

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA DE  
ALIMENTOS CONCENTRADOS “ITALCOL DE  
OCCIDENTE LTDA” EMPLEANDO LOS CONCEPTOS  
BÁSICOS DEL TPM

PABLO ANTONIO ANGULO OCHOA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2009

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA DE  
ALIMENTOS CONCENTRADOS “ITALCOL DE  
OCCIDENTE LTDA” EMPLEANDO LOS CONCEPTOS  
BÁSICOS DEL TPM

PABLO ANTONIO ANGULO OCHOA

Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico

Director  
CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ  
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2009

*A Dios, quien me ilumina y me guía por el camino del éxito.*

*A mis padres, por ser tan especiales y por educarme de la mejor forma posible contando con ellos en los momentos difíciles.*

*A Julia mi hermana, quien hizo posible la realización de este proyecto.*

*A Susana mi novia, por su apoyo incondicional y cariño que me brinda.*

*A todos mis amigos, que estudiaron conmigo en todo momento y me dieron un aliento en los momentos más difíciles.*

*(Dedicatoria)*

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Carlos Ramón González Bohórquez, director del proyecto,

A mis familiares,

A todo el personal de Itacol de Occidente Ltda,

A todos mis amigos especialmente a Andrea, Steven y Diego, quienes me acompañaron a lo largo de esta maravillosa carrera y me colaboraron en el transcurso de este proyecto.

A mis padres por brindarme la vida y a mi hermana por su cariño y compañía en mi existencia.

A la Universidad Industrial de Santander por ser artífice, principio y fin del esfuerzo que hoy termina y a la empresa ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA para que este aporte sea un grano de arena en el sendero de su existencia.

A todas las personas que hicieron posible la elaboración de este trabajo de grado.

A ustedes, todo el reconocimiento y gratitud.

*Pablo Antonio Angulo Ochoa.*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA.	3
1.1. RESEÑA HISTÓRICA	3
1.2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	4
1.3. PRODUCTOS Y SERVICIOS	8
1.4. PROCESO PRODUCTIVO	11
1.4.1. Recepción de Materias Primas	14
1.4.2. Almacenamiento de Materias Primas	15
1.4.3. Dosificado	21
1.4.4. Molienda	25
1.4.5. Mezclado	28
1.4.6. Peletizado	30
1.4.7. Extrudizado	34
1.4.8. Enmelazado	37
1.4.9. Empaque	38
2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA	41
2.1. ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	41
2.2. DIAGNOSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	42
2.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	55

3. TEORÍA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	56
3.1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL MANTENIMIENTO	56
3.1.1. Mantenimiento Correctivo	56
3.1.2. Mantenimiento Preventivo	57
3.1.3. Mantenimiento Predictivo	58
3.2. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	59
3.2.1. Generalidades del TPM	59
3.2.2. Eficiencia Global de Producción (EGP)	62
3.3. INDICADORES DE GESTIÓN	63
3.3.1. Confiabilidad	66
3.3.2. Mantenibilidad	66
3.3.3. Disponibilidad	66
3.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL MANTENIMIENTO	68
3.4.1. Manejo de la información del programa de mantenimiento preventivo	70
3.4.2. Aspecto técnico	70
3.4.3. Aspecto de costos	71
3.4.4. Gestión de mantenimiento	71
3.4.5. Mano de obra	72
3.4.6. Documentación del área de mantenimiento	72
4. INVENTARIO, CODIFICACIÓN, DIAGNÓSTICO Y CRITICIDAD DE EQUIPOS	79
4.1. INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	79
4.2. CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	87
5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA ITALCOL DE OCCIDENTE	96
5.1. EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	97

5.2.	ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS ORGANIZATIVOS DE LA EMPRESA PARA DETERMINAR LA CONVENIENCIA DE REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	106
5.3.	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ITALCOL	110
5.3.1.	Fichas básicas de mantenimiento preventivo	112
5.3.2.	Rutinas de mantenimiento preventivo	115
5.3.3.	Ficha de lubricación	115
5.3.4.	Cronograma anual de mantenimiento preventivo	122
5.4.	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM	125
5.4.1.	Clima Organizacional	125
5.4.2.	Protocolos de mantenimiento autónomo	131
5.4.3.	Programa de Capacitación	136
5.5.	EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN	137
6.	SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA.	143
6.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	143
6.1.1.	Requerimientos del Sistema de Información	144
6.1.2.	Variables de entrada y salida	146
6.1.3.	Diseño de la estructura general	148
6.2.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO	148
6.3.	MÓDULOS	152
6.3.1.	Módulo de equipo	152
6.3.2.	Gestión de Mantenimiento	156

6.3.3. Gestión de Recursos	166
6.3.4. Reportes	171
6.3.5. Alarmas	177
6.4. PLATAFORMA DE DESARROLLO	181
6.5. INSTALACIÓN DE SIMITALCOL	182
7. CONCLUSIONES	183
RECOMENDACIONES	185
BIBLIOGRAFÍA	186

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Productos de alimentos balanceados para animales	8
Tabla 2. Algunas Materias Primas	15
Tabla 3. Transportadores sin fin y sus principales características	18
Tabla 4. Transportadores de cadena de la planta y sus principales características	19
Tabla 5. Transportadores de banda de la planta y sus principales características	20
Tabla 6. Elevadores de cangilones de la planta y sus principales características	21
Tabla 7. Formulación del Pollo Engorde Quebrantado	23
Tabla 8. Relaciones con otras dependencias.	44
Tabla 9. Centro de costos de la maquinaria y equipos	49
Tabla 10. Centro de costos de repuestos de equipos	49
Tabla 11. Reporte de costos de materiales y mano de obra	50
Tabla 12. Tiempos y registros de Indicadores de Gestión	67
Tabla 13. Datos para una Ficha Técnica	73
Tabla 14. Secciones de la planta	80
Tabla 15. Procesos de producción	81
Tabla 16. Lista Tipo de equipos	81
Tabla 17. Codificación para la balanza 1 de dosificado del producción	82
Tabla 18. Codificación de los equipos	83
Tabla 19. Factores ponderados a evaluar	88
Tabla 20. Estudio de criticidad de los equipos de la planta	89
Tabla 21. Resultado de los equipos analizados mediante el criterio de Criticidad	94
Tabla 22. Equipos NC para Mantenimiento Correctivo	97
Tabla 23. Repuestos críticos de los equipos NC	104

Tabla 24. Índices de evaluación para la implementación del mantenimiento preventivo	109
Tabla 25. Equipos para Mantenimiento Preventivo (Críticos)	110
Tabla 26. Equipos para Mantenimiento Preventivo (Medianamente Críticos)	111
Tabla 27. Listado de actividades de lubricación de los equipos de producción	118
Tabla 28. Cálculo de la EGP para la Peletizadora 2	141
Tabla 29. Factores de Pérdidas	142
Tabla 30. Requerimientos del sistema	145
Tabla 31. Registro de los Indicadores de Gestión en el SIM	165
Tabla 32. Indicadores de gestión	173



Figura 25. Sistema de Peletizado	31
Figura 26. Zona de Peletizado	32
Figura 27. Peletizadora Berandebi	32
Figura 28. Peletizadora Metalteco	33
Figura 29. Elevadores de cangilones de las Peletizadoras 1 y 2	33
Figura 30. Sistema de Extrudizado	34
Figura 31. Molino del extruder	35
Figura 32. Extruder	36
Figura 33. Secador del extruder	36
Figura 34. Sistema de Enmelazado	37
Figura 35. Enmelazadora de Ganadería	38
Figura 36. Sistema de empaçado	39
Figura 37. Zona de empaque	40
Figura 38. Ensacadora	40
Figura 39. Estructura Organizativa del Mantenimiento	42
Figura 40. Procedimiento para la reparación de daños o imprevistos en el equipo.	46
Figura 41. Sistema PCSim	48
Figura 42. Plano Planta de la empresa	52
Figura 43. Los ocho pilares del TPM.	60
Figura 44. Adquisición y manejo de la información	64
Figura 45. Desarrollo de indicadores de gestión de un equipo de producción	67
Figura 46. Movimientos de un sistema de información.	69
Figura 47. Diagrama de la Orden Trabajo	77
Figura 48. Estructura de codificación de los equipos de producción	80
Figura 49. Código de la balanza 1 del proceso de dosificación de producción	83
Figura 50. Matriz general de criticidad	89
Figura 51. Estructura de la Gestión del Mantenimiento	96
Figura 52. Procedimiento del Mantenimiento Correctivo	103
Figura 53. Procedimiento de Mantenimiento Preventivo	113

Figura 54. Ficha de Mantenimiento Básico	114
Figura 55. Rutina de cambio de martillos y pasadores de un molino	116
Figura 56. Ficha de Lubricación de la Peletizadora Berandebi	117
Figura 57. Cronograma anual de Mantenimiento	123
Figura 58. Procedimiento del Mantenimiento Productivo Total	131
Figura 59. Lista de Chequeo	134
Figura 60. Protocolo de mantenimiento autónomo para la Caldera	135
Figura 61. Cronograma de capacitación	137
Figura 62. Procedimiento de la EGP	138
Figura 63. Variables de entrada a SIMITALCOL	147
Figura 64. Variables de salida de SIMITALCOL	147
Figura 65. Estructura General del Sistema de Información de ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA.	149
Figura 66. Interfaz de bienvenida	150
Figura 67. Interfaz de entrada a SIMITALCOL	150
Figura 68. Formulario de acceso de usuarios	151
Figura 69. Formulario de cambio de privilegios a los usuarios	151
Figura 70. Formulario de Procesos	152
Figura 71. Procedimiento para la adición o modificación de Ficha Técnica	154
Figura 72. Formulario de Ficha Técnica	155
Figura 73. Formulario de Fabricantes	156
Figura 74. Formulario de Planeación de Procedimientos	157
Figura 75. Formulario de Programación de procedimientos	158
Figura 76. Formulario de Solicitud de Servicio	159
Figura 77. Flujo de la información de una solicitud de servicio y su respectiva OT.	160
Figura 78. Formulario de Orden de Trabajo	161
Figura 79. Flujo de información de las actividades programadas y su respectiva OT.	162
Figura 80. Formulario de Tarjeta de Costos	163

Figura 81. Formulario de los registros de tiempos para el cálculo de los Indicadores de Gestión.	164
Figura 82. Formulario de repuestos	166
Figura 83. Formulario de materiales e insumos.	167
Figura 84. Formulario de herramientas	168
Figura 85. Formulario de inventario	168
Figura 86. Flujo del manejo de inventario, repuestos, herramientas y materiales e insumos.	169
Figura 87. Formulario de proveedores	170
Figura 88. Formulario de Recurso Humano	171
Figura 89. Formulario Reporte Ficha Técnica	172
Figura 90. Formulario Reporte Hoja de Vida	172
Figura 91. Formulario Reporte Inventario	173
Figura 92. Reporte de los Indicadores de Gestión	174
Figura 93. Formulario del reporte del Listado de S.S.	174
Figura 94. Formulario del Reporte del listado de O.T.	175
Figura 95. Formulario del Listado de Procedimientos Planeados	175
Figura 96. Formulario del Listado de Procedimientos Programados	176
Figura 97. Formulario de Costo de mantenimiento de los equipos	177
Figura 98. Presentación del módulo de Alarmas de Recursos Agotados y en Exceso	178
Figura 99. Presentación del módulo de Alarmas de Solicitudes de Servicio Pendientes	179
Figura 100. Presentación del módulo de Alarmas de Ordenes de Trabajo Pendientes	180

## RESUMEN

### TÍTULO

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA DE ALIMENTOS CONCENTRADOS "ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA" EMPLEANDO LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE TPM \*

### AUTOR

PABLO ANTONIO ANGULO OCHOA \*\*

### PALABRAS CLAVES

Italcol de Occidente Ltda, Clima Organizacional, TPM, Evaluación para el Mantenimiento Preventivo, Criticidad de equipos, Sistema de Información para el mantenimiento.

### DESCRIPCIÓN

Este estudio ha tenido por objeto la elaboración de un plan de mantenimiento para los equipos del área de producción de la empresa Italcol de Occidente Ltda.

Inicialmente se realizó una revisión en campo, verificando la cantidad y estado de los equipos sobre los cuales está enfocado el trabajo. Luego se obtuvo la información necesaria para la elaboración de las fichas técnicas, asignándoles códigos a los equipos y observando la condición de estos. Después se revisaron los procedimientos establecidos para el mantenimiento y se diagnosticó el estado actual del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa. Con base en el estudio de criticidad para los equipos de producción, se diseñó un plan de mantenimiento programado tendiente a garantizar la máxima confiabilidad posible para los equipos críticos y se establecieron procedimientos para los equipos no críticos a los que se les aplicara el mantenimiento correctivo. También se diseñaron los protocolos, fichas de lubricación y rutinas para los equipos críticos, y mediante el estudio del clima organizacional se logró ver el alcance de la aplicabilidad del TPM en la empresa.

Por último se diseñó un sistema de información de fácil manejo y eficaz, buscando la realización eficiente de la gestión del mantenimiento.

---

\*Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos Ramón González

## SUMMARY

### TITLE

MAINTENANCE PLAN TO THE FACTORY ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA USING THE BASIC CONCEPTS OF TPM

### AUTHOR

PABLO ANTONIO ANGULO OCHOA

### KEY WORDS

Italcol de Occidente Ltda, Organizational Climate, TPM, Preventive Maintenance Assessment, Equipment Criticality, Information System for Maintenance.

### DESCRIPTION

This study has had the purpose to develop a maintenance plan for the equipment in the production area of factory Italcol de Occidente Ltda.

Initially a field review was conducted; checking the quantity and condition of equipment, which this work is focused. Then, the necessary information for the development of technical specifications was obtained; assigning codes to equipment and checking its condition. Later, the procedures for maintenance in the factory were reviewed and a diagnosis of the current status of maintenance management system in the company was effectuated. Based on the of criticality study of the production equipment, a scheduled maintenance plan designed was designed towards to secure the highest possible reliability for critical equipment and procedures were established for non-critical equipment to which they apply the corrective maintenance. Also, protocols and routines lubrication specifications for critical equipment were designed and by studying the organizational climate was achieved see the scope of the applicability of the TPM in the company.

Finally, an information system user-friendly and effective was design for the efficient performance of maintenance management.

---

\* Degree work

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering School, Eng. Carlos Ramón González

## INTRODUCCIÓN

El constante desarrollo y mejoramiento de los procesos en la industria, ha generado un impacto socio-económico, debido a la necesidad de alcanzar los más altos estándares de calidad y optimizar los procesos de producción, para así reducir pérdidas y aumentar la capacidad productiva de la empresa. Esta concepción es una de las metas que tiene la empresa Itacol de Occidente Ltda, la cual ha venido tomando nuevas fuerzas en el continuo afán por sobrepasar la capacidad de producción generando mayores ingresos y competitividad en el mercado nacional.

Para poder cumplir con este objetivo, es indispensable analizar el mantenimiento de los equipos que participan en la producción de sus productos, para así evitar deficiencias en el proceso productivo y su posterior calidad.

Este estudio consta del análisis del mantenimiento, siendo de gran importancia la criticidad de los equipos para tener conocimiento de cuáles son los cuellos de botella que pueden generar una detención de la producción. También se realizó una codificación de la maquinaria que interviene en el proceso, y la programación de las actividades de mantenimiento.

Para que todo lo anterior tenga éxito y se prevenga el deterioro de los equipos y sus componentes, el mantenimiento debe estar basado en los conceptos de TPM, en donde los operadores y preparadores del equipo, contribuyen significativamente a la eficacia del equipo y mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de estos.

Por último, se implementó el software de mantenimiento, el cual permite llevar un control de toda la maquinaria que se encuentra en la empresa, como fichas técnicas, programación, órdenes de trabajo, hojas de vida, inventarios de repuestos, herramientas, personal, entre otros.

## 1. ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA.

Es una empresa líder en el mercado, dedicada a la fabricación, distribución y venta de alimentos concentrados para animales tomando la firme decisión de atender con productos de calidad el mercado de comida para mascotas, avicultura, ganadería, equinos, porcicultura y acuicultura.

### 1.1 RESEÑA HISTÓRICA

ITALCOL, fundada en 1970, es una empresa manufacturera de alimentos balanceados que nació con el objetivo de producir un tipo de alimento que complementara o reemplazara la dieta regular de los animales con finalidad comercial. Su nacimiento lo podemos relacionar con la necesidad de abastecerse de alimentos para animales a un costo menor que el que había en el pasado. En sus inicios, ITALCOL era una industria familiar localizada en Facatativa, la cual por medio de una simple máquina que cumplía funciones de molino y mezcladora, producía un alimento concentrado para porcinos.

Para la década de los ochenta, dada la creciente demanda del mercado de los concentrados, se vio la necesidad de trasladar la fábrica a una bodega de Bogotá para comenzar la producción y la venta. La empresa cuenta en este momento con seis plantas a lo largo de todo el territorio nacional y Panamá.

Actualmente Italcol se encuentra ubicada en Bogotá, Cali, Bucaramanga, Barranquilla, Medellín y Panamá.

La planta de Medellín denominada Itacol de Occidente Ltda., en el año de 1998 estaba ubicada en el municipio de Itagüí -Antioquia, en donde sus instalaciones eran relativamente pequeñas. Por una creciente demanda en sus productos la empresa se vió obligada a la reubicación de sus instalaciones y para ello adquirió un lote en el Km 20 vía Girardota (Antioquia), donde se encuentra actualmente, figura 1, con el fin de aumentar su producción de 3500 a 12000 toneladas por mes en todos sus productos de alimentos concentrados para animales.

Las instalaciones tienen mayor comodidad, y mejor ubicación para los clientes y los trabajadores.

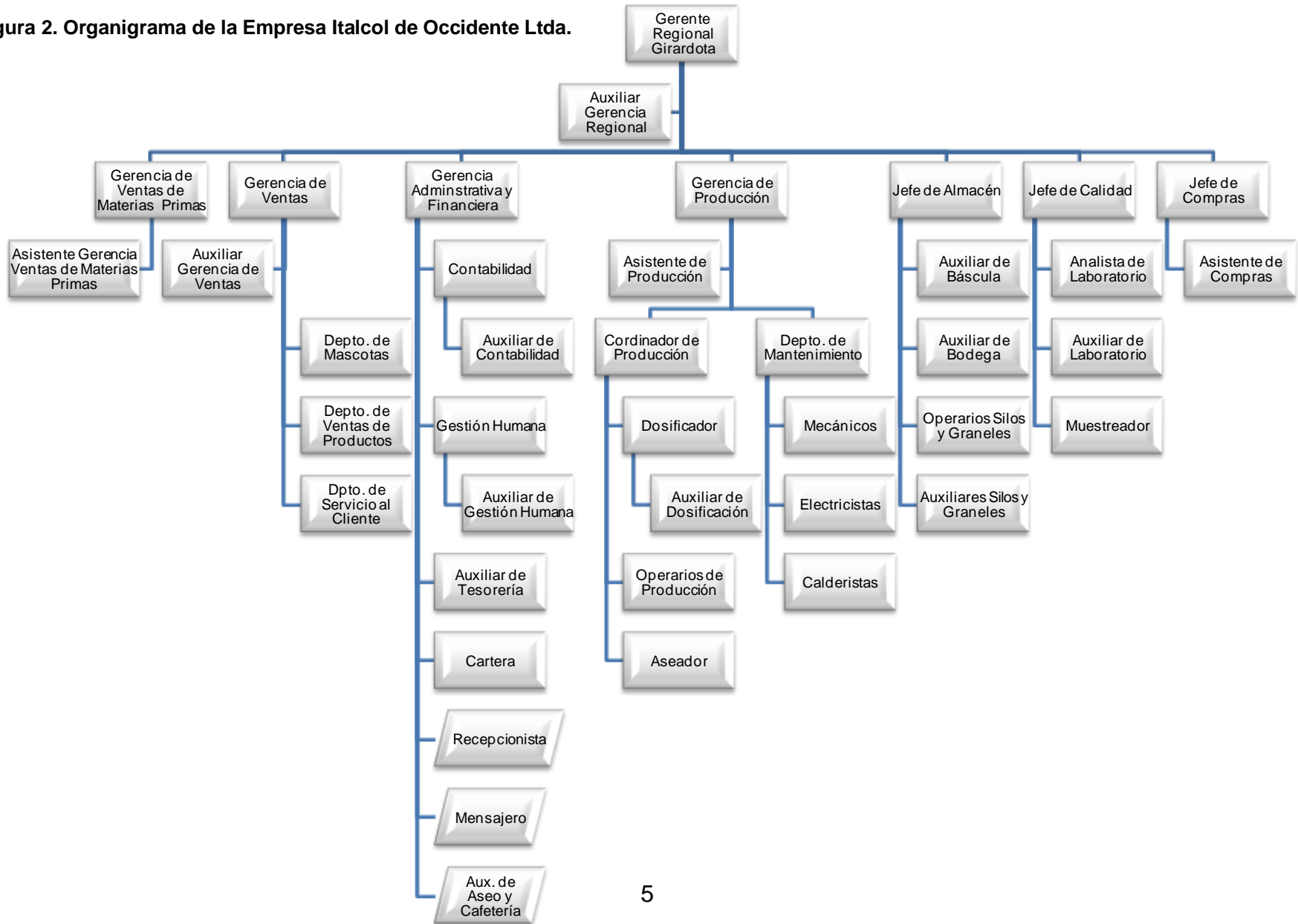


Figura 1. Planta Itacol Medellín

## 1.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la empresa ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA se puede observar en la figura 2, en la que se muestra un bosquejo general de la empresa.

Figura 2. Organigrama de la Empresa Itacol de Occidente Ltda.



#### ❖ Misión

Satisfacer la necesidad de alimentación, en busca permanente de una mejor nutrición, manteniendo y desarrollando una oferta de productos, social, económica y ambientalmente sostenibles, procurando el mejoramiento continuo del nivel de vida de la comunidad.

#### ❖ Visión

Desarrollar y mantener una organización sensible al cliente y orientada a la calidad y al servicio, una compañía socialmente vigorosa centrada en la gente, gerencialmente participativa, inspirada en la práctica del mejoramiento continuo, con información visible, clara, oportuna y proyectada con gran responsabilidad de nuestra sociedad.

#### ❖ Objeto Social

La sociedad tendrá como objeto social el desarrollo de las siguientes actividades:

- ✓ Importación, fabricación, transformación, distribución, venta y exportación de alimentos con destino al consumo humano.
- ✓ Fabricación, distribución, venta y exportación de alimentos para animales.
- ✓ Importación de materias primas y maquinaria necesaria para la fabricación de los alimentos a que se refieren los literales precedentes.
- ✓ Explotación de aves, cerdos, y ganado mayor, con su sacrificio y comercialización.
- ✓ Importación, exportación y venta de animales seleccionados.
- ✓ Agenciamiento y representación de personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que desarrollen actividades iguales o similares a las señaladas en los literales anteriores o que guarden relación con ellos.

#### ❖ Políticas de Calidad

En Itacol entendemos la calidad como el compromiso de todo el grupo humano con la satisfacción del cliente. Este compromiso se demuestra en la investigación y mejoramiento continuo de nuestros procesos.

Es así como atendemos las necesidades de nuestros clientes; produciendo y suministrando alimentos concentrados para animales, según las especificaciones requeridas, las cuales tienen óptimas condiciones de precio y servicio que permiten alcanzar los resultados zootécnicos para cada especie.

Esperamos consolidar nuestro liderazgo en el mercado y con responsabilidad, respeto y profesionalismo, constituirnos como el mejor aliado de nuestros clientes, haciendo de nuestro nombre un sinónimo de calidad, cumplimiento y confianza.

#### ❖ Valores

Itacol de Occidente Ltda., se caracteriza por la calidad de sus productos, responsabilidad, respeto y profesionalismo, que se constituyen como el mejor aliado de sus clientes, generando cumplimiento y confianza.

Conscientes de nuestra responsabilidad frente al país y el mercado Andino, nosotros los accionistas y demás colaboradores de ITALCOL; nos esforzamos día a día en el desarrollo de nuestra empresa dentro de los siguientes compromisos:

- ✚ Ofrecer a nuestros clientes un portafolio de servicios amplio desarrollado dentro de los mejores estándares de calidad
- ✚ Amplia visión internacional, penetrando y cubriendo mercados donde poseemos ventajas competitivas reales.

Nuestros compromisos corporativos son la seguridad, calidad, confiabilidad y fortaleza competitiva.

Apoyo y asesoría permanente a nuestros clientes y mercados atendidos, anticipado sus necesidades con soluciones efectivas.

Materias primas y proveedores de óptima calidad y primer nivel.

Productividad en permanente acceso basada en sólidos planes de desarrollo tecnológico, adecuada capacidad de fábrica, además de sistemas ágiles y efectivos de comercialización y distribución.

Los valores corporativos de la empresa Itacol son:

- El acatamiento de las leyes.
- El trabajo con honestidad e integridad desarrollado en forma participativa en todos los niveles de la organización por un equipo humano con mística y alto compromiso personal con la calidad y el servicio al cliente.

### 1.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS

La empresa produce alimentos concentrados para mascotas (perros y gatos), aves (pollo engorde, ponedoras comerciales y reproductoras, codornices y pavos), ganado (vacuno y equino), peces de aguas cálidas y frías (peces tropicales, truchas y camarones) y porcinos, tal como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1. Productos de alimentos balanceados para animales**

<b>Mascotas</b>	<b>Avicultura</b>	<b>Ganadería</b>	<b>Equinos</b>	<b>Porcicultura</b>	<b>Acuicultura</b>
Chunky	Súper Pollito Iniciación	Preiniciador Terneras	Línea Brío	Iniciación Cerditos	Súper Mojarra 40
Chunky Puppies	Súper Pollo engorde	Súper terneras	Brío Potros	Cerdo Levante	Súper Mojarra 20
Italcan	Pollita Iniciación	Súper novillas	Brío Yeguas	Cerdo Engorde	Súper Mojarra 24
Agility Gold	Polla Levante	Mega Pro-35	Italsan Brío	Cerda Gestación	Súper Mojarra 34
Chunky Cats	Huevo Prepico	Italsal Lechería	Brío Adultos	Cerda Lactancia	Súper truchas iniciación
	Pavos			Cerdo Ceba	
	Pollo Campesino				

El portafolio de productos Itacol en forma general está distribuido dentro de las siguientes líneas de producción de alimentos para animales y se muestran en las figuras 3 a 8.

**Figura 3. Productos de la línea Mascotas**



**Figura 4. Productos de la línea de Avicultura**



**Pollos Engorde**

**Ponedoras**

**Figura 5. Productos de la línea Ganadería**



**Preiniciador Terneras  
 Súper Terneras  
 Súper Novillas  
 Mega Pro-35**

**Italsan Lechería  
 Italsan Tópico  
 Sales mineralizadas**

Figura 6. Productos de la línea Equinos



Figura 7. Producto de la línea Porcicultura



Figura 8. Producto de la línea de acuicultura



## 1.4 PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de producción es el conjunto de actividades que se llevan a cabo para elaborar un producto o prestar un servicio. En éste, se conjugan la maquinaria, los insumos (materiales, materia prima) y el personal de la empresa necesarios para realizar el proceso.

El proceso de producción comienza en el momento en que llega la materia prima ya sea en tractocamiones o camiones, a granel o por bultos a la planta. La materia prima es almacenada en los silos respectivos quedando disponible para su uso.

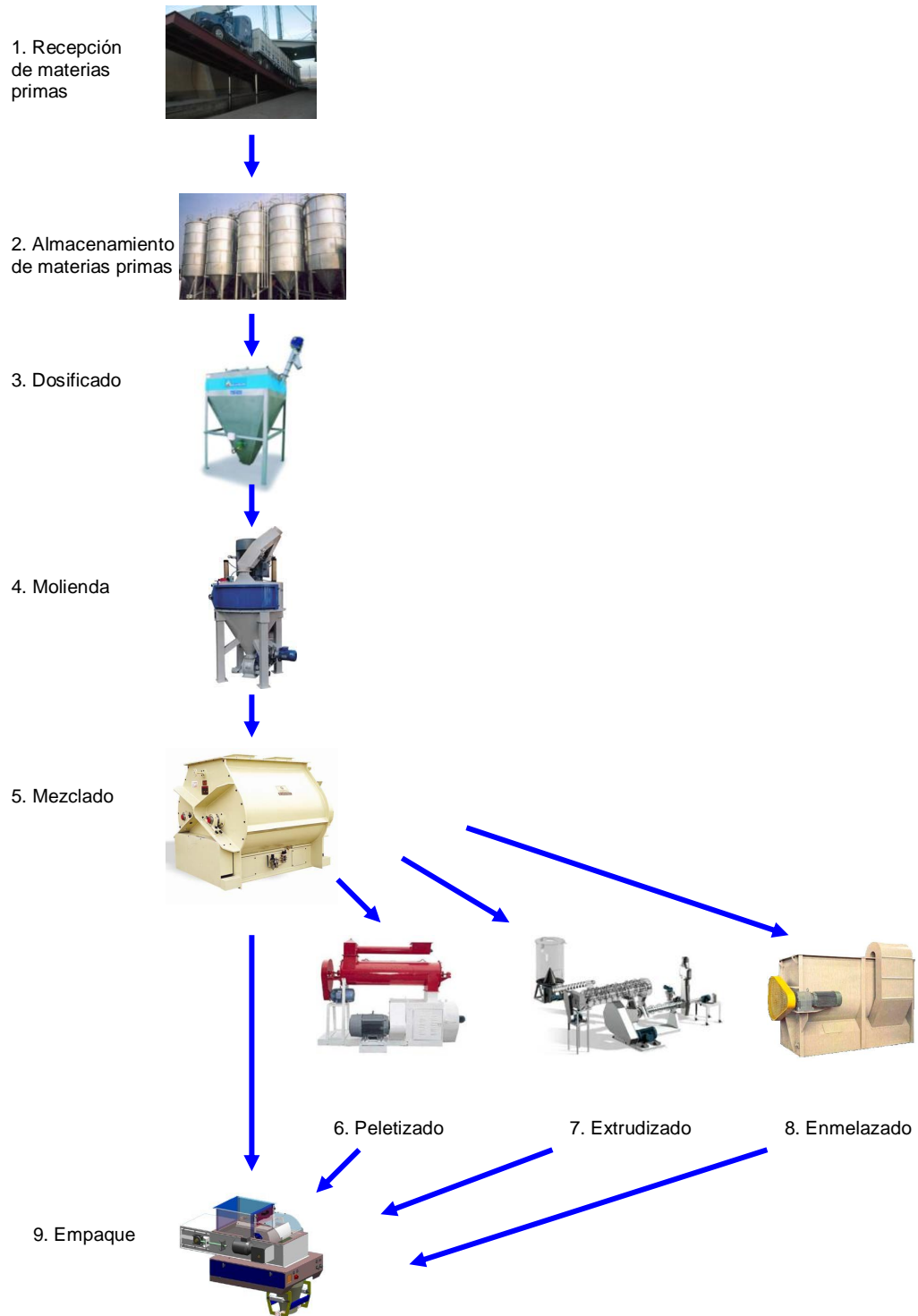
Cuando se tiene el programa de producción del día, el dosificador procede a realizar el pedido de cada producto por baches. Un bache es la cantidad de materia prima que se moverá a través del proceso productivo. Para la línea de ganadería un bache son 3000 kg, y para los demás productos son 4000 kg. El tiempo desde que la materia prima sale de los silos hasta convertirse en un producto terminado o para su venta es muy variable, ya que depende del tipo de producto que se esté sacando (si es peletizado, enmelazado, extrudizado o harinas). El tiempo promedio que se demora un bache de alimento peletizado durante el proceso productivo son 60 minutos, considerando el desempeño adecuado de la planta.

Cuando se cambia de producto en el proceso, se debe hacer una limpieza con maíz, para eliminar los ingredientes que puedan afectar la calidad del nuevo producto.

Un arrume es la organización de bultos en planchas o estibas en un mismo sitio para facilitar su desplazamiento dentro de las bodegas con montacargas.

El proceso que se realiza en la planta de Itacol de Occidente Ltda., desde que ingresa la materia prima hasta obtener el producto terminado se muestra en las figuras 9 y 10.

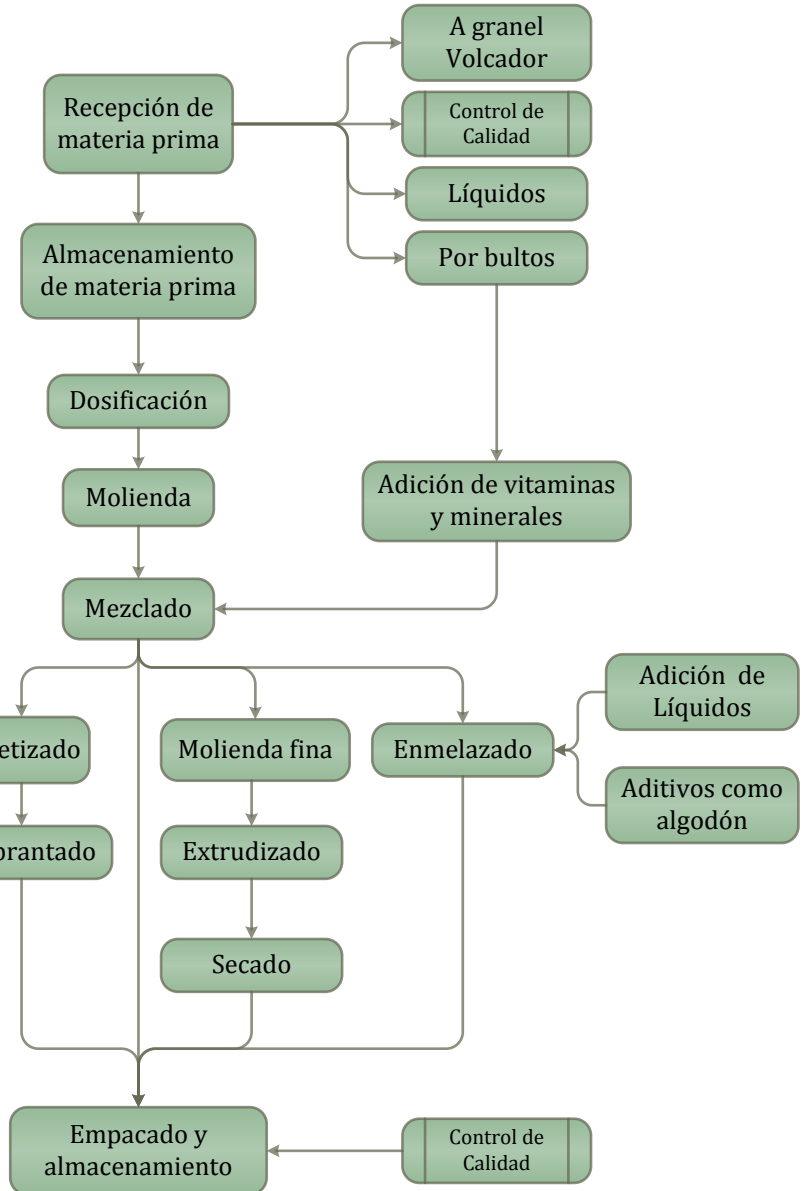
**Figura 9. Proceso de Producción**



**Figura 10. Diagrama del Proceso de Producción**

ALGUNOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

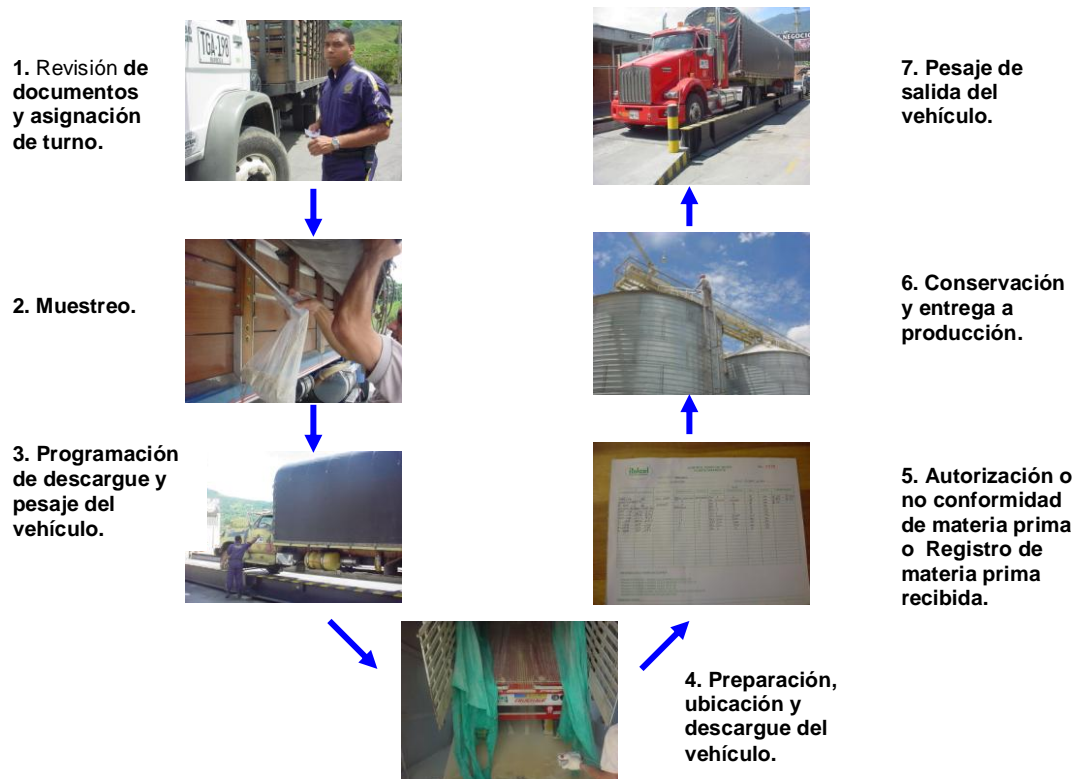
- T. de cadena inclinado tolva 1
- T. de cadena inclinado tolva 2
- Mezcladora de sales
- Plataforma del volcador
- T. de cadena para evacuación de tolvas 1 y 2
- Elevador de cangilones del volcador
- T. de cadena para alimentación de silos 250
- T. de cadena para alimentación de silos 2000
- T. de cadena para evacuación de silos de
  
- Balanzas del 1 - 4
- T. sin fin para alimentación silos pares 2 -12
- T. sin fin para alimentación silos impares 1 - 13
- T. sin fin para alimentación de silos 14, 16, 18
- T. sin fin para evacuación de silos 1 - 19
- T. de cadena para evacuación de balanzas 1
  
- Molinos 1 - 4
- T. sin fin puente de alimentación entre molinos 1 y 2, 3 y 4
- T. sin fin para alimentación de molinos 1 - 4
- T. de cadena para la evacuación de molinos
- Elevador de cangilones para la evacuación
  
- Mezcladora
- 2 Tolvas de espera
- Elevador de vitaminas
- Tolva de alivio de la mezcladora
- Transportador sin fin para la evacuación de la tolva de alivio
- Elevador de cangilones de harinas
  
- Peletizadoras Berandebi y Metalteco (1 y 2)
- Silos 24-27
- Acondicionadores para la peletizadora 1 y 2
- Enfriadores para peletizadoras 1 y 2
- Ciclones para enfriador peletizadoras 1 y 2
- Quebrantadores para peletizadoras 1 y 2
- Transportadores de cadena de evacuación de enfriadores para peletizadoras 1 y 2
- Elevadores de cangilones peletizadoras 1 y 2
  
- Extruder
- Molino del extruder
- Elevador de cangilones del molino del extruder
- Alimentador del molino del extruder
- T. sin fin para evacuación de tolva de alivio extruder
- Secador del extruder
- Elevador de cangilones del secador del extruder
  
- Enmelazadora
- Bomba enmelazadora
- Bomba tanques de recibo de la melaza
  
- Ensacadora
- Compresor
- Caldera



### 1.4.1 Recepción de Materias Primas

En esta área primero se lleva a cabo una inspección visual del producto, para verificar que las materias primas, tabla 2, no contengan algún material contaminante ni hayan sido adulteradas y se incluye la revisión de las características físicas del ingrediente. Estos análisis generalmente se conocen como pruebas de andén, posteriormente se toman las muestras respectivas para analizar la calidad de los ingredientes mediante pruebas de laboratorio antes de aceptar el lote, las cuales incluyen la determinación de la composición química. Finalmente, si el producto cumple con los requisitos específicos y es aceptado, este se pesa y se descarga. El proceso para la recepción de materia prima se ve en la figura 11.

**Figura 11. Procedimiento de recepción de materias primas**



**Tabla 2. Algunas Materias Primas**

<i>Líquidos</i>	<i>Bultos</i>	<i>Granel</i>
Premezcla de grasa	Algodón	Maíz importado y nacional
Melaza	Harinas de carnes	Sorgo
Sebo	Torta de fríjol	Yuca
Mantequilla	Calcio grueso	Germen de malta
Aceite de Palma	Aminoácidos	Habas de fríjol soya
Aceite de pollo	Arroz	Mogolla
	Leche en polvo	Torta de soya
	Vitaminas	
	Suero de leche	
	Galleta	
	Galle pan	
	Torta de girasol	
	Cascarilla de cacao	

#### 1.4.2 Almacenamiento de Materias Primas

Para el almacenamiento de las materias primas se encuentran tanques y silos como se muestra en la figura 12.

**Figura 12. Silos y tanques de almacenamiento de materias primas**



Silos de 2000 toneladas



Silos de 250 toneladas



Tanques de Líquidos

- ❖ 7 tanques para líquidos como cebo, aceite de palma, mantequilla, premezcla de grasa y melaza.
- ❖ 2 silos de 2000 toneladas para maíz.
- ❖ 6 silos de 250 toneladas y los silos de dosificación para sorgo, yuca, germen de malta, habas de fríjol soya, mogolla, torta de soya, entre otros.

Una vez que ha sido aceptado el producto, este debe ser almacenado.

Las condiciones de temperatura, humedad y ventilación son muy importantes para conservar en buen estado los ingredientes, sin embargo estas pueden variar de acuerdo al tipo de materia prima que se trate (granos, harinas, ingredientes líquidos o con alto contenido de humedad como forrajes y otros productos), a la presentación (en sacos, pacas o a granel), y el tiempo durante el cual van a estar almacenados.

Lo más común es utilizar silos, figura 12, para almacenar los productos, estos pueden variar en cuanto a su forma y su capacidad, sin embargo es importante que estén completamente cerrados, para evitar la entrada de aves, roedores y otros animales no deseables.

Las paredes deben ser lisas para evitar que los alimentos se peguen a las paredes y permanezcan dentro del silo al ser vaciado, produciendo así contaminaciones del nuevo producto. Los silos son llenados por la parte superior y la descarga es por la parte inferior, evitando que alguna parte del lote permanezca dentro del silo más tiempo ya que lo primero en entrar es lo primero en salir.

Otra forma que se almacenan los ingredientes es en bodegas cuando éstos se encuentran en sacos o costales. Para ellos existe una reglamentación la cual tiene por objeto establecer las características y especificaciones mínimas zoosanitarias para las instalaciones y equipo de los establecimientos que fabriquen productos alimenticios para uso en animales. Algunos de estos puntos son:

- ✓ Las entradas a la plataforma de carga y descarga deben estar techadas para proteger las materias primas, productos terminados y otros materiales, de las inclemencias del tiempo.
- ✓ El diseño de las áreas de almacenamiento deben permitir que las materias primas y productos terminados se mantengan a la temperatura y humedad adecuadas para conservar la integridad de los productos.
- ✓ Los almacenes deben destinarse exclusivamente para resguardar los materiales involucrados en el proceso y contar con áreas definidas e identificadas de acuerdo con la naturaleza de los productos.
- ✓ Los productos terminados, materias primas, material de empaque o envase no deben colocarse directamente sobre el piso, para lo cual al estibarlos se deben emplear tarimas. Las estibas deben separarse de la pared 30 cm como mínimo.
- ✓ Dotar de espacio suficiente para el tránsito de equipos y ventilación
- ✓ Cada producto o arrume debe tener una altura máxima de almacenamiento.

Para trasladar las materias primas desde el recibo hasta los silos y desde estos hacia las balanzas, los molinos, mezcladora, peletizadoras, extruder, enmelazadora y ensacadora, se utilizan transportadores sin fin, transportadores de cadena, de banda y elevadores de cangilones.

➤ *Transportadores Sin fin o Helicoidales*


Este tipo de transportadores mueven los ingredientes a través de un conducto cerrado mediante el movimiento de un helicoides que se encuentra en el interior. Se utilizan para transportar grandes cantidades de producto, pero no cuentan con un vaciado total, por lo que cierta cantidad de ingrediente permanece dentro del conducto.

Los transportadores sin fin comúnmente se utilizan para transportar ingredientes en forma horizontal y hasta con 45° de inclinación.

Por su forma helicoides se conocen también como transportadores de tornillo, sinfín o *bazooka*.

En la tabla 3, se muestran los diferentes transportadores sin fin que hay en la planta de Itacol de Occidente Ltda., y sus principales características.

**Tabla 3. Transportadores sin fin y sus principales características**

<p>TRANSPORTADORES SIN FIN</p>  <p>Son en total 34 transportadores: Longitud de 1.5 m a 15 m Potencia de 1.5 a 20 HP Angulo de inclinación entre 0° y 45°</p>	<p>Para alimentación mezcladora sales Para alimentación de silos pares del 2 al 12 (pasarela 1) Para alimentación de silos impares del 1-13 (pasarela 2) De evacuación del silo 1 De evacuación del silo 2 De evacuación del silo 3 De evacuación silo 4 De evacuación del silo 5 De evacuación del silo 6 De evacuación del silo 7 De evacuación del silo 8 De evacuación del silo 9 De evacuación del silo 10 De evacuación del silo 11 De evacuación del silo 12 De evacuación del silo 13 De evacuación del silo 14 De evacuación del silo 15 De evacuación del silo 16 De evacuación del silo 17 De evacuación del silo 18 De evacuación del silo 19 Puente de alimentación entre molinos 1 y 2 Puente de alimentación entre molinos 3 y 4 Para alimentación del molino 1</p>
--	--

	Para alimentación del molino 2 Para alimentación del molino 3 Para alimentación del molino 4 Para evacuación de tolva alivio mezcladora Para alimentación de acondicionadores de peletizadora 1 Para alimentación de los acondicionadores peletizadora 2 De la peletizadora 2 Para evacuación del molino del extruder Para evacuación de la tolva de alivio del extruder
--	--

➤ *Transportadores de Cadena*

Estos transportadores poseen una cadena de tracción que corre a lo largo del conducto, y en la cadena se encuentran las paletas que son las que mueven a los ingredientes.

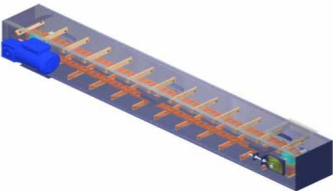
La ventaja de este tipo de transportador con respecto al transportador sin fin o helicoidal, es que permite un vaciado completo y la agitación y segregación del alimento es mínima, por lo que se puede utilizar para transportar grandes cantidades de producto evitando el fraccionamiento de éste.

Estos transportadores funcionan mediante una banda sobre la cual se transporta el producto.

Sirven para transportar materiales en forma horizontal o ligeramente inclinado.

Los transportadores de cadena se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4. Transportadores de cadena de la planta y sus principales características**

<p>TRANSPORTADORES DE CADENA</p>  <p>Son en total 15 transportadores:          Longitud de 5 m a 50 m          Potencia de 2 a 20 HP          Angulo de inclinación entre 0° y 40°</p>	Inclinado para evacuación tolva 1 Inclinado para evacuación tolva 2 Para evacuación tolvas recibo 1 y 2 Para alimentación de silos 250 toneladas Para alimentación de silos 2000 toneladas Para evacuación silos de almacenaje Para la evacuación de balanza 1 Para la evacuación de balanza 2 Para la evacuación de balanza 3 Para la evacuación de balanza 4 Para la evacuación de los molinos Para la evacuación de la peletizadora 1 Para la evacuación de la peletizadora 2 Para evacuación de silos de empaque De cargue a granel
---	---


➤ *Transportador de Banda*

El vaciado es completo y se utilizan para transportar materias primas a grandes distancias (de 30 a 150m) a relativamente bajo costo. Sin embargo las que existen en Itacol son relativamente pequeñas.

La banda puede ser metálica o cubierta con algún material antiderrapante para evitar que el producto se caiga.

En la tabla 5, se muestran los transportadores de banda que hay en la planta de Itacol de Occidente Ltda., y sus características.

**Tabla 5. Transportadores de banda de la planta y sus principales características**

<p>TRANSPORTADORES DE BANDA</p> <p>Son en total 4 transportadores:</p> <p>Longitud de 4 m a 10 m</p> <p>Potencia de 1 a 2.4 HP</p> <p>Angulo de inclinación entre 0° y 45°</p>	<p>De bultos (APA)</p> <p>De bodega de materia prima</p> <p>De la cosedora</p> <p>Del tobogán</p> 
--	--

➤ *Elevador de Cangilones*

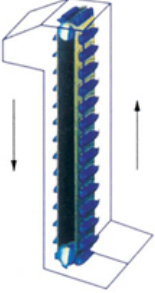
Este transportador es el medio más eficiente para subir ingredientes en forma vertical. Consta de una banda transportadora en la que se encuentran atornillados los cangilones, y esta se mueve por medio de dos poleas.

Los ingredientes suben dentro de los cangilones y en la parte superior del elevador se descargan de manera gravitacional o centrífuga.

Se pueden transportar en ellos materias primas y productos terminados casi de cualquier tipo, excepto materiales pegajosos o de gran compactación que dificulten su vaciado.

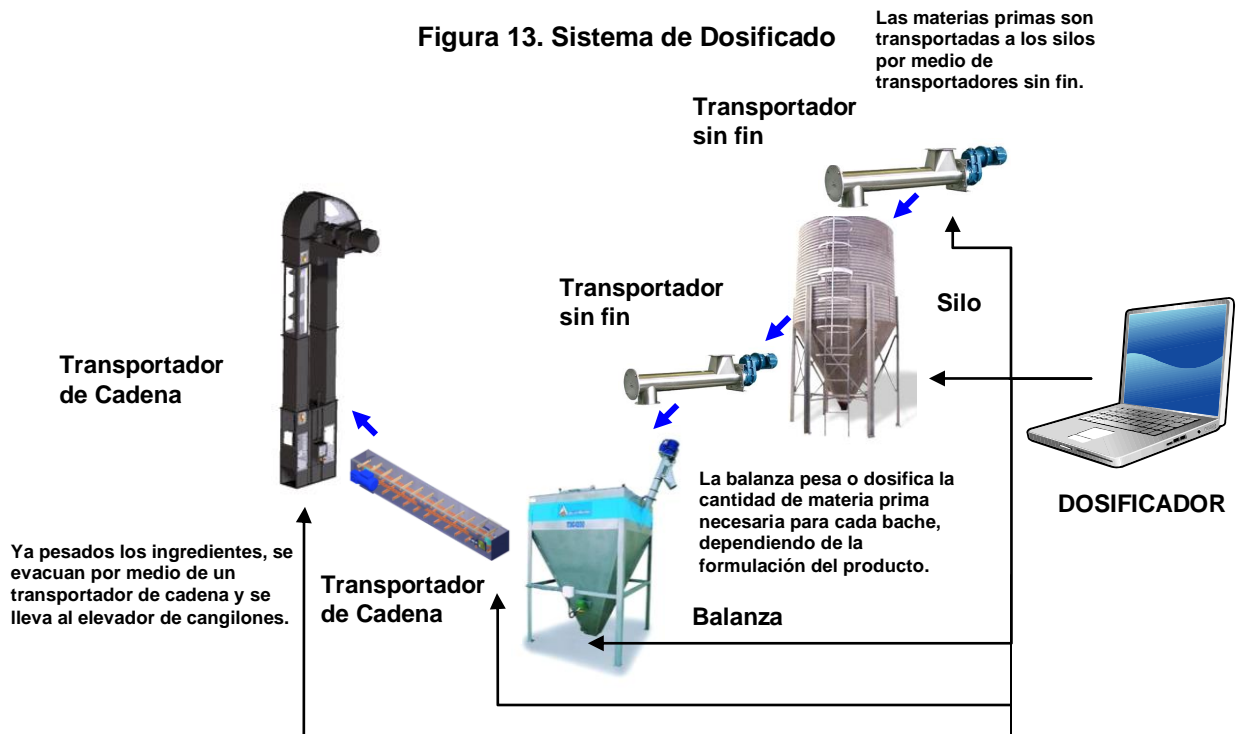
La planta cuenta con los siguientes elevadores de cangilones, ver tabla 6 y sus principales características.

**Tabla 6. Elevadores de cangilones de la planta y sus principales características**

<p><b>ELEVADORES DE CANGILONES</b></p>  <p>Son en total 11 elevadores: Longitud de 12 m a 40 m Potencia de 2 a 20 HP</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Del volcador</li> <li>De materias primas</li> <li>De la balanza 1</li> <li>De la balanza 2</li> <li>De la balanza 3</li> <li>Para la evacuación de los molinos</li> <li>De harinas</li> <li>Para la evacuación de la peletizadora 1</li> <li>Para la evacuación de la peletizadora 2</li> <li>Del molino del extruder</li> <li>Para evacuación del secador del extruder</li> </ul>
---	---

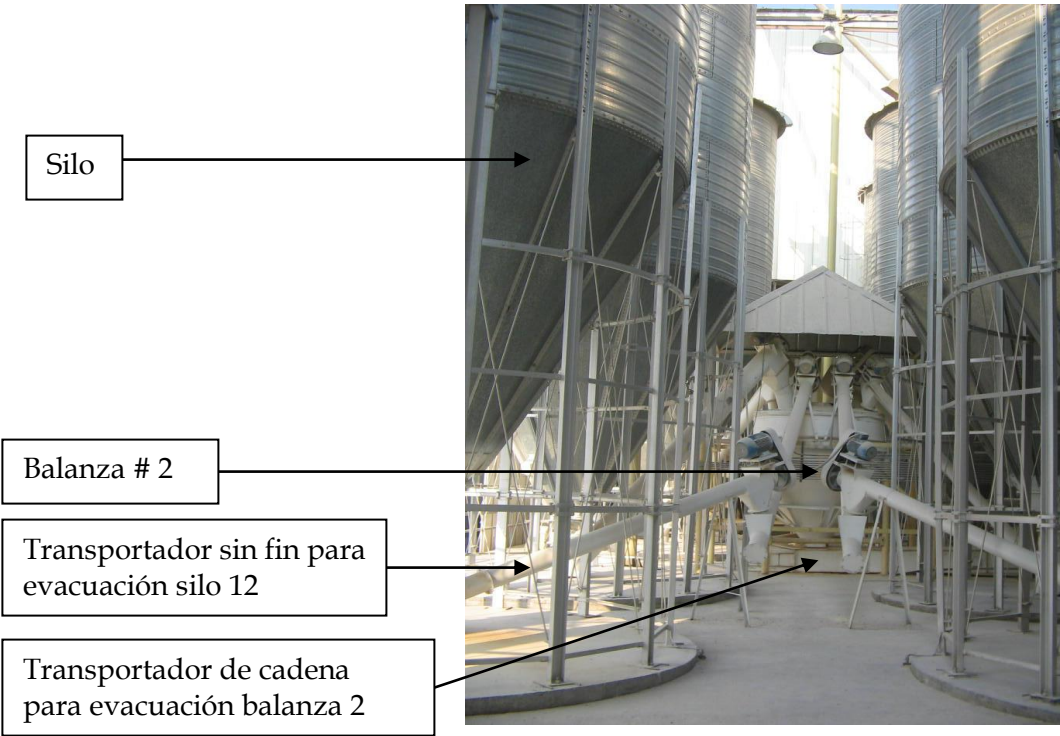
### 1.4.3 Dosificado

Es el proceso mediante el cual el dosificador, figura 13, que es el encargado de determinar las proporciones en que se deben combinar las materias primas con base en una formulación anteriormente dada por parte de los nutricionistas expertos de Itacol, buscando obtener las condiciones previstas para la elaboración del alimento concentrado como producto terminado.



Esto se realiza teniendo en cuenta previamente las condiciones óptimas de las diferentes componentes que integran el producto (humedad, granulometría, infestación, impurezas, densidad, etc.), para que se alcancen las características de nutrición siendo abalados por los estándares de calidad que maneja la empresa. En la figura 14 se mostraran algunos equipos del proceso de dosificado.

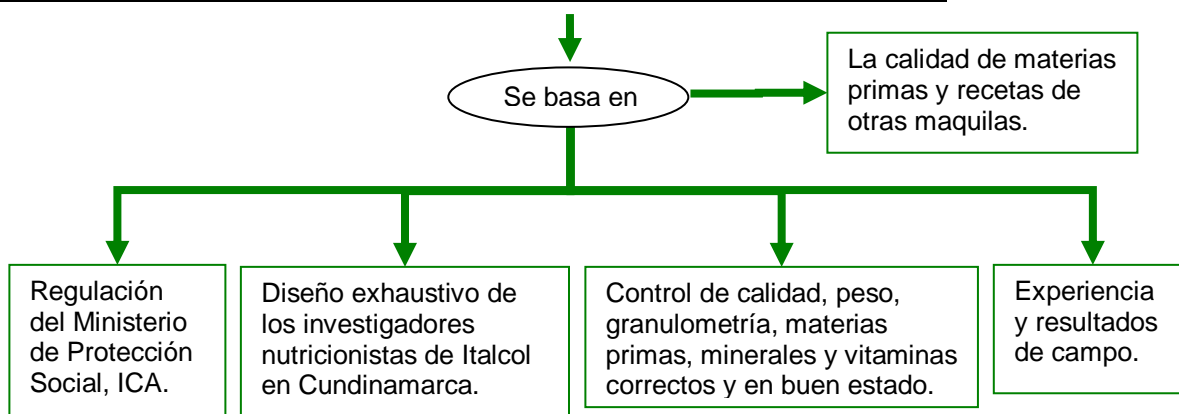
**Figura 14. Sistema de Dosificación**



Todos los componentes que integran el alimento vienen determinados por expertos nutricionistas quienes son los encargados de hacer los diversos estudios y pruebas, y así remitir la formula de cada producto para su elaboración y posterior venta. En la tabla 7 se observa una formulación de un producto para aves.

**Tabla 7. Formulación del Pollo Engorde Quebrantado**

PRODUCTO: POLLO ENGORDE QUEBRANTADO BACHE: 4000 Kg PRODUCTO TERMINADO EMPACADO: 40 Kg la Unidad	
Materia prima	Cantidad (Kg.)
Maíz Importado	1200
Maíz Nacional	900
Torta de soya	759
Habas de fríjol soya	361
Torta de girasol	280
Calcio grueso	400
Aceite de palma	50
Premezcla o micromezcla (Minerales, vitaminas, aminoácidos, etc.)	50



La formulación de este producto es de las más sencillas en cuanto a la variedad de materias primas; en estos productos para aves también se puede encontrar promotores de crecimiento, medicamentos y demás componentes que son regulados por las entidades competentes como el ICA.

**DATOS NORMATIVOS PARA TENER EN CUENTA EN FORMULACIÓN:**

- Las materias primas deben poseer la cantidad y calidad necesaria de nutrientes para el buen desarrollo del animal.
- En los alimentos concentrados para bovinos nunca se deben introducir materias primas de origen animal tales como harina de sangre, hueso, carne, etc., ya que son propensos al contagio de enfermedades letales para ellos y las personas que

puedan consumir su carne. Una de estas enfermedades y supremamente peligrosa es la Encefalopatía espongiforme bovina también conocida como enfermedad de las vacas locas.

En las figuras 15 y 16 se muestran las principales características técnicas de los equipos de dosificación y aplicación de los materiales formulados.

**Figura 15. Transportador sin-fin de evacuación de los silos 10 al 13 de la balanza # 2**

Transport. Sin fin del silo 10 y 11

Marca: WEG  
Modelo: AL112M 0104  
Potencia: 3 HP  
Corriente: 5 Amp  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1200 RPM

Primer transportador sin fin de los silos 12 y 13

Marca: WEG  
Modelo: AL132S 1003  
Potencia: 4 HP  
Corriente: 6.5 Amp  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1200 RPM



Segundo transport. sin fin de los silos 12

Marca: WEG  
Modelo: 132M 0304  
Potencia: 5.5 HP  
Corriente: 10 Amp  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1200 RPM

Segundo transport. sin fin de los silos 13

Marca: WEG  
Modelo: AL112M 0204  
Potencia: 3 HP  
Corriente: 5 Amp  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1200 RPM

**Figura 16. Pasarela 1 y 2 y silos del 1 al 13**

Transportadores sin fin para alimentación de silos pares (2-12) e impares (1-13).  
Pasarelas 1 y 2

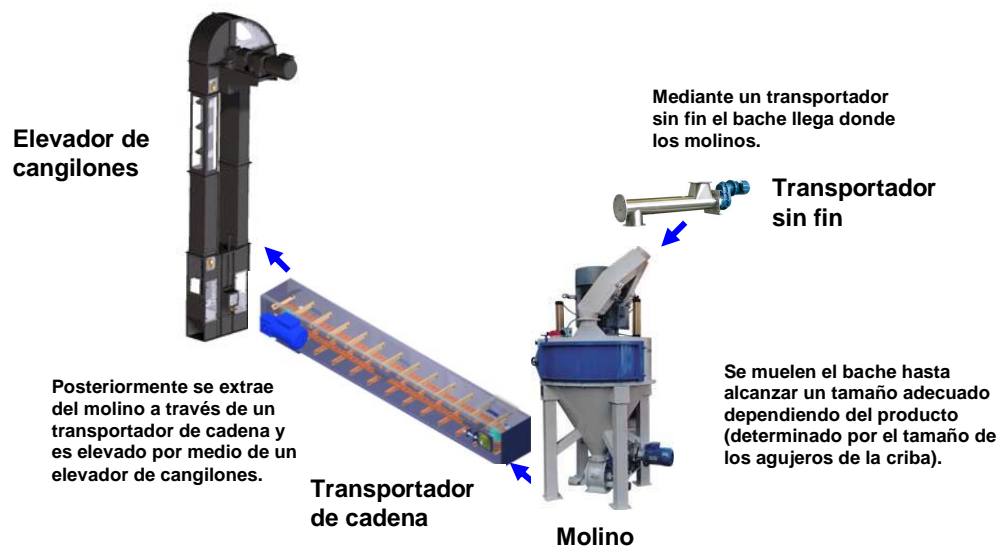
Marca: WEG  
Modelo: 180L 0304  
Potencia: 20 HP  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1200 RPM



#### 1.4.4 Molienda

Es la sección del proceso encargada de reducir el tamaño de los granos. Esta etapa recibe el material directamente de las balanzas (materias primas) a través de los diferentes transportadores para la respectiva disminución del material sólido al tamaño adecuado (granulometría), dependiendo del tipo de alimento que se desee hacer.

**Figura 17. Sistema de Molienda**

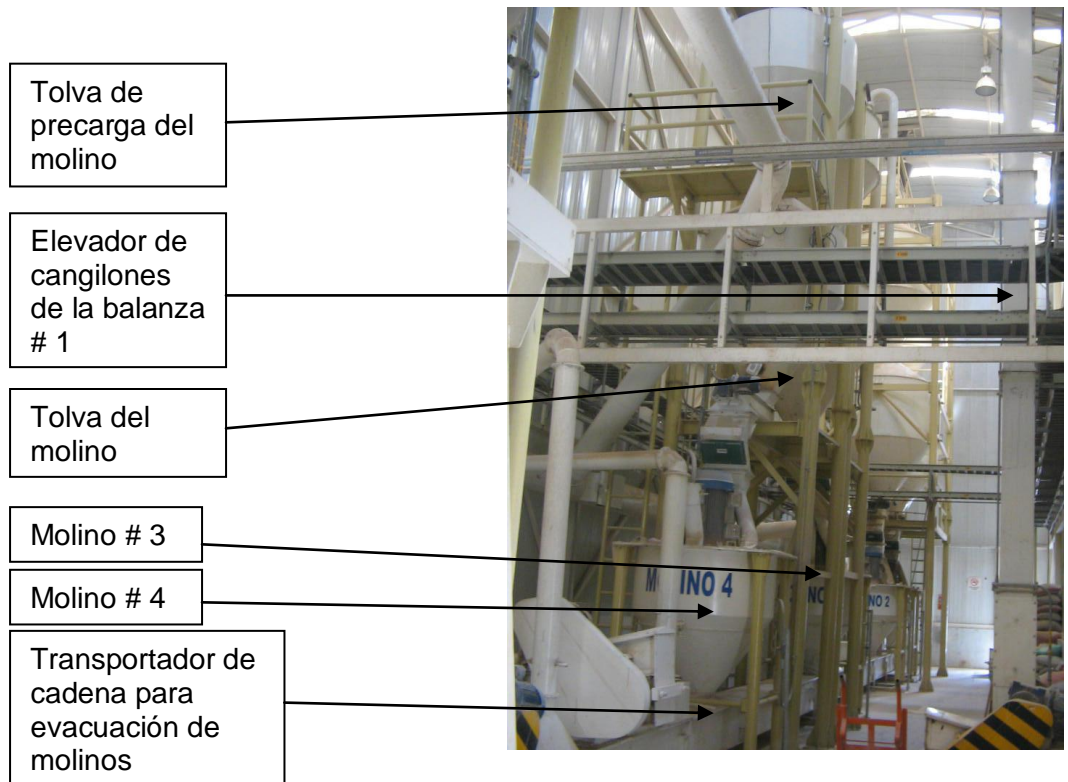


Para este proceso se utilizan molinos de martillos, cuya función específica es fraccionar los ingredientes. Estos equipos trabajan a altas velocidades, las cuales provocan que con la fuerza centrífuga, los martillos metálicos sean dirigidos hacia fuera del mismo efectuando el trabajo. Los molinos de martillos poseen imanes a la alimentación y cribas que retienen las impurezas metálicas ferrosas y a su vez condicionan el tamaño de las partículas molidas.

En el proceso existen cuatro molinos de martillos de eje vertical como se muestra en las figuras 18, 19 y 20, tienen ciertas desventajas con respecto a otros tipos, tales como mayor consumo de energía, mayor producción de polvo y ruido y requieren de aspiración periódica ya que el vaciado no es completo.

Luego, por medio de transportadores de cadenas y elevadores provistos de cangilones se lleva el material molido a la mezcladora.

**Figura 18. Zona de molienda**



**Figura 19. Molino # 3 y tolvas de llenado y prellenado**

Marca: WEG  
Modelo: 250SM 0805  
Potencia: 75 HP  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1800 RPM



**Figura 20. Molino # 4**

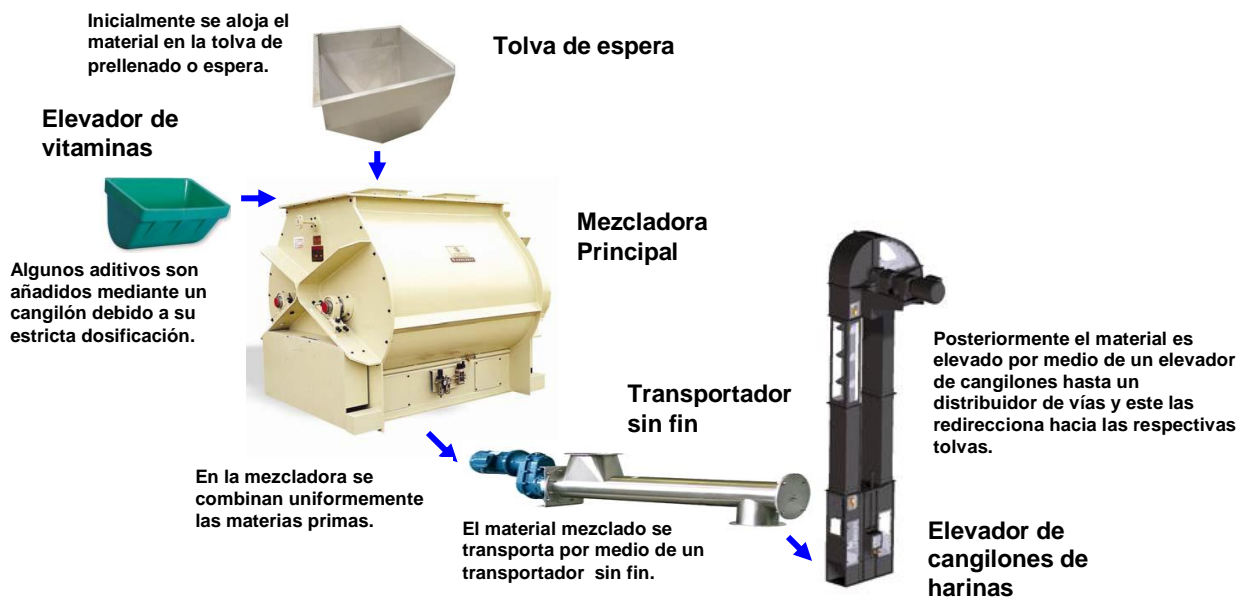
Marca: WEG  
Modelo: 250SM 0805  
Potencia: 75 HP  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1800 RPM



### 1.4.5 Mezclado

El mezclado, figura 21, es el proceso mediante el cual los ingredientes que han sido molidos, se combinan adecuadamente para que el alimento quede perfectamente homogéneo.

Figura 21. Sistema de Mezclado

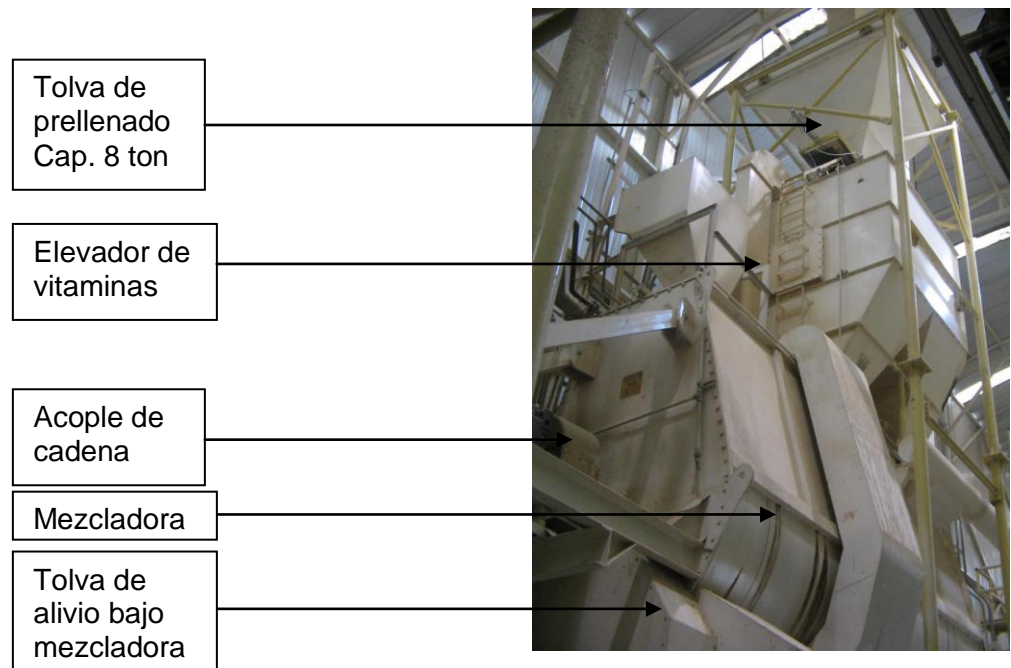


Las cantidades de ingredientes que se van a mezclar dependen del tipo de dieta (fórmula) que se esté realizando, la cual previamente debe haber sido balanceada de acuerdo a la composición de las materias primas (bache dosificado).

La mezcla se realiza inicialmente adicionando los ingredientes sólidos en orden descendente de acuerdo a la cantidad de estos (por ejemplo: granos como el sorgo y el maíz; pastas de oleaginosas y harinas de origen animal, que regularmente son los ingredientes principales de las dietas). Posteriormente se adicionan los ingredientes sólidos finos (premezclas de minerales y vitaminas). Finalmente se adicionan los ingredientes líquidos, también en orden de mayor a menor cantidad (aceites vegetales, melaza, fármacos, vitaminas en soluciones líquidas).

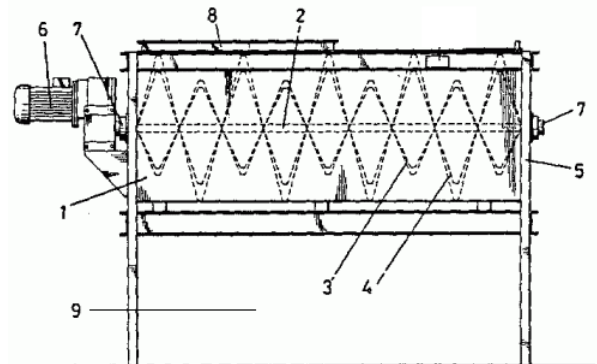
La empresa posee mezcladores de hélice que proporcionan un medio económico, sencillo y compacto. Su acción mezcladora hace que sus aletas helicoidales al girar, empujen constantemente hacia adelante el producto, permitiendo un continuo movimiento del material. En las figuras 22, 23 y 24 se muestran algunos aspectos de la mezcladora principal.

**Figura 22. Detalle de la mezcladora**



**Figura 23. Vista Mezcladora Principal**

1. Cuba de sección circular
2. Eje
3. Espiral menor
4. Espiral mayor
5. Tapa posterior
6. Motor
7. Chumaceras flanche
8. Tapa superior
9. Tolva de alivio



**Figura 24. Características de la Mezcladora y Tolva de alivio bajo mezcladora**

➤ Mezcladora.

Marca: WEG  
Potencia: 60 HP  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1775 RPM

➤ Transportador sin fin para evacuación de la tolva de alivio de la mezcladora.

Marca: WEG  
Modelo: 26SET05 BT44103  
Potencia: 15 HP  
Corriente: 19.7 Amp  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1755 RPM



#### 1.4.6 Peletizado

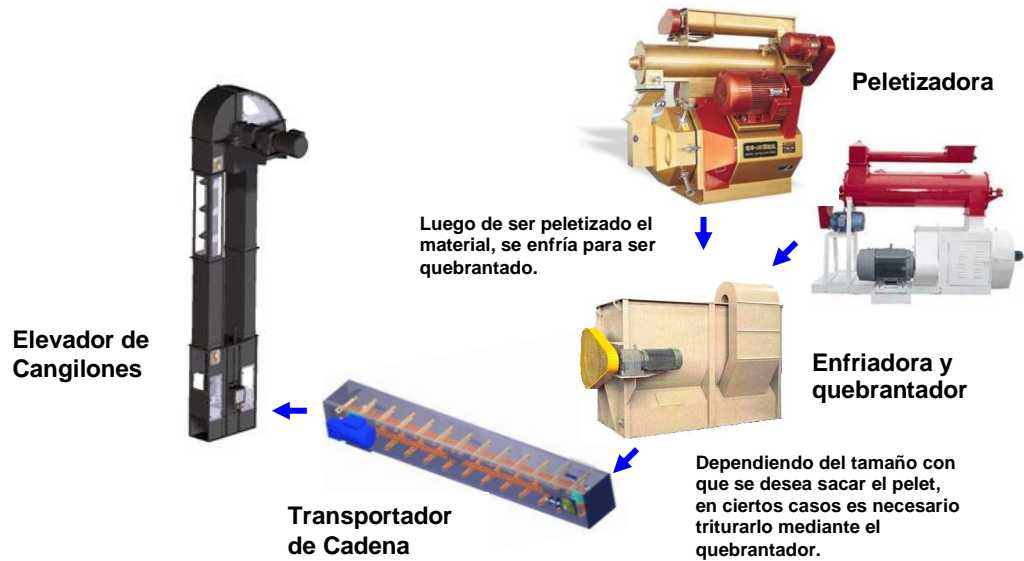
El peletizado, figuras 25 a 29, es una operación de moldeado termoplástico en el que partículas finamente divididas de una ración se integran en un pelet compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión.

La acción de peletizar asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido con tamaño y dureza variable de acuerdo al animal que se desee alimentar (variedad de productos concentrados), facilitando así su manejo y mejorando la aceptación y aprovechamiento de este por parte del animal.

El peletizado es un procesamiento húmedo y con calor, la temperatura que alcanza el producto es de 82 a 88°C, con 15.5-17% de humedad durante 30 a 45 segundos. Al utilizar calor se logra la gelatinización de los almidones, la plastificación de las proteínas y además disminuye el número de agentes patógenos que pudieran estar

contaminando el producto, mientras que con la humedad hay una mayor lubricación, ablandamiento y gelatinización de los almidones.

**Figura 25. Sistema de Peletizado**



Una vez que el alimento ha sido acondicionado con humedad y temperatura es forzado a pasar mediante un rodillo por un dado de diámetro específico, después del cual sale el alimento en forma de “churro”, para ser cortado al tamaño adecuado.

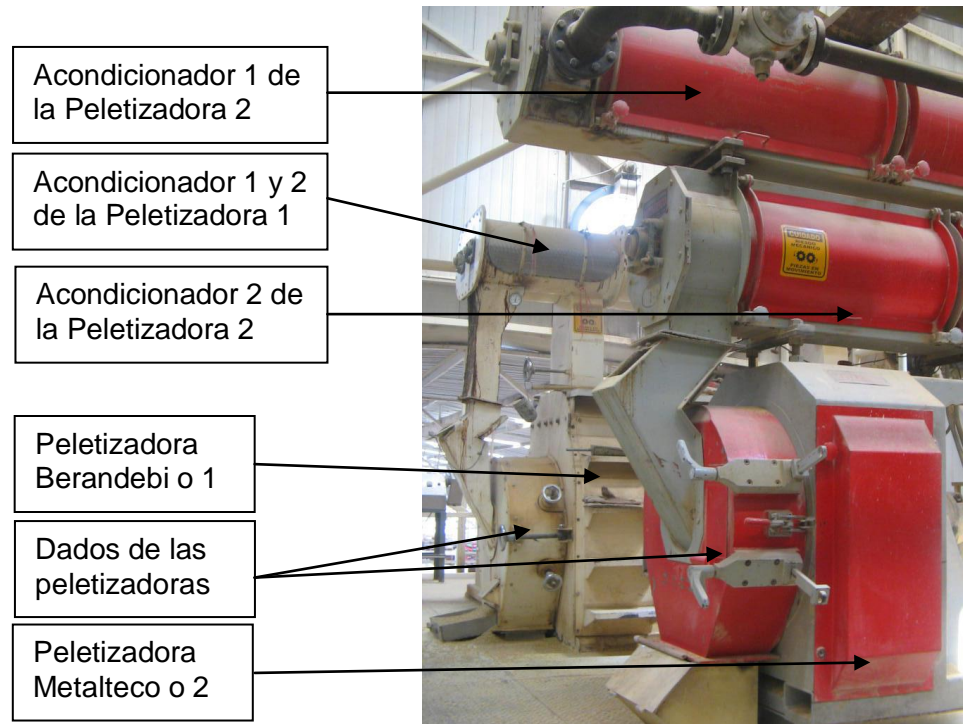
Finalmente, el pelet debe ser secado para evitar que la humedad afecte al producto final.

#### Equipos empleados en el peletizado

- ✚ Silos 24-27
- ✚ Acondicionadores para la peletizadora Berandebi y Metalteco
- ✚ Peletizadoras Berandebi y Metalteco
- ✚ Enfriadores para peletizadoras Berandebi y Metalteco
- ✚ Ciclones para enfriador para peletizadoras Berandebi y Metalteco
- ✚ Quebrantadores para peletizadoras Berandebi y Metalteco

- ✚ Transportadores de cadena de evacuación de enfriadores para peletizadoras Berandebi y Metalteco
- ✚ Elevadores de cangilones para peletizadoras Berandebi y Metalteco

**Figura 26. Zona de Peletizado**



**Figura 27. Peletizadora Berandebi**

➤ Peletizadora 1

Marca: WEG  
 Modelo: 315 S/M  
 Potencia: 175 HP  
 Voltaje: 440 v  
 Velocidad: 1800 RPM

➤ Acondicionadores 1 y 2

Marca: WEG  
 Modelo: AL132M 1003 y AL132M 0104  
 Potencia: 10 y 12.5 HP  
 Voltaje: 440 v  
 Velocidad: 1800 RPM



**Figura 28. Peletizadora Metalteco**

Peletizadora 2

Marca: WESTERN ELECTRIC  
MOTOR CORP

Modelo: 3K80058

Potencia: 175 HP

Voltaje: 440 v

Velocidad: 1800 RPM



**Figura 29. Elevadores de cangilones de las Peletizadoras 1 y 2**

Marca: WEG

Modelo: AL132M 0204

Potencia: 12.5 HP

Corriente: 17 Amp

Voltaje: 440 v

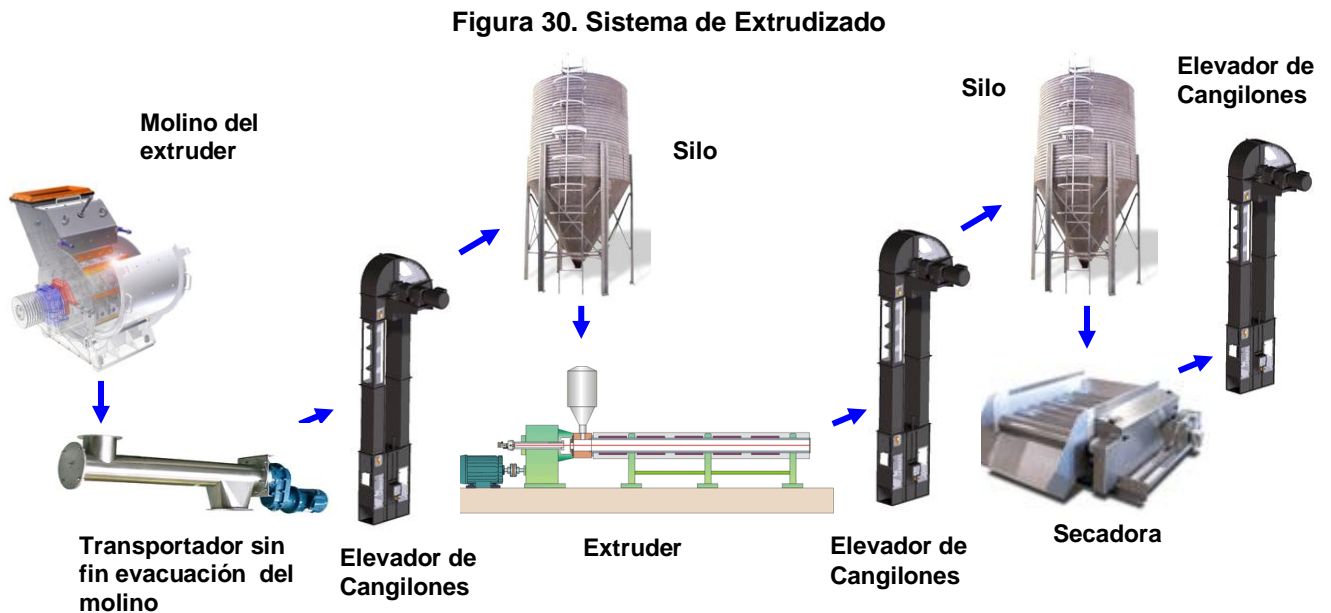
Velocidad: 1800 RPM

Factor de Servicio: 1



### 1.4.7 Extrudizado

El extrudizado, figuras 30, 31, 32 y 33, es el proceso en el cual los ingredientes son obligados a pasar a través de tornillos cónicos con presión y calor, para que salga por un orificio de diferentes formas.



La extrusión puede ser mediante un procesamiento en húmedo o en seco alcanzando el alimento temperaturas considerablemente mayores, entre 120 a 150°C, por lo que el producto final podría ser considerado prácticamente estéril.

En el extrudizado el material recibe humedad y presión, y es obligado a pasar por un dado de diferentes formas y diámetros. El alimento se corta, se seca y en algunas ocasiones recibe una cubierta para darle el sabor y añadir grasa.

El uso de extruders es casi exclusivamente para preparar alimento para mascotas (croquetas) aunque también se fabrican alimentos extruidos para otras especies como peces.

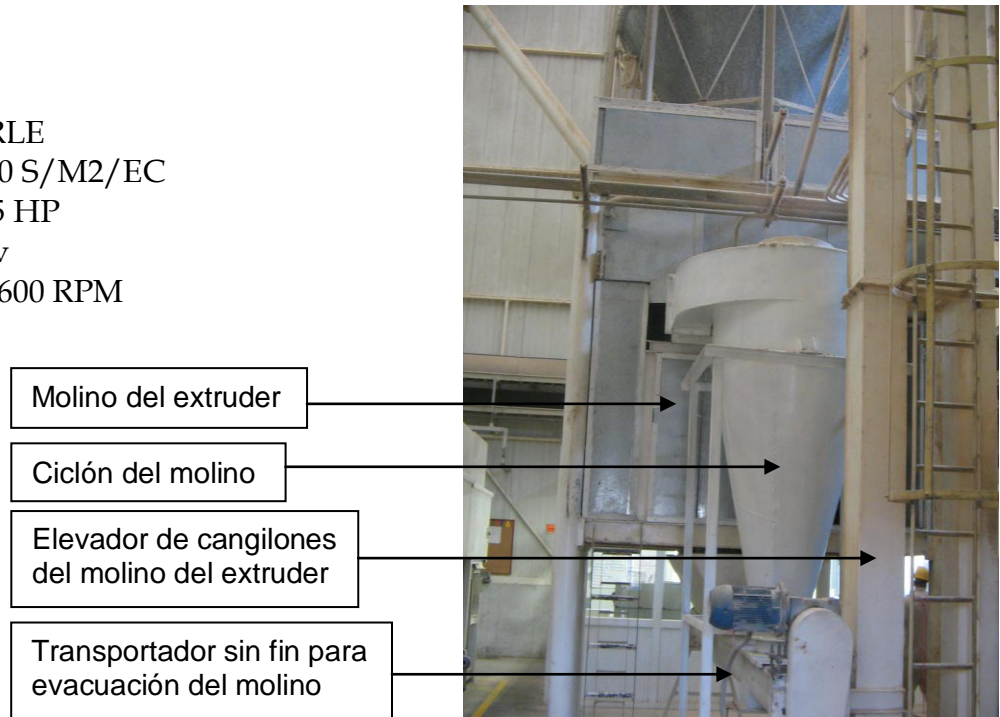
Los extruders son altamente costosos y con especificaciones técnicas muy particulares, por lo que en las plantas de alimentos pequeñas y en granjas no son muy comunes.

Equipos empleados en el extrudizado

- ✚ Silo 35
- ✚ Alimentador del molino
- ✚ Molino
- ✚ Ciclón del molino
- ✚ Transportador sin fin de evacuación del molino
- ✚ Elevador de cangilones
- ✚ 2 Tolvas
- ✚ Alimentador del extruder
- ✚ Extruder
- ✚ Ciclón (sistema neumático)
- ✚ Secadora (exclusa)
- ✚ Elevador de cangilones
- ✚ Enfriador
- ✚ Silo de empaque

**Figura 31. Molino del extruder**

Marca: EBERLE  
Modelo: B280 S/M2/EC  
Potencia: 125 HP  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 3600 RPM



**Figura 32. Extruder**

Modelo: 1LA4283 B3 280M  
Potencia: 120 HP  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1800 RPM



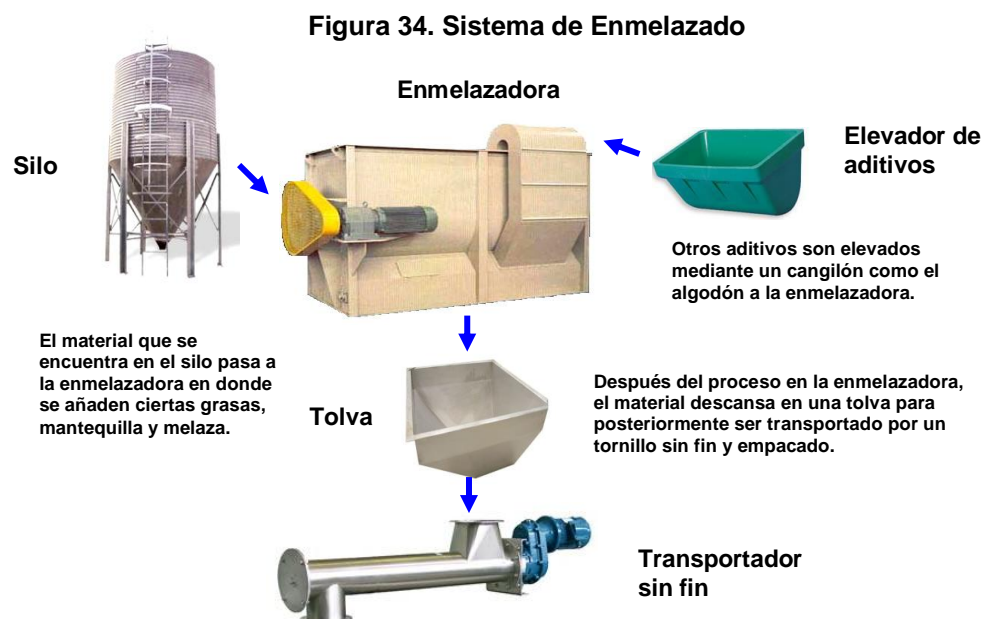
**Figura 33. Secador del extruder**

Marca: SIEMENS  
Modelo: 1LA3 163-4YB70  
Potencia: 18 HP  
Corriente: 23.5 Amp.  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1730 RPM



### 1.4.8 Enmelazado

El enmelazado, figuras 34 y 35, es el proceso que consiste en añadir melaza al alimento previamente mezclado, con el fin de precondicionarlo para peletizarlo, para cubrir los requerimientos nutricionales y así completar la formulación previamente hecha o simplemente para mejorar la textura y disminuir la polvosidad del alimento.



Al realizar el proceso de enmelazado se recomienda calentar la melaza antes de usarla para que esta obtenga una consistencia menos espesa y sea fácil de mezclar.

#### Equipos empleados en el enmelazado

- |   |   |
|---|---|
| ✚ Silo de la enmelazadora 34                            | ✚ Bomba de la melaza                    |
| ✚ Elevador de aditivo (semilla de algodón, sales, etc.) | ✚ Tolva                                 |
| ✚ Enmelazadora  | ✚ Transportador sin fin para evacuación |

**Figura 35. Enmelzadora de Ganadería**

Marca: WEG  
Modelo: 160M 02 04  
Potencia: 14.75 HP  
Corriente: 20 Amp.  
Voltaje: 440 v  
Velocidad: 1780 RPM

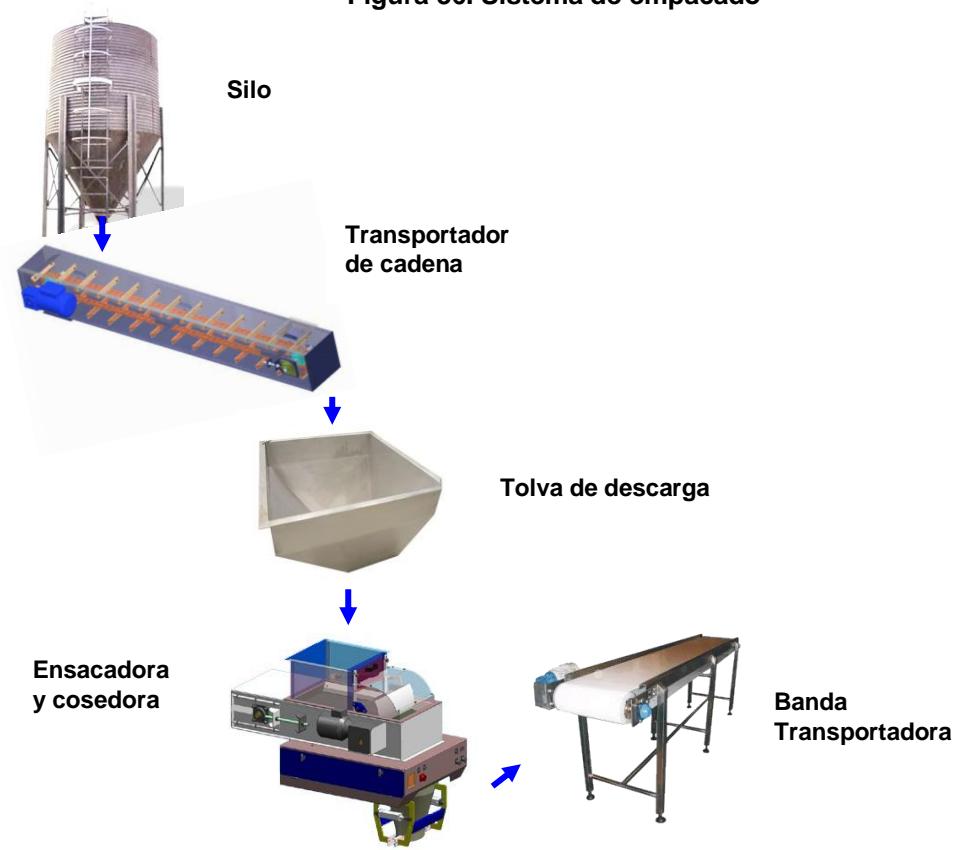


#### 1.4.9 Empaque

Es el proceso, figuras 36, 37 y 38, en el que una vez el alimento ha sido procesado y se obtiene el producto terminado, en cualquier presentación (polvo, migajas, pelets, croquetas, harina) debe ser almacenado adecuadamente el tiempo que va a permanecer en la planta antes de ser ofrecido a la venta, siendo lo más recomendable almacenarlo en sacos o costales, ya que ello permitirá el fácil manejo del producto, llevar un control adecuado de la cantidad de alimento producido, evitar el desperdicio, evitar pérdidas por causa de fauna nociva y tener un mejor control del producto con respecto a las condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y ventilación; todo ello con la finalidad de obtener un mejor aprovechamiento del alimento y evitar pérdidas económicas innecesarias.

Existen enconstaladoras o ensacadoras, las cuales facilitan el llenado y sellado de los costales, siendo equipos muy útiles para cantidades de producto muy alta y si no se van a consumir inmediatamente.

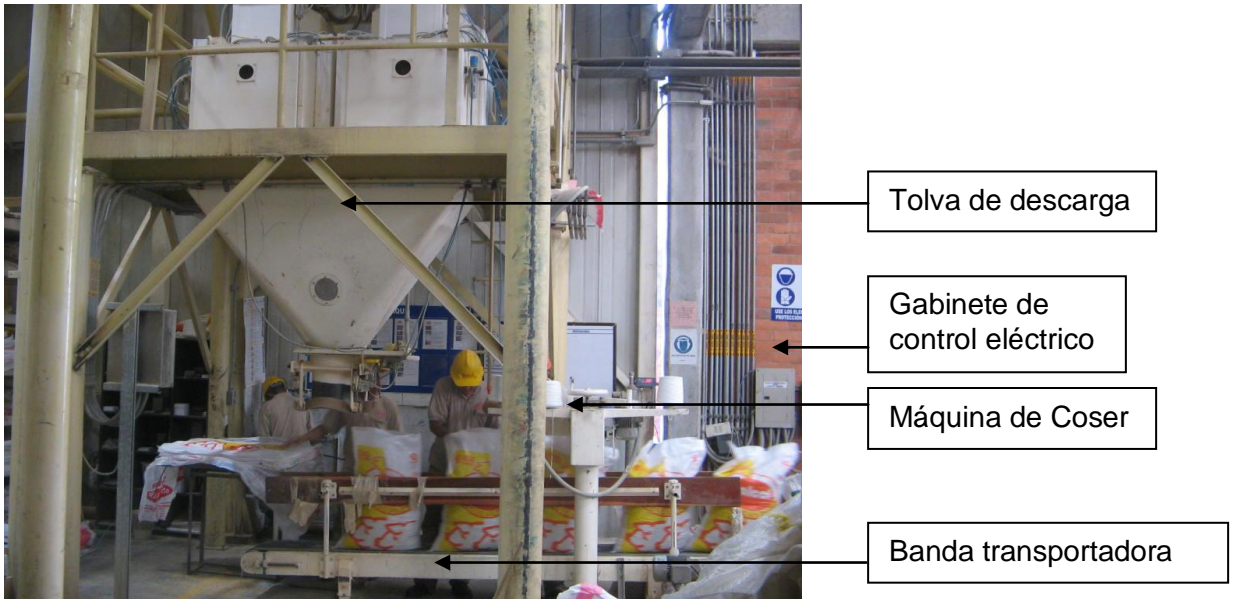
**Figura 36. Sistema de empackado**



Equipos empleados en el empackado

- ✚ Silos 28-33
- ✚ Transportador de cadena bajo silos
- ✚ Transportador de cadena carga a granel
- ✚ 2 Balanzas
- ✚ 2 bandas transportadoras

**Figura 37. Zona de empaque**



**Figura 38. Ensacadora**



Los productos empacados van inmediatamente a la bodega de productos terminados para su posterior despacho y distribución para su consumo.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA

La presente disertación tiene el fin de analizar el estado actual del mantenimiento, con el propósito de evaluarlo con un enfoque gerencial encaminado a determinar acciones que permitan sostener la producción con equipos confiables y disponibles en la mayor parte del tiempo del proceso.

### 2.1 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

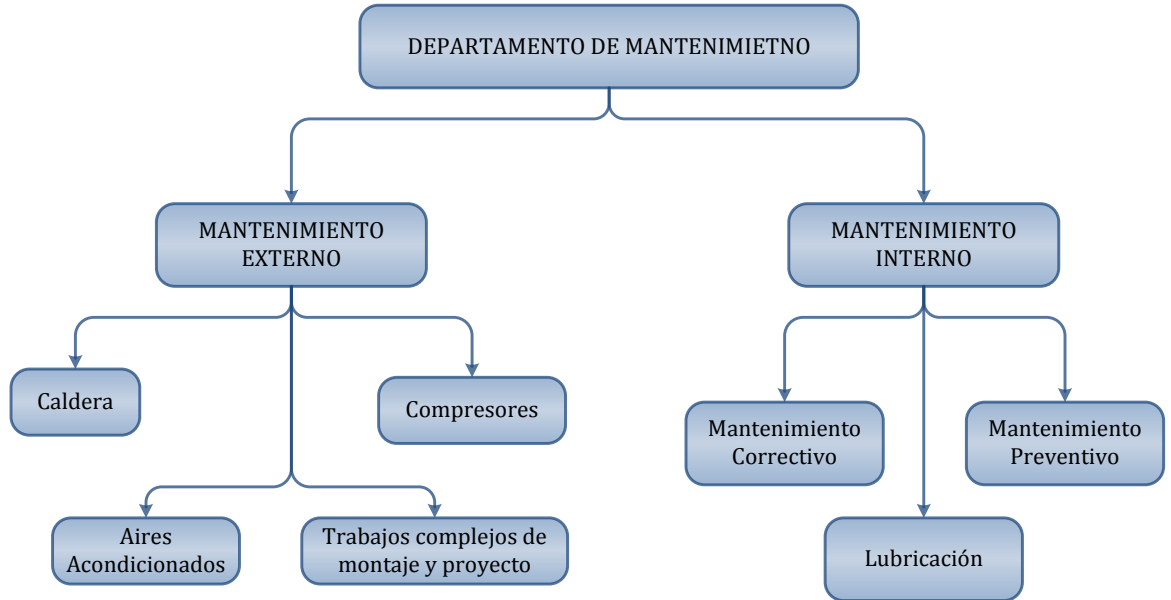
La organización del mantenimiento para la empresa Itacol de Occidente Ltda, está encabezada por el director del departamento de Producción y Mantenimiento quien es la persona que aprueba todos los proyectos presentados por el departamento de Producción y Mantenimiento.

Además, el director del departamento de Producción y Mantenimiento se encarga de asignar tareas al cuerpo de técnicos y operarios, con el fin de desarrollar las actividades programadas. Teniendo en cuenta estos aspectos la estructura del departamento de Producción y Mantenimiento se observa en la figura 39.

En la gestión del mantenimiento se tiene como base el mantenimiento realizado en el día a día por los operarios, debido a que son los operarios de las líneas de producción, técnicos y demás personal de la empresa quienes se encargan de reportar verbalmente las eventualidades al director del Departamento de Producción y Mantenimiento, quien atiende los requerimientos verbales y se los comunica a los técnicos para que atiendan el caso. Si el daño en el equipo no es grave el jefe de la planta da la orden que continúe la producción.

En los equipos de servicio como son la caldera, compresores y los equipos más complejos, las labores de mantenimiento son realizadas por personal externo u outsourcing altamente capacitado, así como en los equipos de oficina.

**Figura 39. Estructura Organizativa del Mantenimiento**



## 2.2 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Para el diagnóstico del área del mantenimiento se tendrán en cuenta los siguientes elementos: posición y objetivos de la empresa respecto al mantenimiento, interrelación con otras áreas, administración del mantenimiento, planeación de las actividades de mantenimiento, apoyo informático, documentación técnica, costos de mantenimiento, área física del mantenimiento, servicio de mantenimiento por parte de terceros, personal de mantenimiento, estado o condición de los equipos, almacén y gestión de repuestos, indicadores de gestión, el estado de la maquinaria y carga de trabajo.

## **✚ Posición y objetivos de la empresa respecto al mantenimiento**

La empresa es consciente de la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo que ayude a alcanzar las metas planteadas y así se pueda conseguir el mayor rendimiento y disponibilidad de los equipos. Para ello se propone mejorar la gestión de mantenimiento, planteándose los siguientes objetivos:

- ✓ Disminuir de los costos de producción.
- ✓ Aumentar la calidad del producto.
- ✓ Mejorar la capacidad operacional (mejoramiento de la competitividad ante otras empresas; rendimiento).
- ✓ Mejorar la capacidad de respuesta de la empresa como un ente organizado e integrado.
- ✓ Mejorar la seguridad e higiene industrial.
- ✓ Mejorar la calidad de vida de los colaboradores de la empresa.
- ✓ Mejorar la imagen y seguridad industrial de la compañía.

## **✚ Interrelación con otras áreas o dependencias de la empresa**

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral. Para esto se estipula un panorama de riesgos, salud ocupacional y especificación de normas de trabajo. En la tabla 8 se muestran las principales interrelaciones entre el mantenimiento y otras dependencias de la organización.

**Tabla 8. Relaciones con otras dependencias.**

Las relaciones de mantenimiento con el entorno inmediato son:	
GERENCIA REGIONAL	GERENCIA DE PRODUCCIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Fijar políticas y directrices sobre el alcance del mantenimiento.</li> <li>✓ Parametrizar la gestión del mantenimiento, indicadores del mantenimiento.</li> <li>✓ Definir la misión de la empresa y del mantenimiento.</li> <li>✓ Definir productos y servicios.</li> <li>✓ Establecer la imagen corporativa y la función del mantenimiento.</li> <li>✓ Realizar la entrega de informes de cumplimiento de programas para ser incluidos en la planeación empresarial por parte del departamento de mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Es la directriz máxima de la planta.</li> <li>❖ Mantenimiento es servicio al proceso productivo.</li> <li>✓ Informar sobre programas, cadencias, gamas y turnos de los ciclos de proceso.</li> <li>✓ Comunicación permanente a todo nivel de producción y mantenimiento.</li> <li>✓ Motivar a que los operarios deben ser inspectores permanentes del estado de las máquinas.</li> <li>✓ Establecer prioridades para las solicitudes de servicio.</li> <li>✓ Entregar manuales (o capacitar personal) para la correcta operación de los equipos.</li> <li>✓ Establecer criterios para la utilización, transporte y vigilancia de productos y materiales en proceso.</li> <li>✓ Establecer los límites de seguridad de operación, velocidad, temperatura, presión, corriente, voltaje.....</li> </ul>
GESTIÓN HUMANA	DEPARTAMENTO DE COMPRAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implementar los reglamentos de trabajo.</li> <li>✓ Seleccionar y contratar personal de mantenimiento buscando los perfiles ideales.</li> <li>✓ Incentivar al personal de mantenimiento, mediante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cumplir con las entregas y control de pedidos de repuestos, herramientas, materiales e insumos.</li> <li>✓ Establecer garantías sobre especificaciones técnicas y control de la calidad.</li> <li>✓ Obtener mejores precios respetando las</li> </ul>

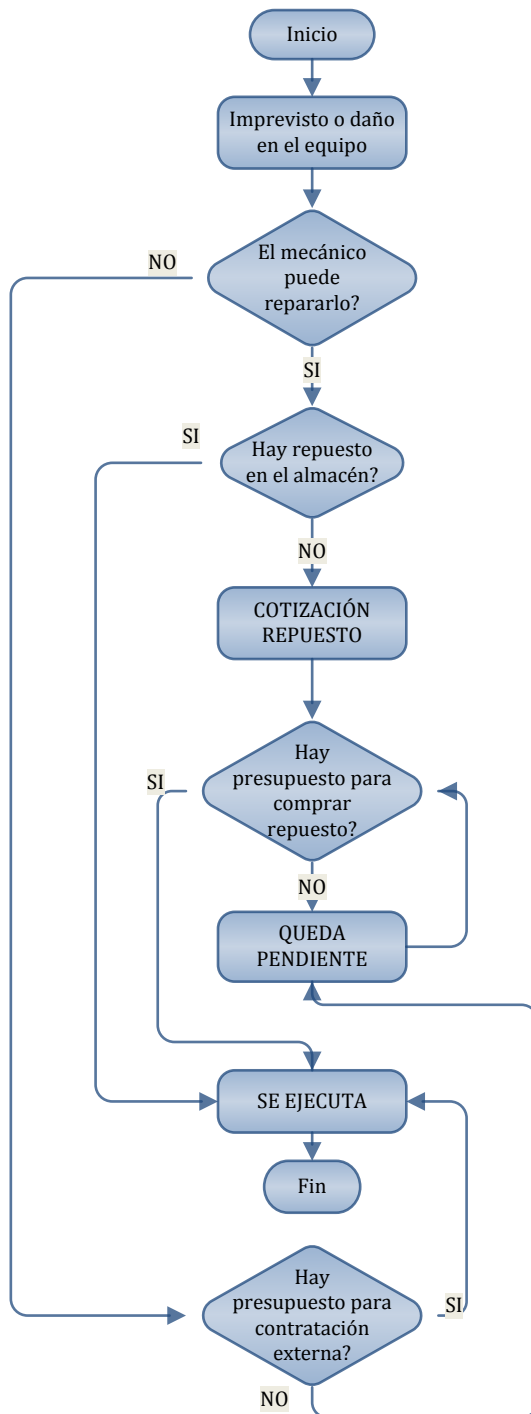
<p>premios y ascensos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Programar capacitaciones, actualizaciones y entrenamiento al personal.</li> <li>✓ Programar actividades deportivas, de recreación y culturales.</li> <li>✓ Manejar y capacitar al personal sobre las normas de seguridad y uso de implementos.</li> </ul>	<p>especificaciones técnicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sustituir compras con razones justificadas.</li> <li>✓ Determinar los niveles de existencia, y ubicación de los artículos.</li> <li>✓ Crear nomenclatura, codificación, catalogación y estandarización de materiales.</li> </ul>
---	---

### **Administración del mantenimiento**

El gerente de producción como se observa en la figura 2, es el encargado del área de mantenimiento, desempeñándose como el director de mantenimiento y coordinador de las labores a realizar. Él se encarga de las funciones administrativas y operativas de una manera oral, ya que no se maneja ningún documento escrito como solicitudes de trabajo para el control de las actividades de mantenimiento. La empresa cuenta además con una red interna de comunicación por radio, con la cual está dotado el personal de mantenimiento y coordinador de producción para atender cualquier imprevisto o daño en la planta.

En el momento no se tiene control sobre la mayoría de actividades de mantenimiento, ya que no se lleva ningún registro de las tareas ejecutadas a los equipos de producción, que son en su mayoría correctivas, no se hace ningún tipo de gestión en la orden de trabajo. El proceso actual se muestra en la figura 40.

**Figura 40. Procedimiento para la reparación de daños o imprevistos en el equipo.**



1. Cuando ocurre un imprevisto el operario reporta el daño al mecánico.
2. Si el mecánico puede repararlo y el almacén tiene recursos ejecuta la tarea y se culmina el procedimiento.
3. Si la tarea requiere compra de repuestos el mecánico realiza una cotización de los repuestos.
4. El mecánico solicita la partida correspondiente a la subgerencia por medio de la secretaria y pide el repuesto.
5. Si no hay presupuesto la actividad queda pendiente y el equipo parado.
6. Si hay presupuesto se ejecuta la actividad y culmina el procedimiento.
7. Si la tarea es de mayor nivel de mantenimiento, el jefe de producción y mantenimiento contrata el outsourcing para que ejecute la actividad.
8. Si no hay presupuesto para la contratación externa, la actividad queda pendiente y el equipo queda parado.
9. Si hay presupuesto se ejecuta la actividad y culmina el procedimiento

### **✚ Planeación de las actividades de mantenimiento**

En este momento no existe un plan de mantenimiento establecido, sino que la mayoría de las actividades realizadas en la maquinaria son de tipo correctivo. Sin embargo a las peletizadoras, molinos, mezcladora, elevadores de balanzas, molino, harina, volcado y peletizadoras se les realiza un estudio de vibraciones cada cuatro meses, en el que se verifica el estado del equipo según sus espectros, y se reciben las correspondientes recomendaciones de los contratistas.

### **✚ Documentación Técnica**

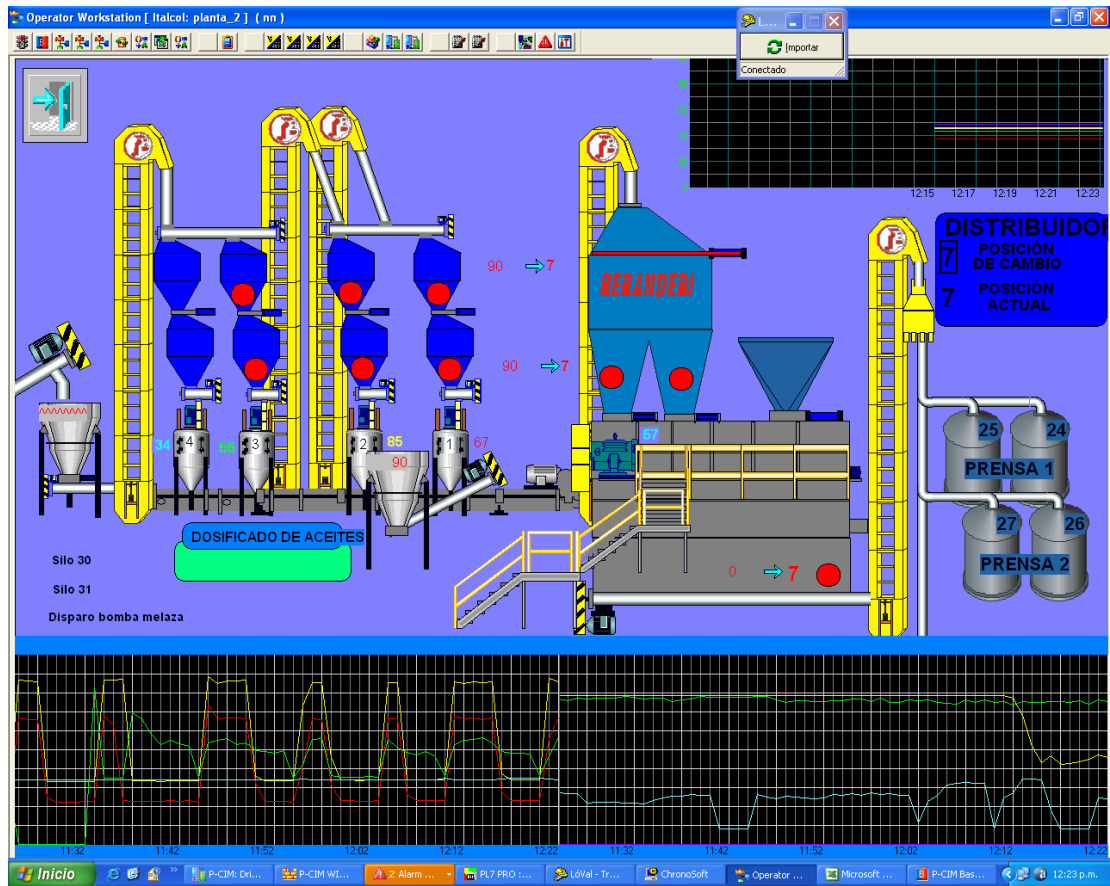
Puesto que la planta inició operaciones en el año 2005, a la fecha se puede decir que es relativamente nueva y semiautomatizada, a pesar de ello, la información de la maquinaria y los manuales, se encuentra dispersa o se carece de ella, originando dificultades en la resolución de problemas y poco control en las labores de mantenimiento. También debido a que se han realizado varios cambios en la estructura de la planta, los planos que fueron suministrados originalmente por la empresa Berandebi S.A. no se han actualizado.

### **✚ Apoyo informático**

La empresa no cuenta con software, ayuda informática, o base de datos, que permita manejar y estudiar posteriormente la información con respecto al mantenimiento de los equipos.

Para el manejo de la producción se tiene un programa "PCSim" (figura 41) que es aquel que controla el proceso de producción, siendo aportado en la instalación de la empresa por parte de la empresa Berandebi S.A.

Figura 41. Sistema PCSim



Fuente: División Sistema de Información Itacol

### Costos de mantenimiento

Todos los gastos que se manejan en la parte de producción de la empresa, van a un centro de costo; este centro de costos es manejado por facturación, y se clasifica según la parte del proceso o el tipo de equipo. El gerente de producción se encarga de especificar a qué equipo o que destino lleva cada factura ya sea de repuestos, materiales o mano de obra.

Sin embargo, al no manejar el tiempo invertido en las actividades de mantenimiento, no se realiza un estudio de los índices de desempeño.

En las tablas 9, 10 y 11 se muestran algunos datos de los costos de mantenimiento:

**Tabla 9. Centro de costos de la maquinaria y equipos**

<i>Centros de costos: Producción</i>		
Junio de 2007		
734515	MAQUINARIA Y EQUIPO	IT03
CÓDIGO	EQUIPOS / ZONAS	COSTO ANUAL (hasta la fecha) \$
73451501	SILOS Y TRANSPORTADORES	14'364.881
73451502	TOLVAS	0
73451503	MOLINOS	7'215.380
73451504	MEZCLADORAS	7'020.000
73451505	DOSIFICADORES	32'927.206
73451506	PELETIZADORAS	5'580.300
73451507	ENSACADORAS	3'052.218
73451508	EXTRUDER	5'895.000
73451509	CALDERAS	5'500.000
73451510	OTROS	7'926.400
73451511	REPARACIONES MICROMEZCLAS	0
73451512	ENSACADORA ROSDAN	0
73451513	REPARACIONES ZONA DE RECIBO 1	5'569.656
73451514	REPARACIONES ZONA DE RECIBO 2	6'362.020
73451515	REPARACIONES COMPRESOR	2'855.292
17345156	REPARACIONES MONTACARGAS	107'278.353

**Tabla 10. Centro de costos de repuestos de equipos**

<i>Centros de costos: Producción</i>		
Junio de 2007		
734550	REPUESTOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO	IT03
CÓDIGO	REPUESTOS DE EQUIPOS	COSTO ANUAL (hasta la fecha) \$
73455001	SILOS Y TRANSPORTADORES	3'641.199
73455002	TOLVAS	0
73455003	MOLINOS	35'235.725
73455004	MEZCLADORAS	9'073.725

73455005	DOSIFICADORES	0
73455006	PELETIZADORAS	26'949.981
73455007	ENSACADORAS	4'374.995
73455008	EXTRUDER	17'763.673
73455009	CALDERAS	5'048.084
73455010	OTROS	21'627.191
73455011	REPARACIONES MICROMEZCLAS	0
73455012	ENSACADORA ROSDAN	0
73455013	REPARACIONES ZONA DE RECIBO 1	4'963.772
73455014	REPARACIONES ZONA DE RECIBO 2	3'119.191
73455015	REPARACIONES COMPRESOR	45.705
73455016	REPARACIONES MONTACARGAS	141'670.607

**Tabla 11. Reporte de costos de materiales y mano de obra**

DETALLE	VALOR	PROVEEDOR
<b>ELEVADOR DE INTERCONEXION</b>		
BANDA PARA ELEVADOR DE INTERCONEXION	7.789.400	ICOBANDAS
INSTALACION DE TRANSPORTADOR DE CADENA EN EVACUACION DE TOLVA DE ALIVIO BAJO MEZCLADOR	12.620.800	METALTECO
MATERIALES PARA REPARACION DE LIMPIADORA DE HARINAS	171.783	FERRETERIA FIERROS SA
CAMBIO DE CANGILONES A ELEVADOR DE INTERCONEXION PARA MEJORAR CAPACIDAD MANO DE OBRA		WILLIAM BAYONA
<b>TOTAL</b>	<b>20.581.983</b>	
<b>SILOS DE CALCIO</b>		
MATERIALES PARA LEVANTAR SILOS 20,21,22,23	952.276	FERRETERIA FIERROS SA
MATERIALES PARA LEVANTAR SILOS 20,21,22,24	3.476.242	FAHOBE
MATERIALES PARA REFORMA DE SILOS 20,21,22,23	144.420	FERRETERIA SIGLO XXI
OXIGENO PARA TRABAJOS DE SILOS	463.429	CRYOGAS
<b>TOTAL</b>	<b>5.036.367</b>	
<b>REFUERZOS SILOS DE 4,3 METROS DE DIAMETRO</b>		
COMPRA DE ANGULOS PARA REFUERZOS DE SILOS	1.877.535	FERRETERIA FIERROS SA
REFUERZO DE 13 SILOS DE 4,3 DE DIAMETRO	3.596.000	SAIT LTDA
TUERCAS Y ARANDELAS PARA REFUERZO DE SILOS	137.492	FERRETERIA SIGLO XXI
PERFORACION DE ANGULOS PARA REFUERZOS DE LOS SILOS DE 4,3	3.034.096	HECTOR BAEZ
MANO DE OBRA 1 SILO	990.000	WILLIAM BAYONA
MANO DE OBRA 12 SILOS	6.702.400	WILLIAM BAYONA
CUELLOS DE GANSO SILOS DE 4,3 ( MATERIAL )	2.865.200	METALTECO
MANO DE OBRA INSTALACION CUELLOS DE GANSO	650.000	WILLIAM BAYONA
TRANSPORTE DE LOS CUELLOS DE GANSO B/MANGA - GIRARDOTA	119.720	TCC
<b>TOTAL</b>	<b>19.972.443</b>	
<b>TRANSPORTADOR QUE ALIMENTA SILOS DE 7,5 METROS DE DIAMETRO</b>		
MATERIAL PARA FABRICAR BANDEJA QUE EVITARIA QUE LOS PRODUCTOS PASARAN A LOS SILOS DEL FONDO Y CONTROLAR MEZCLAS DE INGREDIENTES	1.142.600	SAIT LTDA
MONTAJE BANDEJA	1.300.000	WILLIAM BAYONA
<b>TOTAL</b>	<b>2.442.600</b>	

<b>MOTOREDUCTOR MEZCLADORA</b>		
CAMBIO DE RETENEDORES EN LA REPARACION DEL EQUIPO LENTAX	159.976	RODANORTE
RODAMIENTOS PARA MOTORREDUCTOR DE MEZCLADORA	195.186	RODANORTE
PIÑONES PARA EJE DE ACOPLA DE MEZCLADORA	2.003.320	A. R. LOS RESREPOS
RODAMIENTOS PARA PIÑON DE REDUCTOR MEZCLADORA	107.114	RODANORTE
REVISION TECNICA A MOTORREDUCTOR DE MEZCLADORA	545.200	MONTAJES Y CONTRATOS
COMPRA DE MOTORREDUCTOR PARA LA MEZCLADORA CON FACTOR DE SERVICIO MAS ALTO	27.351.640	SEW EURODRIVE
<b>TOTAL</b>	<b>30.362.436</b>	
<b>ZARANDAS PELETIZADORAS</b>		
SOPORTES PARA RESORTES DE ZAANDAS, CAUCHOS, LONAS SUPER TRUCK	858.400	METALTECO
COMPRA DE ZARANDAS A METALTECO		
MONTAJE DE ZARANDAS		
<b>TOTAL</b>	<b>858.400</b>	
<b>ELEVADOR DE POSMOLIENDA</b>		
CAMBIO DE CANGILONES	7.769.680	METALTECO
PAGO DE FLETE POR TRANSPORTE DE CANGILONES PLASTICOS	414.051	METALTECO
<b>TOTAL</b>	<b>8.183.731</b>	
<b>AUTOMATIZACION DE PLANTA</b>		
PAGO DE MANO DE OBRA POR AUTOMATIZACION DE PLANTA	904.800	LOVAL COLOMBIA
<b>TOTAL</b>	<b>904.800</b>	
<b>SISTEMA DE PRELIMPIEZA ZONA DE RECIBO N° 1 ELEVADOR DE SACOS</b>		
MANO DE OBRA POR DESMONTAJE DE SISTEMA DE PRELIMPIEZA ELEVADOR DE SACOS	1.400.000	WILLIAM BAYONA
MANO DE OBRA POR DESMONTAJE DE SISTEMA DE PRELIMPIEZA ELEVADOR DE VOLCADOR GRANELES	1.400.000	WILLIAM BAYONA
<b>TOTAL</b>	<b>2.800.000</b>	
<b>GRAN TO TAL</b>	<b>91.142.760</b>	

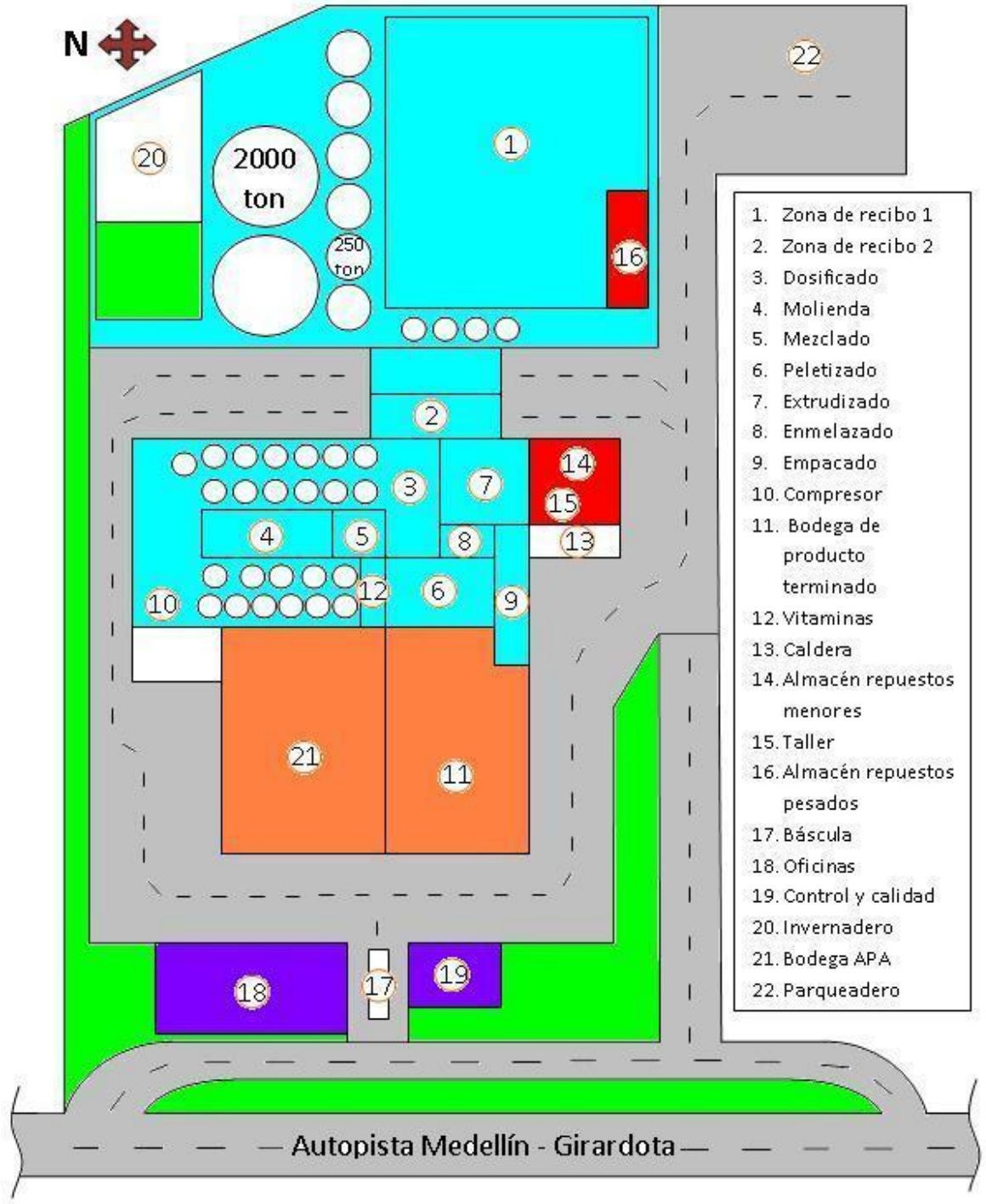
Fuente: Facturación Itacol de Occidente Ltda.

## Área física de mantenimiento

En la planta se encuentra una zona disponible para realizar las labores de mantenimiento desde la cual se puede acceder directamente a las zonas del proceso y a la vía de tránsito de los vehículos pesados (como salida emergente), ver figura 42.

En la misma zona del taller de mantenimiento, se almacenan los repuestos, insumos, materiales y las herramientas disponibles para efectuar las diferentes actividades de mantenimiento.

Figura 42. Plano Planta de la empresa



- 1. Zona de recibo 1
- 2. Zona de recibo 2
- 3. Dosificado
- 4. Molienda
- 5. Mezclado
- 6. Peletizado
- 7. Extrudizado
- 8. Enmelazado
- 9. Empacado
- 10. Compresor
- 11. Bodega de producto terminado
- 12. Vitaminas
- 13. Caldera
- 14. Almacén repuestos menores
- 15. Taller
- 16. Almacén repuestos pesados
- 17. Báscula
- 18. Oficinas
- 19. Control y calidad
- 20. Invernadero
- 21. Bodega APA
- 22. Parqueadero

■ Oficinas   
 ■ Producción   
 ■ Área de Mantenimiento   
 ■ Zona verde   
 ■ Bodegas

Adicional a esta área existe un espacio en la bodega de materias primas, para almacenar repuestos y herramientas no tan frecuentemente empleados y que debido a su tamaño ocupan bastante espacio (extractores, chumaceras y rodamientos de gran tamaño para las peletizadoras y otros equipos). Para hacer uso de estos repuestos o herramientas, es necesario presentar un memorando de salida, firmado por el gerente de producción o en dado caso por el supervisor.

El taller tiene la tendencia a permanecer lleno de material particulado desprendido por la materia prima, ya que se encuentra ubicado al lado del volcador de las tractocamiones cargadas a granel, de las cuales cae bastante material a los repuestos y herramientas de mantenimiento.

#### **Servicios de mantenimiento por parte de terceros**

Ante la continua necesidad de aumentar la productividad y disminuir el tiempo al vaciar materia prima por medio de las bandejas, se han planteado y realizado proyectos los cuales han sido efectuados por personal externo a la empresa “Metalteco” en la modalidad de outsourcing. Esto también se ve reflejado en el mantenimiento a la caldera, la subestación, mantenimiento informático y del sistema PCSim, mantenimiento con proyectos, refrigeración, aire acondicionado, vibraciones, lubricación, pintura y limpieza.

#### **Personal de mantenimiento**

En este momento la empresa se encuentra en un proceso de vinculación de personal de mantenimiento, debido a que solo tiene un mecánico y un eléctrico a su disposición. Ambas personas son muy capacitadas y sienten gran pertenencia y compromiso con la empresa, respaldando o asesorando en las decisiones para la constitución de nuevos proyectos, pero tienen demasiada carga de trabajo acumulado.

### **✚ Diagnóstico de condición de equipos**

Cada cuatro meses a los equipos principales de producción se les realiza un análisis de vibraciones por parte de la empresa Vibromontajes S.A., la cual diagnostica la condición, su funcionamiento y genera las respectivas observaciones y recomendaciones, buscando prevenir que falle la maquinaria (mantenimiento predictivo).

### **✚ Almacén y Gestión de repuestos**

La mayoría de los repuestos y materiales, se encuentran ubicados en el taller. Algunos repuestos tales como ciertos rodamientos, chumaceras, extractores, repuestos para los montacargas. Debido al mayor tamaño de estos y eventual utilización, se localizan en el almacén que se halla en la bodega de materia prima. Si se llega a necesitar un repuesto de allí, es traído al taller por alguien del personal de mantenimiento por medio de un memorando autorizado por el gerente de producción, y en dado caso de no tenerse dicho repuesto o material se solicita a los respectivos proveedores.

### **✚ Indicadores de Gestión**

Actualmente no se utilizan pero forman parte de uno de los objetivos de este estudio.

### **✚ Estado de la maquinaria y carga de trabajo**

En general los equipos se encuentran en buen estado, pero puede ser mejorado, para evitar fallas imprevistas que ocasionen paros en la producción.

El trabajo del área de mantenimiento mientras haya producción está dividido en dos turnos, de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. y 6:00 p.m. a 6:00 a.m., con el fin de realizar las reparaciones pertinentes para evitar que se ponga en riesgo la producción en la planta; cuando no hay producción, son ejecutadas diversas trabajos de mantenimiento que implican gran cantidad de tiempo o que el proceso este detenido.

## 2.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Con base en la información recopilada en algunos manuales y documentos de los equipos y la experiencia de los trabajadores y personal de mantenimiento, se pudo realizar este estudio de mantenimiento en la empresa Itacol de Occidente Ltda., en la modalidad de práctica empresarial. Para resolver algunos de las necesidades de mantenimiento, se plantearon los siguientes objetivos:

- ✓ Realizar el inventario, diagnóstico y codificación de los equipos que intervienen en el proceso.
- ✓ Hacer un levantamiento de las características de los equipos por medio de fichas técnicas.
- ✓ Elaborar un estudio de criticidad de la maquinaria, para determinar los equipos que inicialmente entrarán al plan de mantenimiento.
- ✓ Establecer las actividades básicas de mantenimiento correctivo y preventivo, indicando procedimientos, frecuencias e insumos. Se elaborarán los protocolos más importantes.
- ✓ Estudiar el clima organizacional para analizar la factibilidad de implementar tareas de TPM, tales como: Mantenimiento autónomo, estudio de pérdidas por disponibilidad, desempeño y devoluciones por mala calidad (reprocesos), gestión de repuestos justo a tiempo.
- ✓ Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la planta, con miras a mejorar la productividad de la empresa, fundamentado en los conceptos de TPM.
- ✓ Crear una base de datos, para almacenar la información sobre: datos técnicos de equipos, actividades básicas de mantenimiento, órdenes de trabajo, programas de conservación de equipos, programa de mantenimiento preventivo, y otros. El sistema de información podrá hacer reportes sobre repuestos, materiales, pendientes, e indicadores de gestión.

### 3. TEORÍA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Hacer mantenimiento con un concepto actual no implica reparar equipo roto tan pronto como se pueda sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados. En consecuencia, buen mantenimiento consiste en realizar el trabajo en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas.

El mantenimiento empieza cuando los equipos e instalaciones son recibidos y montados, en la etapa inicial de todo proyecto y continúa cuando se formaliza la compra de éstos y su montaje correspondiente.

#### 3.1 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE MANTENIMIENTO

Existen varios tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y según los recursos utilizados. Entre los principales modos de hacer mantenimiento, se tiene: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo y el TPM, los cuales pueden ser aplicados al equipamiento y activos de Industrias Itacol de Occidente Ltda.

##### 3.1.1 *Mantenimiento Correctivo*

Este mantenimiento tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un fallo en el sistema. 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. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán afectados por la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

### 3.1.2 *Mantenimiento Preventivo*

Este mantenimiento tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas. Se realiza basándose en los datos suministrados por el fabricante como manuales técnicos, por medio de la experiencia y pericia del personal a cargo, y demás personas que han adquirido conocimiento acerca de los equipos y maquinaria de la compañía. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente 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.

- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente denominados equipos críticos. 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.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

### 3.1.3 *Mantenimiento Predictivo*

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras ésta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos e instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo que se pueden emplear en la empresa ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA son:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos).
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros).
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado).

- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

### 3.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar concientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada funcionario desde su cargo dentro de la organización, actuará asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento productivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

#### 3.2.1 Generalidades del TPM

Es mantenimiento productivo es realizado por todos los empleados de la organización. TPM basa su filosofía en el principio de que la mejora de los equipos debe involucrar a toda la organización desde los operarios hasta la alta dirección, es decir, un mantenimiento llevado a cabo en el conjunto de la compañía.<sup>1</sup>

TPM basa su estrategia en ocho pilares, ver figura 43.

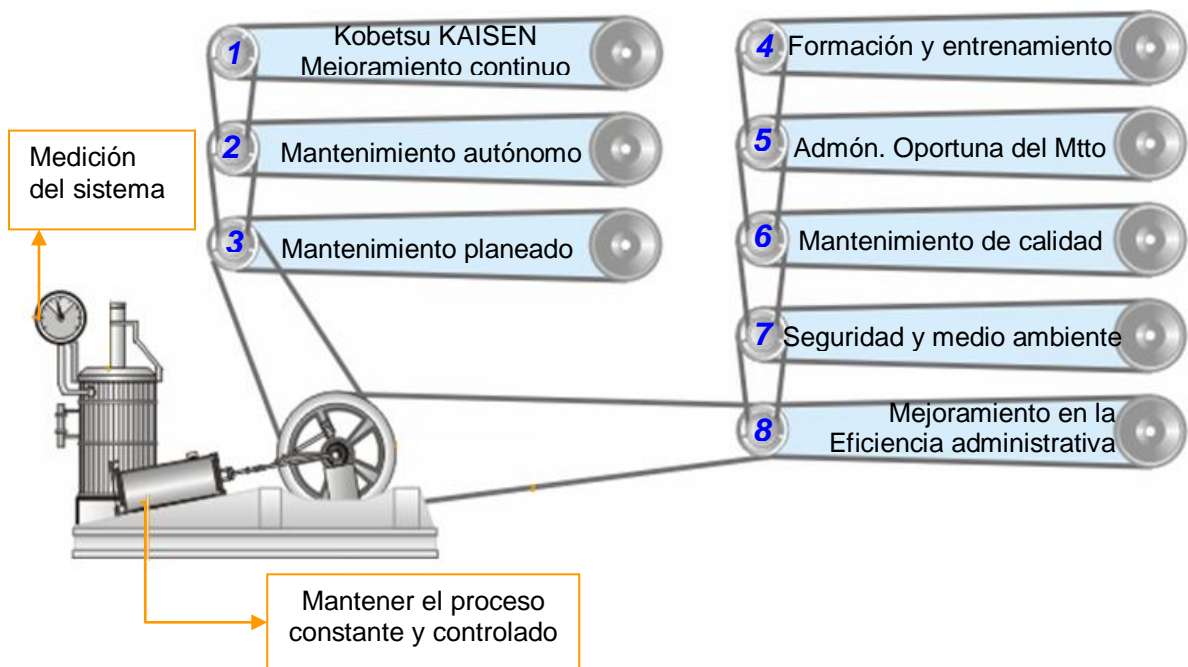
---

<sup>1</sup> PRODUCTIVITY PRESS. Programa del desarrollo del TPM. Implantación del mantenimiento productivo total. Tecnologías de gerencia y producción, 1991.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- ✓ Reducción de averías en los equipos.
- ✓ Reducción de tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- ✓ Utilización eficaz de los equipos existentes.
- ✓ Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- ✓ Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de los recursos energéticos.
- ✓ Formación y entrenamiento del personal.
- ✓ Obtención de resultados tangibles significativos.
- ✓ Transformación del entorno de la planta.
- ✓ Transformación de los trabajadores de la planta.

**Figura 43. Los ocho pilares del TPM.**



1. Mejoras enfocadas; mejoramiento continuo (Kobetsu KAISEN): Incrementar la eficiencia global de producción a través de la eliminación de pérdidas relacionadas con los equipos y los procesos, manteniendo un trabajo seguro y agradable.
2. Mantenimiento Autónomo: Su objetivo es establecer, mejorar y sostener las condiciones básicas de los equipos por medio de las actividades de limpieza, lubricación y ajustes correctos, a cargo de los operadores.
3. Mantenimiento planeado y programado: Cumple un papel importantísimo en la eliminación de las pérdidas, ya que su desarrollo busca desarrollar las condiciones óptimas de funcionamiento de los equipos.
4. Entrenamiento: Formar al personal para que responda positivamente al cambio que trae TPM. Esta formación buscará nuevas habilidades y conocimiento que sirvan de soporte a la filosofía TPM.
5. Establecimiento de una administración inicial de los sistemas para el desarrollo de nuevos productos y nuevos equipos (Control inicial): Encontrar las vías más eficientes para desarrollar nuevos productos y llevar a cabo inversiones en equipos, de tal manera que se obtengan productos más fáciles de producir con equipos más fáciles de mantener.
6. Mantenimiento de calidad: mantener y mejorar constantemente la calidad del producto a través del efectivo mantenimiento del equipo para lograr alcanzar la meta de cero defectos en la producción.
7. Seguridad y medio ambiente: Busca que los diferentes procesos productivos de la empresa, generen menos impacto ambiental, mayor prevención de accidentes en los lugares de trabajo y eliminar por completo las fuentes de contaminación.
8. TPM en oficinas: Lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción.

### 3.2.2 Eficiencia Global de Producción (EGP)

El objetivo de una compañía es producir o elaborar productos a partir de la transformación de las materia primas, logrando obtener productos con las características deseadas por los clientes, dándole a estos insumos un valor agregado a la hora de comercializarlos o venderlos. Todas estas transformaciones de las materias primas se realizan a través de equipos o maquinaria, buscando siempre mantenerlos en buen estado y funcionamiento, ya que esto genera una disminución de las pérdidas, reprocesos y desperdicios de materiales o insumos.

En el Mantenimiento Productivo Total, existe una medición para indicar que tan eficientemente están trabajando los equipos de la empresa. Este cálculo se conoce como EGP (Eficiencia Global de Producción) el cual se determina mediante el producto de la Disponibilidad, por el Desempeño o Velocidad de Producción, y por el nivel de la Calidad.

- **DISPONIBILIDAD:** Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período. Esta medida se ve afectada por las averías en los equipos.
- **DESEMPEÑO:** Es la velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño, viéndose disminuida por las paradas cortas, para corregir defectos en el flujo o por marchas en vacío o para desatascar.
- **CALIDAD:** Es la relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total, siendo afectado por los rechazos o producción defectuosa o porque no satisfacen las especificaciones de calidad.

La Eficiencia Global de Producción se determina mediante el producto de los índices de Disponibilidad, Desempeño o Velocidad de Producción, y Calidad:

$$EGP = \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Calidad}^2 \quad [2-1]$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operación Programado} - \text{Tiempo de Paradas por averías}}{\text{Tiempo de Operación Programado}} \quad [2-2]$$

$$\text{Desempeño} = \frac{\text{Tiempo Teórico del Ciclo} \times \text{Cantidad Procesada}}{\text{Tiempo de Operación Real}} \quad [2-3]$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Cantidad Procesada} - \text{Cantidad Defectuosa}}{\text{Cantidad Procesada}} \quad [2-4]$$

### 3.3 INDICADORES DE GESTIÓN

Al implementar un sistema de mejoramiento del sistema de mantenimiento en la empresa, es necesario hacer un seguimiento de todas las labores que se realizan, monitoreando el progreso alcanzado a través de observaciones y comparaciones que puedan definir la calidad del trabajo que se está realizando. Esto se puede alcanzar mediante el uso de indicadores de gestión.

Un indicador o índice de gestión es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos. [Hernández Cruz y Navarrete Pérez, 2001]

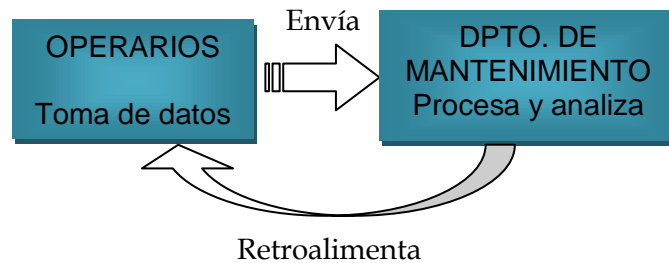
Para una correcta adquisición y manejo de la información, figura 44, los operarios de la planta son los encargados de tomar los registros determinados para el análisis de los indicadores de gestión y su correspondiente confiabilidad, para que el

---

<sup>2</sup> THE PRODUCTIVITY DEVELOPMENT TEAM. OEE for operators. Overall equipment effectiveness. Productivity Portland, Oregon, 1999. 5 pág.

departamento de mantenimiento procese la información y realice los estudios correspondientes para mantener en buen funcionamiento la infraestructura técnica, buscando un mejor desempeño de la actividad productiva de empresa.

**Figura 44. Adquisición y manejo de la información**



Para determinar la disponibilidad de un equipo, se utilizan los siguientes parámetros, registrados en forma semanal:

TT = Tiempo Total del periodo de evaluación.

Es el tiempo del período de trabajo equivalentes en horas, ya sea un turno, dos o tres turnos.

TFS = Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas.

Es el tiempo de las averías o daños imprevistos. Es un tiempo que debe minimizarse.

TPP = Tiempo de Paradas Programadas.

Es el tiempo de paradas programadas para mantenimiento preventivo, descansos, necesidades de producción, ajustes, etc.

NO = Número de veces que el equipo estuvo Operando, es decir, el las veces que se encendió y se apagó.

NFS = Número de veces Fuera de Servicio o que el equipo estuvo en paradas no programadas. Es igual al número de fallos durante el tiempo de evaluación.

TD = Tiempo de Descanso. Son las horas que el equipo se encuentra apagado para la alimentación del personal, o la máquina está parada pero disponible para que funcione en cualquier momento.

TFM = Tiempo por Falta de Material. Son las horas en las que el equipo está disponible para que funcione pero hay una demora en el proceso y no hay material disponible.

TPNP = Tiempo de Paradas no programadas. Es la suma del tiempo en horas en que se encuentra el equipo detenido por Descanso y por Falta de Material.

$$TPNP = TD + TFM$$

TOP = Tiempo de Operación Programado. Es el tiempo propuesto o requerido para que el funcionamiento del equipo.

$$TOP = TT - TPP$$

TDE = Tiempo Disponible del Equipo.

Es el que disminuye debido a las paradas intempestivas.

$$TDE = TT - TFS - TPP$$

TEO = Tiempo del Equipo en Operación. Tiempo en funcionamiento.

El objetivo aquí es que este tiempo sea lo máximo posible, pero en general. Además de ello que sea bien aprovechado.

$$TEO = TDE - TPNP$$

Los indicadores de gestión implementados para la empresa, figura 45 y tabla 12, se presentan a continuación.

### 3.3.1 Confiabilidad

Es la probabilidad de que un equipo no falle en un periodo de tiempo dado. Se puede medir por el tiempo medio entre fallas o la tasa de fallas en un tiempo dado.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación del equipo}}{\text{Nº de operaciones}} = \frac{TEO}{NO}$$

$$\text{Confiabilidad} = \frac{TT - TFS - TPP - TPNP}{NO}$$

### 3.3.2 Mantenibilidad

Indica, estadísticamente el tiempo promedio que se emplea en la reparación de una falla. Por si solo es un indicador de la mantenibilidad o facilidad con que puede hacerse mantenimiento al equipo.

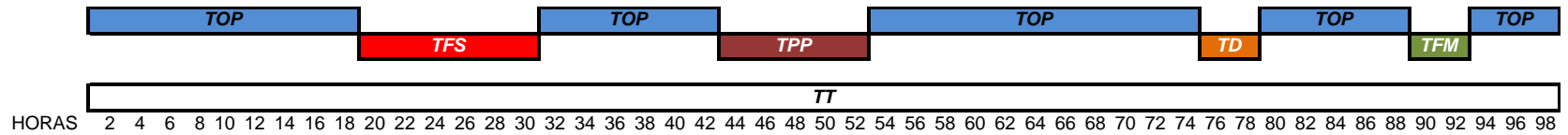
$$\text{Indice de Mantenibilidad} = \frac{TFS}{NFS}$$

### 3.3.3 Disponibilidad

Es la probabilidad de que un equipo funcione durante un periodo de tiempo dado. Se puede medir por el tiempo que funciona mas el tiempo que descansa. Tener como objetivo una alta disponibilidad, significa reducir al máximo el número de paradas para obtener una operación exitosa, económica y rentable.

$$\text{Indice de Disponibilidad} = ID = \frac{TT - TFS - TPP}{TT}$$

**Figura 45. Desarrollo de indicadores de gestión de un equipo de producción**



TOP: Tiempo operando la máquina  
 TFS: Tiempo Fuera de Servicio  
 TPP: Tiempo de Paradas Programadas  
 TD: Tiempo de Descanso  
 TFM: Tiempos por Falta de Material  
 TT: Tiempo Total

**Tabla 12. Tiempos y registros de Indicadores de Gestión**

REGISTRO TIEMPO	TT	TFS	TPP	NFS	NO	TD	TFM	TPNP TD+TFM	TOP TT-TPP	TDE TT-TFS-TPP	TEO TDE-TPNP
Semana 1											
Semana 2											
Semana 3											
Semana 4											

Símbolo	Descripción	Fórmulas	Unidad
TT	Tiempo Total		Hora
TFS	Tiempo Fuera de Servicio		Hora
TPP	Tiempo de Paradas Programadas		Hora
NFS	Número de veces Fuera de Servicio		
NO	Número de veces Operando		
TD	Tiempo de Descanso		Hora
TFM	Tiempo por Falta de Material		Hora
TPNP	Tiempo de Paradas no Programadas	TD+TFM	Hora
TOP	Tiempo de Operación Programado	TT-TPP	Hora
TDE	Tiempo Disponible del Equipo	TT-TFS-TPP	Hora
TEO	Tiempo del Equipo en Operación	TDE-TPNP	Hora

TT	98
FS	12
PP	10
D	4
FM	4
NO	5
NFS	1

TPNP	8
TOP	88
TDE	76
TEO	68

Mantenibilidad = TFS/NFS

Confiabilidad = (TDE-TPNP)/NO

Disponibilidad = TDE/TT

Mantenibilidad	12
Confiabilidad	13,6
Disponibilidad	0,78

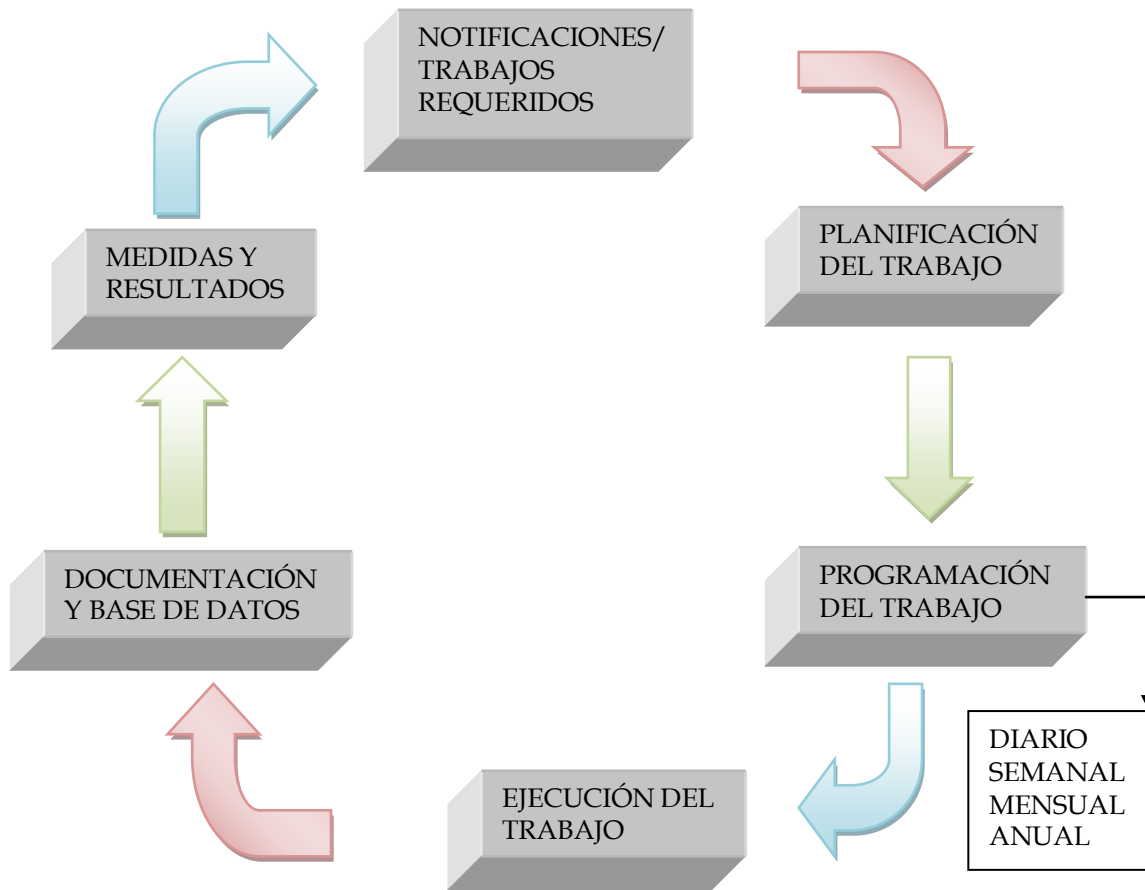
### 3.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Un Sistema Computerizado o Informatizado debe ser capaz de permitir al Ingeniero o al Planificador de Mantenimiento efectuar un seguimiento del trabajo de forma organizada. Para ello será necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Mantener los costos del Servicio de Mantenimiento lo más bajo posible.
- Encontrar la mejor forma de efectuar los trabajos de Mantenimiento.
- Encontrar la forma de que los equipos críticos estén siempre disponibles.
- Encontrar la forma de reducir al mínimo los costes de mantenimiento en aquellos equipos que no sean críticos.
- Proveer de las facilidades necesarias para que los operadores no cualificados realicen el mantenimiento mínimo requerido en los equipos.
- Proveer del entrenamiento y supervisión necesaria.

Al implementar un sistema de mantenimiento preventivo en una empresa, se debe empezar por tener un sistema confiable de adquisición de datos, figura 46, siendo de vital importancia poseer todos los conocimientos acerca de la documentación necesaria para realizar dicho control. El manejo organizado de la información es la forma de desarrollar y evidenciar un mantenimiento bien programado y estructurado.

**Figura 46. Movimientos de un sistema de información.**



Una buena gestión de la información otorga las siguientes ventajas:<sup>3</sup>

- ◆ Suministra información confiable y oportuna para la toma de decisiones.
- ◆ Es fuente para el análisis estadístico y para la obtención de indicadores de gestión y de costos del sistema de mantenimiento vigente.
- ◆ Facilita la presentación de datos.
- ◆ Contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento.

<sup>3</sup> ÑAÑEZ ORTEGA, Martín Audelo. Organización y Sistematización del Departamento de Mantenimiento en la planta de Solla S.A. Bucaramanga, 1999. p. 64

Al no darle la importancia necesaria al manejo de la información y su participación en el programa de mantenimiento, genera la imposibilidad de realizar una labor adecuada y sobretodo que permita controlar las intervenciones en los equipos, su vida útil, costos, repuestos empleados, tiempos de ejecución, entre otros.

#### 3.4.1 Manejo de la información del programa de mantenimiento preventivo

Todos los datos que se manipulen para la elaboración del programa de mantenimiento debe ser lo más confiable, clara y precisa, debido a que esto permite un manejo ágil a la hora de realizar un control de la información ya sea por medio de los formatos o del software.

La información recopilada o suministrada por parte de los operarios, personal a cargo del mantenimiento, directivos y proveedores, cubren cuatro aspectos fundamentales:

#### 3.4.2 Aspecto técnico

Son todos los datos pertinentes al equipo, algunos proporcionados en el momento de la adquisición, y otros que generan información muy trascendental. Entre estos se encuentran:

- Identificación del equipo
- Dimensiones
- Datos de recepción del equipo
- Recomendaciones de operación e instalación.
- Capacidad del equipo
- Repuestos importantes
- Subsistemas
- Manuales

Esta información es recopilada por medio de manuales o catálogos de cada equipo que fueron suministrados por el fabricante, experiencia de operadores, anteriores intervenciones a la maquinaria, recomendaciones técnicas actualizadas, etc.

### 3.4.3 Aspecto de costos

En este punto se incluyen los gastos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo. También los costos relacionados con inversión y actualización de equipos, para llevar un control del centro de costos por máquina.

- Mano de obra externa
- Trabajos externos
- Repuestos
- Herramientas
- Materiales e insumos
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mejoras, modificaciones o inversiones.

### 3.4.4 Gestión de mantenimiento

La Gestión de mantenimiento va encaminada a lograr la mayor disponibilidad de los equipos, que implica no necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentra en condiciones de funcionar.

Los datos que ayudan a evaluar estos aspectos son:

- Tiempos debido al mantenimiento programado.
- Tiempo por paradas no programadas.

- Cantidad, causas y efectos de las fallas.
- Paros de producción.

#### 3.4.5 Mano de obra

En este punto se analizan los cargos y requerimientos que la empresa necesita para la correcta estructuración organizacional en el área de mantenimiento.

#### 3.4.6 Documentación para el área de mantenimiento

El mantenimiento necesita tener un registro de las actividades que se vayan a hacer. Por tal motivo es necesario poseer ciertos documentos que permitan tanto al personal encargado del mantenimiento como a los operarios, diligenciar de una forma fácil y sencilla los datos necesarios para llevar el control de las gestiones de mantenimiento.

A continuación se mostraran los principales formatos que se usan en la gestión del mantenimiento:

##### ➡ Ficha o Inventario Técnico

Es un registro descriptivo permanente de los equipos de la planta (tabla 13), sobre el cual se basa la planeación, programación, adquisición de partes y la ejecución de otras acciones operativas propias del servicio de Mantenimiento.

El jefe de mantenimiento es el responsable de la actualización periódica del inventario técnico, los técnicos de mantenimiento son los encargados de realizar todas las tareas necesarias para la recopilación de la información requerida.

Este formato incluye los siguientes datos:

**Tabla 13. Datos para una Ficha Técnica**

<p style="text-align: center;"><i>Información General</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓢ Nombre del equipo</li> <li>Ⓢ Código del equipo</li> <li>Ⓢ Marca</li> <li>Ⓢ Modelo</li> <li>Ⓢ Tipo</li> <li>Ⓢ Línea del proceso</li> <li>Ⓢ Centro de costos</li> <li>Ⓢ Fecha de compra</li> <li>Ⓢ Fecha de instalación</li> <li>Ⓢ Producción máxima</li> <li>Ⓢ Dimensiones (alto, ancho y largo)</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><i>Datos del fabricante</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓢ Nombre</li> <li>Ⓢ NIT</li> <li>Ⓢ Dirección</li> <li>Ⓢ Teléfono</li> <li>Ⓢ E-mail</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><i>Motores eléctricos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificador</li> <li>➤ Marca</li> <li>➤ Modelo o referencia</li> <li>➤ Potencia</li> <li>➤ Voltaje</li> <li>➤ Amperaje</li> <li>➤ Velocidad en rpm</li> <li>➤ Factor de Servicio</li> <li>➤ Observaciones</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><i>Reductores de velocidad</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificador</li> <li>➤ Marca</li> <li>➤ Modelo o referencia</li> <li>➤ Relación de velocidad</li> <li>➤ Tipo de transmisión (engranajes, correas, sprockets, etc.)</li> <li>➤ Paso</li> <li>➤ Distancia entre ejes</li> </ul>
<p><i>Elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, etc.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓢ Identificador</li> <li>Ⓢ Marca</li> <li>Ⓢ Modelo o referencia</li> </ul>	<p><i>Especificaciones de rodamientos y chumaceras</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓢ Identificador</li> <li>Ⓢ Marca</li> <li>Ⓢ Modelo</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓢ Cantidad</li> <li>Ⓢ Ubicación</li> <li>Ⓢ Especificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓢ Tipo</li> <li>Ⓢ Diámetro de interés, ya sea externo o interno</li> <li>Ⓢ Cantidad</li> <li>Ⓢ Ubicación dentro de la máquina</li> </ul>
---	---

### ➡ Inspección de equipos

Es el procedimiento de chequeo o revisión que se le hacen a los equipos periódicamente, para determinar cómo se encuentran y poder tomar los correctivos necesarios, evitando así paradas no programadas que afecten la disponibilidad del equipo.

- |  |  |
|--|--|
| ➤ Nombre y código del equipo.                                  | ➤ Descripción de la inspección.                        |
| ➤ Línea del proceso.   | ➤ Observaciones.                                       |
| ➤ Fecha.   | ➤ Estado de la inspección (bueno, aceptable, regular). |
| ➤ Tipo de inspección (mecánica, eléctrica, electrónica, otro). | ➤ Firmas (operador, jefe de mantenimiento).            |

### ➡ Lubricación de equipos

En toda empresa es importante tener una buena gestión de lubricación, ya que esta determina que los equipos se encuentren siempre con una buena eficiencia productiva, evitando daños en las máquinas por desgaste de las piezas que se encuentran en constante movimiento.

Para esto se creó un listado de los trabajos de lubricación que hay que realizar en los equipos periódicamente, lo que permite llevar un control a cada uno, teniendo en cuenta el nombre del equipo, fecha, las partes a

lubricar de la máquina, la clase de lubricante, cantidad requerida, y el tiempo invertido en la actividad.

Otro formato permite llevar un seguimiento de los diferentes equipos lubricados y optimizar la frecuencia o periodicidad de cada una de las partes a lubricar, evitando malgastar los materiales o insumos tales como las grasas y aceites, y mejorando el comportamiento de los equipos.

#### ➡ Rutinas de mantenimiento preventivo

Es la guía para la ejecución de acciones técnicas de los procedimientos propios del mantenimiento preventivo sobre equipos e instalaciones de la planta, con el objeto de obtener la máxima eficiencia y producción del equipamiento existente.

Estas son programadas por el jefe de mantenimiento a través del programa anual de Mantenimiento Preventivo. Además es el responsable de supervisar la calidad de ejecución, así como de la información registrada en el formato. El técnico de mantenimiento, es el encargado de ejecutarla y de registrar la información necesaria en el formato.

#### ➡ Solicitud de Servicios

Es un documento básico diseñado para el control y programación de las actividades del Departamento de mantenimiento, así como para su manejo técnico y administrativo.

El jefe del servicio solicitante la elabora y la hace llegar al jefe de mantenimiento, el cual la revisa y decide si amerita una orden de trabajo.

### ➡ Orden de Trabajo

Es el documento a través del cual se lleva control del trabajo de mantenimiento y se contabiliza los costos ocasionados por el mismo.

El jefe de mantenimiento la elabora a partir de una solicitud de servicios recibida, o de las planificaciones realizadas. El encargado de ejecutarla es el técnico designado, quien es responsable de registrar toda información que sea requerida en dicha orden.

El manejo que tiene las órdenes de trabajo se puede observar en la figura 47, ya que se tiene que determinar si se cumplen ciertos pasos para poder ejecutar la solicitud de trabajo o mantenimiento programado.

### ➡ Tarjeta de Costos

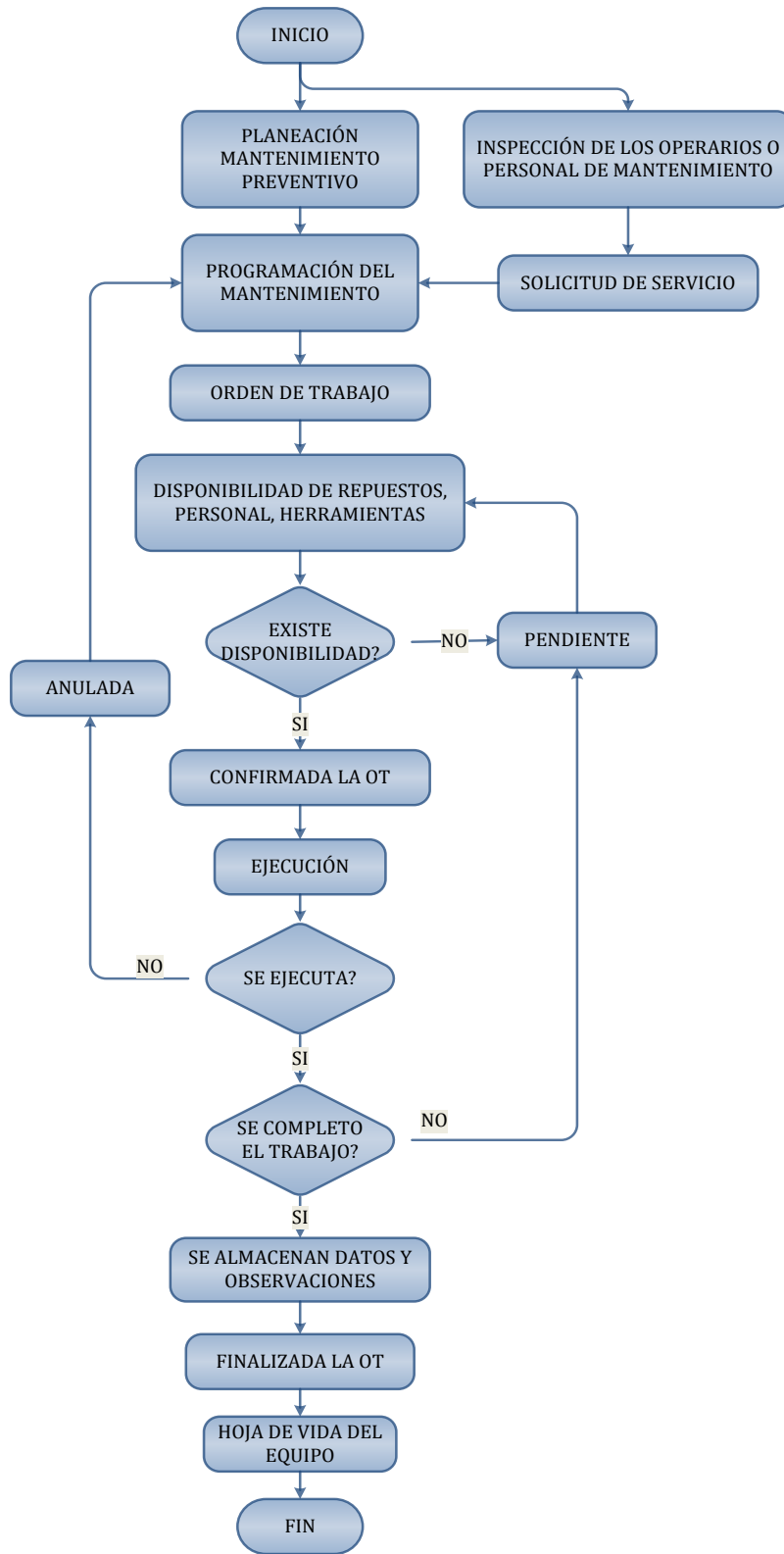
Es un documento en que se incluye toda la información correspondiente a los costos directos de mantenimiento que genera la máquina, tanto por repuestos como por mano de obra.

### ➡ Hoja de Vida

Es el registro histórico de los eventos o actividades de mantenimiento realizado en un equipo. Mediante este registro se puede determinar y/o decidir con el transcurso del tiempo, la periodicidad de falla de los equipo, teniendo en cuenta los datos de fecha, OT, actividades realizadas, repuestos, mano de obra, fallas y otras tareas.

El jefe de mantenimiento y el coordinador de la sección, son los encargados de iniciar y actualizar el formato, cada vez que así se requiera.

Figura 47. Diagrama de la Orden Trabajo



## ➡ Solicitud de Compras

Es un documento diseñado para determinar los insumos necesarios a adquirir, de una forma programada y ordenada.

El jefe de mantenimiento es el encargado de evaluar las necesidades de compra y realizar la solicitud correspondiente.

El responsable de la implementación de estos procedimientos es el jefe de Mantenimiento, con el apoyo del jefe de compras.

## 4. INVENTARIO, CODIFICACIÓN Y CRITICIDAD DE EQUIPOS

En este capítulo se presenta el inventario de los equipos; una codificación correspondiente a los equipos productivos de la empresa Itacol de Occidente Ltda., y el análisis de criticidad para lograr determinar la gestión de mantenimiento a aplicar en cada equipo.

### 4.1 INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

El método de codificación sirve para identificar desde el mantenimiento, los equipos productivos. Para esto es necesario conocer y estudiar toda la maquinaria estableciendo la cantidad y clase de los equipos con que cuenta la empresa.

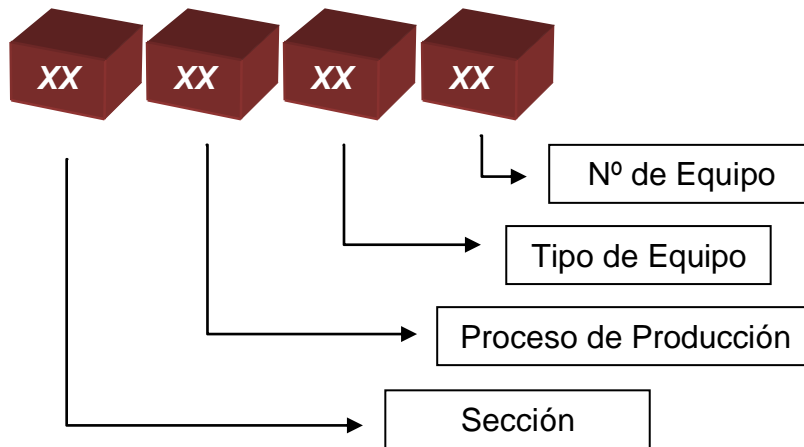
Antes de realizar la codificación es necesario hacer un inventario de los equipos de forma ordenada y concisa, ya que no es necesario incluir absolutamente todas las máquinas sino los equipos que interesan a la planta, de forma que se busque el equilibrio práctico de detalle de gestión.

El objetivo del proceso de jerarquización de activos es identificar cuales activos son los que mayormente impactan negativamente el desempeño del negocio en caso de una falla. Las consecuencias potenciales de la falla en los activos frecuentemente son asociadas con criterios como seguridad, calidad, costos operativos, pérdidas de oportunidad, etc.

Para realizar un inventario y codificación es necesario identificar cada una de las zonas o secciones que comprende la planta a partir de su función dentro del proceso y determinar una denominación para cada uno de los equipos que allí se encuentran.

La codificación de cada uno de los equipos de la planta se determina mediante la unión de varios códigos que permitan dar la suficiente información del equipo y lograrlo ubicar de una forma más rápida. Los parámetros a tener en cuenta para la codificación de los equipos son: la sección, el proceso y el equipo, como se muestra en las figuras 48, 49 y tablas 14, 15, 16 y 17.

**Figura 48. Estructura de codificación de los equipos de producción**



- Sección: Son las áreas en las que se divide la empresa dependiendo de las labores que se realicen.

**Tabla 14. Secciones de la planta**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA SECCIÓN
OF	Oficinas (administrativas, calidad y financieras)
PR	Producción
AL	Almacén
PF	Planta Física

- Procesos de producción: Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo para la elaboración del producto final (alimento balanceado para los animales).

**Tabla 15. Procesos de producción**

NOMBRE DEL PROCESO	CÓDIGO
Zona de recibo # 1	R1
Zona de recibo # 2	R2
Dosificado	DO
Molienda	MO
Mezclado	ME
Peletizado	PE
Empaque	EM
Extrudizado	EX
Enmelazado	EN
Otros	OT

- Tipo de equipo: Es el nombre de la máquina que interviene en el proceso a codificar. Se puede representar de dos formas: si el nombre de la máquina o equipo es una sola palabra, se escriben las dos primeras letras consonantes, y si son dos palabras se escribe la primera consonante de cada palabra que forma el nombre del equipo. Siempre serán dos letras.

**Tabla 16. Lista Tipo de equipos**

CÓDIGO	NOMBRE TIPO EQUIPO
AC	Acondicionador
AL	Alimentador
AS	Aspirador
BL	Balanza
BT	Banda transportadora
BN	Bandejas
BM	Bomba
CL	Caldera
CC	Ciclón
CM	Compresor
DV	Distribuidor de 8 vías
EA	Elevador Aditivos
EC	Elevador de cangilones

EV	Elevador de vitaminas
EN	Enfriador
EM	Enmelazadora
ED	Ensacadora
ES	Esclusa
EX	Extruder
MZ	Mezcladora
ML	Molino
PL	Peletizadora
PV	Plataforma del volcador
QB	Quebrantador
SC	Secadora
SM	Separador magnético
SL	Silo
TC	Transportador de cadena
TS	Transportador sin fin
VL	Volcador
ZR	Zaranda

- Número del equipo: Es el número de orden que le corresponde a un equipo según la cantidad de equipos que se lleven registrados de cada tipo de máquina.

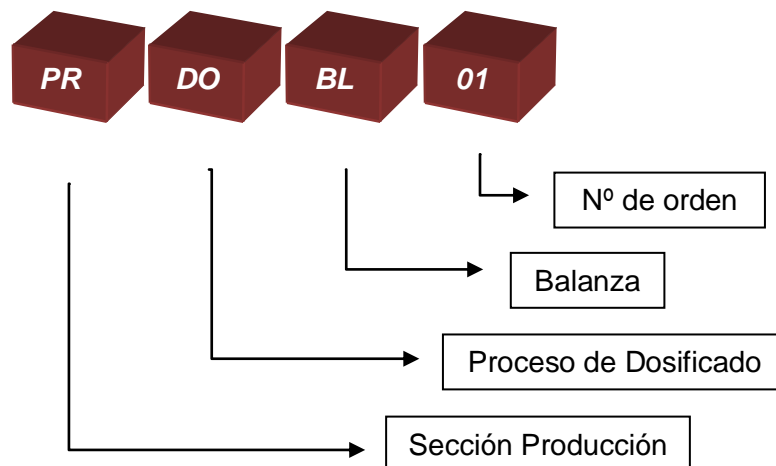
A continuación se puede observar un ejemplo que ilustra cómo se codificaría un equipo de producción:

**Tabla 17. Codificación para la balanza 1 de dosificado del producción**

<i>EJEMPLO</i>		
PR	Producción	SECCIÓN O ÁREA
DO	Dosificado	PROCESO
BL	Balanza	EQUIPO
01	# 1	Nº EQUIPO

De la siguiente forma se codificarán los equipos de la planta.

**Figura 49. Código de la balanza 1 del proceso de dosificación de producción**



Una vez asignado el código, se debe asignar este código a cada equipo para garantizar su control por medio de una placa distintiva.

En tabla 18 se encuentra la codificación de los equipos de producción de la planta.

**Tabla 18. Codificación de los equipos**

Nº	NOMBRE DEL EQUIPO	Sección	Proceso	Tipo Equipo	Nº Equipo
<b>ZONA DE RECIBO # 1</b>					
1	TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 1	PR	R1	TC	01
2	TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 2	PR	R1	TC	02
3	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN MEZCLADORA SALES	PR	R1	TS	01
4	MEZCLADORA DE SALES	PR	R1	MZ	01
5	ELEVADOR DE BULTOS	PR	R1	BT	01
<b>ZONA DE RECIBO # 2</b>					
6	PLATAFORMA DEL VOLCADOR	PR	R2	PV	01
7	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN TOLVAS RECIBO 1 Y 2	PR	R2	TC	03
8	ELEVADOR DE CANGILONES DEL VOLCADOR	PR	R2	EC	01
9	SEPARADOR MAGNÉTICO	PR	R2	SM	01
10	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS	PR	R2	DS	01
11	TRANSP. DE CADENA PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 250 TON	PR	R2	TC	04
12	SILO 41	PR	R2	SL	41
13	SILO 42	PR	R2	SL	42

14	SILO 43	PR R2 SL 43
15	SILO 44	PR R2 SL 44
16	SILO 53	PR R2 SL 53
17	SILO 54	PR R2 SL 54
18	TRANSP. DE CADENA PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 2000 TON	PR R2 TC 05
19	SILO 45	PR R2 SL 45
20	SILO 46	PR R2 SL 46
21	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN SILOS DE ALMACENAJE	PR R2 TC 06
22	ELEVADOR DE CANGILONES DE MATERIAS PRIMAS	PR R2 EC 02

**DOSIFICADO**

23	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS PARES DEL 2 AL 12 (PASARELA 1)	PR DO TS 01
24	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS IMPARES DEL 1-13 (PASARELA 2)	PR DO TS 02
25	SILO 1	PR DO SL 01
26	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 1	PR DO TS 01
27	SILO 2	PR DO SL 02
28	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 2	PR DO TS 02
29	SILO 3	PR DO SL 03
30	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 3	PR DO TS 03
31	SILO 4	PR DO SL 04
32	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN SILO 4	PR DO TS 04
33	SILO 5	PR DO SL 05
34	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 5	PR DO TS 05
35	SILO 6	PR DO SL 06
36	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 6	PR DO TS 06
37	SILO 7	PR DO SL 07
38	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 7	PR DO TS 07
39	SILO 8	PR DO SL 08
40	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 8	PR DO TS 08
41	SILO 9	PR DO SL 09
42	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 9	PR DO TS 09
43	SILO 10	PR DO SL 10
44	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 10	PR DO TS 10
45	SILO 11	PR DO SL 11
46	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 11	PR DO TS 11
47	SILO 12	PR DO SL 12
48	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 12	PR DO TS 12
49	SILO 13	PR DO SL 13
50	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 13	PR DO TS 13
51	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 14,16,18 (PASARELA 3)	PR DO TS 03
52	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 15,17,19 (PASARELA 4)	PR DO TS 04
53	SILO 14	PR DO SL 14
54	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 14	PR DO TS 14
55	SILO 15	PR DO SL 15
56	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 15	PR DO TS 15
57	SILO 16	PR DO SL 16
58	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 16	PR DO TS 16

59	SILO 17	PR DO SL 17
60	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 17	PR DO TS 17
61	SILO 18	PR DO SL 18
62	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 18	PR DO TS 18
63	SILO 19	PR DO SL 19
64	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 19	PR DO TS 19
65	SILO 20	PR DO SL 20
66	SILO 21	PR DO SL 21
67	SILO 22	PR DO SL 22
68	SILO 23	PR DO SL 23
69	BALANZA 1	PR DO BL 01
70	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE BALANZA 1	PR DO TC 07
71	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 1	PR DO EC 03
72	BALANZA 2	PR DO BL 02
73	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 2	PR DO TC 08
74	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 2	PR DO EC 04
75	BALANZA 3	PR DO BL 03
76	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 3	PR DO TC 09
77	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 3	PR DO EC 05
78	BALANZA 4	PR DO BL 04
79	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 4	PR DO TC 10

#### MOLIENDA

80	TRANSP. SIN FIN PUENTE DE ALIMENTACIÓN ENTRE MOLINOS 1 Y 2	PR MO TS 05
81	TRANSP. SIN FIN PUENTE DE ALIMENTACIÓN ENTRE MOLINOS 3 Y 4	PR MO TS 06
82	MOLINO 1	PR MO ML 01
83	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 1	PR MO TS 01
84	MOLINO 2	PR MO ML 02
85	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 2	PR MO TS 02
86	MOLINO 3	PR MO ML 03
87	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 3	PR MO TS 03
88	MOLINO 4	PR MO ML 04
89	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 4	PR MO TS 04
90	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS	PR MO TC 11
91	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS	PR MO EC 06

#### MEZCLADO

92	MEZCLADORA	PR ME MZ 02
93	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE TOLVA ALIVIO MEZCLADORA	PR ME TS 01
94	ELEVADOR DE CANGILONES DE HARINAS	PR ME EC 07
95	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS	PR ME DS 02
96	CERNIDOR	PR ME CR 01
97	CINTA CERNIDORA	PR ME CN 01
98	MICROMEZCLADORA	PR ME MZ 03

#### PELETIZADO

99	SILO 24	PR PE SL 24
100	SILO 25	PR PE SL 25
101	SILO 26	PR PE SL 26

102	SILO 27	PR PE SL 27
103	PELETIZADORA 1	PR PE PL 01
104	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE ACONDICIONADORES PELETIZADORA 1	PR PE TS 01
105	ACONDICIONADOR 1 DE LA PELETIZADORA 1	PR PE AC 01
106	ACONDICIONADOR 2 DE LA PELETIZADORA 1	PR PE AC 02
107	ENFRIADOR DE LA PELETIZADORA 1	PR PE EN 01
108	QUEBRADOR DE LA PELETIZADORA 1	PR PE QB 01
109	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1	PR PE TC 12
110	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1	PR PE EC 08
111	ZARANDA DE LA PELETIZADORA 1	PR PE ZR 01
112	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS DE LA PELETIZADORA 1	PR PE DS 03
113	CICLÓN DE LA PELETIZADORA 1	PR PE CC 01
114	ESCLUSA DEL CICLÓN DE LA PELETIZADORA 1	PR PE ES 01
115	PELETIZADORA 2	PR PE PL 02
116	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE ACONDICIONADORES PELETIZADORA 2	PR PE TS 02
117	ACONDICIONADOR 1 DE LA PELETIZADORA 2	PR PE AC 03
118	ACONDICIONADOR 2 DE LA PELETIZADORA 2	PR PE AC 04
119	ENFRIADOR DE LA PELETIZADORA 2	PR PE EN 02
120	QUEBRADOR DE LA PELETIZADORA 2	PR PE QB 02
121	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 2	PR PE TC 13
122	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 2	PR PE EC 09
123	ZARANDA DE LA PELETIZADORA 2	PR PE ZR 02
124	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS DE LA PELETIZADORA 2	PR PE DS 04
125	CICLÓN DE LA PELETIZADORA 2	PR PE CC 02
126	TRANSP. SIN FIN DE LA PELETIZADORA 2	PR PE TS 03

#### EXTRUDIZADO

127	EXTRUDER	PR EX EX 01
128	SILO 35	PR EX SL 35
129	MOLINO DEL EXTRUDER	PR EX ML 05
130	ALIMENTADOR DEL MOLINO DEL EXTRUDER	PR EX AL 01
131	CICLÓN DEL MOLINO DEL EXTRUDER	PR EX CC 03
132	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DEL MOLINO DEL EXTRUDER	PR EX TS 01
133	ELEVADOR DE CANGILONES DEL MOLINO DEL EXTRUDER	PR EX EC 10
134	SILO DE ALMACENAMIENTO DE MOLIENDA DEL EXTRUDER	PR EX SL 37
135	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE LA TOLVA DE ALIVIO DEL EXTRUDER	PR EX TS 02
136	SECADOR DEL EXTRUDER	PR EX SC 01
137	ELEVADOR DE CANGILONES PARA EVACUACIÓN DEL SECADOR DEL EXTRUDER	PR EX EC 11

#### EMPAQUE

138	SILO DE EMPAQUE DEL EXTRUDER	PR EM SL 38
139	SILO 28	PR EM SL 28
140	SILO 29	PR EM SL 29
141	SILO 30	PR EM SL 30
142	SILO 31	PR EM SL 31
143	SILO 32	PR EM SL 32
144	SILO 33	PR EM SL 33

145	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN DE SILOS DE EMPAQUE	PR	EM	TC	14
146	ENSACADORA	PR	EM	ED	01
147	TOBOGÁN (BANDA TRANSPORTADORA)	PR	EM	BT	03
148	TRANSP. DE CADENA DE CARGUE A GRANEL	PR	EM	TC	15
<b>ENMELAZADO</b>					
149	ENMELAZADORA	PR	EN	EM	01
150	BOMBA ENMELAZADORA	PR	EN	BM	02
151	BOMBA DE LOS TANQUES DE RECIBO DE LA MELAZA	PR	EN	BM	03
<b>OTROS</b>					
152	CALDERA	PR	OT	CL	01
153	BOMBA DE LA CALDERA	PR	OT	BM	01
154	COMPRESOR	PR	OT	CM	01
155	BANDA TRANSPORTADORA DE BODEGA DE MATERIA PRIMA	PR	OT	BT	02

Teniendo en cuenta la anterior codificación, se analizan cada uno de estos equipos para determinar la importancia a la hora de realizar el producto terminado (alimento balanceado).

#### 4.2 CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

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.

Este es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo: frecuencia de fallas x consecuencias.<sup>4</sup>

A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar sistemas:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencias de fallas}$$

<sup>4</sup> The Woodhouse Partnership Limited [Woodhouse Jhon. "Criticality Analysis Revisited", The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994].

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

Consecuencias = ( (Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mtto.  
+ Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene) (\$, \$US)

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan en la tabla 19.

**Tabla 19. Factores ponderados a evaluar**

<b>Frecuencia de Fallas:</b>		<b>Costo de Mtto.:</b>	
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		
<b>Impacto Operacional:</b>		<b>Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):</b>	
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
<b>Flexibilidad Operacional:</b>			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2		
Función de repuesto disponible	1		

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional: operaciones, mantenimiento, procesos (Producción y Mantenimiento), seguridad y ambiente (Gestión Humana). 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 y se obtiene el valor global de criticidad, ver figura 50.

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

**Figura 50. 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				

El formato de criticidad y estudio de los equipos de la planta se podrá observar en la tabla 20.

**Tabla 20. Estudio de criticidad de los equipos de la planta**

Nº	NOMBRE DEL EQUIPO	Frecuencia		Consecuencia	Criticidad Total	RESULTADO
		Frecuencia	Consecuencia			
<b>ZONA DE RECIBO # 1</b>						
1	TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 1	4	10	40	MC	
2	TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 2	4	10	40	MC	
3	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN MEZCLADORA SALES	3	30	90	MC	
4	MEZCLADORA DE SALES	1	30	30	NC	
5	ELEVADOR DE BULTOS	1	6	6	NC	
<b>ZONA DE RECIBO # 2</b>						
6	PLATAFORMA DEL VOLCADOR	1	30	30	NC	
7	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN TOLVAS RECIBO 1 Y 2	4	16	64	MC	
8	ELEVADOR DE CANGILONES DEL VOLCADOR	4	6	24	MC	
9	SEPARADOR MAGNÉTICO	0	0	0	NC	
10	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS	0	0	0	NC	
11	TRANSP. DE CADENA PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 250 TON	1	16	16	NC	
12	SILO 41	0	0	0	NC	

13	SILO 42	0	0	0	NC
14	SILO 43	0	0	0	NC
15	SILO 44	0	0	0	NC
16	SILO 53	0	0	0	NC
17	SILO 54	0	0	0	NC
18	TRANSP. DE CADENA PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 2000 TON	1	16	16	NC
19	SILO 45	0	0	0	NC
20	SILO 46	0	0	0	NC
21	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN SILOS DE ALMACENAJE	1	42	42	MC
22	ELEVADOR DE CANGILONES DE MATERIAS PRIMAS	2	9	18	NC

**DOSIFICADO**

23	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS PARES DEL 2 AL 12 (PASARELA 1)	3	30	90	MC
24	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS IMPARES DEL 1-13 (PASARELA 2)	3	30	90	MC
25	SILO 1	0	0	0	NC
26	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 1	1	16	16	NC
27	SILO 2	0	0	0	NC
28	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 2	1	16	16	NC
29	SILO 3	0	0	0	NC
30	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 3	1	16	16	NC
31	SILO 4	0	0	0	NC
32	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN SILO 4	1	16	16	NC
33	SILO 5	0	0	0	NC
34	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 5	1	16	16	NC
35	SILO 6	0	0	0	NC
36	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 6	1	16	16	NC
37	SILO 7	0	0	0	NC
38	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 7	1	16	16	NC
39	SILO 8	0	0	0	NC
40	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 8	1	16	16	NC
41	SILO 9	0	0	0	NC
42	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 9	1	16	16	NC
43	SILO 10	0	0	0	NC
44	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 10	1	16	16	NC
45	SILO 11	0	0	0	NC
46	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 11	1	16	16	NC
47	SILO 12	0	0	0	NC
48	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 12	1	16	16	NC
49	SILO 13	0	0	0	NC
50	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 13	1	16	16	NC

51	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 14,16,18 (PASARELA 3)	1	30	30	NC
52	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 15,17,19 (PASARELA 4)	1	30	30	NC
53	SILO 14	0	0	0	NC
54	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 14	1	16	16	NC
55	SILO 15	0	0	0	NC
56	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 15	1	16	16	NC
57	SILO 16	0	0	0	NC
58	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 16	1	16	16	NC
59	SILO 17	0	0	0	NC
60	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 17	1	16	16	NC
61	SILO 18	0	0	0	NC
62	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 18	1	16	16	NC
63	SILO 19	0	0	0	NC
64	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 19	1	16	16	NC
65	SILO 20	0	0	0	NC
66	SILO 21	0	0	0	NC
67	SILO 22	0	0	0	NC
68	SILO 23	0	0	0	NC
69	BALANZA 1	1	16	16	NC
70	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE BALANZA 1	2	16	32	NC
71	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 1	1	16	16	NC
72	BALANZA 2	1	16	16	NC
73	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 2	2	16	32	NC
74	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 2	3	16	48	MC
75	BALANZA 3	1	16	16	NC
76	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 3	1	16	16	NC
77	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 3	1	16	16	NC
78	BALANZA 4	1	16	16	NC
79	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 4	1	16	16	NC

#### MOLIENDA

80	TRANSP. SIN FIN PUENTE DE ALIMENTACIÓN ENTRE MOLINOS 1 Y 2	1	16	16	NC
81	TRANSP. SIN FIN PUENTE DE ALIMENTACIÓN ENTRE MOLINOS 3 Y 4	1	16	16	NC
82	MOLINO 1	1	16	16	NC
83	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 1	1	16	16	NC
84	MOLINO 2	1	16	16	NC
85	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 2	1	16	16	NC
86	MOLINO 3	1	16	16	NC
87	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 3	1	16	16	NC
88	MOLINO 4	1	16	16	NC

89	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 4	1	16	16	NC
90	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS	3	42	126	C
91	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS	4	42	168	C

#### MEZCLADO

92	MEZCLADORA	4	42	168	C
93	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE TOLVA ALIVIO MEZCLADORA	4	42	168	C
94	ELEVADOR DE CANGILONES DE HARINAS	4	41	164	C
95	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS	0	0	0	NC
96	CERNIDOR	3	30	90	MC
97	CINTA CERNIDORA	3	30	90	MC
98	MICROMEZCLADORA	2	18	36	NC

#### PELETIZADO

99	SILO 24	0	0	0	NC
100	SILO 25	0	0	0	NC
101	SILO 26	0	0	0	NC
102	SILO 27	0	0	0	NC
103	PELETIZADORA 1	4	17	68	MC
104	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE ACONDICIONADORES PELETIZADORA 1	1	16	16	NC
105	ACONDICIONADOR 1 DE LA PELETIZADORA 1	3	16	48	MC
106	ACONDICIONADOR 2 DE LA PELETIZADORA 1	4	16	64	MC
107	ENFRIADOR DE LA PELETIZADORA 1	1	18	18	NC
108	QUEBRADOR DE LA PELETIZADORA 1	1	18	18	NC
109	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1	1	29	29	NC
110	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1	2	30	60	MC
111	ZARANDA DE LA PELETIZADORA 1	4	18	72	MC
112	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS DE LA PELETIZADORA 1	1	30	30	
113	CICLÓN DE LA PELETIZADORA 1	2	18	36	NC
114	ESCLUSA DEL CICLÓN DE LA PELETIZADORA 1	2	30	60	MC
115	PELETIZADORA 2	3	17	51	MC
116	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE ACONDICIONADORES PELETIZADORA 2	2	30	60	MC
117	ACONDICIONADOR 1 DE LA PELETIZADORA 2	1	30	30	NC
118	ACONDICIONADOR 2 DE LA PELETIZADORA 2	1	30	30	NC
119	ENFRIADOR DE LA PELETIZADORA 2	3	18	54	MC
120	QUEBRADOR DE LA PELETIZADORA 2	2	18	36	NC
121	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 2	2	30	60	MC
122	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 2	1	30	30	NC
123	ZARANDA DE LA PELETIZADORA 2	4	18	72	MC
124	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS DE LA PELETIZADORA 2	0	0	0	NC

125	CICLÓN DE LA PELETIZADORA 2	1	18	18	NC
126	TRANSP. SIN FIN DE LA PELETIZADORA 2	1	30	30	NC

#### EXTRUDIZADO

127	EXTRUDER	4	30	120	C
128	SILO 35	0	0	0	NC
129	MOLINO DEL EXTRUDER	2	30	60	MC
130	ALIMENTADOR DEL MOLINO DEL EXTRUDER	1	30	30	NC
131	CICLÓN DEL MOLINO DEL EXTRUDER	1	18	18	NC
132	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DEL MOLINO DEL EXTRUDER	4	30	120	C
133	ELEVADOR DE CANGILONES DEL MOLINO DEL EXTRUDER	2	30	60	MC
134	SILO DE ALMACENAMIENTO DE MOLIENDA DEL EXTRUDER	0	0	0	NC
135	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE LA TOLVA DE ALIVIO DEL EXTRUDER	3	30	90	MC
136	SECADOR DEL EXTRUDER	4	18	72	MC
137	ELEVADOR DE CANGILONES PARA EVACUACIÓN DEL SECADOR DEL EXTRUDER	2	30	60	MC

#### EMPAQUE

138	SILO DE EMPAQUE DEL EXTRUDER	0	0	0	NC
139	SILO 28	0	0	0	NC
140	SILO 29	0	0	0	NC
141	SILO 30	0	0	0	NC
142	SILO 31	0	0	0	NC
143	SILO 32	0	0	0	NC
144	SILO 33	0	0	0	NC
145	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN DE SILOS DE EMPAQUE	2	30	60	MC
146	ENSACADORA	3	30	90	MC
147	TOBOGÁN	4	30	120	C
148	TRANSP. DE CADENA DE CARGUE A GRANEL	1	30	30	NC

#### ENMELAZADO



149	ENMELAZADORA	3	30	120	MC
150	BOMBA ENMELAZADORA	2	30	60	MC
151	BOMBA TANQUES DE RECIBO DE MELAZA	2	10	20	NC

#### OTROS

152	CALDERA	4	46	184	C
153	BOMBA CALDERA	1	42	42	C
154	COMPRESOR	4	42	168	C
155	BANDA TRANSPORTADORA DE BODEGA DE MATERIA PRIMA	1	4	4	NC

De acuerdo al análisis de criticidad anteriormente realizado, se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 21):

**Tabla 21. Resultado de los equipos analizados mediante el criterio de Criticidad**

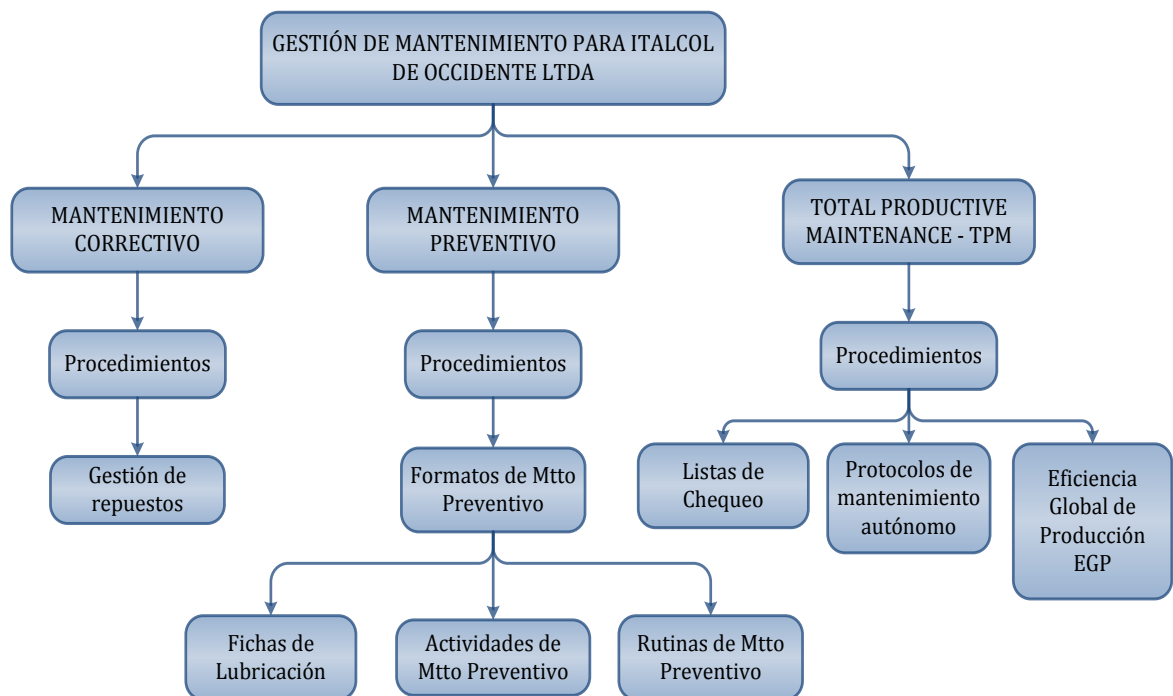
CRITICIDAD	Nº	EQUIPOS
<p><b>CRÍTICOS</b></p> 	11	<p>TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS  ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS  MEZCLADORA  TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE TOLVA ALIVIO MEZCLADORA  ELEVADOR DE CANGILONES DE HARINAS  EXTRUDER  TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DEL MOLINO DEL EXTRUDER  TOBOGÁN  CALDERA  BOMBA CALDERA  COMPRESOR</p>
<p><b>MEDIO CRÍTICOS</b></p> 	31	<p>TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 1  TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 2  TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN MEZCLADORA SALES  TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN TOLVAS RECIBO 1 Y 2  ELEVADOR DE CANGILONES DEL VOLCADOR  TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN SILOS DE ALMACENAJE  TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS PARES DEL 2 AL 12 (PASARELA 1)  TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS IMPARES DEL 1-13 (PASARELA 2)  ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 2  CERNIDOR  CINTA CERNIDORA  PELETIZADORA 1  ACONDICIONADOR 1 DE LA PELETIZADORA 1  ACONDICIONADOR 2 DE LA PELETIZADORA 1  ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1  ZARANDA DE LA PELETIZADORA 1  ESCLUSA DEL CICLÓN DE LA PELETIZADORA 1  PELETIZADORA 2  TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE ACONDICIONADORES PELETIZADORA 2</p>

		<p>ENFRIADOR DE LA PELETIZADORA 2</p> <p>TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 2</p> <p>ZARANDA DE LA PELETIZADORA 2</p> <p>MOLINO DEL EXTRUDER</p> <p>ELEVADOR DE CANGILONES DEL MOLINO DEL EXTRUDER</p> <p>TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE LA TOLVA DE ALIVIO DEL EXTRUDER</p> <p>SECADOR DEL EXTRUDER</p> <p>ELEVADOR DE CANGILONES PARA EVACUACIÓN DEL SECADOR DEL EXTRUDER</p> <p>TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN DE SILOS DE EMPAQUE</p> <p>ENSACADORA</p> <p>ENMELAZADORA</p> <p>BOMBA ENMELAZADORA</p>
NO_____	113	Son los equipos restantes. Estos se rigieran bajo el mantenimiento correctivo.
CRÍTICOS		

## 5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA ITALCOL DE OCCIDENTE

En este capítulo se explica el contenido del plan de mantenimiento preventivo que se planeó para los equipos de la empresa Itacol de Occidente Ltda teniendo en cuenta la programación de las actividades y basándose en la filosofía del mantenimiento autónomo realizado como parte de la filosofía de TPM. Este plan de mantenimiento programado se enfoca en los equipos críticos y medianamente críticos obtenidos luego del cálculo del índice de criticidad realizado en el capítulo anterior. En la figura 51 se muestra la estructura de la Gestión de Mantenimiento específicamente para la empresa Itacol de Occidente Ltda.

**Figura 51. Estructura de la Gestión del Mantenimiento**



## 5.1 EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Con base en el estudio de criticidad realizado en el capítulo 4, los equipos No Críticos (NC), tabla 22, son aquellos a los que se les aplicará el mantenimiento correctivo, debido a que representan un bajo impacto en la producción, bajo costo y complejidad tecnológica, la experiencia indica que son equipos con baja susceptibilidad de falla y con buena mantenibilidad.

En estos equipos de baja criticidad, se debe aplicar este tipo de mantenimiento lo más rápido posible, con el objetivo de evitar altos costos y daños mayores.

El mantenimiento correctivo también resulta aplicable en sistemas complejos donde difícilmente se puedan predecir fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante un periodo de tiempo no contemplado, sin afectar la productividad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

**Tabla 22. Equipos NC para Mantenimiento Correctivo**

CÓDIGO EQUIPO	NOMBRE EQUIPO	PROCESO
<b>PRR1MZ01</b>	MEZCLADORA DE SALES	R1
<b>PRR1BT01</b>	ELEVADOR DE BULTOS	R1
<b>PRR2PV01</b>	PLATAFORMA DEL VOLCADOR	R2
<b>PRR2SM01</b>	SEPARADOR MAGNÉTICO	R2
<b>PRR2DS01</b>	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS	R2
<b>PRR2TC03</b>	TRANSP. DE CADENA PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 250 TON	R2
<b>PRR2SL41</b>	SILO 41	R2
<b>PRR2SL42</b>	SILO 42	R2
<b>PRR2SL43</b>	SILO 43	R2
<b>PRR2SL44</b>	SILO 44	R2

<b>PRR2SL53</b>	SILO 53	R2
<b>PRR2SL54</b>	SILO 54	R2
<b>PRR2TC05</b>	TRANSP. DE CADENA PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 2000 TON	R2
<b>PRR2SL45</b>	SILO 45	R2
<b>PRR2SL46</b>	SILO 46	R2
<b>PRR2EC02</b>	ELEVADOR DE CANGILONES DE MATERIAS PRIMAS	R2
<b>PRDOTS01</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS PARES DEL 2 AL 12 (PASARELA 1)	DO
<b>PRDODO02</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS IMPARES DEL 1-13 (PASARELA 2)	DO
<b>PRDOSL01</b>	SILO 1	DO
<b>PRDOTS01</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 1	DO
<b>PRDOSL02</b>	SILO 2	DO
<b>PRDOTS02</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 2	DO
<b>PRDOSL03</b>	SILO 3	DO
<b>PRDOTS03</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 3	DO
<b>PRDOSL04</b>	SILO 4	DO
<b>PRDOTS04</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN SILO 4	DO
<b>PRDOSL05</b>	SILO 5	DO
<b>PRDOTS05</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 5	DO
<b>PRDOSL06</b>	SILO 6	DO
<b>PRDOTS06</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 6	DO
<b>PRDOSL07</b>	SILO 7	DO
<b>PRDOTS07</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 7	DO
<b>PRDOSL08</b>	SILO 8	DO
<b>PRDOTS08</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 8	DO
<b>PRDOSL09</b>	SILO 9	DO
<b>PRDOTS09</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 9	DO
<b>PRDOSL10</b>	SILO 10	DO
<b>PRDOTS10</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 10	DO
<b>PRDOSL11</b>	SILO 11	DO
<b>PRDOTS11</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 11	DO
<b>PRDOSL12</b>	SILO 12	DO
<b>PRDOTS12</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 12	DO
<b>PRDOSL13</b>	SILO 13	DO
<b>PRDOTS13</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 13	DO

<b>PRDOTS03</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 14,16,18 (PASARELA 3)	DO
<b>PRDOTS04</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS 15,17,19 (PASARELA 4)	DO
<b>PRDOSL14</b>	SILO 14	DO
<b>PRDOTS14</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 14	DO
<b>PRDOSL15</b>	SILO 15	DO
<b>PRDOTS15</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 15	DO
<b>PRDOSL16</b>	SILO 16	DO
<b>PRDOTS16</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 16	DO
<b>PRDOSL17</b>	SILO 17	DO
<b>PRDOTS17</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 17	DO
<b>PRDOSL18</b>	SILO 18	DO
<b>PRDOTS18</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 18	DO
<b>PRDOSL19</b>	SILO 19	DO
<b>PRDOTS19</b>	TRANSP. SIN FIN DE EVACUACIÓN DEL SILO 19	DO
<b>PRDOSL20</b>	SILO 20	DO
<b>PRDOSL21</b>	SILO 21	DO
<b>PRDOSL22</b>	SILO 22	DO
<b>PRDOSL23</b>	SILO 23	DO
<b>PRDOBL01</b>	BALANZA 1	DO
<b>PRDOTC07</b>	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE BALANZA 1	DO
<b>PRDOEC03</b>	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 1	DO
<b>PRDOBL02</b>	BALANZA 2	DO
<b>PRDOTC08</b>	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 2	DO
<b>PRDOEC04</b>	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 2	DO
<b>PRDOBL03</b>	BALANZA 3	DO
<b>PRDOTC09</b>	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 3	DO
<b>PRDOEC05</b>	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 3	DO
<b>PRDOBL04</b>	BALANZA 4	DO
<b>PRDOTC10</b>	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA BALANZA 4	DO
<b>PRMOTS05</b>	TRANSP. SIN FIN PUENTE DE ALIMENTACIÓN ENTRE MOLINOS 1 Y 2	MO
<b>PRMOTS06</b>	TRANSP. SIN FIN PUENTE DE ALIMENTACIÓN ENTRE MOLINOS 3 Y 4	MO
<b>PRMOML01</b>	MOLINO 1	MO
<b>PRMOTS01</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 1	MO
<b>PRMOML02</b>	MOLINO 2	MO

<b>PRMOTS02</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 2	MO
<b>PRMOML03</b>	MOLINO 3	MO
<b>PRMOTS03</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 3	MO
<b>PRMOML04</b>	MOLINO 4	MO
<b>PRMOTS04</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DEL MOLINO 4	MO
<b>PRMEDS02</b>	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS	ME
<b>PRMEMZ03</b>	MICROMEZCLADORA	ME
<b>PRPESL24</b>	SILO 24	PE
<b>PRPESL25</b>	SILO 25	PE
<b>PRPESL26</b>	SILO 26	PE
<b>PRPESL27</b>	SILO 27	PE
<b>PRPETS01</b>	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE ACONDICIONADORES PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPEEN01</b>	ENFRIADOR DE LA PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPEQB01</b>	QUEBRADOR DE LA PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPETC12</b>	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPEEC08</b>	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPEZR01</b>	ZARANDA DE LA PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPEDS03</b>	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS DE LA PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPECC01</b>	CICLÓN DE LA PELETIZADORA 1	PE
<b>PRPEAC03</b>	ACONDICIONADOR 1 DE LA PELETIZADORA 2	PE
<b>PRPEAC04</b>	ACONDICIONADOR 2 DE LA PELETIZADORA 2	PE
<b>PRPEQB02</b>	QUEBRADOR DE LA PELETIZADORA 2	PE
<b>PRPEEC09</b>	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 2	PE
<b>PRPEDS04</b>	DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS DE LA PELETIZADORA 2	PE
<b>PRPECC02</b>	CICLÓN DE LA PELETIZADORA 2	PE
<b>PRPETS03</b>	TRANSP. SIN FIN DE LA PELETIZADORA 2	PE
<b>PREXSL35</b>	SILO 35	EX
<b>PREXAL01</b>	ALIMENTADOR DEL MOLINO DEL EXTRUDER	EX
<b>PREXCC03</b>	CICLÓN DEL MOLINO DEL EXTRUDER	EX
<b>PREXSL37</b>	SILO DE ALMACENAMIENTO DE MOLIENDA DEL EXTRUDER	EX
<b>PREXSL38</b>	SILO DE EMPAQUE DEL EXTRUDER	EM
<b>PREMSL28</b>	SILO 28	EM
<b>PREMSL29</b>	SILO 29	EM

<b>PREMSL30</b>	SILO 30	EM
<b>PREMSL31</b>	SILO 31	EM
<b>PREMSL32</b>	SILO 32	EM
<b>PREMSL33</b>	SILO 33	EM
<b>PREMTC15</b>	TRANSP. DE CADENA DE CARGUE A GRANEL	EM
<b>PRENBM02</b>	BOMBA TANQUES DE RECIBO DE MELAZA	EN
<b>PROBT02</b>	BANDA TRANSPORTADORA DE BODEGA DE MATERIA PRIMA	OT
En total son 113 equipos , que equivalen al 72.9%		

El mantenimiento correctivo en Itacol de Occidente Ltda, se realiza de la manera mostrada en la figura 52.

Cuando a equipos críticos o medianamente críticos se les somete a Mantenimiento Correctivo, se pueden presentar los siguientes problemas:

- ✚ Dificultad para el diagnóstico de fallas.
- ✚ Falta de reporte oportuno de fallas, ocasiona maduración de ellas y daños mayores.
- ✚ Demanda excesiva de producción, impide dedicar tiempo y recursos al mantenimiento.
- ✚ Demasiada carga laboral en mantenimiento.
- ✚ Las fallas pueden ser presentadas en cualquier momento.
- ✚ Las fallas no detectadas a tiempo pueden causar daños importantes en otros elementos y piezas en buen estado
- ✚ No hay un stock de piezas y repuestos.

Para evitar todos estos problemas lo que se debe hacer es que el mantenimiento correctivo de emergencia desaparezca, y cambie a programado o preventivo ya que éste permite corregir las fallas pero sin el grado de urgencia alto, sino que los

trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro próximo, sin interferir con la producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución. Para las paradas se emplean periodos de baja demanda, fines de semana y periodos de vacaciones y horas donde no se interrumpa el proceso de producción. Para mejorar los inconvenientes del mantenimiento correctivo es necesario realizar una buena gestión de recursos, especialmente la relacionada con repuestos críticos.

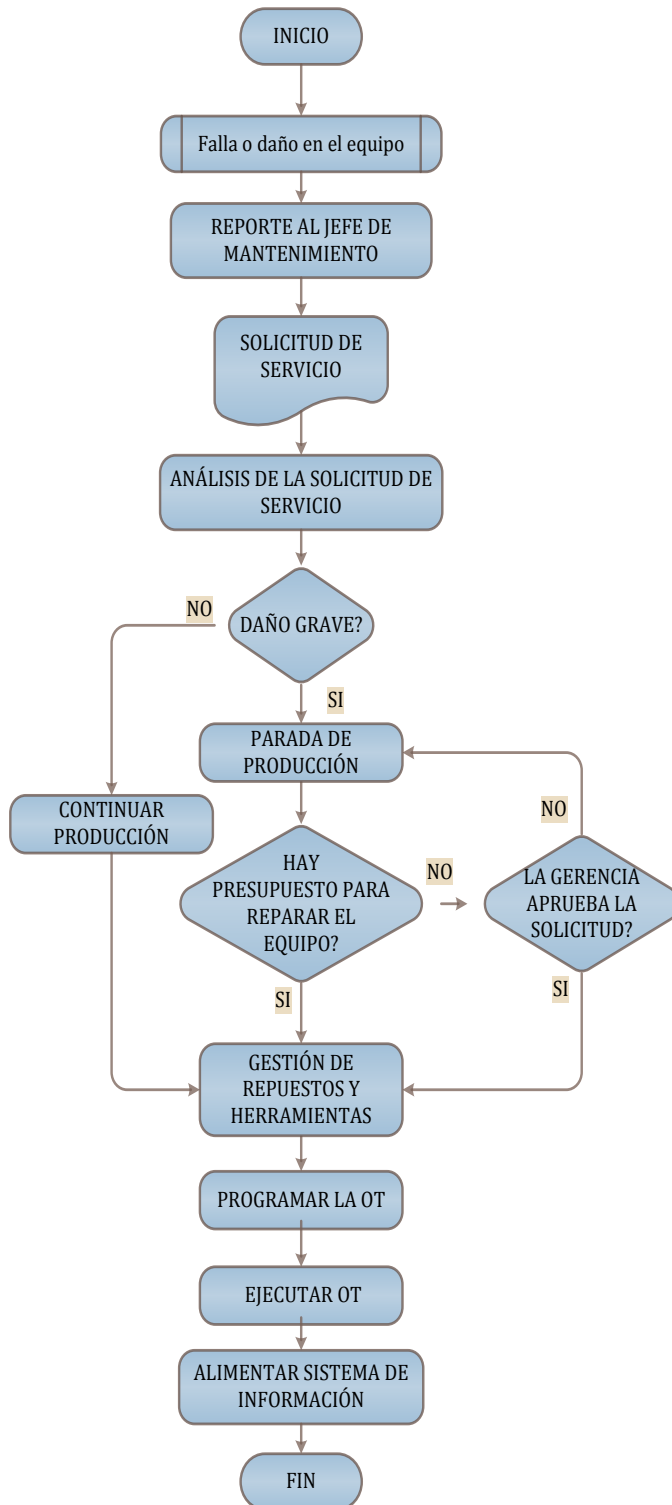
En general, los sistemas correctivos no aseguran una buena marcha de los bienes e instalaciones para equipos críticos y medianamente críticos, y por ello se considera poco confiable; sin embargo es muy conveniente para equipos de baja criticidad.

## GESTIÓN DE REPUESTOS

La disponibilidad de los equipos e instalaciones del proceso depende en gran medida de la calidad de la logística de repuestos, ya que se pueden presentar tiempos de inactividad por reparaciones, sobrecostos por inventarios altos y deficiencia en la rotación de los mismos, perdiendo calidad en el repuesto.

Debido a que el buen desempeño de un trabajo de mantenimiento correctivo es la prontitud y agilidad en la entrega de los repuestos requeridos, se realizó una selección y clasificación de los repuestos que se deben tener en el almacén para aligerar el proceso, como se muestra en la tabla 23.

**Figura 52. Procedimiento del Mantenimiento Correctivo**



1. Cuando se presenta una falla en un equipo, los operarios o demás personal informa al jefe de mantenimiento.
2. Se realiza una solicitud de servicio indicando las características del daño.
3. El jefe de mantenimiento analiza la S.S., los repuestos, herramientas y material a utilizar.
4. Si el daño es muy grave, se detiene la producción y es de carácter urgente la reparación.
5. Se determina si es muy alto el costo de la reparación (repuestos, mano obra) y si es así, el presupuesto debe ser aprobado por el gerente regional.
6. Una vez obtenida la autorización, se planea la Orden de Trabajo.
7. Se programa la actividad señalada en la O.T.
8. Cuando se ejecutan las actividades de la O.T., se alimenta el sistema de información y se hace un control del daño reparado en el equipo.

Estos repuestos tienen una prioridad en la planeación del presupuesto, ya que al no contar con estos, genera un aumento en el tiempo de respuesta en las paradas no programadas de los equipos de producción.

Muchos de los equipos de producción de Itacol son similares entre sí por su uso y características. Por tal motivo en el análisis de los repuestos críticos se clasificarán por tipo de equipo y no individualmente, ya que su resultado sería el mismo.

**Tabla 23. Repuestos críticos de los equipos NC**

NOMBRE EQUIPO	ELEMENTO	CÓDIGO
MEZCLADORA DE SALES	Chumacera Pedestal con tapa	CP01
	Rodamiento del motor	RD01
BANDA TRANSPORTADORA	Banda transportadora	BT01
	Rodamiento del motor	RDM01
PLATAFORMA DEL VOLCADOR	Pistón hidráulico SAUR 026	PSH01
	Manguera de aceite	
	Alfagoma	MNA01
	Rodamiento del motor	RDM01
DISTRIBUIDOR DE 8 VÍAS	Trampa de flotador	TRF01
	Filtro de aire	FLA01
TRANSPORTADOR DE CADENA	Chumacera Flanche	CHF01
	Cadena de transmisión	CDT01
	Piñón de la cadena	PÑN01
	Paleta	PLT01
	Cadena de arrastre	CDA01
	Rodamiento del motor	RDM01
	Pasador	PSD01

ELEVADOR DE CANGILONES	Rodamientos del motor	RDM01
	Rodamientos del reductor	RDR01
	Chumaceras flanche	CHF01
	Cadena de transmisión	CDT01
	Cangilón	CNG01
	Tornillo	TRN01
	Placa empate	PLE01
TRANSPORTADOR SIN FIN	Rodamiento del motor	RDM01
	Chumacera flanche	CHF01
	Correa	CRR01
	Piñón	PÑN01
	Cadena 80 B	CDN01
BALANZA	Celda de carga	CLC01
	Actuador	ACT01
	Sensor	SNS01
MOLINO	Rodamiento del motor	RDM01
	Martillo	MRT01
	Pasador	PSD01
	Buje	BUJ01
	Criba	CRB01
	Sensor	SNS01
QUEBRADOR DE LA PELETIZADORA	Rodamiento del motor	RDM01
	Chumacera flanche	CHF01
ZARANDA DE LA PELETIZADORA	Empaque	EMP01
	Malla	MLL01
	Rodamiento del motor	RDM01
CICLÓN DE LA	Rodamiento del motor	RDM01

PELETIZADORA		
ACONDICIONADOR DE LA PELETIZADORA	Paleta	PLT01
	Chumacera flanche	CHF01
BOMBA	Rodamiento de la bomba	RDM01
	Buje de la bomba	BUJ01
	Piñón	PÑN01
	Abrazadera	ABR01
	O´ring	ORN01
	Sello mecánico	SLM01
	Soporte rodamiento	SPR01
	Retenedor de aceite	RTA01
Empaquetadura	EMP01	

## 5.2 ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS ORGANIZATIVOS DE LA EMPRESA PARA DETERMINAR LA CONVENIENCIA DE REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO <sup>5</sup>

Para determinar que tan conveniente es aplicar el mantenimiento preventivo a los equipos de la empresa, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos organizativos que afectan de forma inmediata a la gestión de mantenimiento.

- ✓ Jornada de trabajo: Se diferencian dos tipos de empresas, las que trabajan un solo turno y las que cuentan con un número determinado de turnos que cubren las 24 horas del día. En el caso de las empresas que trabajan en un solo turno, si se produce un daño, la producción podrá detenerse y el

<sup>5</sup> Programa de mantenimiento preventivo para la planta de beneficio de la empresa Avidesa Mac Pollo S. A.

tiempo que se pierda puede ser recuperado con el uso del otro turno de trabajo una vez solucionado el problema.

En el caso de las empresas que trabajan durante las 24 horas del día, un daño o avería en un equipo provocará una disminución de su disponibilidad, ya que no habrá tiempo para recuperar la producción perdida. Ésto determina la necesidad de programar los turnos para el equipo de mantenimiento. Itacol trabaja 2 turnos diarios de 12 horas, lo que equivale a 3 turnos de 8 horas cada uno.

- ✓ **Tamaño de la empresa:** Los costos originados por la falla de un equipo de producción se verán reflejados de mayor forma en las empresas grandes que en las medianas y pequeñas empresas, siendo también afectados un número mayor de trabajadores en las empresas grandes que en las pequeñas.

**Grande:** Su constitución se soporta en grandes cantidades de capital, un gran número de trabajadores y el volumen de ingresos al año, su número de trabajadores excede a 100 personas.

**Mediana:** Su capital, el número de trabajadores y el volumen de ingresos son limitados y muy regulares, número de trabajadores superior a 20 personas e inferior a 100.

**Pequeña:** Su capital, número de trabajadores y sus ingresos son muy reducidos, el número de trabajadores no excede de 20 personas.

Al analizar el tamaño de Itacol según el número de trabajadores en planta, esta está clasificada como una mediana empresa ya que posee en su nomina de empleados alrededor de 20 personas.

- ✓ Tipo de proceso: En procesos continuos, el paro que ocasiona un daño o falla de la maquinaria implica una reducción de la disponibilidad de los equipos. En el caso de una producción en serie se crea un paro general, y si se trabaja "Just in Time", habrá demora en la entrega.

La producción que maneja Itacol de Occidente Ltda. es continua.

- ✓ Ritmo de la actividad: La actividad de la empresa se puede considerar como estacional o permanente. Actividad estacional es cuando se concentra en periodos determinados del año y actividad permanente es cuando su actividad es continua durante todo el año.

Cuando se trabaja bajo un ritmo estacional, el mantenimiento se puede realizar en las épocas de baja producción de modo que en los periodos de mayor producción sea menos probable que aparezcan fallas.

- ✓ Grado de automatización: Cuanto más automatizada sea la empresa, mayores recursos deberán presupuestarse para mantenimiento. Itacol es una empresa semiautomática, con una tecnología PLC.

- ✓ Inversión: Se pueden clasificar las empresas en las que su inversión es mayor a 5000 millones, las que su inversión está entre 1000 y 5000 millones, y las que su inversión es menor o igual de 1000 millones de pesos.

En la tabla 24 se muestran las características que cuantifican a la organización y el puntaje que representan y el valor para Itacol de Occidente Ltda.

A partir de los valores expuestos, se estima la conveniencia de realizar un mantenimiento preventivo dependiendo de la puntuación total, de la siguiente manera:

- ✚ Entre 31 y 61 puntos, es necesaria la aplicación de mantenimiento preventivo.
- ✚ Entre 26 y 30 puntos, debe realizarse un estudio en profundidad para determinar la conveniencia de la aplicación del mantenimiento preventivo.
- ✚ Menor de 26 puntos, la empresa no requiere la implementación de un mantenimiento preventivo.

**Tabla 24. Índices de evaluación para la implementación del mantenimiento preventivo**

ASPECTO	PUNTUACIÓN	ITALCOL
<b>JORNADA DE TRABAJO</b>		<b>10</b>
Tres turnos	10	
Dos turnos	5	
Un turno	1	
<b>TAMAÑO DE LA EMPRESA</b>		<b>5</b>
Grande	10	
Mediana	5	
Pequeña	1	
<b>TIPO DE PROCESO</b>		<b>10</b>
Continuo	10	
Serie	5	
Por lotes	1	
<b>RITMO DE LA ACTIVIDAD</b>		<b>10</b>
Permanente	10	
Estacional	5	
<b>GRADO DE AUTOMATIZACIÓN</b>		<b>5</b>
Alta	10	
Media	5	
Baja	1	
<b>INVERSIÓN</b>		<b>10</b>
Grande	10	
Mediana	5	
Pequeña	1	
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>

Con base en la escala de valores anteriormente mencionada, se concluye que la empresa Itacol de Occidente Ltda., requiere de la implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo, porque su índice de evaluación es de 55 que está entre 31 y 61.

### 5.3 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN ITALCOL

Para realizar el programa de mantenimiento preventivo, se van a analizar los equipos que son de mayor relevancia en el proceso de producción. Estos son los equipos que según el estudio de criticidad dieron críticos, tabla 25, viéndose reflejada la necesidad de involucrarlos de mayor manera al estudio de mantenimiento, para lograr una mayor disponibilidad en los equipos y mejorar su eficiencia de producción (evitando paradas no programadas).

Sin embargo, cabe recalcar que hay otros equipos que también pertenecen al proceso de producción y que son medianamente críticos, tabla 26, ya que poseen equipos gemelos o no condicionan el proceso, se deben involucrar también en los planes de Mantenimiento Preventivo.

**Tabla 25. Equipos para Mantenimiento Preventivo (Críticos)**

CÓDIGO EQUIPO	EQUIPO	PROCESO
PRMOTC11	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS	MO
PRMOEC06	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LOS MOLINOS	MO
PRMEMZ02	MEZCLADORA	ME
PRMETS01	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE TOLVA ALIVIO MEZCLADORA	ME
PRMEEC07	ELEVADOR DE CANGILONES DE HARINAS	ME
PREXEX01	EXTRUDER	EX
PREXTS01	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DEL MOLINO DEL EXTRUDER	EX
PREMBT03	TOBOGÁN (BANDA TRANSPORTADORA)	EM
PROTCL01	CALDERA	OT
PROTBM01	BOMBA CALDERA	OT
PROTCM01	COMPRESOR	OT
En total son 11 equipos, que equivale a 7.1%.		

**Tabla 26. Equipos para Mantenimiento Preventivo (Medianamente Críticos)**

CÓDIGO	NOMBRE EQUIPO	PROCESO
PRR1TC01	TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 1	R1
PRR1TC02	TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACIÓN TOLVA 2	R1
PRR1TS01	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN MEZCLADORA SALES	R1
PRR2TC03	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN TOLVAS RECIBO 1 Y 2	R2
PRR2EC01	ELEVADOR DE CANGILONES DEL VOLCADOR	R2
PRR2TC06	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN SILOS DE ALMACENAJE	R2
PRDOTS01	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS PARES DEL 2 - 12 (PASARELA 1)	DO
PRDOTS02	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE SILOS IMPARES DEL 1-13 (PASARELA 2)	DO
PRDOEC04	ELEVADOR DE CANGILONES DE LA BALANZA 2	DO
PRMECR01	CERNIDOR	ME
PRMECN01	CINTA CERNIDORA	ME
PRPEPL01	PELETIZADORA 1	PE
PRPEAC01	ACONDICIONADOR 1 DE LA PELETIZADORA 1	PE
PRPEAC02	ACONDICIONADOR 2 DE LA PELETIZADORA 1	PE
PRPEEC08	ELEVADOR DE CANGILONES PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 1	PE
PRPEZR01	ZARANDA DE LA PELETIZADORA 1	PE
PRPEES01	ESCLUSA DEL CICLÓN DE LA PELETIZADORA 1	PE
PRPEPL02	PELETIZADORA 2	PE
PRPETS02	TRANSP. SIN FIN PARA ALIMENTACIÓN DE ACONDICIONADORES PELETIZADORA 2	PE
PRPEEN02	ENFRIADOR DE LA PELETIZADORA 2	PE
PRPETC13	TRANSP. DE CADENA PARA LA EVACUACIÓN DE LA PELETIZADORA 2	PE
PRPEZR02	ZARANDA DE LA PELETIZADORA 2	PE
PREXML05	MOLINO DEL EXTRUDER	EX
PREXEC10	ELEVADOR DE CANGILONES DEL MOLINO DEL EXTRUDER	EX
PREXTS02	TRANSP. SIN FIN PARA EVACUACIÓN DE LA TOLVA DE ALIVIO DEL EXTRUDER	EX
PREXSC01	SECADOR DEL EXTRUDER	EX
PREXEC11	ELEVADOR DE CANGILONES PARA EVACUACIÓN DEL SECADOR DEL EXTRUDER	EX
PREMTC14	TRANSP. DE CADENA PARA EVACUACIÓN DE SILOS DE EMPAQUE	EM
PEEMED01	ENSACADORA	EM
PRENEM01	ENMELAZADORA	EN
PRENBM02	BOMBA ENMELAZADORA	EN
En total son 31 equipos, que equivale a 20%.		

Con base en las recomendaciones de los diferentes fabricantes (manuales), la experiencia aportada por parte de los operarios y el estudio realizado de las hojas de vida, se elaborarán las fichas de actividades básicas de mantenimiento preventivo, para los equipos enunciados anteriormente.

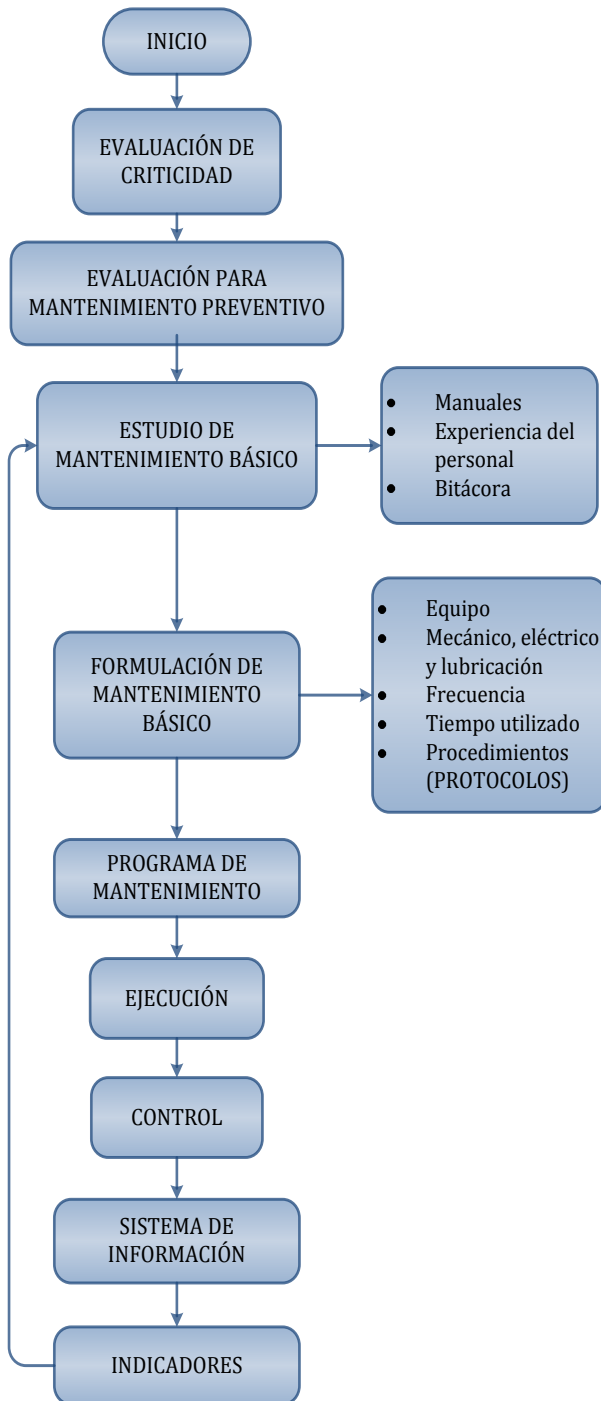
### 5.3.1 Fichas básicas de mantenimiento preventivo

En estas se muestran todas las actividades de conservación, recuperación y periodicidad de las actividades mecánicas, eléctricas, instrumentación, lubricación, limpieza, a realizar en cada una de las máquinas. El procedimiento de Mantenimiento Preventivo se puede observar en la figura 53.

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutarán en los equipos críticos de la planta en forma planificada y programada anticipadamente, con el fin de descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten los equipos. Estas inspecciones serán realizadas en cada equipo en intervalos fijos independientemente del estado. Las frecuencias de las inspecciones se clasifican en diarias, semanales, quincenales, mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales y anuales.


En la figura 54 se describen las actividades de mantenimiento programado de acuerdo a la periodicidad calculada.


**Figura 53. Procedimiento de Mantenimiento Preventivo**



1. Se realiza un estudio de criticidad a todos los equipos de la planta.
2. Se clasifican los equipos críticos, quienes serán usados en el estudio de mantenimiento preventivo.
3. Los equipos que dieron No Críticos son los que se analizaran con el mantenimiento correctivo.
4. Con base en los manuales, la experiencia del personal de mantenimiento, operarios y por medio del estudio de la bitácora, se diseñan todas las formulaciones del mantenimiento básico.
5. Dependiendo de las frecuencias de cada actividad de mantenimiento que se observe en los equipos críticos, se realiza un programa de mantenimiento preventivo.
6. Por medio de los procedimientos que se realicen en los equipos, se crean los protocolos que se seguirán para la realización de las actividades de mantenimiento.
7. Se realiza el programa de mantenimiento y se ejecuta por parte del personal técnico.
8. Cuando se han realizado las actividades de mantenimiento, se controla el trabajo y se registran las actividades en el sistema de información.
9. Todos los datos que se registren en el sistema de información sirven de indicadores para futuros mantenimientos.

Figura 54. Ficha de Mantenimiento Básico

<b>ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA</b>			
<b>FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>			
NOMBRE DEL EQUIPO <b>CALDERA</b>		CÓDIGO PROTCL01	
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>FECHA</b>	
1. Lubricar los bujes de la parrilla utilizando grasas para alta temperatura	Semanal		
2. Lubricar los rodillos de soporte inferiores de la parrilla	Semanal		
3. Limpieza de los cajones de aire ubicados en la parte inferior de la parrilla	Semanal		
4. Verificar la tensión en las correas.	Mensual		
5. Revisar el desgaste imprevisto en las chumaceras	Mensual		
6. Inspeccionar que las alarmas de bajo nivel se encuentren operando correctamente	Mensual		
7. Limpieza con una lanza de los tubos del pirotubo	Mensual		
8. Revisar cuidadosamente la parrilla para detectar eslabones defectuosos	Mensual		
9. Lubricar los eslabones de la parrilla con un lubricante seco para cadenas aprobado para temperaturas mínimas de 600°C.	Bimensual		
10. Destapar las bridas de inspección del hogar y los hand holes del pirotubo y retirar completamente cualquier tipo de lodo que se encuentre	Bimensual		
11. Revisar las interconexiones del hogar y el pirotubo por el lado de agua verificando que se encuentren completamente limpias	Semestral		
12. Verificar en forma concluyente que todas las purgas de la caldera están evacuando el agua de la caldera	Semestral		
13. Revisar el buen funcionamiento de la válvula rotatoria de evacuación de ceniza y verificar que la tolerancia del rotor y la carcasa no exceda 1 mm de radio	Semestral		
14. Revisar el estado del arco refractario de ignición y repararlo si es el caso	Semestral		
15. Revisar el estado de las pantallas protectoras de las puertas de manejo y si se encuentran deterioradas cambiarlas por unas nuevas.	Anual		

16. Cambiar las bandas si están muy desgastadas, tensionarlas y alinear poleas.	Anual	
17. Retirar uno de los pines de la parrilla viajera y revisar cuidadosamente el estado de los piñones motrices y locos y de las superficies sobre las cuales se desliza la parrilla.	Anual	
OBSERVACIONES		
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hacer las actividades con el equipo no funcionando.</li> <li>✓ Programar por semanas los paros de la caldera.</li> <li>✓ Utilizar implementos de protección, guantes, tapabocas, botas, casco, delantal o protector y gafas.</li> <li>✓ Constituir el equipo de trabajo, según el caso (experto, técnico y ayudante).</li> <li>✓ Verificar la desactivación y bloqueo de todos los sistemas (combustible, energía).</li> </ul>		

### 5.3.2 Rutinas de mantenimiento preventivo



Esta planilla, figura 55, contiene la descripción de los pasos desarrollados en "Mantenimiento Preventivo para los Equipos de la planta" con el fin de facilitar la intervención del personal técnico en las actividades a realizar.

Esta guía ayudará a desarrollar mejor las actividades de prevención. Ésta contiene el nombre de la rutina, el procedimiento a realizar y recomendaciones generales.

### 5.3.3 Ficha de Lubricación

La lubricación para todos los equipos de la planta se realizará, teniendo en cuenta: Rutas de lubricación, lubricación por operarios, lubricación automática, programa para cambio de lubricantes.

Figura 55. Rutina de cambio de martillos y pasadores de un molino

<p><b>ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA</b></p>	
<p><b>RUTINA DE MANTENIMIENTO</b></p>	
<p><b>CAMBIO DE LOS MARTILLOS Y PASADORES DEL MOLINO DEL EXTRUDER</b></p>	
<p><b>PROCEDIMIENTO</b></p>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pare el molino y desconecte la energía de alimentación.</li> <li>2. Aliste las llaves de copa de ½ y 3/8, el rache y el hombre solo.</li> <li>3. Póngase los guantes y el casco protector.</li> <li>4. Suelte los tornillos que sostienen la parte inferior de la estructura del molino y marque las dos partes de la carcasa a separar por medio de un lápiz.</li> <li>5. Deslice la estructura suelta hacia un lado y manténgala alejada mientras se realiza el cambio de martillos.</li> <li>6. Con el rache suelte los tornillos que sujetan la criba.</li> <li>7. Retire la criba e inspecciónela si está rota.</li> <li>8. Suelte los martillos y reemplace todos los martillos desgastados, pasadores y espaciadores.</li> <li>9. Remover cualquier elemento metálico por medio de la atracción generada por imanes.</li> <li>10. Ajustar correctamente los pasadores y martillos.</li> <li>11. Posicionar la criba y atornillarla.</li> <li>12. Ubicar la carcasa inferior del molino de acuerdo a la guía hecha y sujetarla mediante los tornillos y con la ayuda del hombre solo.</li> <li>13. Forre la unión entre el transportador de cadena de alivio del molino y la estructura del molino.</li> <li>14. Retire los elementos de trabajo.</li> <li>15. Reinicie la operación.</li> </ol>	
<p><b>OBSERVACIONES Y/O ADVERTENCIAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar los implementos de seguridad y protección personal requeridos (guantes, cascos, botas de seguridad, tapa boca).</li> <li>2. Verificar la desconexión de la alimentación eléctrica y materiales al molino.</li> </ol>	
	

Para la mayoría de los equipos se prepararán formularios en donde se registran las actividades de lubricación y se asignan a su respectivo equipo con el elemento, la frecuencia y algunos detalles específicos como la cantidad y tipo de lubricante, como se muestra en la figura 56, y el listado general en la tabla 27. Esto es en busca de prevenir y conservar daños en las máquinas generados por la fricción.

Figura 56. Ficha de Lubricación de la Peletizadora Berandebi

<b>ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA</b>				
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>FICHA DE LUBRICACIÓN</b>				
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b> <b>PELETIZADORA 1</b>		<b>CÓDIGO</b> <b>PRPEPL01</b>		
				
ELEMENTO LUBRICADO	FRECUENCIA	LUBRICANTE	CANT.	UNIDAD
1. Cojinetes de la Polea	Semanal	Grasa sintética Frixo (Parafina)	80	Pistolazo Neumático
2. Rodamiento del Motor	Semanal	Grasa sintética Frixo (Parafina)	6	Gramos
3. Roles (2)	Tres días	Grasa sintética Frixo (Parafina)	60	Pistolazo Neumático
4. Chumaceras pedestal (2)	Quincenal	Grasa sintética Frixo (Parafina)	5	Pistolazo Neumático

Tabla 27. Listado de actividades de lubricación de los equipos de producción



**LUBRICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN**

NOMBRE DEL EQUIPO	ELEMENTO LUBRICADO	FRECUENCIA	LUBRICANTE	CANT	UNIDAD
Elevador de cangilones del volcador I	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Distribuidor de 8 vías del volcador I	Chumacera flanche	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
Elevador de cangilones del volcador II	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	2 Chumaceras pedestal	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	600	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Distribuidor de 8 vías del volcador II	Chumacera flanche	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
Transportador de cadena para evacuación tolvas recibo 1 y 2	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador de cadena para evacuación silos de almacenaje	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportadores de cadena inclinado para evacuación tolva 1 y 2	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador de cadena para alimentación de silos 250 ton.	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador de cadena para alimentación de silos 2000 ton.	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Plataforma del volcador	Rotula	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	4 bujes parte baja de la plataforma	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	13	gramos
	Bomba hidráulica (deposito)	Semestral			
Transportadores para la evacuación balanzas 1 al 4	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Elevador de cangilones de las balanzas 1, 2 y 3	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Elevador de cangilones de la balanza 3	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Elevador de cangilones para la evacuación de molinos	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos

Transportador sin fin puente de alimentación entre molinos 1 y 2	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	2 Chumaceras flanche	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador sin fin puente de alimentación entre molinos 3 y 4	2 Chumaceras flanche	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador sin fin para alimentación de los molinos 1, 2 y 3	2 Chumaceras flanche	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador sin fin para alimentación del molino 4	2 Chumaceras flanche	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Molinos 1, 2 y 3	Rodamientos del motor	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
Molino 4 (Wasvelt)	2 Chumaceras pedestal	Mes y medio	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	600	gramos
Transportador de cadena para la evacuación de molinos	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportadores sin fin de evacuación de silos	1 Rodamiento cónico/(tornillo sin fin)	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	13	gramos
Mezcladora	2 Chumaceras pedestal	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	240	gramos
	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	Rodamientos del motor	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
Transportador sin fin evacuación Tolva de alivio de la mezcladora	2 Chumaceras flanche	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Elevador de Cangilones de Harinas	2 Chumaceras pedestal	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	120	gramos
	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Limpiadora	Chumacera pedestal ligera	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Cinta Cernidora	4 Chumaceras pedestal	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Distribuidor de 12 vías	Chumacera flanche	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Micromezcladora	2 Chumaceras pedestal	Bimensual	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Cangilón de la micromezcladora	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Enmelazadora	2 Chumaceras pedestal	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	Transmisión de cadena	Semestral	Aceite Shell Tellus 37		
Cangilón de enmelazadora	4 Chumaceras pedestal	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos

	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Extruder	Rodamientos del motor	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Caja reductora	Quincenal	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	1500	gramos
	Rodamientos del motor	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
Molino del extruder	2 Chumaceras pedestal	Mensual	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	80	gramos
	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Alimentador del molino del extruder	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
Transportador sin fin para evacuación del molino del extruder	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Elevador de cangilones del molino del extruder	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Agitador o fondo vivo	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	4 chumaceras de corredera (parrilla)	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Secador del extruder	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	2 Chumaceras pedestal	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Elevador de cangilones para evacuación del secador del extruder	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	2 Chumaceras pedestal	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
Ciclón del molino del extruder	Cojinetes de la Polea	Semanal	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	80	P. N.
Peletizadora 1 (Berandebi)	Rodamiento del Motor	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	2 Roles	3 días	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	60	P. N.
	2 Chumaceras pedestal	Quincenal	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	P. N.
	2 chumaceras flanche	Quincenal	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Transportador sin fin alimentación de acondicionadores pele 1	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
	Chumacera flanche	Quincenal	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Acondicionadores 1 y 2 de la peletizadora 1	Chumacera pedestal	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	2 Chumaceras flanche	Mensual	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Esclusa peletizadora 1	4 rodamientos de bolas	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
Transportador de cadena para la evacuación de la peletizadora 1	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Esclusa del ciclón de la peletizadora 1	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Acople de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		

Elevador de cangilones para la evacuación de la peletizadora 1	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Distribuidor de 8 vías de la peletizadora 1	Chumacera flanche	Semestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Peletizadora 2 (Metalteco)	Cojinetes de la Polea	Semanal	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	100	P. N.
	2 Roles	3 días	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	60	P. N.
	Rodamiento del Motor	4 meses	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
Transportador sin fin alimentación de acondicionadores pele 2	2 Chumaceras flanche	Mensual	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Acondicionadores 1 y 2 de la peletizadora 2	2 Chumaceras flanche	Mensual	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Esclusa peletizadora 2	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Quebrantador peletizadora 2	4 chumaceras pedestal sencillas	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	9	gramos
Alimentador del quebrantador o quebrador	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador de cadena para la evacuación de la peletizadora 2	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Ciclón de la peletizadora 2	2 Chumaceras pedestal	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Transportador sin fin de la peletizadora 2	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Elevador de cangilones para la evacuación de la peletizadora 2	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
Transportador de cadena para evacuación de silos de empaque	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Tobogán	2 Chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Elevador de cangilones de materias primas	4 chumaceras flanche	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Transportador sin fin para alimentación mezcladora sales	2 Chumaceras flanche	Mensual	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	5	gramos
	2 Chumaceras pedestal	Mensual	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	20	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		
Caldera	2 chumaceras pedestal (Parrilla bujes)	Semanal	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	6	gramos
	2 Chumaceras flanche (aire primario)	Trimestral	Grasa Sintética Frixo (Parafina)	4	gramos
	Transmisión de cadena	Semanal	Aceite Shell Tellus 37		

#### 5.3.4 Cronograma anual de mantenimiento preventivo

Con la información de las frecuencias y actividades básicas de mantenimiento, se obtiene en un solo diagrama la organización del mantenimiento preventivo anual de la empresa ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA, en el cual se ven las diferentes actividades clasificadas mediante colores como se puede observar en la figura 57. Cada color corresponde a una actividad, como se muestra a continuación.

	Inspección
	Limpieza
	Alineación y tensión
	Lubricación
	Cambio de partes
	Mantenimiento general
	Sistema eléctrico



PREXTS01	Transportador sin fin para la evacuación del molino del extruder	
PREMBT03	Tobogán (Banda transportadora)	
PROTCL01	Caldera	
PROTBM01	Bomba caldera	
PROTCM01	Compresor	
PRPEPL01	Peletizadora Berandebi	
PRPEAC	Acondicionador de la peletizadora	
PRPEPL02	Peletizadora Metalteco	

## 5.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM

En Itacol de Occidente Ltda ha habido un interés creciente por prestar atención a sus trabajadores. Se ha adquirido conciencia de que, además de la remuneración, es necesario atender a las necesidades de participación en la toma de decisiones y de generar oportunidades de realización personal.

Es por esto que los estudios de clima organizacional y satisfacción resultan tan interesantes. Ellos permiten a sus empleados expresar su opinión sobre cómo funciona la organización y cómo se sienten en ella, buscando generar beneficios cuando se implementan acciones correctivas en los aspectos de producción, salario entre otros.

### 5.4.1 Clima Organizacional

El estudio del clima organizacional constituye un excelente mecanismo para conocer como se encuentra funcionando la empresa y que ocurre en la vida diaria en las relaciones entre los trabajadores, ya que la productividad depende de tener relaciones armónicas entre las personas, y entre la gerencia y los trabajadores.

Cada fin de mes se realiza una reunión entre el gerente regional, gerente de producción, jefe de almacén, jefe de calidad, jefe de recursos humanos, operarios y personal de mantenimiento, en la cual se analizan diversos temas que puedan afectar el bienestar y rendimiento de los trabajadores dentro de la planta y fuera de ella. Esto incluye cambio de turnos, extensión de horarios, cambio de normas, manejo de la producción y creación o modificación de proyectos en la empresa.

- ✓ Las inquietudes que los trabajadores tienen hacia los directivos.
- ✓ Inconformidades de los empleados.
- ✓ Problemas o deficiencias que existen en los equipos del proceso.
- ✓ Celebración de cumpleaños.
- ✓ Premio o elogio al puesto de trabajo más limpio y de mayor rendimiento.

El estudio del clima organizacional consta de nueve ítems<sup>6</sup> los cuales se analizarán con el fin de observar como debe ser la implementación del TPM en Itacol de Occidente Ltda.

1. Integración: Debido a que los trabajadores tienen su ubicación específica dentro del proceso de trabajo, la gran demanda de producción y el cambio mensual de turno, hace difícil la unión de los empleados, viéndose reflejado en un desentendimiento con los demás trabajadores.
2. Orientación al logro: El personal de Itacol es muy enfocado en el cumplimiento de las actividades y pedidos de producción, dando todo el respaldo a las labores impartidas por los directivos.
3. Comunicación: Entre los directivos y trabajadores siempre se maneja el respeto y tolerancia, buscando dirigir y atender las inquietudes de los operarios de la mejor forma posible.
4. Supervisión: En la jerarquía que se maneja en la planta de producción, se desempeña un cargo que es el supervisor de producción, quien se encarga de dirigir, comunicar a los operarios, personal de mantenimiento y a los directivos, las diferentes actividades a realizar o problemas en los equipos y proceso de producción. También el gerente de producción y mantenimiento coordina las labores a realizar y gestiona los proyectos que se estén haciendo en la empresa.

---

<sup>6</sup> Diagnóstico Organizacional Interempresas (EDO), diseñada por Psico Consult

5. Estructura: La empresa cuenta con una estructura nueva, moderna, semiautomatizada, dando una comodidad y facilidad en la realización de las labores diarias y asumiendo una buena imagen ante las personas externas, es decir, que no hacen parte de la nómina de la compañía.
6. Condiciones y métodos de trabajo: El gerente de producción y mantenimiento es el encargado de realizar estrategias y métodos de trabajo para los operarios y personal de mantenimiento, siendo quien realice la programación de producción y de mantenimiento, y devengue las actividades a cada trabajador. Estas programaciones son hechas de la mejor forma posible y remitidas a los destinatarios en forma respetuosa y clara.
7. Capacitación y desarrollo: Cuando una persona es asignada a un sitio de trabajo o proceso, se le da una pequeña capacitación para poder realizar la labor establecida. No obstante, es necesario que los directivos generen programas de capacitación que uno de los objetivos del TPM a los operarios, de tal forma que logren conocer a profundidad las máquinas y su funcionamiento que están bajo su responsabilidad, buscando una mejora en el proceso, y una mejor manipulación y desempeño del equipo.
8. Empoderamiento: Cada trabajador de Itacol ya sea directivo u operario tiene definido su papel y sus funciones, buscando cumplirlas de la mejor manera y respetando las de los otros trabajadores.
9. Confianza: En Itacol uno de los valores corporativos es el trabajar con honestidad e integridad desarrollado en forma participativa en todos los niveles de la organización por un equipo humano con mística y alto compromiso personal con la calidad y el servicio al cliente. Esto conlleva a que los trabajadores sean más humanos, se admiren, respeten las pertenencias de los demás y el trabajo que cada uno aporta a la empresa.

El estudio del clima organizacional, se puede analizar con la satisfacción laboral, que permiten a los empleados expresar su opinión sobre cómo

funciona la empresa y cómo se sienten en ella. La satisfacción laboral será evaluada por medio de los siguientes ítems:

1. Remuneración: Los trabajadores de Itacol se quejan frecuentemente del bajo salario que ganan, haciendo de esto una desmotivación y teniendo que recurrir a horas extras para ajustar el sueldo. Este sentimiento se aumenta cuando por alta demanda de producción los trabajadores no tienen tiempo de descansos festivo, al saber que el dinero que ganan adicional por las horas extras, no pueden disfrutarlo con sus familias.
2. Reconocimiento: Itacol se esmera por premiar a las personas destacadas, dándoles incentivos y motivándolos para que cada día se superen y al mismo tiempo hacen que los otros compañeros de trabajo busquen seguir su ejemplo, ya que esto hace que aumente la productividad y genere un buen estado de ánimo en el empleado.
3. Desarrollo: Uno de las políticas de calidad de Itacol es el compromiso de todo el grupo humano con la satisfacción del cliente, demostrándose en la investigación y mejoramiento continuo de nuestros productos. Esto es muy verídico y se consigue mediante la gestión y realización de nuevos proyectos.
4. Orgullo - Identidad: Cada persona maneja su autoestima, y logra generar respeto dependiendo de su comportamiento ante los compañeros de trabajo. Itacol se preocupa por contratar a personas trabajadoras, emprendedoras, con alto potencial y que busquen cumplir todos los propósitos establecidos para lograr la satisfacción personal y hacer que sus compañeros de trabajo se sientan orgullosos de él.
5. Ambiente Interno: En la compañía se observa dos tipos de ambientes. Uno en producción y otro en el área administrativa. En el área administrativa la gente tiende a ser más servicial, ya que posee un espacio libre de

contaminación y ruido, mientras que en producción se genera un ambiente más pesado debido a las labores que se realizan y las condiciones a las que se ven sometidos los operarios por estar en contacto con la maquinaria.

6. Calidad Laboral: Ante el afán por cumplir con todos los pedidos de producción y a que la empresa ha asumido un gran papel en el mercado de alimentos balanceados para animales, los trabajadores en muchas ocasiones tienen que doblar turnos por cumplir, siendo reconocidas las horas laborales, pero generando a veces meses de trabajo continuo, sin descanso de días festivos ni ordinarios. Esto en muchas ocasiones ha generado desilusión por parte de los trabajadores de producción, debido a que no tienen tiempo para estar con sus familias convirtiéndose en un problema que va a afectar el desarrollo y la concentración cuando esté trabajando.

Hay que tener en cuenta que se debe procurar tener un buen clima y mayor nivel de satisfacción, ya que produce un mayor nivel de productividad, basado en que la satisfacción genera mayor productividad que el clima organizacional<sup>7</sup>.

Con base en el estudio del clima organizacional y satisfacción laboral en Itacol de Occidente se puede concluir que los trabajadores desean:

1. Ser tomadas en cuenta sus opiniones.
2. Ser reconocidos como personas y como un elemento importante de las actividades de la empresa.
3. Sentir que son exitosos, deseando recibir capacitaciones o entrenamiento para así saber lo que tienen que hacer y logrando participar en la solución de los problemas de la maquinaria encargada.
4. Sentirse bien con los compañeros de trabajo y poder interactuar con directivos.

---

<sup>7</sup> Rodríguez Trujillo, N, 2005

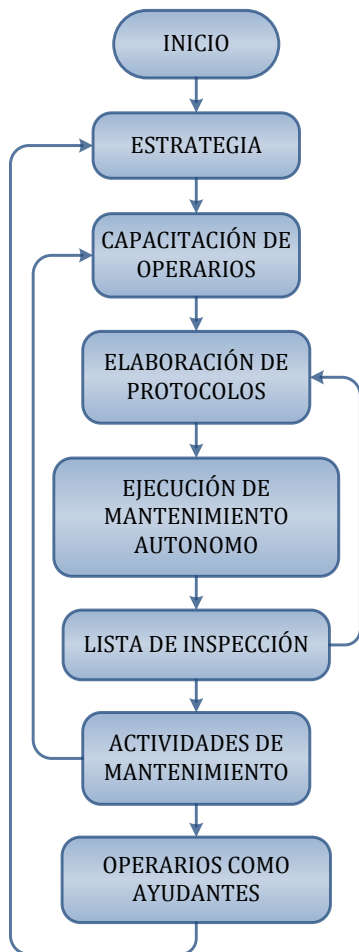
5. Sentir que pueden crecer personal y profesionalmente.
6. Recibir una remuneración o paga mayor, dependiendo del cargo y responsabilidades que desempeña.
7. Sentirse orgullosos de su empresa y del trabajo que realiza cotidianamente.

Teniendo en cuenta esto se puede analizar el TPM en Itacol de Occidente Ltda como una herramienta del mantenimiento que busca mediante pequeños grupos lograr una mejora continua en los equipos de producción incluyendo desde los operarios hasta los directivos, es decir, un mantenimiento llevado a cabo en conjunto.

Este mantenimiento incluye mantenimiento autónomo, protocolos para el mantenimiento autónomo, listas de chequeo e indicadores de gestión basados en la eficiencia global de producción, EGP.

El procedimiento del Mantenimiento Productivo Total viene determinado por un conjunto de actividades, que se muestran en la figura 58.

**Figura 58. Procedimiento del Mantenimiento Productivo Total**



1. Se plantea una estrategia de Mantenimiento Productivo Total, que incluye capacitación a los operarios por parte de expertos en los equipos correspondientes, sistemas de comunicación como reuniones, motivación a los operarios como premios al mejor puesto mantenido y de mayor rendimiento.
2. Se forma y capacita técnicamente a los operarios en el manejo de los equipos y la implementación del TPM en la empresa.
3. Se desarrollan protocolos por parte de las directivas de mantenimiento
4. Se implementan los protocolos en los trabajos diarios por parte de los operarios.
5. Se realiza una lista de chequeo entre el operario y el personal de mantenimiento, especificando los inconvenientes encontrados para realizar las respectivas actividades de mantenimiento.
6. El operario se convierte en un ayudante para el personal de mantenimiento, colaborándole y generando pertenencia con las labores del equipo.

#### 5.4.2 Protocolos de mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Ésta acción es la más difícil y la que se lleva más tiempo en realizar, porque a los operadores y operarios de mantenimiento se les dificulta dejar su forma habitual de trabajo. Los operadores trabajan a tiempo completo en la producción y el

personal de mantenimiento asume por completo las responsabilidades de las reparaciones.

En adición cada persona tiene que ser entrenado en la destreza de hacer el mantenimiento autónomo, actividades básicas como inspección, limpieza y lubricación de su propio equipo. Estas tareas deben realizarse antes, durante y después de la operación de la máquina.

La falta de las tareas de inspección del equipo productivo, reaprietes, limpieza, remoción de rebaba, polvo, contaminantes y lubricación promueven las causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad.

Los principales instructivos del mantenimiento autónomo son:

- ✓ Limpieza inicial y diaria, que se tomará como un Proceso de Inspección. Remueva polvo y contaminantes del equipo.
- ✓ Inspección de los puntos claves del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación, etc.
- ✓ Lubricación básica periódica de los puntos claves del equipo.
- ✓ Pequeños ajustes.
- ✓ Formarse y capacitarse en el manejo y mantenimiento de los equipos y procedimientos.
- ✓ Reportar todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse

El mantenimiento autónomo es el mantenimiento preventivo ejecutado por parte de los operarios dependiendo del conocimiento que tenga de la máquina.

Antes de poner en marcha el equipo, el operario debe verificar la lista de chequeos constatando el buen estado de la máquina, para prevenir daños o accidentes. En la figura 59 se observa una lista de chequeo implementada en el proceso de la planta.

Si estando en funcionamiento el equipo presenta alguna anomalía, el operario debe avisar al personal de mantenimiento para corregir la posible falla.

El mantenimiento autónomo en Itacol de Occidente Ltda, aplica para los siguientes equipos:

- Peletizadora 1 y2.
- Extruder
- Caldera


Para los demás equipos, los operarios actúan de ayudantes.


La figura 60 muestra un modelo de protocolo de mantenimiento autónomo para la caldera.

Figura 59. Lista de Chequeo

ITACOL DE OCCIDENTE LTDA					
<b>LISTA DE CHEQUEO</b>					
NOMBRE DEL EQUIPO <b>EXTRUDER</b>		CÓDIGO <b>PREXEX01</b>	FECHA		
SISTEMA / PARTE	ACTIVIDAD	Estado *			
		B	R	M	
Contactores y relés	Verificar el estado				
Pilotos, switches y cableado	Revisar el funcionamiento y conexiones				
Tablero de control	Inspeccionar el correcto funcionamiento				
Cuchillas (cortador)	Examinar filo, acople y soporte				
Imanes	Verificar el estado				
Correas de la polea	Revisar tensión y desgaste				
Dado	Inspeccionar el desgaste del dado				
Rasera	Verificar que haya flujo del producto				
Pernos de sujeción y bridas	Revisar el apriete y sujeción				
Mangueras de vapor	Revisar que no hayan fugas de vapor				
Manómetros	Verificar la correcta sujeción y medición				
Válvulas de vapor	Correcto funcionamiento de las válvulas				
ESTADO * DESCRIPCIÓN VALOR					
B	Bueno				2
R	Regular				1
M	Malo				0
					

Figura 60. Protocolo de mantenimiento autónomo para la Caldera

<p><b>ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA</b></p>	
<p><b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b></p>	
<p>NOMBRE DEL EQUIPO <b>CALDERA</b></p>	<p>CÓDIGO PROTCL01</p>
<p><i>ANTES DE INICIAR LA PRODUCCIÓN</i></p>	
<p>1. Chequear el nivel del tanque de agua de alimentación y verificar la apertura de las válvulas de suministro de agua a este tanque.</p>	
<p>2. Verificar la apertura de las válvulas existentes entre el tanque de agua y la bomba de la caldera.</p>	
<p>3. Calibrar en el presostato de alarma ubicado en la parte superior del pirotubo, la presión tope máxima deseada (200 psi max.)</p>	
<p>4. En el controlador Shimaden encargado de controlar la presión de operación de la caldera seleccionar el punto de ajuste (set point) deseado.</p>	
<p>5. Encender la bomba de alimentación de agua y chequear el nivel en el tubo visor de la caldera.</p>	
<p>6. Con la válvula rotatoria apagada, revisar por la compuerta de ésta la presencia de depósitos y si los hay, desalojarlos.</p>	
<p>7. Encender la válvula rotatoria de evacuación de cenizas.</p>	
<p>8. Desocupar completamente las cenizas recolectadas en el cajón de cenizas.</p>	
<p>9. Chequear la posición de los dampers de servicio del multiciclón y revisar la posición del dámper manual de descarga de gases del ventilador de tiro inducido ubicándolo en posición cerrada de arranque.</p>	
<p>10. Prender la parrilla viajera hasta llenar la mitad de su longitud con carbón.</p>	
<p>11. Ubicar el selector de rangos de combustión en la posición de llama baja.</p>	
<p>12. Prender el ventilador de tiro inducido.</p>	
<p>13. Con la válvula de salida de vapor cerrada, encender el combustible ubicado debajo del arco de refractario ubicado al comienzo de la parrilla.</p>	
<p>14. Cuando la presión de la caldera sea superior a 60 psi, abrir lentamente la válvula de salida de vapor y pasar el dámper del ventilador de tiro inducido a la posición abierta.</p>	
<p><i>DURANTE LA PRODUCCIÓN</i></p>	
<p>15. Revisar periódicamente la cama de combustible y si es necesario realimentar con carbón incandescente la zona inicial de encendido.</p>	
<p>16. Revisar continuamente el nivel de agua de la caldera.</p>	
<p>17. Ejecutar el programa de purgas de acuerdo con las instrucciones impartidas por los técnicos en tratamiento de agua.</p>	

18. Evacuar las cenizas recolectadas por el multiclón.	
<b><i>DESPUÉS DE LA PRODUCCIÓN</i></b>	
19. Apagar completamente la caldera, siguiendo el protocolo de apagado.	
20. Cerrar la válvula de salida del vapor	
21. Retirar del hogar el material que se encuentre en combustión	
22. Dejar enfriar la caldera	
	<p style="text-align: center;"><b>ADVERTENCIAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se debe utilizar en todo momento las botas de caucho, el gorro, el tapabocas, el delantal y los guantes de seguridad.</li> <li>✓ Registrar los datos requeridos en el formato de producción y listas de chequeo.</li> <li>✓ Cuando se encuentre una irregularidad se debe seguir el orden operacional.</li> </ul>
<b><i>PROTOCOLO DE APAGADO DE LA CALDERA</i></b>	
23. Apagar los ventiladores de combustión y tiro inducido.	
24. Apagar la alimentación de carbón.	
25. Retirar todo el carbón de la tolva.	
26. Mover la parrilla hasta que los primeros cinco centímetros queden sin carbón.	
27. Dejar cubierta la parrilla con cenizas hasta que el arco refractario se enfríe completamente.	
28. Apagar la bomba de agua de la caldera.	
29. Cerrar las válvulas existentes entre el tanque de agua y la bomba de la caldera.	

#### 5.4.3 Programa de Capacitación

Para que el Mantenimiento Productivo Total y el Mantenimiento Autónomo sea en Italcol de Occidente Ltda un éxito, es necesario que los directivos, operarios y personal de mantenimiento, tengan conocimiento de estos temas, para así poder afrontarlos y aplicarlos en su trabajo. Para lograr esto es necesario realizar un

cronograma con el fin de organizar las diferentes conferencias. Con ésto se analizará un tema específico semanalmente, brindando muchos beneficios para la empresa, un mejoramiento en el aspecto físico (estético de la planta por su limpieza y orden) y un alto desempeño de la productividad (disminuyendo las paradas no programadas y dando continuidad a la producción normal). En la figura 61 se observa el programa de capacitación que se realizará en Itacol, entre las dependencias de producción, mantenimiento y gestión humana.

**Figura 61. Cronograma de capacitación**

ACTIVIDADES / SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Introducción al mantenimiento	■	■	■												
Mantenimiento correctivo y preventivo	■														
Mantenimiento Productivo Total, autónomo		■													
Protocolos y actividades de mantenimiento			■												
Capacitación por parte de un experto pedagogo en:				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Calderas y afines (proceso de la máquina)				■	■										
Peletizadoras y afines (proceso de la máquina)						■	■								
Extruders y afines (proceso de la máquina)								■	■						
Lubricación, ajuste de pernos										■					
Ruidos extraños, vibraciones											■	■			
Manejo de herramientas y uso correcto.													■	■	
Tips para conservar los equipos.															■

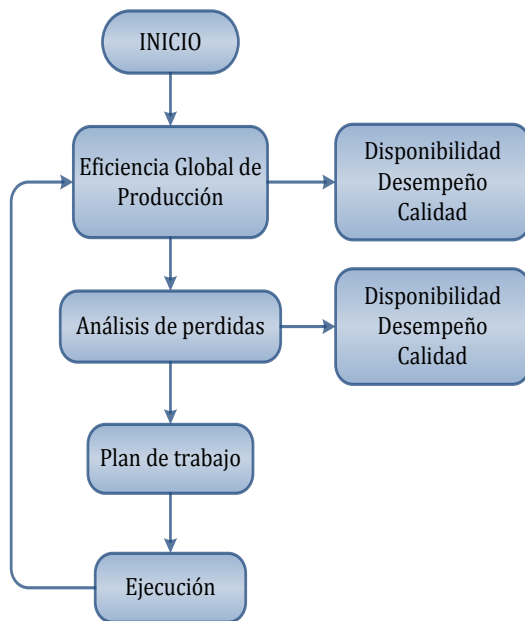
### 5.5 EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN - E.G.P.

El TPM basa sus estrategias de mantenimiento en la maximización de la eficiencia global del equipo de producción, figura 62, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todo el personal de la empresa. Los operarios y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado.

Para lograr una evaluación objetiva de los elementos que intervienen en el proceso de mantenimiento, es importante implementar los indicadores que se presentan a continuación, tales como:

- ➔ Disponibilidad: Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período.
- ➔ Desempeño: Es la velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño. Se ve disminuida por las paradas cortas, para corregir defectos en el flujo o por marchas en vacío o para desatascar.
- ➔ Calidad: Es la relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total. Este indicador se ve afectado por los rechazos o producción defectuosa o porque no satisfacen las especificaciones de calidad.

**Figura 62. Procedimiento de la EGP**



1. Se recolectan los datos necesarios para el cálculo de la EGP.
2. Se analizan las causas de pérdidas en los indicadores de la EGP (disponibilidad, desempeño y calidad), para determinar los correctivos respectivos.
3. Se realiza un plan de trabajo para resolver y evitar los elementos que generan las pérdidas en la producción.
4. Se ejecutan las acciones o actividades.

Los siguientes datos se determinaron de acuerdo a la información recolectada en el área de producción y mantenimiento para Peletizadora 2 o Metalteco (PRPEPL02), los cuales permiten calcular la Eficiencia Global de Producción.

- ⊙ Tiempo teórico de producción
- ⊙ Tiempo de paradas previstas
- ⊙ Tiempo de paradas imprevistas
- ⊙ Tiempo teórico por ciclo
- ⊙ Cantidad de productos procesados
- ⊙ Cantidad de productos defectuosos

Entre el 4 y el 11 de Noviembre (Semana 1), el equipo trabajó 136.6 horas. Durante este tiempo, se programaron paradas por 165 minutos para el ajuste de los rodillos y 120 minutos para cambiar el motor de la zaranda # 2.

Tiempo Total Disponible: 136.6 horas * 60 minutos	= 8196 minutos
<u>Paradas Programadas:</u>	<u>= - 285 minutos</u>
<b><u>Tiempo de Operación Programado:</u></b>	<b><u>= 7911 minutos</u></b>

Además, durante esta semana ocurrieron ciertos daños que impidieron el funcionamiento del equipo como:

- Se tapó la tubería del sistema de aceitados por un tiempo de 50 minutos.
- Faltó alimento alrededor de 90 minutos.
- Faltó vapor durante 45 minutos.

Tiempo de Operación Programado:	= 7911 minutos
<u>Tiempo de Paradas no Programadas:</u>	<u>= -185 minutos</u>
<b><u>Tiempo de Operación:</u></b>	<b><u>= 7726 minutos</u></b>

- Cálculo de la disponibilidad de la máquina

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo de Operacion Programado} - \text{Tiempo de Paradas}}{\text{Tiempo de Operacion Programado}}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{7911-185}{7911} = 0.977 \text{ Significa } 97.7\% \text{ de Disponibilidad.}$$

➤ Cálculo del desempeño de la Máquina

El equipo está diseñado para producir 10 toneladas por hora de alimento concentrado para pollo y durante la semana se produjo 1155 toneladas de producto terminado. Por lo tanto:

$$\text{DESEMPEÑO} = \frac{\text{Tiempo Teorico del Ciclo X Cantidad Procesada}}{\text{Tiempo de Operacion}}$$

$$\text{Tiempo teórico del ciclo} = \text{TTC} = \frac{1\text{hora}}{10\text{ton}} * \frac{60\text{min}}{1\text{hora}} = 6\text{min } \textit{por ton}$$

$$\text{DESEMPEÑO} = \frac{6 * 1155}{7726} = 0.897 \text{ Significa } 89.7\% \text{ de Desempeño.}$$

➤ Cálculo de la calidad de la producción

Como todo el material que entra al dado sale como pele, la cantidad de material rechazado es cero (cantidad de defectos).

$$\text{CALIDAD} = \frac{\text{Cantidad Procesada} - \text{Cantidad de Defectos}}{\text{Cantidad Procesada}}$$

$$\text{CALIDAD} = \frac{1150 - 0}{1150} = 1 \text{ Significa } 100\% \text{ de Desempeño.}$$

➤ Cálculo de la EGP (Eficiencia global de la producción)

$$\text{EGP} = 0.977 * 0.897 * 1 = 0.876.$$

La Eficiencia Global de Producción de la Peletizadora # 2 es de 87.6 %.

Para mirar el comportamiento de las otras semanas, se mostraran los datos en la tabla 28 con el fin de dar a conocer en forma ordenada los diferentes cálculos, basados en las fórmulas anteriormente dadas y el procedimiento visto.

Tabla 28. Cálculo de la EGP para la Peletizadora 2

<b>ESTUDIO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE PRODUCCIÓN</b>						
<b>DATOS</b>	<b>SEMANAS</b>					
	1	2	3	4	Promedio	
<b>TIEMPO DE TRABAJO DE LA MAQUINA</b>						
<i>Tiempo de turno a analizar (horas):</i>	136,6	150,2	120	143,5		
<b>TIEMPO DE PARADAS PROGRAMADAS</b>						
<i>1. Descansos (min.)</i>					60	
<i>2. Paradas para inspección (min.)</i>	165	55	100	57		
<i>3. Breve reunión (min.)</i>						
<i>4. Otras (min.)</i>	120	100				
<b>TIEMPO DE PARADAS NO PROGRAMADAS</b>						
<i>1. Paradas por varadas (min.)</i>	50		30	144		
<i>2. Contratiempos (min.)</i>	135			56		
<i>3. Otros (min.)</i>		45				
<b>PRODUCCIÓN</b>						
<i>Cantidad real de unidades producidas en el periodo</i>	1155	1256	1100	1087		
<i>Tiempo teórico del ciclo (minutos)</i>	6	6	6	6		
<i>Cantidad de unidades rechazadas</i>	0	0	0	0		
<b>CÁLCULOS</b>						
<i>Tiempo total disponible (minutos)</i>	8196	9012	7200	8610		
<i>Paradas Programadas</i>	285	155	100	117		
<i>Tiempo de operación programado (minutos)</i>	7911	8857	7100	8493		
<i>Paradas no Programadas</i>	185	45	30	200		
<i>Tiempo de operación</i>	7726	8812	7070	8293		
<i>Disponibilidad (%)</i>	0,977	0,995	0,996	0,976	0,986	1,406
<i>Desempeño (%)</i>	0,897	0,855	0,934	0,786	0,868	13,197
<i>Calidad (%)</i>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000
<b>Eficiencia Global de Producción (%)</b>	0,876	0,851	0,930	0,768	0,856	14,391

En la tabla 29 se presentan los factores que ocasionan las pérdidas en el cálculo de la EGP:

**Tabla 29. Factores de Pérdidas**

DISPONIBILIDAD	DESEMPEÑO	CALIDAD
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Averías</li> <li>➤ Puesta a punto y graduación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reducción de velocidad</li> <li>➤ Paradas cortas (desatascar)</li> <li>➤ Marcha en vacío</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Defectos del proceso</li> <li>➤ Pérdida al iniciar el proceso</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Se tapó la tubería del sistema de aceitados.</li> <li>✓ Falta de alimento.</li> <li>✓ Falta de vapor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estan mal posicionadas las paletas del acondicionador.</li> <li>✓ Corte del pelet muy largo, se debe modificar la distancia de las cuchillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Demasiado vapor al iniciar el proceso y sale quemado el pelet.</li> <li>✓ Condiciones del acondicionador no favorables.</li> </ul>

Medidas a tener en cuenta para reducir las pérdidas y mejorar la EGP;

- Capacitar en todos los niveles al personal de mantenimiento.
- Cumplir adecuadamente con todos los pasos descritos en el plan de mantenimiento preventivo.
- Mantener el stock de recursos (herramientas, repuestos y materiales) en medio de los niveles mínimo y máximo.
- Mantener actualizados los datos en el sistema computarizado para la gestión del mantenimiento.

## 6. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA PLANTA ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA

En el presente capítulo se describe el diseño de un sistema de información para la empresa Itacol de Occidente Ltda, se define la estructura del SIM<sup>8</sup> y se explican los elementos de entradas y salidas, las especificaciones, requerimientos y la relación entre los módulos que hacen parte de la estructura del SIM. Por último se detalla cómo está organizado el módulo de información para el mantenimiento de la empresa.

El diseño del sistema de información se realizó con base en la información de mantenimiento de la empresa, buscando que se cumplan todos los requerimientos exigidos y sirva como una herramienta para el manejo integral de la información. El Sistema de Información de Mantenimiento para Itacol (SIMITALCOL) permite manejar en forma óptima los equipos de la empresa, por medio de controles como la gestión de herramientas, inventario de repuestos y materiales, fichas técnicas, formatos de mantenimiento y la gestión de mantenimiento.

### 6.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

Para implementar un buen sistema organizacional de mantenimiento en la empresa, se debe tener un buen sistema informático que lo apoye; este es el medio por el cual los datos y la información fluyen entre la dependencia de Producción y la Gerencia, aseguran datos precisos en el instante que se requiera, es fuente para el análisis estadístico y la obtención de los indicadores de gestión y la presentación de informes.

---

<sup>8</sup> Sistema de Información de Mantenimiento

El SIMITALCOL debe ser acorde con las necesidades de la empresa, debe ser práctico permitiendo que el personal encargado de las labores de mantenimiento esté familiarizado con el sistema, para poder aprovecharlo en su totalidad. También la información de entrada debe ser la necesaria para una buena retroalimentación y sobre todo para que desde el momento de la puesta en marcha sea utilizado en todos los procesos de mantenimiento.

Los pasos de diseño del sistema son:

- Definición de la información que la empresa desea.
- Definición de la estructura general del sistema, adaptándolo a lo que desea la empresa.
- Definición de los elementos de entrada y salida del sistema de información.
- Definición de las diferentes relaciones entre los módulos que almacenan la información para evitar a medida que se maneja el programa las demoras por solicitud de información.

#### 6.1.1 Requerimientos del Sistema de Información

Los requerimientos, tabla 30, son aquellos elementos que hacen de un sistema algo funcional y aplicable a ciertas características que se deseen obtener o se quieran implementar.

Para determinar estos elementos se estudia detalladamente el área de mantenimiento de la empresa detectando todos los componentes que lo conforman, sus relaciones y los flujos de información entre sí y con las demás áreas.

**Tabla 30. Requerimientos del sistema**

	REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN
ACCESO	Ser un programa de fácil manejo.	Facilitar el ingreso y tener una interfaz agradable y sencilla.
	Tener permisos y seguridad en el manejo de la información.	Restringir la información permitiendo varios perfiles de usuario, con accesos controlados.
EQUIPOS	Mostrar Ficha Técnica de equipos	Tener acceso a un reporte actualizado en el que se pueda visualizar información técnica de cada uno de los equipos y componentes mecánicos más importantes
	Información sobre Proveedores y Fabricantes	Tener acceso a toda la información sobre proveedores y fabricantes necesaria para ubicarlos y contactarlos fácilmente
	Agilizar el flujo de información y mejorar la gestión del mantenimiento	Montando en la base de datos las actividades y rutinas de mantenimiento programado, con su respectiva frecuencia e implementando formatos de planeación, programación, solicitud de servicio y órdenes de trabajo.
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	Estados de las Solicitudes de Servicio y las Ordenes de Trabajo	En cualquier momento se puedan consultar las solicitudes de servicio que se encuentran sin orden de trabajo asignada y así mismo que se pueda consultar sobre las ordenes de trabajo que se encuentran en estado pendiente o abierta.
	Aviso sobre los mantenimientos programados que se realizan en ese día	Poder acceder a una lista con todas las ordenes de trabajo provenientes de mantenimiento programado que se realizan en ese día
	Mostrar Hoja de Vida de Equipos	Disponer de un reporte en el que se puedan ver todos los trabajos realizados sobre un equipo durante un rango de tiempo determinado
	Costos de mantenimiento	Informe de los costos incurridos durante el proceso de mantenimiento. Costos como la mano de obra, los repuestos y otros recursos utilizados.
RECURSOS	Acceder al inventario actualizado de repuestos, materiales y herramientas	Poder verificar en cualquier momento la cantidad de recursos disponibles en el almacén

<b>REPORTES</b>	Avisar si algún recurso se encuentra fuera del stock	Consultar los recursos que no se encuentran dentro del stock mínimo y máximo
	Mostrar información del personal de mantenimiento	Tener acceso a la información de cada empleado y así mismo poder consultar su disponibilidad y trabajos asignados
	Generar listado de datos de la gestión de mantenimiento.	Generar un listado de maquinas y equipos, manuales de mantenimiento, fichas técnicas, hojas de vida, y permita su impresión.
	Tener control de las fechas de análisis.	Permitir la búsqueda de información de reportes de acuerdo con unas fechas dadas.

### 6.1.2 Variables de entrada y salida

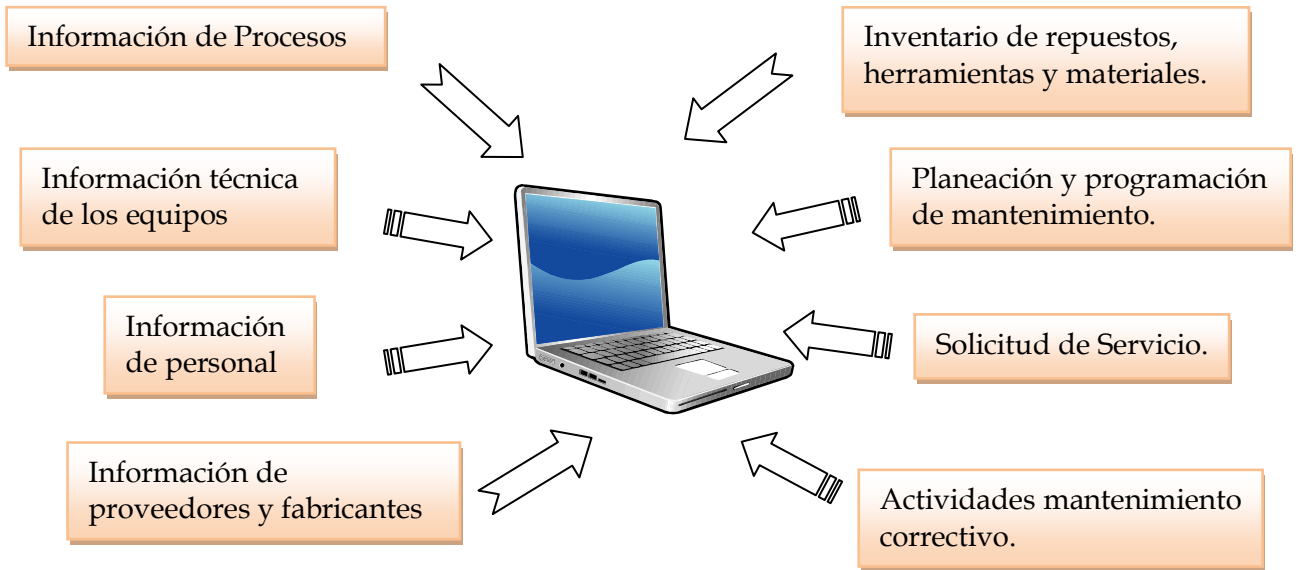
Las variables de entrada, figura 63, son aquellos datos que se ingresan al sistema de información y alimentan la base de datos, permitiendo registrar las características técnicas de los equipos, información de los procesos, procedimientos, actividades de mantenimiento, solicitudes de servicio, información de proveedores, fabricantes, datos de la gestión de recursos y personal de la planta.

Se debe tener presente que las variables de entrada, son fundamentales para que el programa funcione lo más eficientemente posible, y que tenga una gran veracidad.

Las variables de salida, figura 64, son aquellos datos que dan los reportes, información disponible en la base de datos y alarmas de acuerdo a las interrelaciones con el SQL, aprovechando el potencial de la aplicación, y obteniendo la información de manera ágil y oportuna.

Las variables de salida se muestran por medio de los reportes escritos, graficas o información que se encuentre en la base de datos del programa para ser consultada por algunos de los usuarios en el momento que lo necesiten.

**Figura 63. Variables de entrada a SIMITALCOL**



**Figura 64. Variables de salida de SIMITALCOL**



### 6.1.3 Diseño de la estructura general

La estructura general del Sistema de Información de Mantenimiento de Itacol, está conformado por cinco módulos encargados de manejar toda la información relativa del mantenimiento, la planeación, programación, y la obtención de reportes e indicadores que permitan hacer análisis de la eficiencia en el área de mantenimiento, tal como se muestra en la figura 65, 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.

SIMITALCOL cuenta con un sistema de seguridad, permitiéndoles a los usuarios tener ciertos permisos otorgados por el administrador, dependiendo de la jerarquía que el usuario posea en la empresa.

## 6.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO

Inicialmente al ejecutar el programa SIMITALCOL se abre una pantalla de bienvenida, figura 66, mientras carga el programa. Seguidamente aparece la interfaz de entrada, figura 67, en la cual se observa la barra de menús principal, unos accesos directos en la parte superior y un menú desplegable en la parte derecha de la pantalla, para mayor comodidad en el manejo de la información y acceso a los módulos. En el centro del formulario se cuenta con un espacio para el reporte de las alarmas de mantenimiento como Solicitudes de Servicio Pendientes, Ordenes de Trabajo Pendientes, Recursos en Exceso, Recursos Agotados y actividades programadas.

Figura 65. Estructura General del Sistema de Información de ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA.

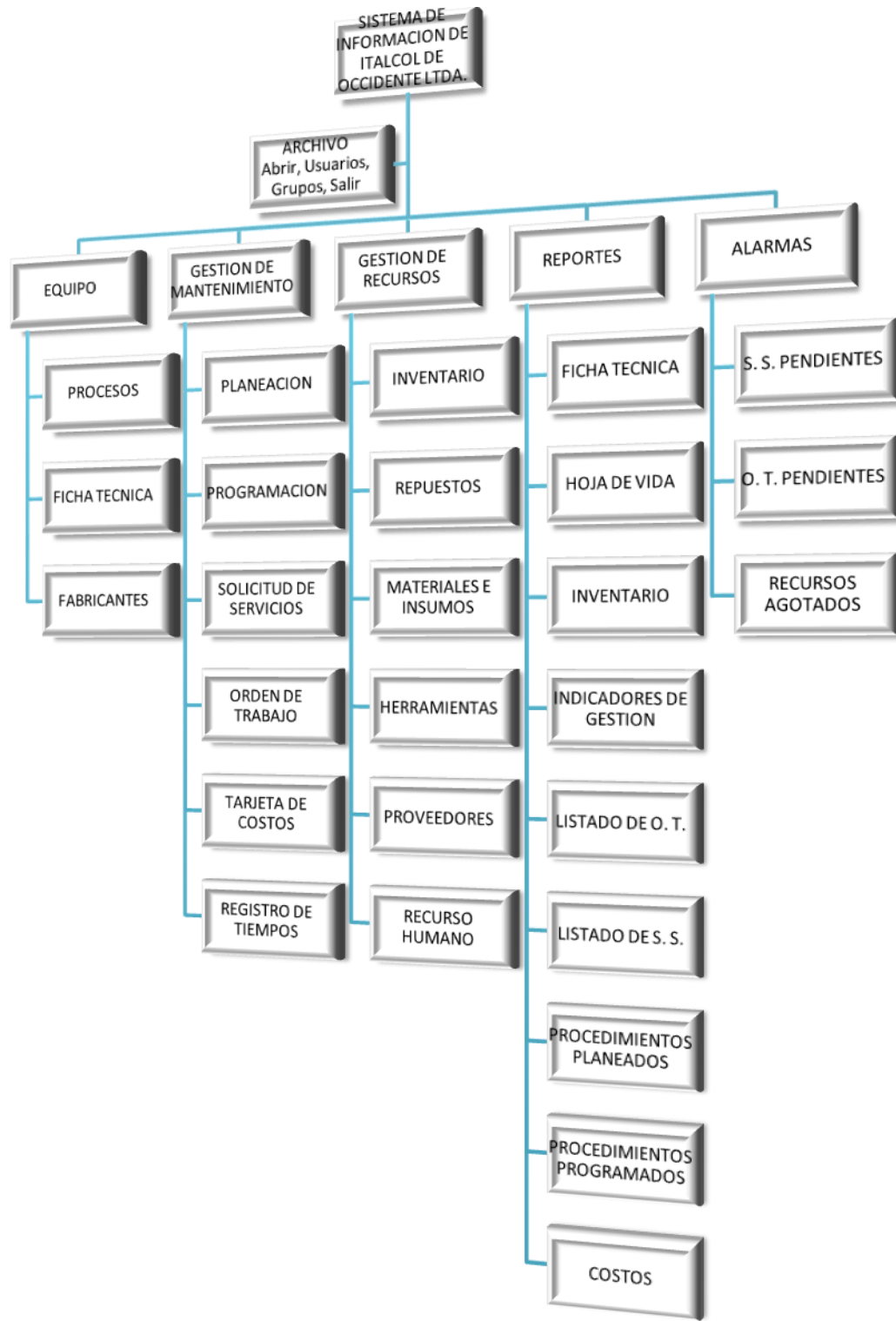
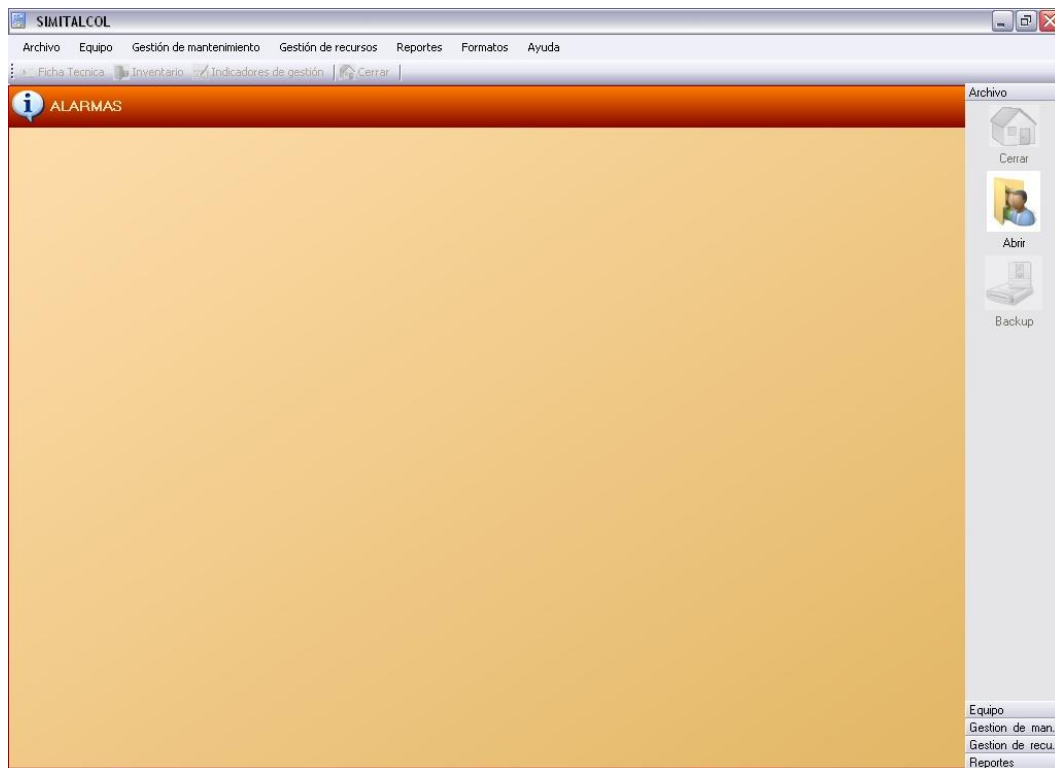


Figura 66. Interfaz de bienvenida



Figura 67. Interfaz de entrada a SIMITALCOL

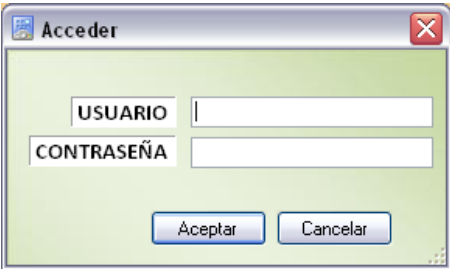


#### ✚ Acceso de usuarios

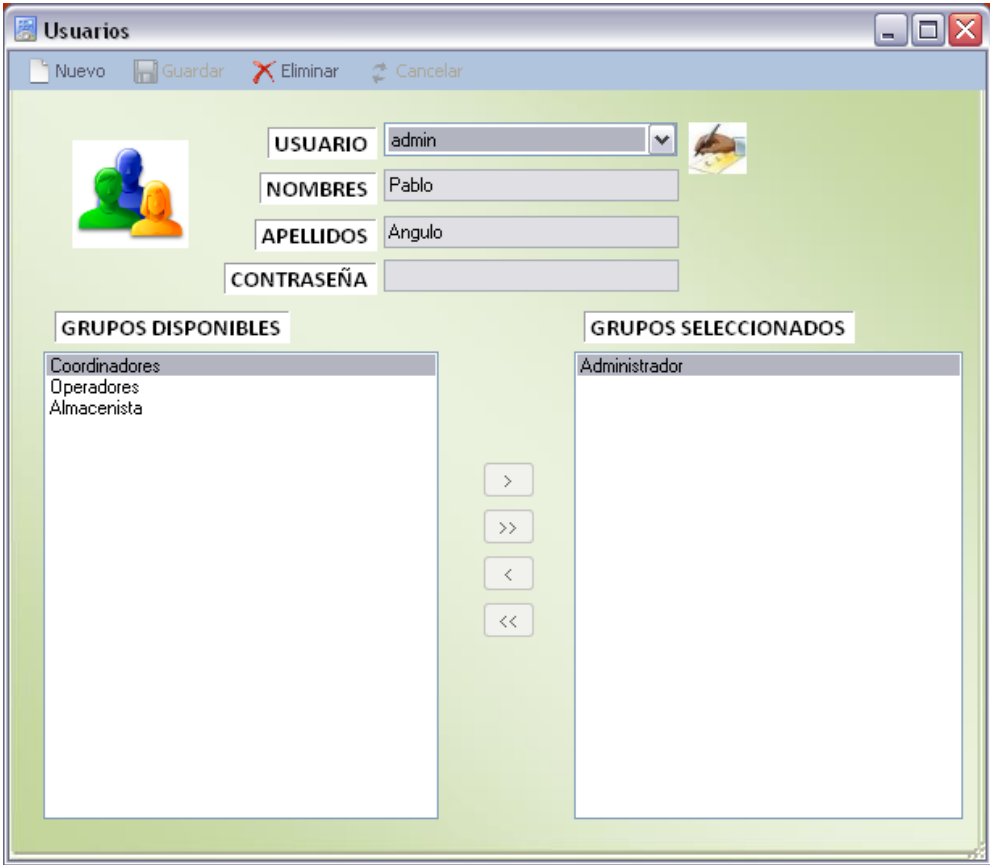
El Sistema de Información de Mantenimiento es de fácil acceso para el personal, figura 68, ya que posee un ambiente agradable permitiéndole ingresar con solo registrar el nombre de usuario y la contraseña respectiva. Una vez validada la

información, podrá acceder al menú principal en donde es posible entrar a los diferentes módulos dependiendo de los permisos que tenga dicho usuario. Estos permisos son otorgados al vincular al usuario a un grupo, figura 69, que contiene los módulos y secciones permitidos para acceder.

**Figura 68. Formulario de acceso de usuarios**



**Figura 69. Formulario de cambio de privilegios a los usuarios**



## 6.3 MÓDULOS

En el menú principal se pueden observar cinco módulos los cuales explicaremos a continuación. Estos son módulo de Equipo, Gestión de Mantenimiento, Gestión de Recursos, Reportes y Alarmas.

### 6.3.1 Módulo Equipo

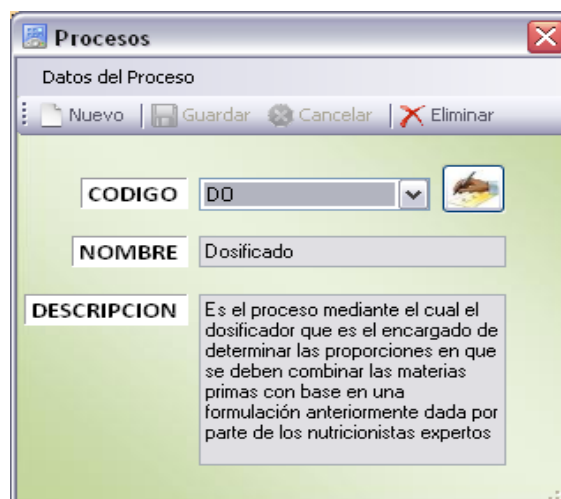
Este modulo está compuesto por aquellos registros o formularios en los cuales es posible crear, editar y eliminar, la información y características técnicas concerniente a los equipos, como lo es la ficha técnica, procesos de la planta y datos de los fabricantes.


Los datos de entrada dependen específicamente de los requerimientos de cada tipo de máquina en particular, relacionando los datos básicos de identificación y su codificación.

#### Procesos

El formulario de procesos, figura 70, contiene información básica del proceso como el código, nombre y una breve descripción del proceso productivo de la empresa.

**Figura 70. Formulario de Procesos**



Datos del Proceso	
<b>CODIGO</b>	D0 
<b>NOMBRE</b>	Dosificado
<b>DESCRIPCION</b>	Es el proceso mediante el cual el dosificador que es el encargado de determinar las proporciones en que se deben combinar las materias primas con base en una formulación anteriormente dada por parte de los nutricionistas expertos

## ● Ficha Técnica

En esta sección se encuentran consignados todos los datos referentes a los equipos del proceso de producción de la planta. En la figura 71 se muestra el procedimiento de adición o modificación del formulario Ficha Técnica.

En este formulario se observan varias pestañas, figura 72, donde se registran todos los datos concernientes a los equipos y maquinaria de la empresa. En la primera pestaña o inicial es la *ficha de registro* en donde se almacenan datos como el código, nombre, ubicación, referencia, modelo, serie, fabricante, proveedor, estado, precios de compra e instalación, información adicional y su fotografía.

En la segunda pestaña *Datos Generales* se observan registran las dimensiones del equipo, la capacidad de producción y los servicios requeridos por el sistema (agua, electricidad, aire, gas y vapor).

En la tercera pestaña están los *datos eléctricos y electrónicos* en donde se registran los motores eléctricos con sus características, elementos eléctricos y electrónicos, e información relacionada.

En la cuarta pestaña se encuentran los repuestos críticos del equipo y demás datos de *otros componentes* que no se puedan incluir en ninguna de las categorías antes mencionadas.

En la última pestaña se encuentra toda la *documentación* relacionados con la máquina tales como catálogos, manuales, planos, fotografías entre otros, en donde es posible crear un vínculo directo con el documento si este se encuentra en medio magnético.

Figura 71. Procedimiento para la adición o modificación de Ficha Técnica

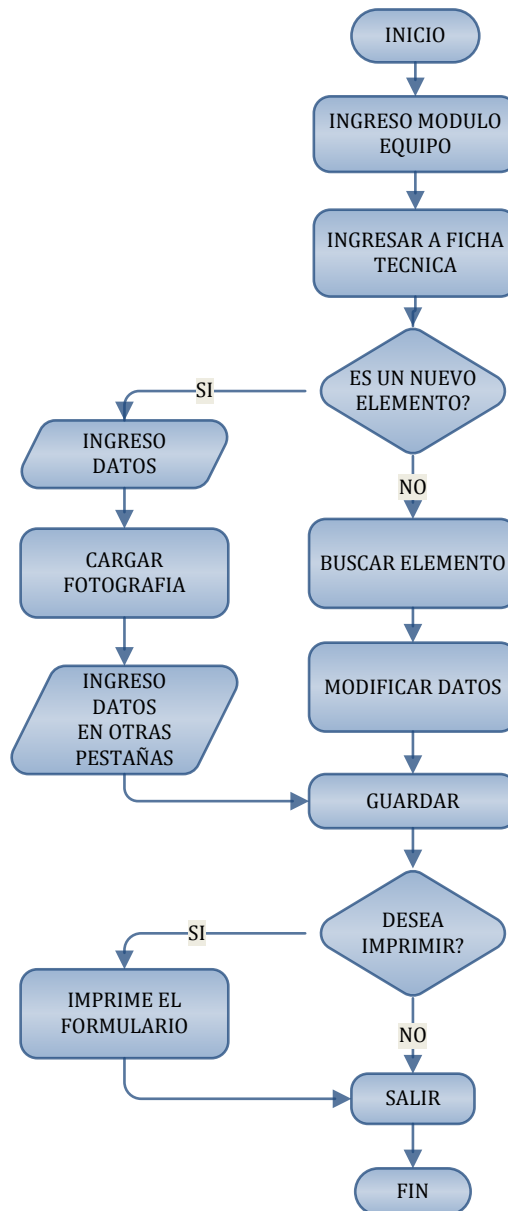


Figura 72. Formulario de Ficha Técnica

**Ficha Técnica**

Datos del Equipo

Nuevo Guardar Cancelar Eliminar Imprimir

**CODIGO** PRR1TC01 **NOMBRE** TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACION TOLVA 1

**PROCESO** Zona de Recibo # 1

Ficha de registro Datos generales Datos Mecanicos Datos electricos y electronicos Otros elementos Documentación

**MODELO** Modelo 1 **FABRICANTE** Berandebi S.A.

**REFERENCIA** Referencia 1 **PROVEEDOR**

**NUMERO DE SERIE** **PRECIO COMPRA** 0

**AÑO DE FABRICACION** 2003 **PRECIO INSTALACION** 0

**FECHA DE INSTALACION** 25/06/2004

**NUMERO DE INVENTARIO** 1254588

**ESTADO** Activo

**INFORMACION COMPLEMENTARIA**

Paletas de Nylon

**FOTOGRAFIA**

### ● Fabricantes

Posee toda la información necesaria para identificar y localizar rápidamente un fabricante y relacionarlo con la maquinaria y artículos del inventario de recursos. Se encuentra información como: nombre, dirección, teléfono, e-mail, país, ciudad, web contacto y productos, como se observa en la figura 73.

**Figura 73. Formulario de Fabricantes**

The image shows a software window titled "Fabricantes". At the top, there is a menu bar with options: "Nuevo", "Guardar", "Cancelar", "Eliminar", and "Imprimir". Below the menu bar, the form is organized into several sections. The first section contains "NOMBRE" (a dropdown menu) and "CIUDAD / PAIS" (a text input field). The second section contains "E-MAIL" and "DIRECCION" (both text input fields). The third section contains "WEB" and "TELEFONOS" (both text input fields). At the bottom of the form, there are two large, empty rectangular boxes labeled "CONTACTO" and "PRODUCTOS".

### 6.3.2 Módulo de Gestión de Mantenimiento

Este modulo es la base del sistema de información de mantenimiento, debido a que en él se realiza la Planeación, figura 74, y Programación de los Procedimientos (rutinas y actividades) de mantenimiento, figura 75. Aquí es donde se diligencian las Solicitudes de Servicio para mantenimientos correctivos, se generan las Órdenes de Trabajo por mantenimientos programados y por mantenimientos correctivos y maneja los costos de las labores de mantenimiento. Se debe tener en cuenta que todos los mantenimientos que se generen en este modulo, repercuten en el inventario de herramientas, materiales e insumos y repuestos, además de ser registrado en los índices de manera automática.

#### ● Planeación de Procedimientos de mantenimiento

En este formulario, figura 74, se registra la planeación de los procedimientos de mantenimiento, necesarios para garantizar la disponibilidad del equipo, su funcionamiento óptimo, aumentar la vida útil del mismo, y sirve de guía al personal que realiza la actividad como una orden operacional. En él se

consignan 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.

**Figura 74. Formulario de Planeación de Procedimientos**

🌐 Programación de los procedimientos de mantenimiento

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, figura 75, además se debe establecer un periodo de tolerancia

para el procedimiento, el cual determinará en qué 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. Este contiene código, nombre, sección del equipo, el código y nombre del procedimiento, fecha de inicio, tipo de frecuencia, tolerancia y nombre del programador.

**Figura 75. Formulario de Programación de procedimientos**

The image shows a software window titled "Programación de procedimientos". It contains the following fields and controls:

- Equipo:**
  - CODIGO:** Dropdown menu with value "PRR1TC01".
  - SECCION:** Dropdown menu with value "Zona de Recibo # 1".
  - NOMBRE:** Dropdown menu with value "TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACION TOLVA 1".
- Procedimiento:**
  - CODIGO:** Dropdown menu with value "1".
  - NOMBRE:** Dropdown menu with value "Lubricación de cadena".
- FECHA DE INICIO:** Dropdown menu with value "09/10/2009".
- TIPO DE FRECUENCIA:** Dropdown menu with value "Diario".
- TOLERANCIA:** Dropdown menu with value "1 Día".
- DIAS:** Spin box with value "0".
- PROGRAMÓ:** Text input field.
- OBSERVACIONES:** Large text area.
- Buttons:** "Aceptar" and "Cancelar" buttons.

### 🌐 Solicitud de Servicio

Cuando se produce una falla o se capta un error en un equipo o estructura se realiza una solicitud de servicio, informando el equipo averiado y las observaciones para que sean atendidas por parte del personal de mantenimiento, y avisando la prioridad de la actividad a realizar y si se requieren materiales. A partir de esta información se llenan datos como:

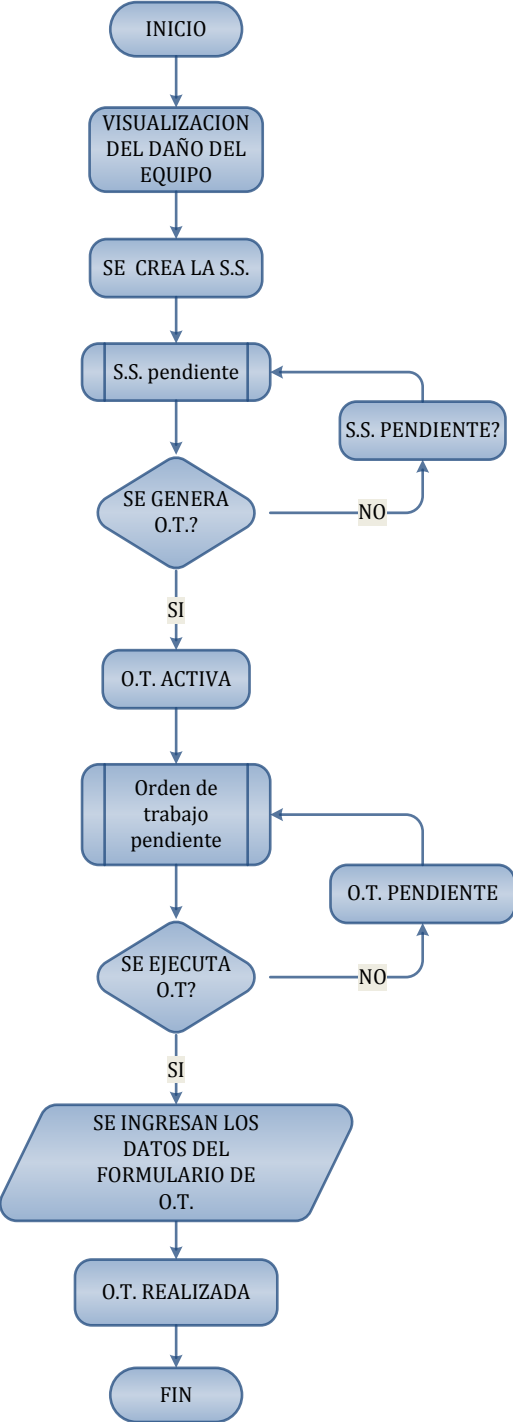
número de la solicitud, fecha solicitud, solicitante, estado, prioridad, código equipo, nombre, sección, descripción de actividad, fecha de solicitud y quien recibe la solicitud de servicio y la fecha de confirmación, ver figura 76. Posteriormente el encargado de dar trámite a estas solicitudes, deberá confirmar la solicitud y generar la orden de trabajo, con el fin de realizar el procedimiento requerido, figura 77.

**Figura 76. Formulario de Solicitud de Servicio**

The image shows a software window titled "Solicitud de servicio". The form contains the following fields and controls:

- NUMERO**: A text input field.
- SOLICITANTE**: A text input field.
- Equipo**: A section containing:
  - CODIGO**: A dropdown menu with the value "PRR1TC01".
  - SECCION**: A dropdown menu with the value "Zona de Recibo # 1".
  - NOMBRE**: A dropdown menu with the value "TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACION TOLVA 1".
- Estado de la solicitud de servicio**: A dropdown menu with the value "Sin O.T.". There is a printer icon to the right of this field.
- Prioridad**: A dropdown menu with the value "Baja".
- DESCRIPCION**: A large empty text area.
- REQUERIDA**: A section containing:
  - SOLICITUD**: A date and time selector showing "09/10/2009" and "10:12:06 p.m.". There are small arrows for date and time selection.
  - REQUERIDA**: A date and time selector showing "09/10/2009" and "10:12:06 p.m.". There are small arrows for date and time selection.
- Confirmación**: A section containing:
  - FECHA DE CONFIRMACION**: A date and time selector showing "09/10/2009" and "10:12:06 p.m.". There are small arrows for date and time selection.
  - CONFIRMÓ**: A text input field.
- OBSERVACIONES**: A large empty text area.
- Buttons**: "Aceptar" and "Cancelar" buttons at the bottom right.

Figura 77. Flujo de la información de una solicitud de servicio y su respectiva OT.



## ● Ordenes de Trabajo

La orden de trabajo, figura 78, es uno de los documentos más importantes en cualquier sistema de gestión de mantenimiento y se ingresan todos los reportes de actividades realizadas y ejecutadas, ya sean provenientes de las actividades de mantenimiento correctivo, mediante una solicitud de servicio, o según la planeación de los mantenimientos programados para luego adjuntarlos a la hoja de vida de cada equipo.

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. Cuando el estado de la O.T es finalizada, es decir, Realizada, se alimentará automáticamente la hoja de vida, la tarjeta de costos, el inventario de recursos, cerrando el circuito de la OT descrito en la figura 79.

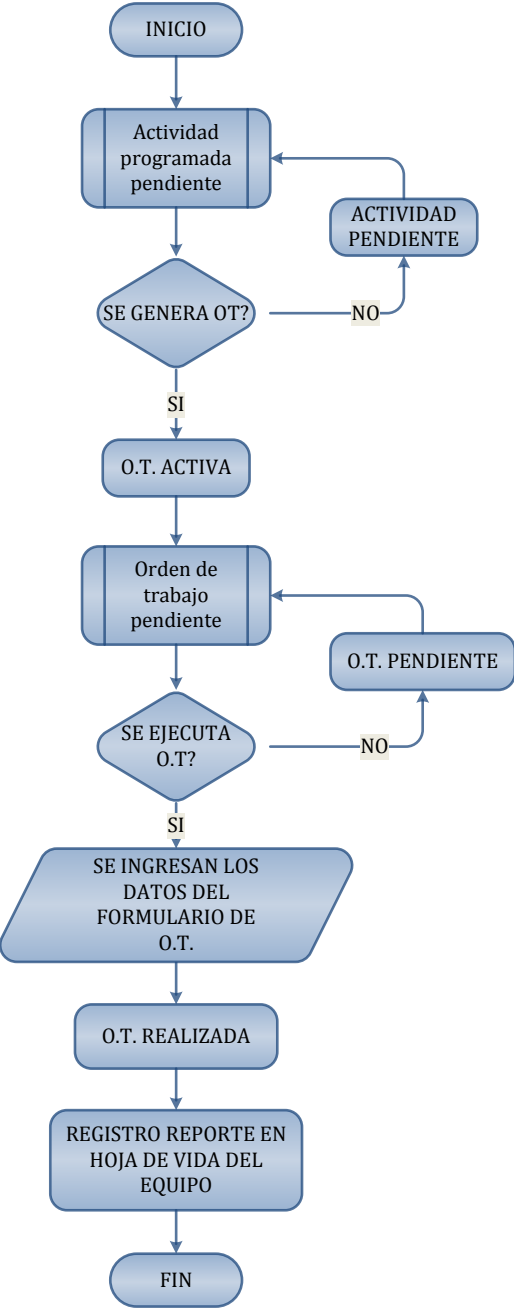
**Figura 78. Formulario de Orden de Trabajo**

The screenshot shows a software window titled "Orden de trabajo" with a close button (X) in the top right corner. The window has four tabs: "Datos generales" (selected), "Descripción de la actividad", "Recursos estimados", and "Recursos empleados". In the top right of the window, there is a button labeled "INVENTARIO" and a printer icon. The form contains several sections:

- General Information:** Fields for "NUMERO", "APROBADA POR", and "RESPONSABLE".
- Equipo:** Fields for "CODIGO" (value: PRR1TC01), "SECCION" (value: Zona de Recibo # 1), and "NOMBRE" (value: TRANSP. DE CADENA INCLINADO PARA EVACUACION TOLVA 1).
- Order Status:** "Estado de la orden" (value: Pendiente) and "Prioridad" (value: Baja).
- Procedencia:** Radio buttons for "MANTENIMIENTO PROGRAMADO" (selected) and "SOLICITUD DE SERVICIO".
- Solicitud de servicio:** Fields for "NUMERO S.S.", "SOLICITANTE", and "MOTIVO".
- Fechas:** A table of dates and times:

Evento	Fecha	Tiempo
SOLICITUD	09/10/2009	10:12:59 p.m.
REQUERIDA	09/10/2009	10:12:59 p.m.
INICIACION DE TRABAJO	09/10/2009	10:12:59 p.m.
FINALIZACION DE TRABAJO	09/10/2009	10:12:59 p.m.
CANCELACION DE O.T.	09/10/2009	10:12:59 p.m.
- Execution Times:** "TIEMPO DE EJECUCION ESTIMADO" (value: 10:13:00 p.m.) and "TIEMPO DE EJECUCION REAL (horas)" (value: 10:13:00 p.m.).
- Buttons:** "Aceptar" and "Cancelar" at the bottom right.

Figura 79. Flujo de información de las actividades programadas y su respectiva OT.



### ● Tarjeta de costos

Aquí es donde se registran todos los gastos en cuanto a mano de obra interna y contratada externamente, repuestos, materiales e insumos y herramientas. También se tiene en cuenta otros trabajos y muestra un reporte del número de intervenciones que se le han realizado a cada equipo. Esto hace que se tengan varias herramientas a la hora de presentar informes acerca de los gastos generados en el departamento de mantenimiento y su variación, ver **figura 80**.

**Figura 80. Formulario de Tarjeta de Costos**

EQUIPO		FECHA	
CODIGO	PL01PRPE	DESDE	16/10/2009
SECCION	Peletizado	HASTA	16/10/2009
NOMBRE	Peletizadora 1		

DETALLE DE COSTO	COSTO PROMEDIO	NUMERO DE INTERVENCIONES
MANO DE OBRA INTERNA	0,00	0
MANO DE OBRA CONTRATADA	0,00	
TOTAL DE MANO DE OBRA	0,00	
REPUESTOS	0,00	
MATERIALES	0,00	
OTROS TRABAJOS	0,00	
TOTAL DE COSTOS	0,00	

### ● Registro de Tiempos para cálculos de indicadores de gestión

Existe un formulario que el usuario introduce la información de los registros de tiempo para cálculos de indicadores de gestión. En este formulario se asignan tiempo en horas por semana de datos obtenidos por medio de un registro que lleva el operario asignado del equipo, haciendo una estadística de disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de la maquinaria. En la figura 81 se ilustra el formulario de los registros de tiempo de los indicadores de gestión.

**Figura 81. Formulario de los registros de tiempos para el cálculo de los Indicadores de Gestión.**

The screenshot shows a software window titled "Registro de tiempos para calculo de Indicadores de gestion". The window is divided into two main sections: "EQUIPO" and "REGISTRO DE TIEMPOS".

**EQUIPO Section:**

- CODIGO:** MD01PRMD
- SECCION:** Molienda
- NOMBRE:** Molino 1
- SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS:** (Empty button)

**REGISTRO DE TIEMPOS Section:**

**FECHA:** 10/2009

	TT	TFS	TPP	NFS	NO	TD	TFM	TPNP	TOP	TDE	TEO
SEMANA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEMANA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEMANA 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEMANA 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PROMEDIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Buttons: Guardar, Cerrar

En la tabla 31, se muestra el cálculo de los indicadores de gestión que realiza el programa, dependiendo de los datos suministrados por el usuario.

Tabla 31. Registro de los Indicadores de Gestión en el SIM

Ene-09

REGISTRO TIEMPOS	TT	TFS	TPP	NFS	NO	TD	TFM	TPNP TD+TFM	TOP TT - TPP	TDE TT - TFS - TPP	TEO TDE - TPNP	TPPR	TPEF	ID
												Mantenibilidad	Confiabilidad	Disponibilidad
Semana 1	168	8	4	2	33	10	4	14	164	156	142	4	4,303030303	0,928571429
Semana 2	150	3	4	2	25	2	2	4	146	143	139	1,5	5,56	0,953333333
Semana 3	176	10	6	1	31	10	4	14	170	160	146	10	4,709677419	0,909090909
Semana 4	168	8	4	2	33	6	1	7	164	156	149	4	4,515151515	0,928571429

Feb-09

REGISTRO TIEMPOS	TT	TFS	TPP	NFS	NO	TD	TFM	TPNP TD+TFM	TOP TT - TPP	TDE TT - TFS - TPP	TEO TDE - TPNP	TPPR	TPEF	ID
												Mantenibilidad	Confiabilidad	Disponibilidad
Semana 1	150	3	4	1	10	5	2	7	146	143	136	3	13,6	0,953333333
Semana 2	120	2	3	1	15	7	5	12	117	115	103	2	6,866666667	0,958333333
Semana 3	143	6	6	1	10	1	3	4	137	131	127	6	12,7	0,916083916
Semana 4	120	0	4	0	13	0	5	5	116	116	111	0	8,538461538	0,966666667

Mar-09

REGISTRO TIEMPOS	TT	TFS	TPP	NFS	NO	TD	TFM	TPNP TD+TFM	TOP TT - TPP	TDE TT - TFS - TPP	TEO TDE - TPNP	TPPR	TPEF	ID
												Mantenibilidad	Confiabilidad	Disponibilidad
Semana 1	96	0	4	0	16	12	4	16	92	92	76	0	4,75	0,958333333
Semana 2	96	0	4	0	16	12	4	16	92	92	76	0	4,75	0,958333333
Semana 3	96	0	4	0	16	12	4	16	92	92	76	0	4,75	0,958333333
Semana 4	96	0	4	0	16	12	4	16	92	92	76	0	4,75	0,958333333

Abr-09

REGISTRO TIEMPOS	TT	TFS	TPP	NFS	NO	TD	TFM	TPNP TD+TFM	TOP TT - TPP	TDE TT - TFS - TPP	TEO TDE - TPNP	TPPR	TPEF	ID
												Mantenibilidad	Confiabilidad	Disponibilidad
Semana 1	168	8	4	2	33	10	4	14	164	156	142	4	4,303030303	0,928571429
Semana 2	40	5	4	1	10	5	5	10	36	31	21	5	2,1	0,775
Semana 3	96	0	4	0	16	12	4	16	92	92	76	0	4,75	0,958333333
Semana 4	101	4,3	4	1	20	9	4,33	13,3333	97,33333	93	79,6666667	4,333333333	4,050847458	0,917763158

TOTAL 4 meses

2,739583333	5,937304075	0,9329366
-------------	-------------	-----------

Mantenibilidad = TFS / NFS

Confiabilidad = ( TDE - TPNP ) / NO

Disponibilidad = TDE / TT

Cuando el valor de NFS sea 0, debe hacerse el numero de mantenibilidad = 0

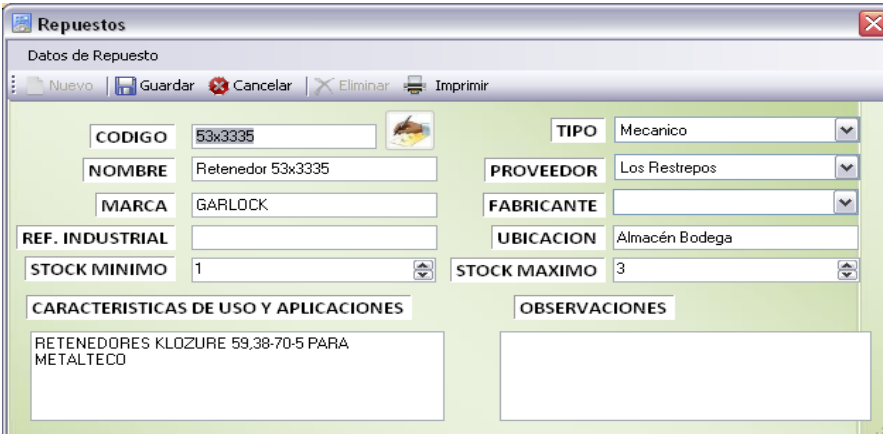
### 6.3.3 Gestión de Recursos

Este modulo es el que lleva un control sobre los diferentes recursos de la empresa buscando generar un mantenimiento adecuado y ágil, ya que contiene diferentes formularios donde se recopila la información sobre los diferentes tipos de repuestos, materiales e insumos, y herramientas que son utilizadas en las actividades de mantenimiento. Además tiene un formulario que permite crear registros sobre cada uno de los proveedores y/o contratistas de los recursos antes mencionados y de la maquinaria respectivamente, con el propósito de poder tener a disposición la información necesaria para su ubicación, selección y compra.

#### Repuestos

Este formulario, figura 82, es donde se encuentran los registros de todos los repuestos requeridos para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. Además de tener información sobre el código, nombre, tipo de repuesto, marca, ubicación, fabricante, proveedor, referencia, observaciones y características de uso, 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 falta del mismo.

**Figura 82. Formulario de repuestos**



Datos de Repuesto	
<b>CODIGO</b>	53x3335
<b>NOMBRE</b>	Retenedor 53x3335
<b>MARCA</b>	GARLOCK
<b>REF. INDUSTRIAL</b>	
<b>STOCK MINIMO</b>	1
<b>STOCK MAXIMO</b>	3
<b>TIPO</b>	Mecanico
<b>PROVEEDOR</b>	Los Restrepos
<b>FABRICANTE</b>	
<b>UBICACION</b>	Almacén Bodega
<b>CARACTERISTICAS DE USO Y APLICACIONES</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
RETENEDORES KLOZURE 59,38-70-5 PARA METALTECO	

## 🌐 Materiales e Insumos

Este formulario es donde se encuentran registrados todos los materiales e insumos necesarios para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. Además se recopilan datos sobre el código, nombre, tipo de material, ubicación, fabricante, proveedor, referencia, observaciones y características de uso. Además 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, alarmas que indiquen el exceso o falta del mismo como se observa en la figura 83.

**Figura 83. Formulario de materiales e insumos.**

The screenshot shows a software window titled "Materiales e Insumos" with a subtitle "Datos de Materiales e Insumos". The window has a toolbar with buttons for "Nuevo", "Guardar", "Cancelar", "Eliminar", and "Imprimir". The form contains several input fields: "CODIGO" (text), "TIPO" (dropdown menu showing "Consumible"), "NOMBRE" (text), "PROVEEDOR" (dropdown menu), "FABRICANTE" (dropdown menu), "REF. INDUSTRIAL" (text), "UBICACION" (text), "STOCK MINIMO" (text with spinner arrows, value 0), and "STOCK MAXIMO" (text with spinner arrows, value 0). At the bottom, there are two large text areas labeled "CARACTERISTICAS DE USO Y APLICACIONES" and "OBSERVACIONES".

## 🌐 Herramientas

Este formulario es donde se encuentran registradas todas las herramientas necesarias para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. Además se recopilan datos sobre el código, nombre, tipo de herramienta, ubicación, fabricante, proveedor, modelo, observaciones y características de uso como se observa en la figura 84.

**Figura 84. Formulario de herramientas**

The screenshot shows a software window titled "Herramientas" with a subtitle "Datos de Herramientas". The window has a menu bar with options: "Nuevo", "Guardar", "Cancelar", "Eliminar", and "Imprimir". The main area contains several input fields and dropdown menus: "CODIGO" (text), "TIPO" (dropdown menu with "Taller" selected), "PROVEEDOR" (dropdown menu), "MODELO" (text), "NOMBRE" (text), "UBICACION" (text), "FABRICANTE" (dropdown menu), and "REFERENCIA" (text). At the bottom, there are two large text areas: "CARACTERISTICAS DE USO Y APLICACIONES" on the left and "OBSERVACIONES" on the right.

 **Inventario**

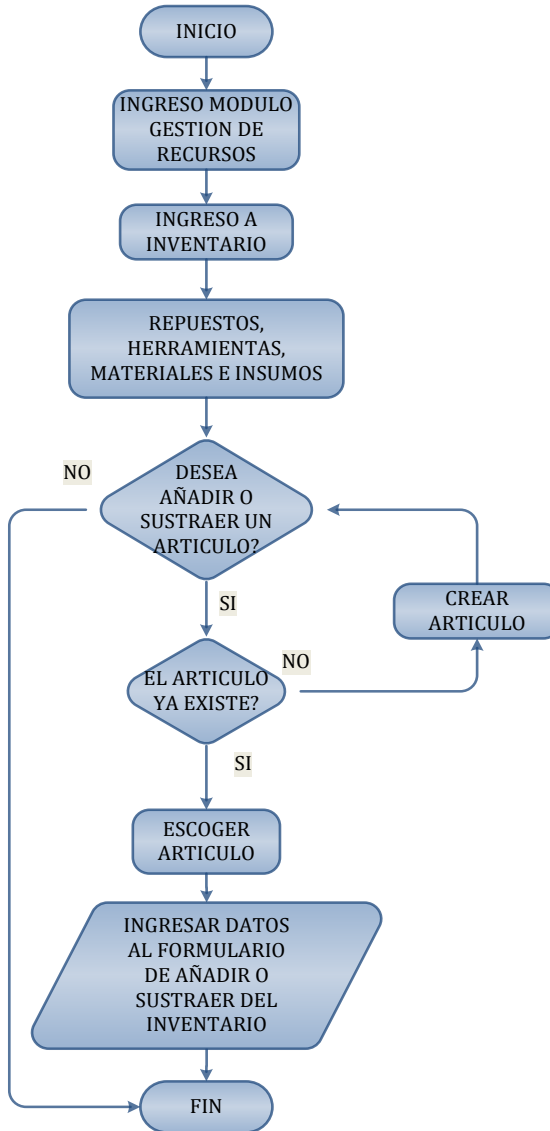
Debido al gran flujo de repuestos, materiales e insumos y herramientas, se diseñó este formulario, figura 85, para poder tener un registro constante de las entradas y salidas, de los recursos anteriormente mencionados. Este formulario permite la visualización de costos unitarios y totales de la existencia que hay en ese momento. Se pueden realizar movimiento de recursos si se especifica el código y nombre del recurso, fecha, cantidad, costo por unidad y si es una entrada o salida (compra o gasto).

**Figura 85. Formulario de inventario**

The screenshot shows a software window titled "Añadir al inventario". The window has a menu bar with a close button. The main area contains several input fields and dropdown menus: "TIPO" (dropdown menu with "Repuestos" selected), "CODIGO" (dropdown menu with "6309" selected), "NOMBRE" (dropdown menu with "Rodamiento 6309ZZJ30" selected). Below this are radio buttons for "COMPRA" (selected) and "GASTO". Further down are fields for "FECHA DE COMPRA O GASTO" (dropdown menu with "16/10/2009" selected), "CANTIDAD" (spin box with "2"), and "VALOR POR UNIDAD" (spin box with "26000"). At the bottom are "Aceptar" and "Cancelar" buttons. On the right side, there is a large text area labeled "OBSERVACIONES".

Para observar en forma más clara el manejo de un artículo en el inventario se diseñó el siguiente diagrama de flujo, ver figura 86.

**Figura 86. Flujo del manejo de inventario, repuestos, herramientas y materiales e insumos.**



### 🌐 Proveedores

Este formulario, figura 87, tiene como objetivo llevar un registro de los diferentes proveedores, distribuidores y contratistas, para al momento de realizar compras o se presente algún suceso importante se pueda recurrir fácilmente a esa información. Aquí se almacenan datos como nombre del

proveedor, dirección, ciudad, país, teléfono-fax, e-mail, NIT, persona de contacto en la empresa, observaciones y productos que distribuye.

Figura 87. Formulario de proveedores

The screenshot shows a software window titled "Proveedores y/o Contratistas" with a sub-header "Datos de Proveedor". The window includes a menu bar with options: "Nuevo", "Guardar", "Cancelar", "Eliminar", and "Imprimir". The form fields are as follows:

<b>NOMBRE</b>	Los Restrepos		
<b>DIRECCION</b>	Cra. 65 N° 29-83 B. Trinidad	<b>CIUDAD</b>	Medellín
<b>TELEFONO</b>	(4) 235 28 28	<b>PAIS</b>	Colombia
<b>FAX</b>	(4) 511 37 00	<b>NIT:</b>	900115684
<b>E-MAIL</b>	provider2@gmail.com	<b>TIPO</b>	Distribuidor

Below the main fields, there are two sections:

- PRODUCTOS Y SERVICIOS**: Rodamientos, chumaceras, correas, poleas, Montajes para bandas transportadoras, repuestos para montajes de bandas, bandas transportadoras, bandas de transmisión, empaques planos para la industria, productos para bandas transportadoras, mangueras, piñones, cadenas de tran.
- OBSERVACIONES**: Ninguno

At the bottom, there is a section titled **PERSONA DE CONTACTO** with the following fields:

<b>NOMBRE</b>	Carlos Camilo
<b>E-MAIL</b>	cc@gmail.com
<b>CARGO</b>	Asesor Comercial

### Recurso Humano

Este formulario, figura 88, se almacena la información correspondiente al personal del área de mantenimiento, o personal que pueda servir de soporte a la misma. Éste actúa como una pequeña hoja de vida la cual contiene datos personales, datos de nivel de educación, y habilidades con las que cuenta, para desempeñarse en la empresa, y contiene una foto que permita fácilmente su identificación.

Figura 88. Formulario de Recurso Humano

Datos del Personal

Nuevo | Guardar | Cancelar | Eliminar

Datos Basicos | Datos generales

NOMBRES

APELLIDOS

GENERO  Masculino  Femenino

EDAD

CARGO

ESTADO CIVIL Soltero

E-MAIL

DOCUMENTO DE IDENTIDAD

CIUDAD DE EXPEDICION

FECHA DE NACIMIENTO 16/10/2009

DIRECCION DE RESIDENCIA

TELEFONO

FOTOGRAFIA

REFERENCIA

NOMBRE

TELEFONO

TIPO DE REFERENCIA Laboral

#### 6.3.4 Reportes

Los reportes son 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.

##### Ficha Técnica

En este reporte, figura 89, se obtienen todos los datos sobre los equipos que se tienen en la planta de producción, con sus especificaciones técnicas como medidas de presión, caudal, temperaturas de trabajo, etc. También de las especificaciones mecánicas, eléctricas y electrónicas, repuestos críticos y documentación de la máquina.

**Figura 89. Formulario Reporte Ficha Técnica**

Ficha tecnica

EQUIPO

CODIGO TC05PRR2

NOMBRE Transportador de cadena para alimentacion silos 2000 toneladas

Ver informe Cancelar

### ● Hoja de Vida

En este reporte, figura 90, se obtiene la información sobre las actividades realizadas a un equipo, con sus respectivas fechas y números de O.T. Además contiene la información del personal de mantenimiento responsable de la labor, el responsable y el procedimiento ejecutado.

**Figura 90. Formulario Reporte Hoja de Vida**

Hoja de vida del equipo

EQUIPO

CODIGO PL01PRPE

NOMBRE Peletizadora 1

FECHA

DESDE 17/10/2009 HASTA 17/10/2009

Ver informe Cancelar

### ● Inventario

Este reporte, figura 91, es de vital importancia para todo el mantenimiento de la empresa debido a que con él se logra saber en qué estado se encuentra el almacén y el taller de la empresa con respecto a la cantidad de recursos. Estos recursos ya sean repuestos, herramientas o materiales se pueden observar introduciendo las fechas a analizar proporcionándonos un registro detallado de los costos de los recursos y código.

**Figura 91. Formulario Reporte Inventario**

**Indicadores de Gestión**

Este reporte, figura 92, muestra a través de cálculos y diagramas de barras el comportamiento de 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 32. Para el cálculo es necesario alimentar los datos en el formulario de registro de tiempos, posteriormente a través del formulario 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 un reporte gráfico, 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.

**Tabla 32. Indicadores de gestión**

INDICADOR	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
DISPONIBILIDAD	$ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$	TIEMPO TOTAL DURANTE EL CUAL EL EQUIPO ESTÁ OPERANDO SATISFACTORIAMENTE, MAS EL TIEMPO QUE ESTANDO EN RECESO, PUEDE TRABAJAR SIN CONTRATIEMPOS DURANTE UN PERIODO.

<b>MANTENIBILIDAD</b>	$TPPR = \frac{\sum_1^N TFS}{NP}$	<b>INDICA EL TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR UN EQUIPO.</b>
<b>CONFIABILIDAD</b>	$TPEF = \frac{\sum_1^N TEO}{NO}$	<b>PRESENTA ESTADÍSTICAMENTE EL TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS DE UN EQUIPO.</b>

**Figura 92. Reporte de los Indicadores de Gestión**

**● Listado de Solicitudes de Servicio**

En este reporte, figura 93, se obtiene un listado de las Solicitudes de Servicio de acuerdo a un rango de fechas que el usuario haya definido, y a los equipos a los que se le hayan realizado.

**Figura 93. Formulario del reporte del Listado de S.S.**

### ● Listado de Ordenes de Trabajo

En este reporte, figura 94, se obtiene el listado de las O.T. de acuerdo al rango de fechas que defina el usuario, equipos a los que se les hayan realizado, y esta muestra las órdenes de trabajo que estén pendientes o activas.

**Figura 94. Formulario del Reporte del listado de O.T.**

The screenshot shows a window titled "Listado de Ordenes de trabajo". It contains two main sections: "FECHA" and "EQUIPO".

- FECHA:** Includes "DESDE" and "HASTA" dropdown menus. The "DESDE" dropdown is set to "17/10/2008" and the "HASTA" dropdown is set to "17/10/2009".
- ESTADO DE LA ORDEN:** A row of four checkboxes, all of which are checked: "Pendiente", "Activa", "Realizada", and "Cancelada".
- EQUIPO:** Includes three dropdown menus: "CODIGO" (set to "TS23PRDO"), "SECCION" (set to "Dosificado"), and "NOMBRE" (set to "Transportador sin fin para alimentación de silos 14, 16, 18 (pasarela 3)").

At the bottom right of the form are two buttons: "Ver informe" and "Cancelar".

### ● Listado de Procedimientos Planeados

Por medio de este reporte, figura 95, se logra obtener un listado de los mantenimientos planeados, con el código del equipo y su respectivo nombre, y se escoge por medio de un rango de fechas definido por el usuario. Este muestra el listado de todos los mantenimientos que se encuentran planeados, el tipo de actividad y de mantenimiento.

**Figura 95. Formulario del Listado de Procedimientos Planeados**

The screenshot shows a window titled "Listado de procedimientos planeados". It contains one main section: "EQUIPO".

- EQUIPO:** Includes three dropdown menus: "CODIGO" (set to "MO01PRMO"), "SECCION" (set to "Molienda"), and "NOMBRE" (set to "Molino 1").

At the bottom right of the form are two buttons: "Ver informe" and "Cancelar".

### ● Listado de Procedimientos Programados

Este reporte, figura 96, 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 mantenimientos programados diariamente, semanalmente, mensualmente u otro periodo de tiempo definido previamente.

**Figura 96. Formulario del Listado de Procedimientos Programados**

The screenshot shows a software window titled "Listado de procedimientos programados". It features a green header area with three radio buttons: "PLANTA" (selected), "SECCION", and "EQUIPO". Below "SECCION", there are two dropdown menus: "CODIGO" with the value "R1" and "NOMBRE" with the value "Zona de Recibo # 1". Below "EQUIPO", there are two more dropdown menus: "CODIGO" with the value "TC01PRR1" and "NOMBRE" with the value "Transporte de cadena inclinado para evacuación tolva 1". At the bottom, there is a "FECHA" section with four radio buttons: "DIARIO" (selected), "SEMANAL", "MENSUAL", and "OTRO". To the right of these are two buttons: "Ver informe" and "Cancelar". At the very bottom, there are two date pickers: "DESDE" with the date "17/10/2009" and "HASTA" with the date "17/10/2009".

### ● Costos

Este es el reporte, figura 97, de mayor importancia para las directivas de la empresa ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA, debido a que se muestra la información sobre el costo del mantenimiento de los equipos, en un rango de tiempo determinado, escogiéndose por planta, proceso, o equipo.

**Figura 97. Formulario de Costo de mantenimiento de los equipos**

The screenshot shows a software window titled "Costos de mantenimiento de equipos". It features three radio buttons for selection: "PLANTA", "PROCESO", and "EQUIPO". The "EQUIPO" option is selected. Below these are two main input areas. The first area, under "PROCESO", has a "CODIGO" dropdown set to "R1" and a "NOMBRE" dropdown set to "Zona de Recibo # 1". The second area, under "EQUIPO", has a "CODIGO" dropdown set to "BL01PRDO" and a "NOMBRE" dropdown set to "Balanza 1". At the bottom, there is a "FECHA" section with "DESDE" and "HASTA" date pickers, both set to "17/10/2009". To the right of the date pickers are two buttons: "Ver informe" and "Cancelar".

### 6.3.5 Alarmas

Este módulo es una herramienta para mantener un continuo control sobre el cumplimiento de las actividades de mantenimiento ya que ofrece mensajes que alertan sobre eventos importantes dentro del sistema de gestión. Por medio de este módulo se pueden conocer los recursos necesarios para desarrollar las actividades dispuestas en las ordenes de trabajo, los recursos que se encuentran fuera del stock máximo o mínimo, las solicitudes de servicio sin orden de trabajo asignada, el estado del mantenimiento preventivo y también se puede averiguar que ordenes de trabajo se encuentran pendientes y activas.

#### Recurso Agotado

Esta alarma se genera cuando la existencia de un repuesto, material, insumo o herramienta, está 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 figura 98.

### Recurso En Exceso

Esta alarma se genera cuando la existencia de un repuesto, material, insumo o herramienta, está 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 figura 98.

**Figura 98. Presentación del módulo de Alarmas de Recursos Agotados y en Exceso**



## 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 figura 99.

**Figura 99. Presentación del módulo de Alarmas de Solicitudes de Servicio Pendientes**



The screenshot displays the SIMITALCOL application window. The title bar reads 'SIMITALCOL'. The menu bar includes 'Archivo', 'Equipo', 'Gestión de mantenimiento', 'Gestión de recursos', 'Reportes', 'Formatos', and 'Ayuda'. The address bar shows 'Ficha Técnica', 'Inventario', 'Indicadores de gestión', and 'Cerrar'. The main content area is titled 'ALARMAS' and is divided into three sections:

- RECURSOS AGOTADOS:**
  - Retenedor 53x3335(53x3335) esta agotado. En inventario hay registradas existencias por 0 y el minimo permitido es de 1.
  - Rodamiento 438(438) esta agotado. En inventario hay registradas existencias por 1 y el minimo permitido es de 2.
  - Chumacera Flanche SF 509(SF 509) esta agotado. En inventario hay registradas existencias por 1 y el minimo permitido es de 2.
  - Dado Peletizadora UMT 70741/40-D8969-M292(UMT 70741/40-D8969-M292) esta agotado. En inventario hay registradas existencias por 0 y el minimo permitido es de 1.
  - Dado Peletizadora J43582(J43582) esta agotado. En inventario hay registradas existencias por 0 y el minimo permitido es de 1.
  - Cuna de Rodamiento(95500) esta agotado. En inventario hay registradas existencias por 0 y el minimo permitido es de 1.
- RECURSOS EN EXCESO:**
  - Exceso de Rodamiento 33217(33217). En inventario hay registradas existencias por 11 y el maximo permitido es de 10.
  - Exceso de Chumacera Pedestal SN 513(SN 513). En inventario hay registradas existencias por 5 y el maximo permitido es de 4.
- SOLICITUDES DE SERVICIO PENDIENTES:**
  - La Solicitud de servicio SS2 se encuentra sin O.T. Hay una Solicitud de servicio requerida por Camilo Martinez con estado 'Sin O.T.' para el equipo Molino 1(MO01PRMO).
  - La Solicitud de servicio SS3 se encuentra sin O.T. Hay una Solicitud de servicio requerida por Margarita Parra con estado 'Sin O.T.' para el equipo Mezcladora Principal(MZ02PRME).
  - La Solicitud de servicio SS4 se encuentra sin O.T. Hay una Solicitud de servicio requerida por Felipe Perez con estado 'Sin O.T.' para el equipo Elevador de cangilones de harinas(EC07PRME).

On the right side of the window, there is a vertical toolbar with icons for 'Cerrar', 'Abrir', and 'Backup'. At the bottom right, there is a menu with options: 'Equipo', 'Gestion de man...', 'Gestion de recu...', and 'Reportes'.

## 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. Se debe poder inmediatamente descargar la O.T que esté pendiente de cerrar, completando datos para que se consignen en la hoja de vida.

Solo se descarga la alarma cuando se cierre la O.T, es decir cuando se completen los datos y se cambie el estado de la O.T a **Realizada**, ver figura 100.

Figura 100. Presentación del módulo de Alarmas de Ordenes de Trabajo Pendientes



## Trabajos Programados

Esta alarma se genera cuando un trabajo programado está próximo a ejecutarse, teniendo en cuenta la tolerancia asignada en el formulario de programación de mantenimiento. La Tolerancia indicara en qué 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, es decir cuando se completen los datos y se cambie el estado de la O.T a **Realizada**.








## 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. Esta alarma no requiere ser descargada, ya que simplemente es un recordatorio de los trabajos pendientes para la jornada diaria.




### 6.4 PLATAFORMA DE DESARROLLO

El equipo necesario para soportar el software para el Sistema de Información de Mantenimiento debe tener como mínimo las siguientes características:

#### Requerimientos de Hardware:

-  Procesador: Intel Pentium II 450 MHz o superior.
-  128MB de memoria RAM o superior.
-  15MB 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 pixeles o superior.
-  Unidad lectora de CD-ROM (para la instalación).
-  Monitor, Mouse y Teclado.
-  Impresora a color (en lo posible).

#### 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

- ✚ Microsoft SQL 2005 Server Express Edition
- ✚ IExpress Setup
- ✚ Crystal Reports for .NET Framework 2.0 (x86)
- ✚ PrintForm Component 1.0

## 6.5 INSTALACIÓN DEL SIMITALCOL

Inserte el CD de instalación en la unidad de CD de su computador, abra al CD y siga las instrucciones:

1. Abra la carpeta “Windows Installer 3.1” y proceda a instalar el programa.
2. Luego de realizar la instalación del Windows Installer 3.1, abra la carpeta “dotnetfx”, y proceda a instalar el programa.
3. Abra la carpeta “SqlExpress”, y proceda a instalar el programa.
4. Después abra la carpeta “CrystalReports”, y proceda a instalar el programa.
5. A continuación instalar la aplicación PrintFormSetup dando doble click en el archivo ejecutable y proceda a instalar el programa.
6. Por último haga doble clic sobre el ejecutable “Setup” que instala el software y siga las instrucciones de instalación.

Ejecutable de Simitalcol



7. Al culminar esta etapa, aparecerá en el escritorio de su computador, un acceso directo que le permitirá abrir el software.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ Se hizo una descripción detallada del proceso de producción de alimento balanceado o concentrado para animales de la empresa ITALCOL DE OCCIDENTE LTDA y de la maquinaria de producción.
- ✓ Se realizó un inventario, codificación y diagnóstico de los equipos que intervienen en el proceso de producción en la empresa Itacol de Occidente Ltda, con una identificación sencilla para su implementación en el sistema de información de mantenimiento.
- ✓ Se hizo un levantamiento de las características de los equipos de producción por medio de fichas técnicas.
- ✓ Se efectuó un estudio de criticidad de la maquinaria, para determinar los equipos que son críticos y entrarían en el plan de mantenimiento preventivo.
- ✓ Se establecieron las actividades básicas de mantenimiento correctivo y preventivo, indicando procedimientos, frecuencias e insumos, con sus respectivos protocolos y formatos.

- ✓ Se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la planta, con miras a mejorar la productividad de la empresa, fundamentado en los conceptos de TPM.
- ✓ Se estudió el clima organizacional de la empresa, el cual permitió analizar la factibilidad de implementar tareas de TPM, como el mantenimiento autónomo, diseño de protocolos y el estudio de la eficiencia global de producción (EGP).
- ✓ Al aplicar los conceptos básicos de TPM, se hizo posible incrementar la cobertura del programa de mantenimiento y mejorar la calidad de los trabajos desarrollados, ya que gracias a la activa participación de los operarios, es posible contar con una mayor mano de obra e información referente al estado de los equipos.
- ✓ Se diseñó y elaboró un Sistema de Información con el objetivo de ejercer un control sobre las acciones del departamento de mantenimiento y de la producción en general, permitiendo almacenar y obtener información en una forma ágil y eficaz.
- ✓ El éxito del plan de mantenimiento diseñado dependerá en gran parte de la constancia y firmeza con la que el equipo de mantenimiento y trabajadores de Itacol de Occidente Ltda. ejecuten las actividades programadas al igual que la realización de informes.

## RECOMENDACIONES

- ❖ Evitar que al área de mantenimiento (el taller) entre material particulado el cual cae cuando se descargan los tractocamiones en el volcador, ya que este es uno de los principales contaminantes de los repuestos y equipos, mediante la instalación de una ventana o lamina, o creación de un cuarto cerrado.
- ❖ Realizar un cuarto en el que queden protegidos los compresores, para evitar su deterioro y posibles fallas.
- ❖ Actualizar diariamente los datos en el Sistema Informático de Mantenimiento SIMITALCOL, para llevar un control de todas las actividades realizadas en los equipos, correcto manejo de inventarios (repuestos, herramientas y materiales), y apoyo a la hora de realizar trabajos (O.T.)
- ❖ Capacitar a los operarios acerca de tener pertenencia por sus respectivas máquinas, para respaldar la labor del personal de mantenimiento, como la total veracidad a la hora de llenar los formatos de mantenimiento autónomo.
- ❖ Realizar las actividades de mantenimiento previstas en los equipos que intervienen en el proceso de producción de acuerdo a la periodicidad establecida en este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- DUARTE D, Ricardo. Diseño e implementación del sistema de mantenimiento para la Ladrillera Versalles Ramírez Hnos Ltda. Proyecto de grado, UIS Bucaramanga, 2002.
- GARCÍA G., Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Madrid, Díaz de Santos, 2003, p. 99-130.
- GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Conferencias Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.
- JONES, Richard. "Risk-Based Management: A Reliability-Centered Approach", Gulf Publishing Company, First Edition, Houston, Texas 1995.
- PARRA, Carlos. "Metodología de Implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en la Refinería de Amuay", Universidad de los Andes - Postgrado en Ingeniería de Mantenimiento, Venezuela 1997.
- TARAZONA P., Pedro Nel y otro. Programa de mantenimiento preventivo para la planta de beneficio de la empresa Avidesa Mac Pollo S.A., Bucaramanga. Tesis de grado, UIS Bucaramanga, 2004.

- The productivity development team. OEE for operators. Overall equipment effectiveness. Productivity Portland, Oregon, 1999. pág. 5
  
- WOODHOUSE, Jhon. "Criticality Analysis Revisited", The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994.