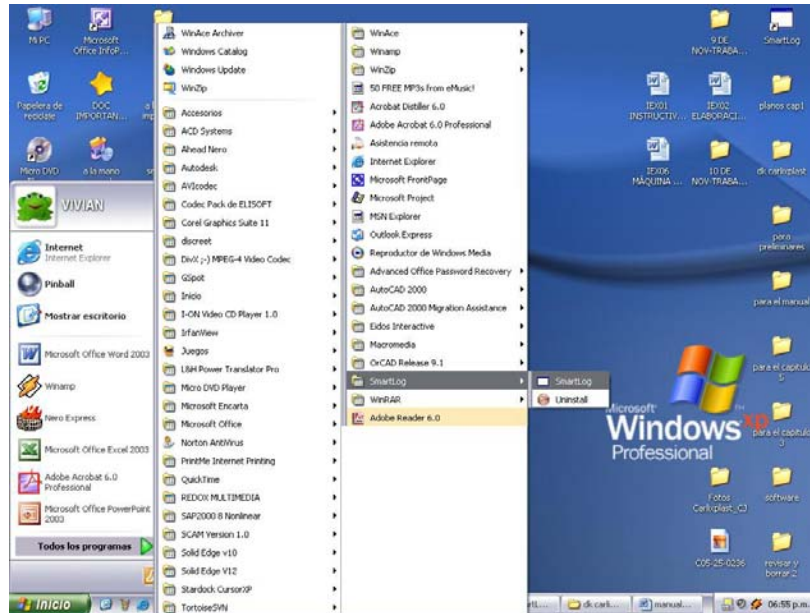


5.4 INGRESO AL SISTEMA

Para el Ingreso al Software, tenemos las siguientes opciones:

- ✓ Ir al menú de inicio e ingresar al programa SMARTLOG, ver figura 99.

Figura 99. Ingreso al Sistema de Información



- ✓ Entrar por el acceso directo ubicado en el escritorio, ver figura 100.

Figura 100. Acceso directo al sistema de Información



Luego de ingresar al programa, se observara la aparición de la pagina de inicio, ver figura 101, para ingresar al software haga doble click en el botón abrir, inmediatamente aparecerá la ventana de inicio de sesión, ver figura 102, en la cual se deberá ingresar el login o nombre del usuario y el password o contraseña respectiva, la configuración del usuario deberá crearse

previamente con la autorización del usuario de Nivel 1 o administrador del sistema. Luego de digitar los datos correspondientes al Login y Password, se pulsa el botón “Aceptar”, para ingresar o el botón “Cancelar”, para interrumpir el acceso al sistema.

Figura 101. Pagina de Inicio Sistema de Información

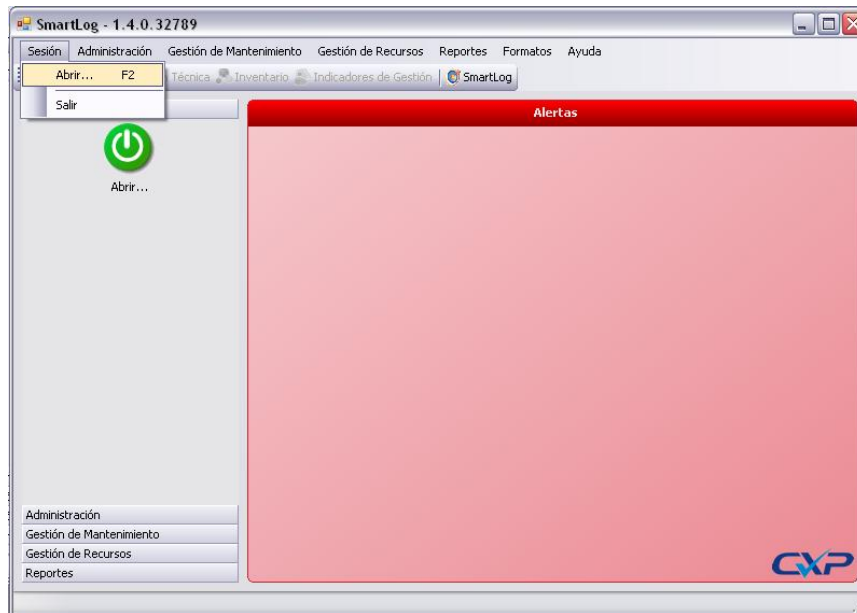


Figura 102. Ventana de Inicio de sesión



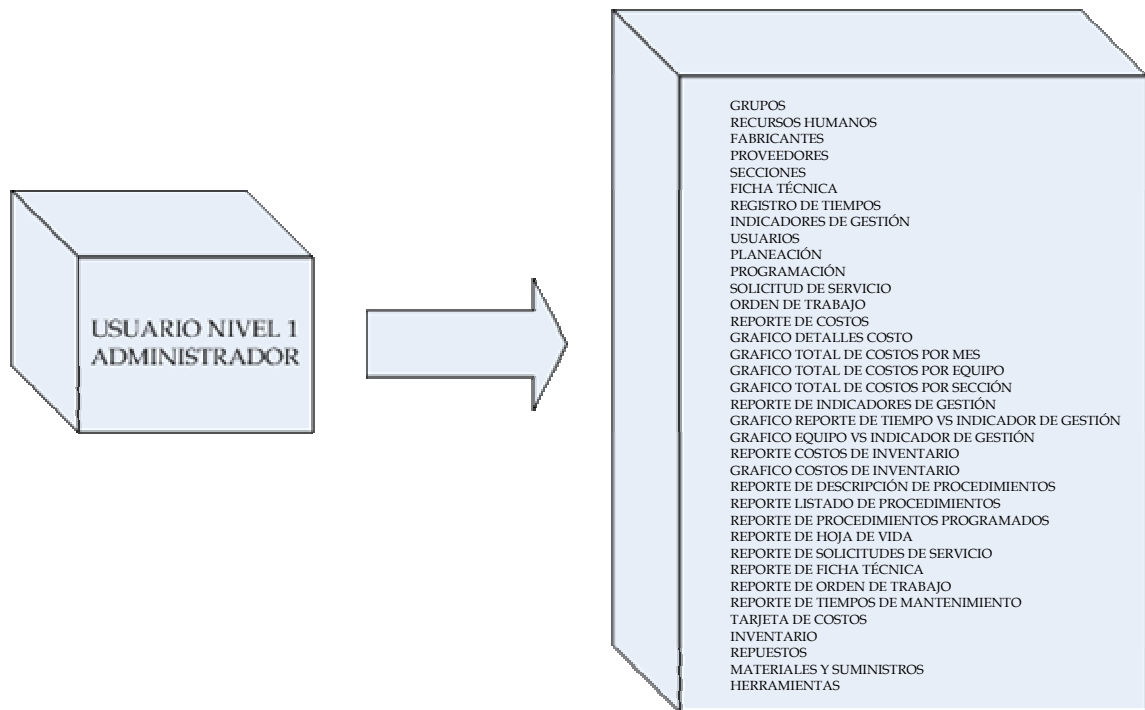
5.5 NIVELES DE USUARIO

Con el fin de conferir seguridad al manejo y manipulación del software, se establecieron tres niveles de usuario, con diferentes facultades para la administración de la información de mantenimiento. A continuación se describen las características de cada uno:

• USUARIO NIVEL 1: ADMINISTRADOR

Está autorizado para acceder a la totalidad de la información con el fin de crear, modificar o eliminar cualquier registró. Podrá ejecutar cualquier tipo de procedimiento que permita el software, además posee la capacidad para crear, modificar y eliminar, cualquier tipo de usuario, grupo y asignarles los permisos de acceso disponibles al sistema de información.

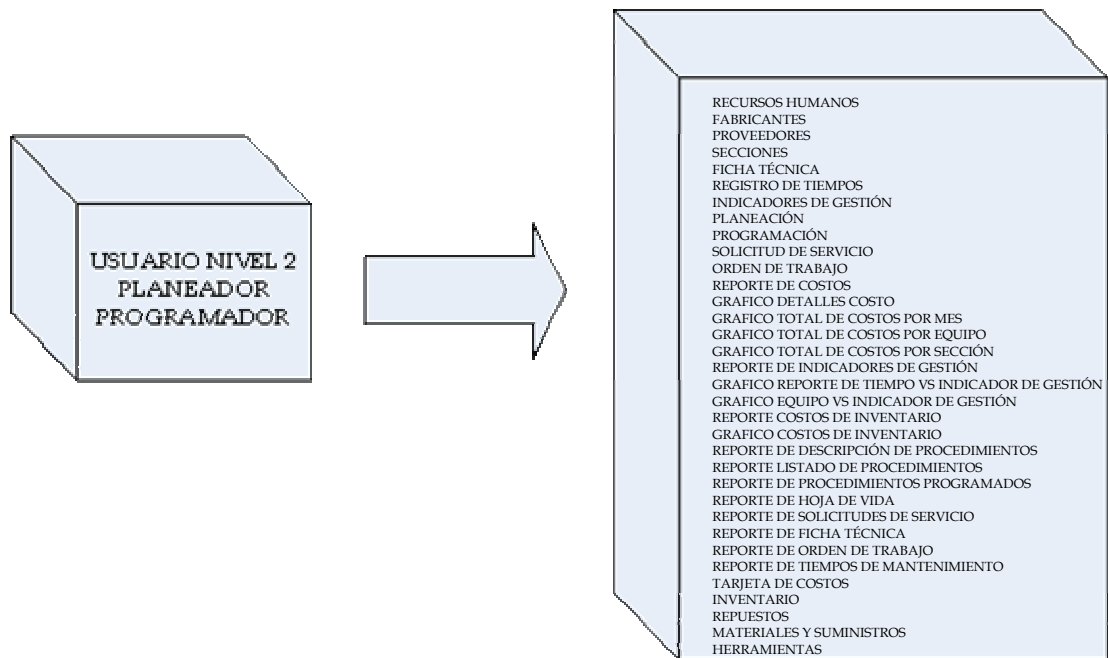
Figura 103. Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 1



- **USUARIO NIVEL 2: PLANEADOR-PROGRAMADOR**

Este usuario podrá acceder a todos los módulos del sistema de información, podrá consultar, crear, modificar, imprimir o eliminar cualquier tipo de información contenida en el sistema, además podrá ejecutar todos los procedimientos del modulo gestión de mantenimiento y del modulo gestión de recursos, con el fin de realizar la planeación y programación de las diferentes labores de mantenimiento.

Figura 104. Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 2



- **USUARIO NIVEL 3: DIGITADOR**

Este usuario esta autorizado para observar la información disponible en las ventanas de consulta, creación, modificación y eliminación de registros en el modulo administración y gestión de recursos, manejo del inventario, diligenciamiento de solicitudes de servicio y ordenes de trabajo, consulta e impresión de los reportes de la hoja de vida, listado solicitudes de servicio y

ordenes de trabajo pendientes, listado de trabajos programados y programación diaria.

• USUARIO NIVEL 4: CONSULTA

Este tipo de usuario podrá acceder a las ventanas de consulta de información, observar la información allí contenida, pero no podrá crear, modificar, imprimir o eliminar ningún tipo de información, ni ejecutar ningún procedimiento.

Figura 105. Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 3

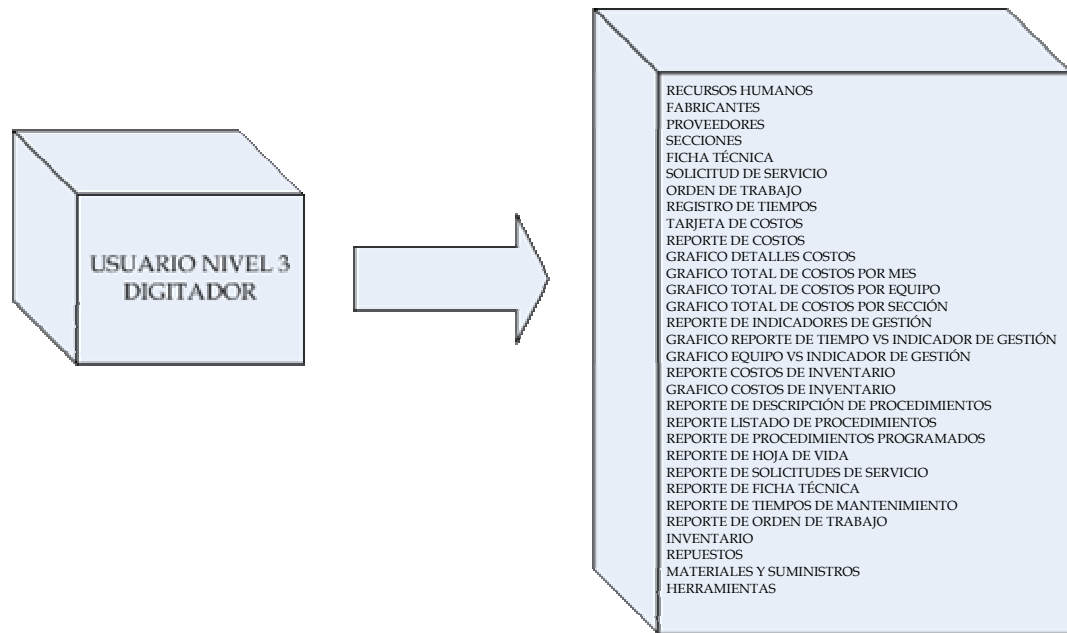
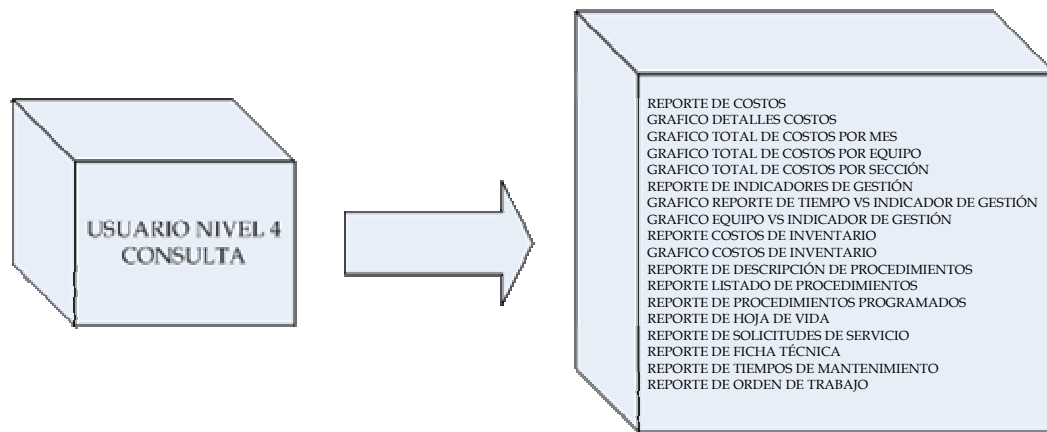


Figura 106. Permisos disponibles para el Usuario de Nivel 4



5.6 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

Para garantizar un desempeño eficiente del Sistema de Información para Mantenimiento SMARTLOG, se debe como cumplir con las siguientes especificaciones:

5.6.1 Requerimientos de Hardware

- * Procesador: Intel Pentium II 450 MHz o superior.
- * 128MB de memoria RAM o superior.
- * 12MB de espacio libre en disco duro (mas el espacio ocupado por la información que se ingrese a la base de datos).
- * Resolución de pantalla de 800 x 600 pixels o superior.
- * Unidad lectora de CD-ROM (para la instalación).
- * Monitor, Mouse y Teclado.

5.6.2 Requerimientos de Software.

- * Sistema operativo: Windows 98 SE; Windows 2000 SP3; Windows Server 2003; Windows XP Service Pack 2 o superior.
- * Microsoft .NET Framework 2.0.
- * Adobe Acrobat Reader 6.0.

5.7 ENTORNO DE EJECUCIÓN Y LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

5.7.1 Plataforma de desarrollo. El Framework de .NET infraestructura sobre la que se desarrollo el software, reúne todo un conjunto de lenguajes y servicios que simplifican enormemente el desarrollo de aplicaciones. Los principales componentes de este entorno son:

- ✓ Common Language Runtime (CLR)
- ✓ Biblioteca de clases básicas de .NET (BCL)
- ✓ Lenguajes de programación.

El CLR es el núcleo del Framework y ofrece un entorno de ejecución independiente del sistema operativo, el hardware y las aplicaciones .NET.

La BCL proporciona al desarrollador un conjunto de objetos que implementan una amplia variedad de utilidades como controles para la creación de la interfaz gráfica de la aplicación, acceso a bases de datos, lectura y escritura de ficheros, entre otros. Toda esta funcionalidad se encuentra organizada en una jerarquía altamente orientada a objetos que permite su reutilización en gran variedad de aplicaciones.

A diferencia de las aplicaciones desarrolladas con Visual Basic 6 y Access, las aplicaciones desarrolladas en la plataforma .NET pueden ejecutarse en cualquier plataforma para la que exista una versión de máquina virtual como

Windows, Solaris y sistemas operativos libres como Linux. Lo que se denomina ejecución multiplataforma.

A diferencia de la plataforma Java de SUN Microsystems, Microsoft.NET ofrece mejor integración con la plataforma Windows, lo que permitió diseñar una interfaz familiar y más cómoda para el usuario.

También se descartaron otras herramientas de desarrollo como Microsoft Visual Basic 6 y Borland Delphi 6 ya que tanto Microsoft como Borland están comenzando a eliminar el soporte de las mismas y recomiendan realizar nuevos desarrollos directamente en la nueva plataforma Microsoft .NET.

5.7.2 Lenguaje de Programación. El .NET Framework soporta una amplia variedad de lenguajes, y aunque es posible desarrollar con cualquiera de estos lenguajes, C#, lenguaje de programación usado para el desarrollo del software, se destaca por su soporte, las características más avanzadas del Framework y el gran apoyo que goza por parte de Microsoft.

Aunque es posible escribir código para la plataforma .NET en muchos otros lenguajes, C# es el único que ha sido diseñado específicamente para ser utilizado en ella, por lo que programarla usando C# es mucho más sencillo e intuitivo que hacerlo con cualquiera de los otros lenguajes ya que C# carece de elementos heredados innecesarios en .NET. Por esta razón, se suele decir que C# es el **lenguaje nativo de .NET**

La sintaxis y estructuración de C# es muy parecida a la de C++ o Java, puesto que la intención de Microsoft es facilitar la migración de códigos escritos en estos lenguajes a C#. Sin embargo, su sencillez y el alto nivel de productividad son comparables con los de Visual Basic. En resumen C# es un

lenguaje de programación que toma las mejores características de lenguajes preexistentes como Visual Basic, Java o C++ y las combina en uno solo.

5.7.3 Base de datos. FirebirdSQL es una base de datos relacional de código libre, Open Source, derivada de Borland Interbase 6. FirebirdSQL ofrece un excelente manejo de concurrencia, que nos garantiza el acceso concurrente de múltiples usuarios, alto desempeño y poderosas extensiones al lenguaje SQL-99 para procedimientos almacenados y alarmas, a la vez que puede ejecutarse sobre diversos sistemas operativos Microsoft Windows, Novel Netware, Linux y otras variantes de Unix. FirebirdSQL ofrece excelente soporte para la plataforma .NET con su FirebirdSQL ADO.NET Data Provider y un driver para acceso a datos para la plataforma Microsoft .NET.

Aunque se consideraron alternativas como Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL y PostgreSQL, se eligió la arquitectura “Embedded” de FirebirdSQL ya que permitía incluir el servidor en la aplicación y así evitarle al usuario la instalación y configuración de un servidor de bases de datos dedicado.

Tabla 35. Características Generales Comparativas entre Bases de Datos

	FirebirdSQL	Access	SQLServer	MySQL
Características generales				
Integridad referencial.	✓	✓	✓	
Ejecución en plataformas libres.	✓			✓
Se puede embeber en aplicaciones.	✓	✓		
Licencia de código libre	✓			✓
Procedimientos almacenados.	✓			✓
Bases de datos mayores de 2 GB	✓		✓	✓
Código fuente disponible	✓			✓
Plataforma / Arquitectura				
Microsoft Windows 95/98/ME	✓	✓		✓
Microsoft Windows 2000/XP/2003	✓	✓	✓	✓
Linux	✓			✓
Solaris	✓		✓	✓
HPUX	✓			✓
Arquitecturas de 64 bits	✓		✓	

6. CONCLUSIONES

Del Sistema de Información para el mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda..

- Se realizó un estudio y descripción completa del proceso de producción de rollos y bolsas plásticas y de los equipos utilizados para tal fin, en la planta de producción de la Empresa Carlixplast Ltda.
- Se realizó un diagnóstico total del área de mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda., con el fin de determinar el estado de la gestión de mantenimiento, la documentación técnica, la gestión de repuestos y los equipos que soportan el proceso productivo de la empresa.
- Se llevó a cabo un análisis del diagnóstico realizado con el fin de establecer propuestas sobre acciones de mejora, con miras a elevar ostensiblemente la eficiencia técnica y económica del área de mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda y a la vez mejorar el desempeño y la vida útil de los equipos que contribuya a mejorar la productividad de la empresa.
- Se realizó un análisis de los requerimientos y de las características de la función mantenimiento dentro de la empresa, con el fin de diseñar un sistema de información computarizado para la gestión del área de mantenimiento, acorde a las necesidades de la empresa y a los requisitos generales de una aplicación informática de este tipo.

- Se diseño, desarrollo e implemento un software para la gestión de las labores de mantenimiento de la empresa, la evaluación y análisis de la función mantenimiento y la disposición de manera ágil y oportuna de información para la toma de decisiones relativas a la inversión de recursos y definición de políticas para el área de mantenimiento de la egresa Carlixpast Ltda.

- Se realizaron las respectivas pruebas al sistema de información, consistentes en: pruebas de Unidad, de Integración, de Validación y del Sistema, se encontraron algunos errores, los cuales fueron corregidos y verificados.

7. RECOMENDACIONES

- El recurso humano del área de mantenimiento posee la capacitación y experiencia necesaria para garantizar el cumplimiento correcto de las labores de mantenimiento, sin embargo se observaron fallas debido a que las dos personas encargadas de las labores de mantenimiento, no poseen el tipo suficiente para realizar todas las actividades correspondientes a la gestión del área, por lo que se recomienda la contratación de al menos una persona, que soporte las labores de mantenimiento y permita que el supervisor de mantenimiento, pueda realizar todas las labores establecidas.
- Establecer un programa de inspecciones periódicas, con el fin de identificar las falencias de la programación de mantenimiento, el cumplimiento de las propuestas de mejora, respecto al TPM.
- La documentación técnica debe ser reubicada, debido a que donde se encuentra actualmente en el taller de mantenimiento, esta expuesta a deterioro por la constante manipulación por parte de los operarios y empleados del área de mantenimiento, y además por estar en un sitio al cual accede fácilmente cualquier persona estos documentos se pueden perder. Lo ideal seria realizar una copia de los documentos que mas se utilicen, para tener en el taller y los originales de estos y los demás documentos llevarlos a un sitio, mas limpio y protegido.

- Implementar procedimientos de mantenimiento mejorativo para equipos como la recuperadora de retal, las selladoras que presentan problemas con los embragues electromagnéticos y las extrusoras cuyos sistemas de transmisión, se encuentra obsoletos y están generando problemas en la calidad y la cantidad de la producción.
- Realizar una capacitación a nivel del personal operativo del área de mantenimiento y el personal directivo de la empresa, sobre el manejo del sistema de información, con el fin de establecer al interior de la organización, los diferentes usuarios del sistema, sus funciones, sus alcances y las responsabilidades en el manejo de la información.
- Realizar mensualmente un backup de la base de datos del sistema de información, con el fin de evitar pérdidas de información y garantizar la seguridad de la información almacenada.

BIBLIOGRAFÍA

BOHÓRQUEZ, B. Oscar. Sistema de Información para el Control de Mantenimiento de la Planta Extractora de Aceite de Palma Agroince Ltda. Y Cía. S.C.A. Bucaramanga, 2004. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 126 p.

CARLIXPLAST Ltda. Rollos y Bolsas de polietileno y Polipropileno. [on line]. Bucaramanga, 2003 [citado en Febrero de 2005]. Disponible en Internet: <www.carlixplast.com>

CORDOBA, Carlos y RIVERA, Fernando. Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento de la Planta de Proceso de la Empresa Pollosan Ltda. Bucaramanga, 2003. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 331 p.

DUARTE H, Nelson y RAMÍREZ A, José. Software Demostrativo Para Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga 2000. Tesis de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 69 p.

DUFFUAA Salih O., RAOUF A. y DIXON Campbell Jhon. Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control. México, Limusa Wiley S.A, 2000, p. 29-71, 301-325.

GONZALEZ B., Carlos R., Conferencias Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.

Memorias Seminario Mantenimiento Industrial, ACIEM. Bucaramanga 2005, p. 14-32

Manual De Calidad Carlixplast Ltda. Bucaramanga 2004, 120 p.

PEREZ, J. Carlos. Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga, 2000. Universidad Industrial de Santander, Postgrado en Gerencia de Mantenimiento. p. 53-109.

ROMERO, Giovanni y RUIZ, Genny. Implementación del Sistema de Información Manual Y Sistemático para el mantenimiento en el SENA “Centro industrial de Girón”. Bucaramanga 2000. Tesis de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 192 p.

TECNOMAQ. Maquinaria para la Producción de Plásticos. [on line]. Mexico, [citado en Abril de 2005]. Disponible en Internet: <www.tecnomaq.com.mx/polietileno.html>