

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA
INDUSTRIAS LIMER LTDA.**

JORGE HERNANDO SÁNCHEZ GÓMEZ

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

2006

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA
INDUSTRIAS LIMER LTDA.**

JORGE HERNANDO SÁNCHEZ GÓMEZ

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

**CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ
Ingeniero Mecánico**

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

2006

DEDICATORIA

A mi esposa, con todo mi amor,

A mis hijas, Daniela y Mariana.

A mi suegro Raúl Camacho, Ingeniero Metalúrgico.

A toda mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Ramón González Bohórquez, Ingeniero mecánico, Director del proyecto por su respaldo, confianza y colaboración oportuna.

A Carlos Aníbal Ortiz, Ingeniero mecánico por su asesoría.

A la Dra. Ángela Camacho, Gerente de Industrias Limer.

Al Técnico Inocencio Gutiérrez por su valiosa colaboración.

A mis padres y familiares.

A todos mis amigos.

Jorge Hernando Sánchez Gómez.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	3
1. INDUSTRIAS LIMER LTDA.	4
1.1 ACTIVIDADES PRINCIPALES	5
1.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA	6
1.3 EL PROCESO PRODUCTIVO	7
1.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS	11
1.5 SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	13
1.5.1 La estructura organizativa.	13
1.5.2 Descripción de procedimientos utilizados.	14
1.5.3 Documentación técnica	15
1.5.4. Sistema de información.	15
1.5.5 Recurso humano.	15
1.5.6 Recursos Físicos del área operativa	17
1.5.7 Gestión de repuestos.	17
1.5.8 Diagnóstico de la situación actual	18
2. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	22
2.1 GENERALIDADES	22
2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	23
2.2.1 Accidental:	24
2.2.2 Planificado	24
2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P)	25
2.3.1 Pasos para realizar el mantenimiento preventivo	25
2.3.2 Elementos de la programación preventiva	26
2.4 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	29
2.5 GESTIÓN DE REPUESTOS	30
2.5.1 Problemas y correctivos sobre Repuestos	31
2.5.2 Clasificación de Repuestos	32

2.5.3 Los pedidos de repuestos	33
2.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	34
2.7 INDICADORES DE GESTIÓN	38
2.7.1 Disponibilidad de equipos	38
2.7.2 Mantenibilidad	41
3. INVENTARIO, CODIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS EN INDUSTRIAS LIMER	43
3.1 INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	43
3.2 DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS.	56
4. MODELO ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIAS LIMER	66
4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO	66
4.2 PROPUESTA PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO	69
4.3 PROPUESTA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	72
4.3.1 Mantenimiento Autónomo	73
4.3.2 Mantenimiento sistemático	75
4.4 PROPUESTA PARA EL MANEJO DE PRODUCCIÓN	79
4.5 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE REPUESTO	79
4.6 PROPUESTA PARA MANEJO AMBIENTAL	84
4.7 PROPUESTA DE SEGURIDAD OCUPACIONAL	86
4.8 PROPUESTA DE RECURSO HUMANO	86
4.9 PROPUESTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	88
5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIAS LIMER LTDA.	89
5.1 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL	97
6. SISTEMA DE INFORMACIÓN	99
6.1 DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA MANUAL	99
6.2 INDICADORES DE GESTIÓN.	104
CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	112

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Industria Limer Ltda.	4
Figura 2. Organigrama de Industrias Limer Ltda.	6
Figura 3. Planta de plásticos	7
Figura 4. Esquema del proceso de producción de compuesto de PVC.	9
Figura 5. Distribución en planta	12
Figura 6. Evolución del mantenimiento	23
Figura 7. Curva típica de falla	24
Figura 8. Modelo de gestión de repuestos	31
Figura 9. Codificación de maquinaria	43
Figura 10. Ejemplo de codificación de una maquina	44
Figura 11. Inyectora Reed Pretice 100TD	45
Figura 12. Inyectora Reed-Pretice 200TE/TES	46
Figura 13. Inyectora Reed-Pretice 300T	47
Figura 14. Inyectora Battenfeld	48
Figura 15. Extrusora DAGOR	49
Figura 16. Extrusora Bandera	50
Figura 17. Extrusora Anger APM	51
Figura 18. Sopladora BATTENFELD	52
Figura 19. Bascula	53
Figura 20. Mezcladora	54
Figura 21. Cortadora de pellets	55
Figura 22. Estructura Organizativa del mantenimiento	67
Figura 23. Flujograma para mantenimiento correctivo	71
Figura 24. Procedimiento de mantenimiento sistemático	77
Figura 25. Flujograma para producción	80
Figura 26. Flujograma para adquisición de repuestos	83

Figura 27. Clasificación de repuestos	84
Figura 28. Modelo para el manejo de residuos	85
Figura 29. Ficha de lubricación extrusora pelletizadora	92
Figura 30. Ficha de lubricación Extrusora pelletizadora	93
Figura 31. Ficha de lubricación Extrusora Dagor	94
Figura 32. Ficha de lubricación sopladora	95
Figura 33. Ficha de lubricación Mezcladora	96

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Personal del área técnica	16
Tabla 2. Situación actual del mantenimiento	19
Tabla 3. Inventario y codificación de equipos	44
Tabla 4. Valoración de estado del diagnostico	56
Tabla 5. Diagnóstico de los equipos de la planta de plásticos de Industrias Limer.	57
Tabla 6. Ficha de Mantenimiento Autónomo.	74
Tabla 7. Ficha de mantenimiento sistemático	76
Tabla 8. Ficha de lubricación	78
Tabla 9. Formato informe de producción	82
Tabla 10. Ficha de chequeo para la inyectora Reed Pretice 100TD	90
Tabla 11. Programa de mantenimiento	98
Tabla 12. Ficha Técnica	100
Tabla 13. Solicitud de servicio	101
Tabla 14. Orden De Trabajo	102
Tabla 15. Hoja de vida	103
Tabla 16. Calculo del índice de disponibilidad	106
Tabla 17. Formato para el cálculo del índice de rendimiento	107
Tabla 18. Formato para el cálculo del índice de calidad	109
Tabla 19. Disponibilidad de equipo	110

RESUMEN

TITULO:
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIAS LIMER LTDA.*

AUTORES:
Jorge Hernando Sánchez Gómez.**

PALABRAS CLAVES:
Mantenimiento preventivo, programa de mantenimiento, Mantenimiento Productivo Total, Organización de mantenimiento.

DESCRIPCIÓN:
Este proyecto ha tenido por objeto la elaboración de una organización de mantenimiento en industrias Limer Ltda., que logre garantizar la disponibilidad de los equipos de la planta de plásticos; suministrando las herramientas y estrategias que permitan el funcionamiento de la organización.

Se realizó en primer lugar una revisión de los sitios donde se maneja el mantenimiento (talleres), así como la Planta de plásticos y laboratorios, lo que permitió desarrollar la estructura organizativa y la documentación operativa del mantenimiento. Seguidamente se inventariaron, codificaron y diagnosticaron los equipos de la Planta de plásticos, permitiendo verificar la cantidad de mantenimiento requerido y estado de los equipos. El siguiente paso consistió en desarrollar los elementos de un sistema de información para el mantenimiento, que permitirá llevar registro y hacer seguimiento a las distintas actividades de mantenimiento. Posteriormente se elaboró un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipos de la Planta de plásticos planeando actividades de mantenimiento sistemático y de mantenimiento autónomo. También se fortaleció los procedimientos de mantenimiento correctivo con la estructuración y la programación de inspecciones a cada equipo.

Finalmente se establecieron los índices de gestión que van a permitir evaluar el impacto de las labores de mantenimiento sobre la de producción de Industrias Limer Ltda.; y mejorar la eficiencia de las actividades programadas modificando las frecuencias de intervenciones y procedimientos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos Ramón González Bohórquez.

SUMMARY

TITLE:
PROGRAM OF MAINTENANCE FOR INDUSTRIES LIMER LTDA. *

***AUTHORS:**
Jorge Hernando Sánchez Gómez.**

KEY WORDS:
Preventive maintenance, maintenance program, Total Productive Maintenance, maintenance Organization..

DESCRIPTION:
This project has had for object the elaboration of a maintenance organization in industries Limer Leda that allows to guarantee the availability of the equipment of the plant of plastics; giving the tools and strategies that allow the operation of the organization. Was carried out a revision of the places in the first place where the maintenance is managed (workshop), as well as the Plant of plastics and laboratories, what allowed to develop the organizational structure and the operative documentation of the maintenance. Subsequently they were inventoried, they coded and they diagnosed the equipment of the Plant of plastics, allowing to verify the quantity and state of the equipments. The following step consisted on developing a system of information for the maintenance that will allow to take a pursuit to the different maintenance activities. Later on a program of preventive maintenance was elaborated for the machinery and equipment of the Plant of plastics planning activities of systematic maintenance, autonomous maintenance and inspection.

Finally the administration indexes that will allow to evaluate the impact of the maintenance works on that of production of Industries Limer Leda settled down.

* Degree Work.

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

INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial a establecer estándares de calidad en los servicios, productos y procesos, es cada vez un impedimento mayor para aquellas empresas que no cuentan con estos certificados. Hoy en día en la industria existe lo que se conoce como manufactura de clase mundial donde las teorías del mantenimiento son fundamentales para poder obtener una producción eficiente, segura y confiable que garantice las metas de calidad establecidas; Es debido a esto que todos los estándares de calidad exigen que la entidad certificada tenga establecido políticas acertadas de mantenimiento como una forma de asegurar que se cumpla confiable y continuamente estas metas.

La estructura organizacional de INDUSTRIAS LIMER es muy elemental, el mantenimiento presta un apoyo muy restringido a la producción, y la política de planeación del mismo no es una fortaleza de la empresa, hasta ahora el mantenimiento de los equipos de la planta de plásticos se ha limitado ha ser netamente correctivo y la lubricación se ejecuta cuando los instrumentos indicadores de nivel o temperatura muestran que se alcanzó un mínimo. Por esta razón se hace necesario crear en la empresa una organización del mantenimiento, que forme parte de la estructura organizacional para que sirva de constante apoyo a la producción, a la planeación de proyectos y a la administración

En este proyecto se crearán las herramientas necesarias para permitir el funcionamiento del la organización de mantenimiento como son el inventario y diagnóstico de los equipos de la empresa, la elaboración de la estructura organizacional del mantenimiento, la realización de un programa de mantenimiento y el diseño de un sistema de información que permita el manejo de la información del mantenimiento de los equipos y máquinas de la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda.

1. INDUSTRIAS LIMER LTDA.

Industrias Limer Ltda. Está ubicada en el sector industrial de la Calle 195 Autopista Norte No. 39-91 en la ciudad de Santa fe de Bogotá, con un área física incluida fábrica, administración y almacén de 6.000 m². La figura 1 muestra la fachada de la Empresa.

Figura 1. Industria Limer Ltda.



La planta de plásticos de INDUSTRIAS LIMER Ltda. es un importante productor de compuestos de Plásticos de PVC y productos plásticos terminados, con clientes en todas partes del país en su mayoría dedicados a la manufactura de artículos plásticos terminados para todos los usos tales como: tubería y mangueras de conducción de fluidos; frascos y empaques para productos alimenticios, de aseo, industriales, etc.; además perfilería para acabados de la construcción civil; partes y repuestos de toda clase de maquinaria; y aplicaciones especiales como por ejemplo fibras de PVC para refuerzo de materiales compuestos. Esta empresa cuenta con laboratorios dotados de los equipos necesarios para hacer pruebas destructivas y no destructivas que garanticen el control de calidad de los productos.

1.1 ACTIVIDADES PRINCIPALES

La empresa se constituye el 26 de Septiembre de 1.978 como sociedad limitada denominada: Industrias Limer Ltda., con capital y dirección estadounidense hasta el año de 1.991 dando énfasis a la misión de la empresa como productora de muebles en PVC y todo tipo de artículos e implementos para el hogar, clubes, deporte, recreación y jardines sin embargo en el objeto social se deja claro que también se dedicará a la producción de todo tipo de compuestos de PVC y a la importación, comercialización y transformación de resinas termoplásticas. Luego de esta fecha la empresa pasa a ser parte de la sociedad limitada que hasta hoy no ha variado, conformada por el Dr. Juan Francisco Romero Gaitán, esposa e hijos.

Desde ese momento a principios de la década de los 90 debido a la transformación económica que sufre el país, el mueble de PVC comienza a ser un producto muy costoso y exclusivo en comparación a otros muebles para exteriores en otros materiales, esto llevado de la mano con el estancamiento de la construcción de sitios recreacionales y deportivos obliga a la empresa a intensificar su mercado en la producción de compuestos de PVC a empresas que elaboran productos terminados.

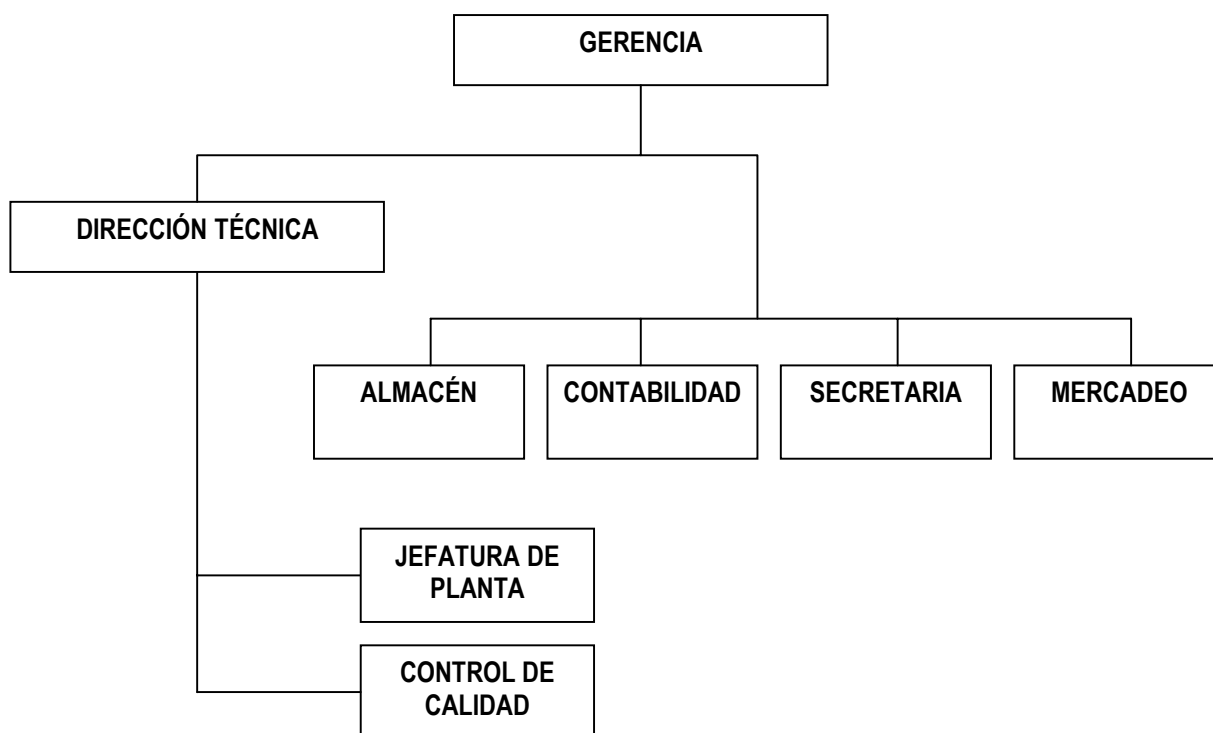
La misión de INDUSTRIAS LIMER como empresa del sector de la industria plástica es elaborar materias primas y productos terminados de la más alta calidad para garantizar que la misma sea competitiva con el exigente mercado nacional y poder seguir aportando al desarrollo social y económico de Colombia.

La visión de INDUSTRIAS LIMER es llegar a ser uno de los más importantes productores de materias primas de PVC del país y ser altamente competitivos en el mercado internacional.

1.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Aquí se describe el organigrama organizativo de la Empresa Industrias Limer Ltda. en la figura 2. En cabeza de la Gerencia la Dra. Angela Camacho, en la Dirección del Dpto. Técnico el Ing. Roland Cruz, en la Jefatura de Planta el Ing. Luís Hernán Puerto, en el Laboratorio de Control de Calidad el Sr. Henry Jiménez, en contabilidad la Contadora Elizabeth Moreno, en el almacén el Sr. Hugo Rubio, en Secretaría la Sra. Consuelo Galindo y en Mercadeo el Sr. Jorge Díaz.

Figura 2. Organigrama de Industrias Limer Ltda.

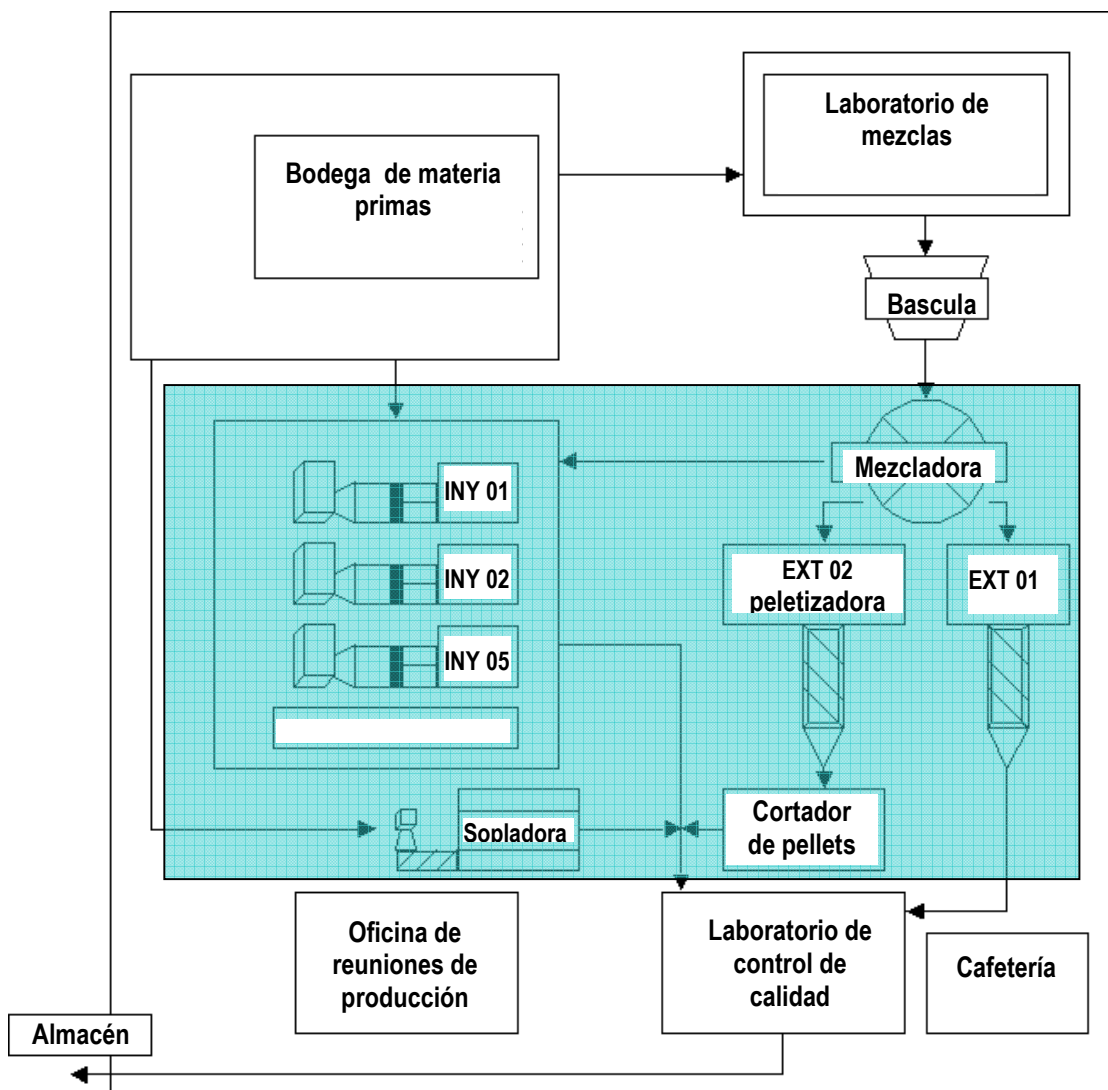


La estructura organizacional de INDUSTRIAS LIMER es muy elemental; y los procedimientos de interrelación entre la gestión administrativa y la técnica se hacen al nivel de sus directores en cabeza de la gerencia, esta situación no permite algunas veces una gestión eficaz de la producción y el mantenimiento.

1.3 EL PROCESO PRODUCTIVO

En la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda., como ya se ha dejado claro se realizan diferentes procesos como la producción de muebles, artículos e implementos en PVC, así como la transformación de resinas termoplásticas; estos procesos se realizan en la planta de plásticos como lo muestra la figura 3 en la que se puede observar los equipos y la dirección de los procesos productivos.

Figura 3. Planta de plásticos



Se analizará el proceso más complejo y de prioridad en la planta que es la producción de compuestos de PVC en presentación de pellets.

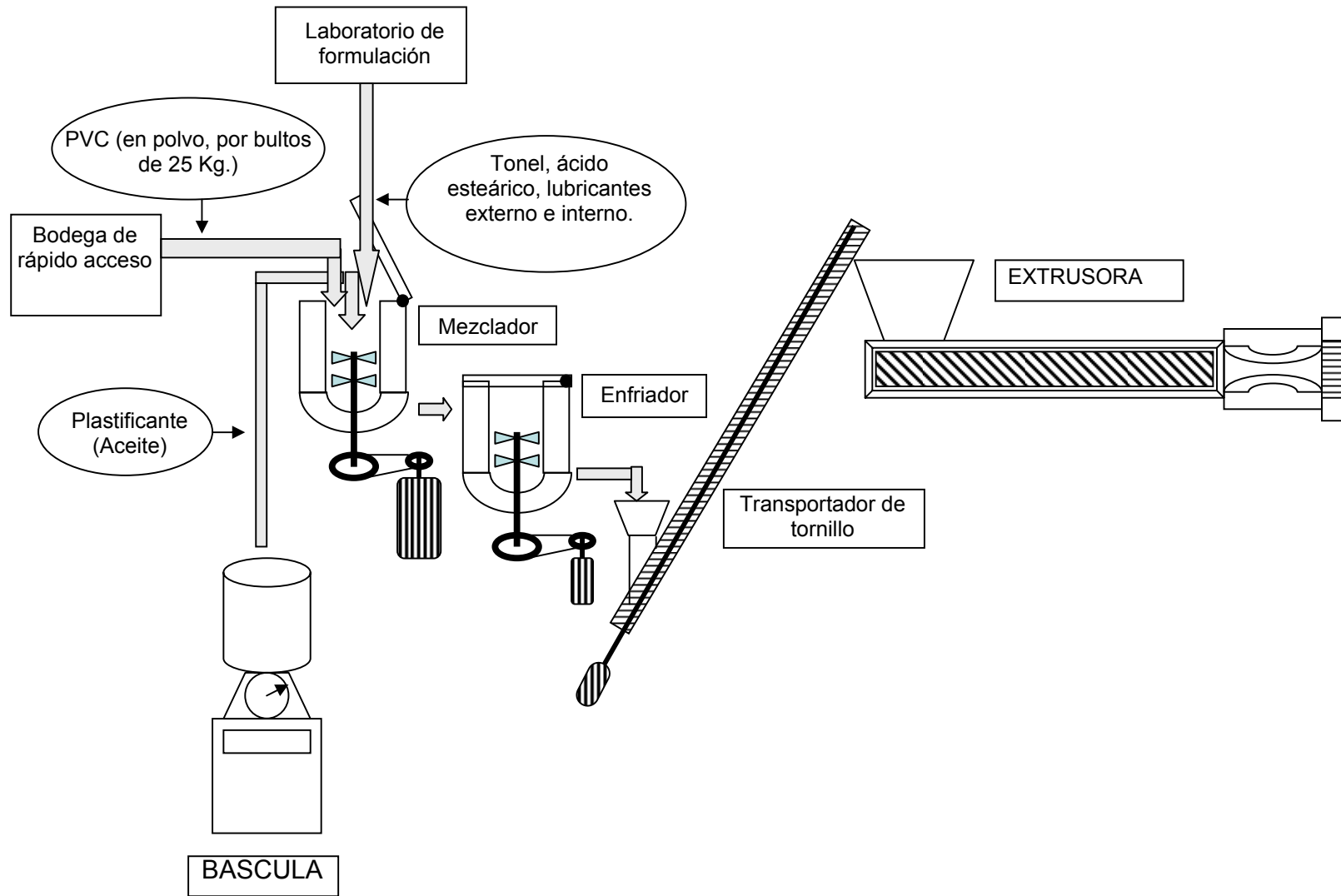
Producción de compuestos de PVC:

En el diagrama de flujo de la figura 4 se muestran las principales etapas de este proceso. La empresa ofrece este compuesto en forma de pellets, cada uno de tamaño promedio de 3 a 3.5 mm de diámetro aunque realmente el pellet sea más cilíndrico que esférico; este se entrega en bolsas de 25 kg.

Los compuestos de PVC se pueden dividir en dos grupos por su dureza: en compuesto de PVC rígido y en plastificado y en otros dos grupos por su propósito: atóxicos para conducción y almacenamiento de productos alimenticios y en normal para todos los demás usos. Los productos más comunes de PVC rígido son tuberías, accesorios, envases de productos no comestibles, etc. y los productos más comunes de plastificado son mangueras, láminas, películas (bolsa), sellos para tapas (liners), etc.

Según la clase de compuesto el proceso requiere ciertos pasos que difieren de otros, por ejemplo el PVC plastificado tiene en teoría y casi en la práctica la misma formulación del PVC rígido solo que al anterior se le agrega cierta cantidad de un aceite llamado plastificante el cual en la medida de su proporción en la mezcla define precisamente su propiedad de plasticidad que se puede cuantificar con una prueba de dureza en escalas blandas como short A, B, C y D. El mezclado de la resina sólida en polvo de PVC con el plastificante líquido es particularmente de cuidado, además de tener que ser muy controlada requiere de más torque que el del rígido produciendo más calor por fricción y demorando más el proceso debido

Figura 4. Esquema del proceso de producción de compuesto de PVC.



Al tiempo que se necesita para que ésta se enfrié para continuar. De igual forma el hecho de producir compuesto atóxico implica el uso de un plastificante distinto y muy costoso y todos los cuidados de higiene necesarios, como también las específicas pruebas de control de calidad hechas algunas veces durante la producción que en este caso sería olor y sabor (prueba organoléptica).

El procedimiento regular de las actividades de producción inicia con la orden de gerencia para el jefe de planta especificando formulación del compuesto y la cantidad programada por turno, inmediatamente se informa al personal involucrado, con el fin de hacer los precalentamientos necesarios a las extrusoras durante aproximadamente una hora, tiempo de seguridad en que la máquina funde la resina plástica para poder ser procesada sin altos torques, posteriormente se realiza la formulación en el cuarto de mezcla.

A continuación los componentes sólidos y líquidos se depositan en el tanque de mezclado No.1, los componentes líquidos principalmente el plastificante se dosifican y se transportan automáticamente con la báscula.

Una vez realizada la mezcla en la primera etapa por medio de una puerta con accionamiento neumático baja al tanque No.2 o segunda etapa de mezclado; este segundo mezclador es de pared hueca por donde circula agua a temperatura ambiente para refrigerar la mezcla, este se detiene y descarga en un tiempo programado, la descarga se lleva a cabo por una compuerta de accionamiento neumático y cae a una tolva en donde el compuesto de la mezcla en polvo es recogido por un transportador de espiral de alambre de acero instalado en un tubo de PVC con un motor de inducción de 0.5 Hp que lo sube hasta la tolva de alimentación de la extrusora peletizadora; esta tolva posee un tornillo alimentador con un motor DC de 2 Hp con variador de velocidad para forzar a presión controlada la entrada del material al barril del tornillo extrusor (husillo).

El proceso de extrusión se realiza con los parámetros de temperaturas y velocidades de producción (RPM del husillo) tabulados para cada compuesto. El dado o matriz de la extrusora posee 18, 24, ó 48, agujeros en arreglo anular formando hilos de 1/8" ó 3/16" de diámetro, los hilos salen del dado extrusor al dado de corte donde existe un montaje circular de cuchillas acopladas a brazos unidos a un eje para realizar el corte en pellets.

Por el dado de corte circula agua a 50°C con el fin de transportar y enfriar el pellets, luego es conducido a un separador centrífugo donde se retira el agua y es conducido por un ducto rectangular para secarlo con aire forzado. Al mismo tiempo el fondo del ducto es un tamiz que hace la última selección por tamaño mínimo del pellet antes de ser empacado.

1.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS

La Empresa está ubicada en la zona industrial del norte en la calle 195 a pocos pasos de la autopista norte. La planta física de Industrias Limer tiene un área de 6.000 m², la mitad de este espacio lo ocupa la planta de producción de plásticos. Así mismo cuenta con área administrativa, talleres, almacén, área de compresores bodega, laboratorio de mezclas y zona de descargue como se ilustra en la figura 5.

Área administrativa: se encuentra ubicada en la parte frontal de la construcción, está compuesta por 8 oficinas, la recepción, el laboratorio de control de calidad, un salón de reuniones y cuartos de baño.

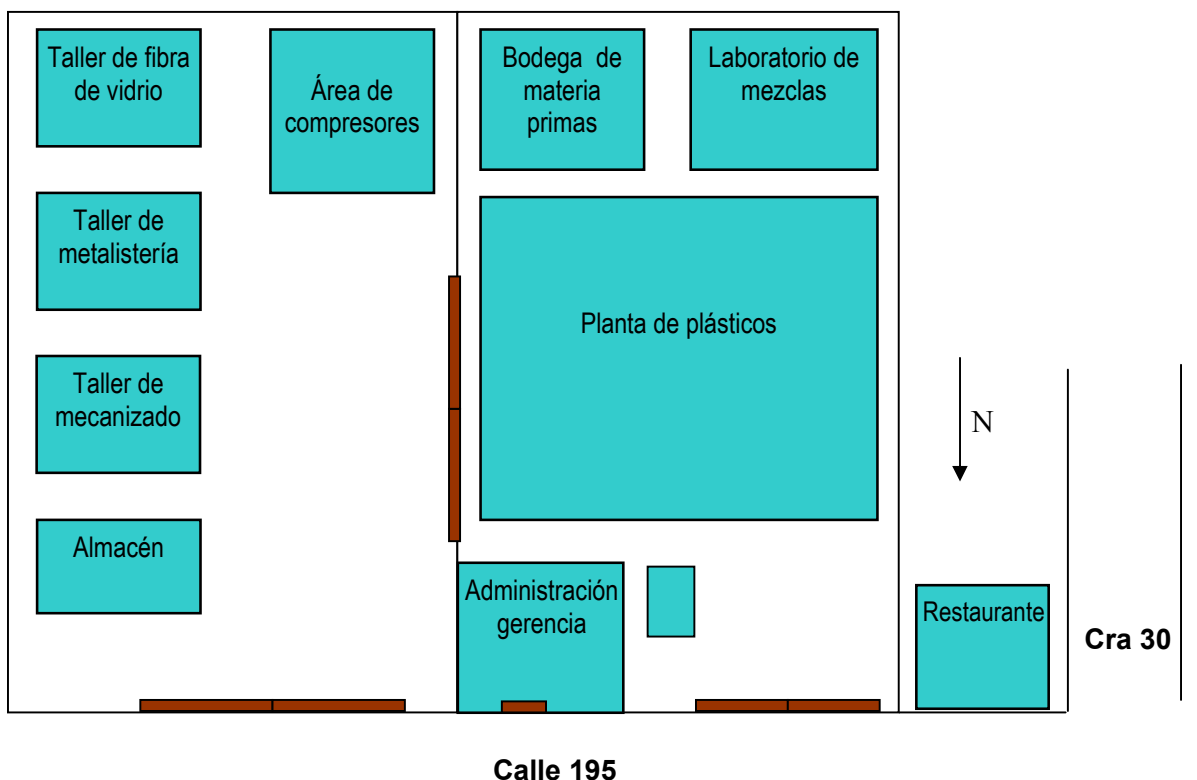
Almacén: Tiene un área de 200 m² en donde se encuentra gran parte materias primas para los procesos de producción, material de consumo para oficinas y para el área técnica tales como papelería, material de aseo, lubricantes, dotación, insumos de maquinas herramientas, repuestos, etc.

Planta de plásticos: ubicada en la parte posterior y en ella se encuentran los siguientes equipos: 4 inyectoras, 3 extrusoras, una sopladora, una báscula, un mezclador y un equipo para corte de peletizado.

Talleres: ubicados en la parte posterior oriental y se dividen en taller de fibra de vidrio, taller de metalistería y taller de mecanizado.

Laboratorio de control de calidad: Está dotado de dos durómetros en escala short, de un horno con control automático, recipientes de laboratorio químico, y termómetros entre otros.

Figura 5. Distribución en planta



Maquinaria para facilidades de producción: tales como bombas centrifugas, 4 compresores, 2 hornos y un chiller.

Equipos de transporte: Una camioneta Mazda 2200 con furgón y una Luv 2300 con estacas, para el transporte de productos, materia prima, equipos y personal.

1.5 SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

En esta sección se describe el estado actual del mantenimiento en la empresa en lo que tiene que ver con estructura organizativa, los procedimientos utilizados, la documentación técnica, sistema de información, recurso humano y recursos físicos del área operativa.

1.5.1 La estructura organizativa.

En el caso del mantenimiento específicamente, la gestión se hace muy lenta, debido a que el incidente correctivo debe ser informado por el operario, éste informa inmediatamente al jefe de planta y luego al Director técnico para que exista comunicación con la Dirección administrativa y se pueda gestionar el recurso humano y físico para solucionar el problema.

La empresa no presenta una organización de mantenimiento como tal si no que se realizan actividades de mantenimiento ligadas a labores de producción, careciendo de planificación, coordinación. Básicamente la estructura organizativa actual de mantenimiento. Es la misma estructura de la organización de producción debido a que en esta Empresa las funciones técnicas comprenden producción y mantenimiento.

Los operarios realizan actividades de mantenimiento autónomo de limpieza y lubricación, y los técnicos hacen las reparaciones programadas y de emergencia

1.5.2 Descripción de procedimientos utilizados.

Actualmente el mantenimiento que se está practicando, es netamente correctivo, está limitado a la limpieza, lubricación y reparaciones rutinarias y de emergencias. La lubricación se ejecuta a un nivel básico determinado por los límites de los indicadores de cada equipo.

Unas de las razones por las cuales la producción ha podido mantenerse relativamente bien hasta ahora sin la aplicación de las teorías modernas de gestión industrial son:

- El excelente diseño de la maquinaria y la alta calidad de sus partes.
- El procesamiento de resinas plásticas es generalmente suave y continuo.
- El horario normal de trabajo es diurno y esto deja un espacio considerable de tiempo en la noche para acciones correctivas.
- La alta capacidad técnica de los supervisores de maquinaria para identificar y solucionar rápidamente los problemas presentados.

Las políticas de mantenimiento no son una fortaleza de la empresa y no han permitido cumplir confiablemente la misión de la misma, debido que cada vez son mas frecuentes los incidentes con consecuencias económicas, de salud y ambientales, por falta principalmente de una buena organización del mantenimiento que permita prever estos sucesos y hacer la mejor gestión posible para solucionarlos.

El procedimiento normal de una acción correctiva comienza con el suceso que detiene el equipo, el operario está en la capacidad técnica de identificar el daño e informarlo verbalmente o por escrito al jefe de planta, este evaluará el daño y definirá las acciones recomendadas para solucionar el incidente o en acuerdo con la gerencia si se necesita un alto recurso físico y/o humano, paralelamente se hace una requisición a la dirección administrativa para gestionar la compra de repuestos o la solicitud de servicios en caso de que la empresa no disponga de estos recursos.

Las reparaciones regularmente son llevadas a cabo por el operario de cada máquina en su turno diario y si es necesario se realizan en horas extras.

Una conclusión de lo anterior es que desde el director del departamento técnico hasta los operadores tienen relación con el mantenimiento pero de forma ineficaz.

1.5.3 Documentación técnica

En Industrias Limer debido a los cambios de administración y a que el manejo de inventarios no es una fortaleza de la empresa, existe una gran deficiencia en la documentación técnica de la maquinaria y equipos de producción; específicamente equipos como la sopladora y las inyectoras poseen manual técnico del fabricante, en cambio de las extrusoras, la mezcladora y la báscula no existe ningún tipo de guía o manual, sin embargo se ha venido almacenando información de estos equipos para documentar procedimientos como por ejemplo actividades básicas de mantenimiento.

1.5.4. Sistema de información.

Actualmente la empresa carece de un sistema de información que permita manejar los procesos de mantenimiento, careciendo de formatos, registros de equipos, registro de actividades, procedimientos;

1.5.5 Recurso humano.

Industrias Limer cuenta con un recurso humano de 51 personas contando sección administrativa y sección técnica. En el área administrativa se encuentra el director administrativo, contadora, promotoras de ventas, recepcionista, almacenista y personal de servicios generales. En el área técnica están: Director del Departamento Técnico, Jefe de planta, Jefe de laboratorio de formulación, Jefe del laboratorio de control de calidad, Supervisor de maquinaria de extrusión,

supervisor de maquinaria de inyección, operadores de maquinaria de procesos y operadores de maquinaria de taller.

El recurso humano del área técnica cuenta con un ingeniero mecánico, dos ingenieros químicos, tecnólogos y técnicos con suficiente experiencia en la industria de los plásticos. A continuación en la tabla 1 se describe el potencial técnico de cada cargo y la relación con el mantenimiento.

Tabla 1. Personal del área técnica

CARGO	ESCOLARIDAD	EXPERIENCIA EN LA IND. DEL PLÁSTICO	FUNCIONES
Director del Dpto. técnico	Ingeniero Químico Posgraduado en Alta Gerencia	12 años	Dirección general de proyectos, producción y mantenimiento
Jefe de Planta	Ingeniero Mecánico	2 años	Coordinación de las actividades de producción y mantenimiento
Jefe del Laboratorio de Formulación	Ingeniero Químico	6 años	Dirección y elaboración de fórmulas y compuestos de producción
Jefe de Laboratorio de Control de Calidad	Tecnólogo Químico	12 años	Aseguramiento de los procesos de control de calidad
Supervisor de maquinaria de extrusión	Bachiller Técnico Capacitado en máquinas Extrusoras	16 años	Mantener la operabilidad, disponibilidad y mantenimiento de las extrusoras
Supervisor de maquinaria de inyección	Bachiller Técnico Capacitado en máquinas Inyectoras	20 años	Mantener la operabilidad, disponibilidad y mantenimiento de las inyectoras
Operadores de Maquinaria de procesos	Mínimo Bachiller Técnico	Mínimo 2 años	Operación de la máquina asignada
Operadores de Maquinaria de taller	Mínimo Bachiller Técnico	Mínimo 2 años	Realizar trabajos de reparación mecánica y metalistería en general

1.5.6 Recursos Físicos del área operativa

La Empresa para realizar sus actividades de mantenimiento cuenta con los talleres de metalistería, mecanizado y de fibra de vidrio, así como del almacén.

Taller de metalistería: Tiene un espacio físico de 150 m² con dos equipos de soldadura eléctrica y uno de oxiacetilénica, dos prensas, una dobladora de tubo, una dobladora de lámina, seis taladros, tres pulidoras y una prensa.

Taller de mecanizado: tiene un área de 150 m² y está provisto de un torno de 1.6 m de bancada, un taladro fresador y un taladro de árbol.

Taller de fibra de vidrio: tiene un equipo para aplicación fibra de vidrio con pistola que permite la aplicación instantánea de la fibra, el poliéster y el catalizador. También se encuentran los moldes de las partes objeto de producción.

La Empresa cuenta también con Maquinaria y herramientas para facilidades de mantenimiento: principalmente tiene dos estructuras modulares puente-grúa para tres toneladas cada una, tres gatos hidráulicos, dos estibadoras y un montacargas manual; además cada supervisor de maquinaria tiene asignado un kit de herramientas básicas tales como juegos de llaves en milímetros y en pulgadas, hombre solos, destornilladores, alicates, tester para mediciones eléctricas, entre otras.

1.5.7 Gestión de repuestos.

En esta empresa existe una gran diferencia en la gestión de materiales de producción y la gestión de repuestos para el mantenimiento, para los materiales de producción se practican políticas eficaces de gestión debido a que existe una organización establecida para este fin, donde se tiene exactamente definidas las responsabilidades y los procedimientos, dos de las razones de este buen manejo son: La continua dirección y apoyo por parte de la gerente y la comercialización de

materias primas importadas que justifica tener grandes cantidades de ellas en stop.

En el caso de los repuestos de mantenimiento sucede todo lo contrario debido a que no cuenta con una organización que dirija y controle el manejo de las existencias en el almacén, este proceso se realiza de forma intuitiva por rutinas o costumbres tomadas de la experiencia, la incertidumbre del presupuesto con que cuenta el mantenimiento no permite hacer la planeación de una buena gestión.

1.5.8 Diagnóstico de la situación actual

Hoy en día en la industria existe lo que se conoce como manufactura de clase mundial donde las teorías del mantenimiento son fundamentales para poder obtener una producción eficiente, segura y confiable que garantice las metas de calidad establecidas; es debido a esto que todos los estándares de calidad exigen que la entidad tenga establecidas políticas acertadas de mantenimiento y producción las cuales puedan evaluarse con indicadores para asegurar que se cumplan confiable y continuamente estas metas.

La planta de plásticos de Industrias Limer Ltda. Enfrenta actualmente todos los problemas que genera mantener un proceso productivo eficiente sin tener una planeación del mantenimiento. Los problemas que más han alarmado a la administración generalmente son: paradas de planta, altos costos en reparaciones y repuestos, rechazos de ofertas por incumplimiento de los procedimientos recomendados por estándares nacionales e internacionales, falta de disponibilidad de algunos equipos, etc.

Estos equipos de la industria plástica (Extrusoras, inyectoras, sopladoras, etc.) generalmente son maquinas rotatorias movidas con motores eléctricos de AC o DC con su respectivo variador de velocidad para uso de alto torque a bajas

velocidades, diseñadas con distintas tecnologías de potencia y de control (hidráulica, neumática, eléctrica, mecánica, electrónica, etc.) que permiten un desempeño constante y relativamente suave, y operan a una temperatura alrededor de 200° C la cual no repercute considerablemente en la resistencia de los materiales pero sí en la degradación del equipo por corrosión y erosión.

Existen equipos en esta planta de plásticos que tienen mas de 20 años de estar trabajando en forma casi continua y se encuentran operando, pero la degradación normal de algunos componentes debido al tiempo de uso ocasiona baja confiabilidad, poco rendimiento e incremento en la cantidad de productos defectuosos.

Tabla 2. Situación actual del mantenimiento

CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
Procedimientos	Actividades básicas como limpieza, lubricación, reparaciones rutinaria y emergencia, pero no son eficaces porque no se cuenta con los mecanismos de control de las actividades de mantenimiento.
Recurso humano	Excelente recurso humano capacitado y con experiencia en el sector de plásticos, pero sin una estrategia que dirija el personal involucrado en las acciones de mantenimiento.
Recurso físicos	Cuenta con tres talleres, almacén y herramientas donde se puedan realizar diferentes procesos de mantenimiento, aunque esté limitado al mantenimiento, este recurso es subutilizado en actividades básicas correctivas accidentales.
Sistema de información	Carece de sistema de información, no posee formatos que permitan manejar la información que se maneja en la organización.
Documentación técnica	Unos equipos poseen manuales, pero no se encuentran establecidas las actividades de mantenimiento para los equipos de la planta.
Gestión de repuestos y materiales	No hay una organización que dirija y controle el manejo de las existencias en el almacén. Se practican políticas eficaces de gestión para los materiales de producción
Producción	Las actividades de mantenimiento son manejadas de acuerdo a las necesidades de producción. Espontáneamente ocurre parada de equipos, bajo rendimiento en los procesos y gran cantidad de productos defectuosos. Demora en la solución de fallas inesperadas

Debido a los factores descritos en la tabla 2 se hace necesario crear en la empresa una organización del mantenimiento, que forme parte de la estructura organizacional para que sirva de constante apoyo a la producción, a la planeación de proyectos y a la gestión administrativa. Con el fin de cumplir esta expectativa sobre la nueva organización del mantenimiento se plantearon los siguientes objetivos generales y específicos:

Objetivos generales

- Realizar un proyecto de grado en la modalidad de práctica empresarial en el cual el estudiante practicante realice un ejercicio profesional donde se apliquen los conocimientos adquiridos en la academia y de igual modo se pueda hacer un aporte al desarrollo de la industria del país.
- Contribuir a fortalecer las relaciones de la academia y la industria nacional, para poder seguir cumpliendo la misión de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER en su compromiso con la sociedad colombiana.

Objetivos específicos

- Hacer un diagnóstico y un inventario de los equipos de la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda. Que contenga información básica como: Nombre, Código, Función que cumple en la producción, y Ubicación en la planta.
- Crear un modelo de estructura organizacional en la empresa donde se definan las funciones, las rutas y procedimientos a seguir.
- Elaborar un programa de mantenimiento para los equipos de la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda.

- Diseñar un sistema de información manual que permita que realizar toda la gestión de mantenimiento en la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda.
- Elaborar el procedimiento que define los indicadores de gestión del mantenimiento, fundamentales para el desarrollo de la forma, el control y el tamaño del mantenimiento adecuado para cada equipo.

2. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

En este capítulo se tratarán los principales aspectos teóricos del Mantenimiento Correctivo Planificado, del Mantenimiento Preventivo y del Mantenimiento Productivo Total. Con el fin de establecer las bases científicas para el desarrollo de este proyecto que tiene como propósito hacer un nuevo modelo de organización del mantenimiento que sea eficiente y funcional particularmente para Industrias Limer LTDA.

2.1 GENERALIDADES

Se entiende por mantenimiento a las acciones, operaciones y actitudes tendientes a poner o restablecer un bien a un estado específico que le permitan asegurar un buen servicio.

Un proceso de mantenimiento incluye operaciones tales como: limpieza, lubricación, inspección, reparaciones y mejoras que permitan conservar el potencial de un equipo para asegurar su continuidad y garantizar la calidad de la producción.

Un mantenimiento con calidad utiliza inteligentemente la planeación, la programación y el control, de manera que mejore la efectividad y la productividad, evitando paradas de los equipos y reduciendo los costos de mantenimiento para alcanzar rentabilidad.

◆ **Beneficios del Mantenimiento:**

- Minimizar reparaciones de emergencia
- Reducir los tiempos muertos en producción resultado de un periodo de mantenimiento
- Optimizar las reparaciones y modificaciones de los equipos y los materiales utilizados en estas acciones.
- Evitar al máximo el desperdicio de materiales de producción que puede causar el mantenimiento.
- Retardar la depreciación de los equipos, incrementando su tiempo de vida útil.

En conclusión, la única forma de conservar los equipos y bienes en general es llevando a cabo procesos eficientes de mantenimiento, la ganancia se ve reflejada en productividad, competencia y utilidades para la empresa.

En la figura 6 se muestra los sistemas de mantenimiento que se tratarán a continuación y la evolución de estos.

Figura 6. Evolución del mantenimiento



2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo se define como la acción que se realiza con el fin de reparar un daño que afecta el rendimiento o detiene definitivamente el normal funcionamiento de la maquinaria, existen dos tipos de mantenimiento correctivo ellos son: accidental y planificado.

2.2.1 Accidental:

Es aquel mantenimiento en el cual sucede la falla de forma imprevista y no se han tomado medidas para la solución oportuna de esta, antes se consideraba que lo correcto era operar un equipo hasta que su funcionamiento fuera completamente defectuoso y perdiera toda posibilidad de prestar algún servicio. Esta forma de mantenimiento ocasiona grandes pérdidas económicas al tomar en cuenta los costos de mantenimiento y el lucro cesante del tiempo que dura la reparación del equipo. Uno de los principales objetivos de la organización de mantenimiento es evitar este tipo de situaciones.

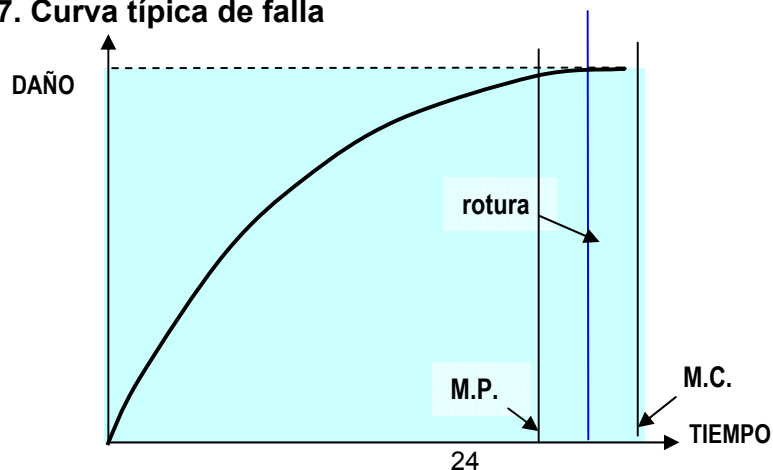
2.2.2 Planificado:

Es la clase de mantenimiento correctivo en que se espera que suceda el daño pero a diferencia del accidental la organización de mantenimiento está listo para ejecutar la acción correctiva debido a que se ha planeado con anterioridad los recursos físicos y humanos para ello.

Para ser eficientes en la planeación de actividades correctivas se debe establecer un programa de inspecciones en forma de lista de chequeo que permita saber la proximidad del evento de falla para priorizar la planeación.

A pesar de la ayuda de este formato se debe tener el suficiente conocimiento técnico para detectar los componentes que están próximos a falla, observar figura 7.

Figura 7. Curva típica de falla



2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO (M.P)

Esta clase de mantenimiento maneja el concepto de dirigir las actividades para prevenir que la parte o el componente de un equipo falle causando una parada no programada, y para lograr esto se utiliza una programación de actividades en periodos de tiempo que garantizan la vida útil del componente mientras este en operación.

El mantenimiento preventivo más que una técnica específica de mantenimiento es una filosofía o estado de ánimo que principia desde el mismo diseño del equipo mediante la determinación de una excelente confiabilidad y mantenibilidad durante su vida útil.

2.3.1 Pasos para realizar el mantenimiento preventivo

1. Determinar los equipos o unidades de producción críticas.

Es necesario identificar las unidades de producción o equipos en particular que justifican la planeación de actividades de mantenimiento preventivo.

2. Ordenar los equipos críticos por áreas o por departamentos.

En empresas donde existen varios departamentos es importante tener clasificados los equipos críticos para cada uno.

3. Ordenar los equipos en consideración a aquellos que presentan más problemas.

Los equipos que debido a su estado de deterioro o a la severidad del proceso presentan fallas repetidamente son motivo de un mantenimiento mayor que los equipos que operan continuamente en forma satisfactoria.

4. Identificar, separar y ordenar los componentes básicos: mecánicos, eléctricos, hidráulicos, etc.

Para poder organizar el mantenimiento por el tipo de actividad que se va a desarrollar es importante definir para cada unidad de producción el conjunto en el que están incluidos sus componentes implicados en la programación de actividades. Las áreas Tecnológicas de los mecanismos que conforman el equipo o la unidad de producción son normalmente los conjuntos referenciados para este propósito.

5. Escribir un plan de trabajo indicando: Personal, frecuencias, actividades y tipo de intervención sobre el equipo.

En este plan se describe la programación de las actividades y los parámetros básicos que definen el recurso humano y físico con que se debe contar para desarrollarla.

El plan de trabajo es un documento dinámico que se puede modificar con el fin de hacer mas oportuna la intervención programada.

6. Controlar y registrar la ejecución.

Para el control y registro de las intervenciones de mantenimiento se debe crear un formato donde se debe especificar principalmente la actividad, la fecha, el ejecutor, el tiempo que duró la intervención, los repuestos que se cambiaron, observaciones y la firma de revisión del jefe de planta.

2.3.2 Elementos de la programación preventiva

1. Empadronamiento de equipos. Este elemento debe caracterizar el equipo por su nombre y su relación en el proceso productivo.

En el inventario de la empresa debe aparecer el nombre del equipo y su relación en las funciones de la misma.

2. Llenar tarjeta maestra o registro de maquinas. El equipo debe registrarse en un documento fijo que describa principalmente las variables de operación y las características técnicas.

Este formato es un documento estático hecho en una hoja plastificada ubicada en el sitio de trabajo en un lugar visible.

3. Codificación de equipos. Con la utilización de siglas y orden de numeración se deben codificar en forma sencilla los equipos.

La codificación es la forma más práctica y sencilla de identificar, ubicar y referenciar los equipos de la planta o de la empresa.

4. Análisis de equipos. El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los equipos de una instalación los cuales vale la pena dirigir recursos humanos, económicos y tecnológicos.

Este estudio pondera en forma cuantitativa diferentes condiciones como:

- ✓ Flexibilidad Operacional. Disponibilidad de función o equipo alternativo de respaldo.
- ✓ Continuidad Operacional. La operación continua es comparada con la capacidad de producción.
- ✓ Seguridad, ambiente e higiene. La industria nacional, debido en gran parte a las nuevas reglamentaciones exigidas por el estado, está en la dinámica de fortalecer y priorizar en la seguridad del personal y en impacto ambiental, para esto se debe valorar los riesgos que ofrece cada unidad y el grado en que afecta el ambiente. Se debe tener bien establecidas las actividades de limpieza y de higiene necesario para cada sistema de producción.
- ✓ Costos de paradas y del Mantenimiento. Se debe tener los elementos para controlar, registrar y analizar el valor económico de la organización del mantenimiento.
- ✓ Frecuencia de Fallas. Un factor importante para la orientación del

mantenimiento es la confiabilidad de los equipos productivos, este indicador permite valorar cuantitativamente el efecto de la frecuencia de fallas.

5. Establecer el tipo de mantenimiento a efectuar. Los resultados del análisis de los equipos permiten establecer los tipos de mantenimiento que es conveniente realizar, los tipos de mantenimiento que particularmente en este caso se van a practicar básicamente son correctivo planificado, preventivo autónomo y preventivo sistemático.

6. Elaborar cuadros de programas por equipo o índice de equipos para mantenimiento. Para disponer del programa de mantenimiento en forma ordenada es necesario contar con elementos de un sistema de información que ilustren de forma práctica las actividades básicas de mantenimiento por cada equipo.

7. Definir programa no preventivo. Existen equipos que no justifican el cambio de sus componentes o algunos de ellos debido a que la consecuencia de llegar al fin de su vida útil no representa una situación crítica en la producción de la planta, no tienen altos costos de mantenimiento, no presenta un considerable impacto ambiental y no tiene efectos sobre la calidad del producto.

8. Elaborar programa general de mantenimiento preventivo. Es importante contar con un cuadro informativo que contenga para todos los equipos la fecha y el nombre de las actividades básicas de mantenimiento en un periodo considerablemente largo, esto se puede lograr con el uso de herramientas de diagramación como códigos de colores y simbología alfanumérica.

9. Manuales de instrucción de mantenimiento. La información técnica del fabricante, y la información recopilada por bibliografía y experiencias técnicas publicadas, se tiene que ordenar y clasificar en forma de manuales con el fin de

que el operario o el técnico sin mucha experiencia realice la actividad de mantenimiento en forma fácil y metódica todas las instrucciones de las actividades de mantenimiento. Los manuales pueden estar compuestos por el tipo de actividades en forma de fichas para fácil manejo. Una ficha de actividades de mantenimiento contiene de forma ilustrativa y precisa información sobre la identificación del equipo, identificación de partes principales y partes que interfieren para realizar dicha actividad, método de la práctica, especificaciones y cantidades de insumos.

10. Diseño de las órdenes de trabajo. Es necesario contar con un formato donde de trabajo que contengan información del consecutivo, fecha, nombre del emisor, dependencia, nombre y código del equipo, descripción de la actividad incluida mano de obra y prioridad (Urgente, normal).

11. Sistema de evaluación de la gestión de mantenimiento. Es importante cuantificar el éxito de la labor de la gestión del mantenimiento para tomar decisiones sobre las modificaciones del mismo, para esto se utilizan indicadores como disponibilidad y mantenibilidad

12. Investigación preventiva. La organización de mantenimiento debe ser un grupo dinámico que analice la información constantemente para poder mejorar los procedimientos y las frecuencias de las actividades preventivas.

Se debe estar actualizando al personal con cursos, revistas, libros y todo lo que contenga información de nuevas tecnologías, hallazgos y metodologías que han tenido éxito en otros lugares.

2.4 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan,

incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

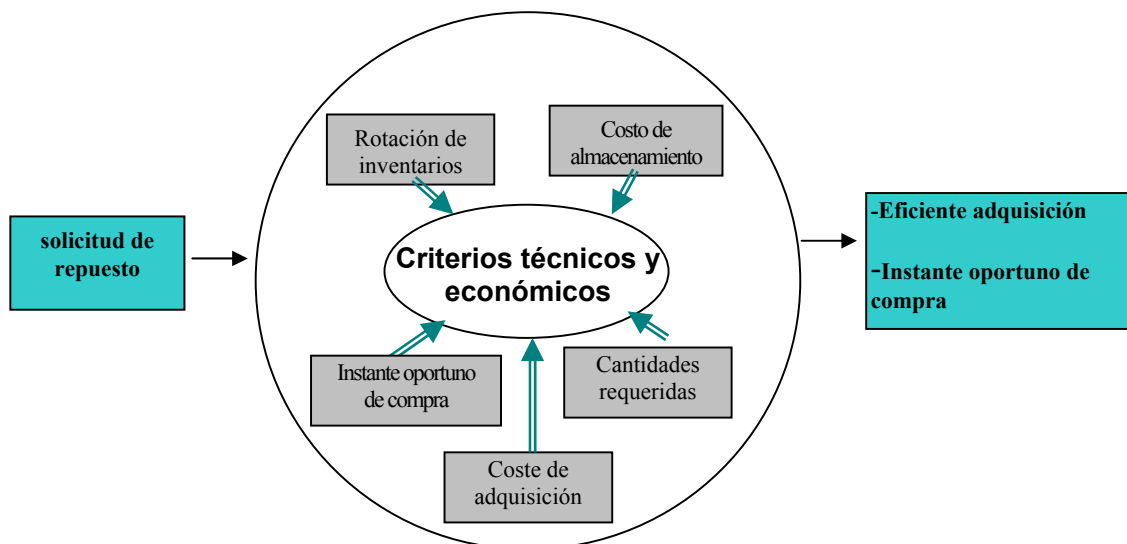
- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno
- Mejorar la seguridad en el trabajo
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador
- Mejora de la moral en el trabajo

2.5 GESTIÓN DE REPUESTOS

La excelencia de la gestión de repuestos radica en la prontitud de la entrega de aquellas piezas requeridas y el nivel mínimo razonable de existencia de repuestos y materiales.

La filosofía de la excelencia en la manufactura indica que el nivel de inventarios debe ser cero, desde el punto de vista del mantenimiento, debe entenderse con sano criterio, en el sentido que debe mantenerse un mínimo de existencia de repuestos, de conformidad con la velocidad de aprovisionamiento, para que la gestión de los mantenimientos pueda realizarse oportuna y económicamente. Es la búsqueda del equilibrio entre el costo de tener el repuesto y no tenerlo, a continuación en la figura 8 se ilustra el modelo de gestión de repuestos.

Figura 8. Modelo de gestión de repuestos



2.5.1 Problemas y correctivos sobre Repuestos

◆ Problemas

El costo unitario, de adquisición es relativamente alto.

El tiempo de consecución también es alto.

La rotación de inventarios también es lenta, no se consume en igual forma que los materiales de producción.

El consumo es aleatorio, entonces deben buscarse procedimientos para determinarlo en un intervalo de tiempo dado.

◆ **Correctivos**

Control de unidades instaladas en planta.

Control permanente de existencias.

Control de pedidos en trámite.

Actualización de registros históricos de consumo.

Actualización permanente de proveedores, plazos de suministro y precios.

2.5.2 Clasificación de Repuestos

◆ Según el destino final

Reparables

Desechables: Reciclables, contaminantes, etc.

◆ Según la procedencia

Fabricación propia

Fabricación nacional: local, lejana, etc.

Importados: con representación, proceso de importación, etc.

◆ Según el uso:

Específicos: procesos, transportes, etc.

Comunes: motores eléctricos, motores hidráulicos, válvulas direccionales hidráulicas, válvulas direccionales neumáticas, válvulas de control de presión, reductores, bombas, instrumentos

Típicos: rodamientos, correas, sellos, mangueras, cintas de alta temperatura, termocuplas, resistencias, cables, tornillos, etc.

◆ Según el consumo:

Diario o continuo: sellos, empaques, paños de limpiar, filtros, tubos, lubricantes, tuercas y tornillos, otros.

Mensual: mangueras, empaques, etc.

Otras frecuencias:

Trimestral: frenos, bujes, etc.

Semestral: rodamientos, correas, tornillos

Anual: chumaceras, engranajes

2.5.3 Los pedidos de repuestos

A la organización del mantenimiento le corresponde realizar los pedidos de repuestos, pero no de forma intuitiva, ni cuando haga falta, sino de una forma racional y matemática para alcanzar una eficiente adquisición. Para lograrlo es necesario tener en cuenta lo siguiente:

El repuesto exacto con todas las especificaciones para evitar incorrecciones en los suministros.

La cantidad exacta requerida, es decir, el número de unidades que deben adquirirse.

El instante oportuno para la compra, no pedir mucho antes ya que aumentan los inventarios, ni después ya que se incrementa el tiempo de las intervenciones en las paradas de quipos por falta de repuestos. Es decir, el momento preciso es lo más tarde posible, sin ocasionar urgencias.

Los pedidos de repuestos deben obedecer a criterios técnicos y económicos. Por ello, su manejo debe incluir el conocimiento de algunos aspectos, entre los cuales cabe destacar:

Los costos del repuesto propiamente dicho, el costo de adquirirlo y el costo de almacenamiento.

Los problemas por falta de repuesto y por supuesto el costo de parada en espera, o costo por no almacenar, los problemas por excesos de existencias y el control de existencias según el tipo de consumo: diario o continuo, intermitente y fortuito o aleatorio.

2.6 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

Una excelente gestión del mantenimiento solo puede ser posible con un excelente sistema de información que lo apoye. Porque, además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento imperante; facilita la presentación de informes y contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento

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

Como todo sistema de organización e información, es necesario establecer el nivel al cual se piensa manejar la información. Por ejemplo: a la gerencia seguramente no le interese saber cuales son las ordenes de trabajo para hoy, pero si cuanto se ha invertido en mantenimiento en lo que va corrido del año y cual es el equipo que más a participado en ello; para el ingeniero de mantenimiento tal vez lo más importante sea, realizar diagnósticos certeros sobre el estado de un equipo.

Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información sobre sus equipos, son los manuales y catálogos de operación y servicio suministrados por los proveedores o vendedores. Con ellos se puede iniciar un sistema de información.

Un buen inicio para un sistema de información, es la dotación de una pequeña biblioteca. En ella se abren compartimentos, por equipos, secciones, líneas de producción o cualquier otro sistema, según el tipo de planta.

Una regla de oro del mantenimiento es la minimización del papeleo, por ello, los papeles del sistema de información deben ser estrictamente los necesarios para una correcta operación del sistema, en función de la dimensión de la empresa.

Un sistema normal simplificado de información para el mantenimiento puede contener los siguientes elementos básicos: En la tabla 3 se muestra los elementos mínimos del sistema de información que se consideran básicos para la dirección y control de una organización de mantenimiento.

Tabla 3. Elementos del sistema de información

1. Codificación de equipos
2. Ficha técnica
3. Solicitud de servicio
4. Orden de trabajo
5. Hoja de vida
6. Programa de inspección y actividades de mantenimiento
7. Ficha de mantenimiento autónomo
8. Informe de Producción

Existen numerosos tipos de formatos que han sido exitosamente utilizados en algunos equipos. Antes de utilizar definitivamente un formato, debe someterse a prueba durante algún tiempo. La regla general dice: “no utilice a la ciega formatos exitosos en otras plantas”

Para esta organización de mantenimiento después de un estudio técnico en consenso con el grupo natural de trabajo fueron creados la mayoría de formatos,

teniendo en cuenta las áreas tecnológicas y las necesidades particulares de los procesos y la maquinaria implicada.

Definición y contenido de los elementos básicos:

Codificación de equipos. Este elemento es el principio de la organización de la información en él se nombran los equipos con una identificación codificada de forma descriptiva, práctica y sencilla para el manejo eficiente de la información, para referenciarlos rápidamente entre todos los documentos de información y para ubicarlos en el sector donde operan.

Ficha técnica. Es un documento fijo que debe tener cada equipo como su identificación formal, contiene datos principales como nombre, código, serie, número de inventario, características técnicas y parámetros de funcionamiento. La ficha técnica es el elemento de sistema de información de más rápida consulta porque debe estar en un lado visible de la máquina y por lo tanto sirve de apoyo informativo para el registro de todos los demás elementos de información.

Algunos directores de mantenimiento confunden hoja de vida con la ficha técnica, en realidad lo importante es distinguir que la hoja de vida es un documento dinámico que cambia con frecuencia, mientras que la ficha técnica solo se modifica por intervenciones de cambio de diseño.

Solicitud de servicio. Es el medio por el cual el operario informa un incidente o anomalía en el funcionamiento del equipo al encargado del mantenimiento. En este documento se especifican el código, la descripción del equipo, el centro de costos, la descripción del requerimiento, la fecha y hora de solicitud, el motivo de solicitud, prioridad del trabajo, código y nombre del solicitante. Este elemento de sistema de información genera normalmente la emisión de una o varias ordenes de trabajo.

Orden de trabajo. Es el documento que genera el proceso de desarrollo de toda la ejecución de la actividad de mantenimiento. En él se definen las personas que cumplen las funciones de dirección, planeación y estimación de tiempo, procedimiento, actividad a realizar, equipo o instalación a intervenir, tipo de mantenimiento, clase de trabajo, herramientas, mano de obra, materiales, repuestos, estado. También debe tener información del trabajo a realizar donde incluya fecha, hora de inicio y de terminación, observaciones, tiempo y tipo de parada. En la tabla 14 se observa un modelo de una orden de trabajo con su contenido básico.

Hoja de vida. Documento el cual se lleva el registro de las actividades de mantenimiento para cada equipo y se alimenta principalmente de las ordenes de trabajo.

Programa de inspección y actividades de mantenimiento. Consiste en una serie de actividades que deberán ser desarrolladas en las fechas programadas dentro de las que se incluye inspección, lubricación, cambio de partes, etc.

Ficha de mantenimiento autónomo. Documento de referencia para los operarios de los equipos en el que se indican actividades básicas de mantenimiento que este pueda desarrollar en el transcurso de su labor.

Hoja de análisis de daños por equipo. Documento que permite registrar los daños ocurridos en la maquina, con el objetivo de analizarlo para poder solucionar el problema y prevenir que estos vuelvan a ocurrir.

Informe de Producción. Documento que permite llevar un control de las actividades de producción desarrolladas. Permitiendo manejar información como parámetros de funcionamiento, registro de materia prima utilizada así como de los desperdicios de la producción.

2.7 INDICADORES DE GESTIÓN

La gestión del mantenimiento debe ser evaluada en un tiempo prudente para verificar el buen o mal funcionamiento de las políticas practicadas, por este motivo es necesario hacer uso de indicadores que permitan lograr este fin.

Sin embargo, no siempre es conveniente y fácil determinar la eficiencia del mantenimiento y se prefiere “caracterizarlo”, mediante algunos indicadores llamados de gestión, por cuanto su valor, en un tiempo definido, determina la calidad, eficiencia y operatividad de la organización de mantenimiento. A continuación se describirán los índices de disponibilidad y mantenibilidad de equipos.

2.7.1 Disponibilidad de equipos

La disponibilidad de un equipo 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 periodo.

El objetivo más importante, del mantenimiento científico es lograr la máxima disponibilidad de todos los equipos

La disponibilidad se define en términos matemáticos, mediante el índice de disponibilidad, como la probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente a lo largo de un periodo de tiempo dado.

La disponibilidad depende de la confiabilidad y de la mantenibilidad. Tener como objetivo una alta disponibilidad, significa reducir al máximo el número de paradas para obtener una operación exitosa, económica y rentable.

En la mayoría de los casos, un mejoramiento de la confiabilidad y de la mantenibilidad, lleva asociado una mayor inversión inicial, pero resultará una mayor disponibilidad del equipo a lo largo de su vida útil y como consecuencia, un menor costo neto total del ciclo de vida.

Parámetros de la Disponibilidad

Para determinar la disponibilidad de un equipo, se emplean los siguientes parámetros:

- TBD** Tiempo bruto disponible. Tiempo total del periodo de evaluación
 - TPP** Tiempo de paradas programadas
 - TOP** Tiempo de operación programado. Es el tiempo requerido. =TBD – TPP
 - TFS** Tiempo fuera de servicio por paradas no programadas
 - TEO** Tiempo del equipo en operación. Tiempo en funcionamiento. =TOP – TFS
 - TEA** Tiempo que el equipo está apagado pero listo para operar. = TDE – TEO
 - TPP** Tiempo de parada programada.
 - TDE** Tiempo disponible del equipo. =TBD – TFS
 - NO** Número de veces que el equipo estuvo operando
 - NP** Número de veces que el equipo estuvo en paradas no programadas
 - TPEF** Tiempo promedio entre fallas
 - TPPR** Tiempo promedio para reparar
 - ID** Índice de disponibilidad, factor de disponibilidad o simplemente Disponibilidad
-
- TBD** Es el tiempo del periodo de trabajo, un turno, dos o tres. Puede ser también el tiempo del periodo de evaluación, un día, una semana, un mes o.....
 - TPP** Es el tiempo de paradas para, mantenimiento preventivo, descansos y alimentación del personal, necesidades de producción, ajustes, etc.

TOP = TBD – TPP

- TFS** Es el tiempo de las averías o daños imprevistos. Es un tiempo que debe minimizarse.
- TEO** El objetivo aquí es que este tiempo sea lo máximo posible, pero en general. Además de ello que sea bien aprovechado

TEA Solo se emplea cuando el tiempo del periodo de evaluación es mayor al del trabajo, entonces, la diferencia debe incluirse como formando parte del TPP*.

$$\text{TEA} = \text{TBD} - \text{TEO} - \text{TFS}$$

TDE = TBD – TFS Es el que disminuye debido a las paradas intempestivas

NO Es el número de veces que se arranca el equipo por acciones programadas

NP Es el número de veces que se arranca el equipo por eventos no programados. Es igual al número de fallas durante el tiempo de evaluación

TPEF Indica, estadísticamente el tiempo o frecuencia promedio de las fallas de un equipo. Por si solo es un indicador de gestión del mantenimiento sobre el equipo

$$\text{TPEF} = \frac{\sum_{1}^{\text{NO}} \text{TEO}}{\text{NO}}$$

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

$$\text{TPPR} = \frac{\sum_{1}^{\text{NO}} \text{TFS}}{\text{NP}}$$

ID = Es el índice de disponibilidad

$$\text{ID} = \frac{\text{TPEF}}{\text{TPEF} / \text{TPPR}}$$

2.7.2 Mantenibilidad

La mantenibilidad, entonces se caracteriza por el “Tiempo promedio para reparar”, el TPPR (ver disponibilidad de equipos).

$$\text{TPPR} = \frac{\text{Sumatoria del tiempo fuera de servicio}}{\text{Número de fallas intervenidas Paradas no programadas}} = \frac{\sum_{1}^{\text{NP}} \text{TFS}}{\text{NP}}$$

El tiempo requerido para poner el equipo nuevamente en condiciones de operación después de una falla, depende de numerosos factores como los siguientes:

- De las características de diseño del equipo, su modularidad, estandarización y facilidad de acceso a las partes propensas a falla, entre otros.
- De la organización y eficiencia de las dependencias de mantenimiento.
- De la destreza de los Técnicos de Mantenimiento, encargados de realizar directamente la intervención del equipo.
- Del equipo humano de mantenimiento disponible.
- De la disponibilidad de repuestos y materiales para adelantar la intervención en el equipo con dificultades
- De las políticas de mantenimiento en la Empresa
- De la disponibilidad de transporte para el manejo de materiales y partes requeridas.
- De los procedimientos de diagnóstico o “caza-fallas”, existentes
- De la calidad y disponibilidad de la información técnica y por supuesto de la eficacia del sistema de información del mantenimiento.
- De la disponibilidad de equipos para la realización de las pruebas requeridas en el diagnóstico de la falla.

- Del medio ambiente, que permita al personal trabajar cómodamente
- Del espacio de trabajo. Según la distribución en planta de los equipos se debe proveer de espacios suficientes para el montaje y desmontaje de las partes.

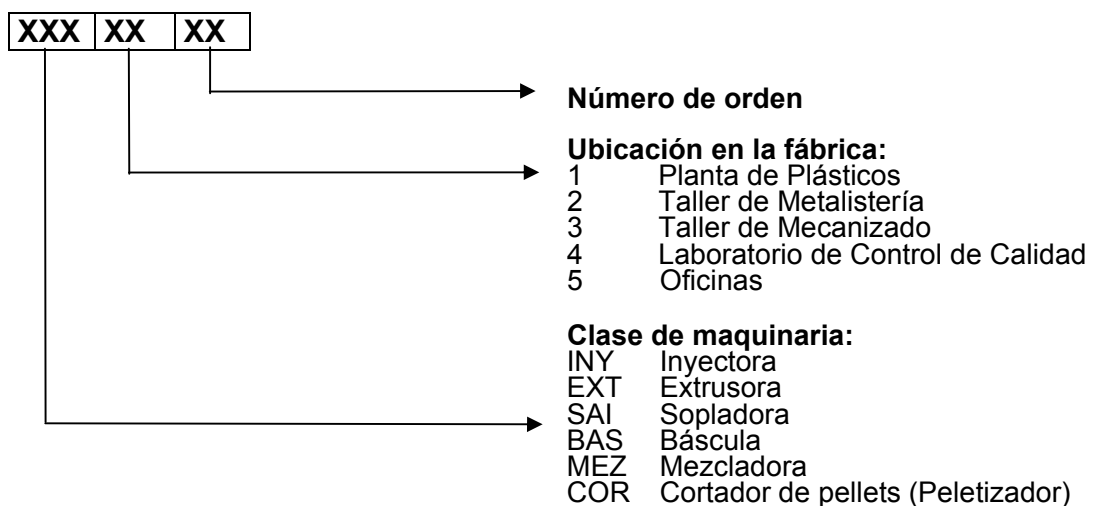
3. INVENTARIO, CODIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS EN INDUSTRIAS LIMER

En el siguiente capítulo se mostrará el inventario y codificación realizada a los equipos de la empresa, así como el diagnóstico de equipos que muestra el estado actual de estos.

3.1 INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Luego de un análisis de varias opciones de codificación se optó por la más sencilla y descriptiva la cual muestra la información necesaria para el fácil manejo de documentación, registro e inventario. Se escogió una estructura de código alfanumérico compuesto por tres letras y cinco dígitos, el cual debe ser interpretado en la siguiente forma: las tres primeras letras corresponden a la clase de maquinaria, los dos primeros números indican la ubicación y los dos últimos el orden en que se encuentra la maquinaria, como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Codificación de maquinaria



Un ejemplo de codificación se puede observar en la figura 10, la cual presenta la codificación de una máquina que en este caso es una extrusora perteneciente a la planta de plásticos de la Empresa.

Figura 10. Ejemplo de codificación de una maquina

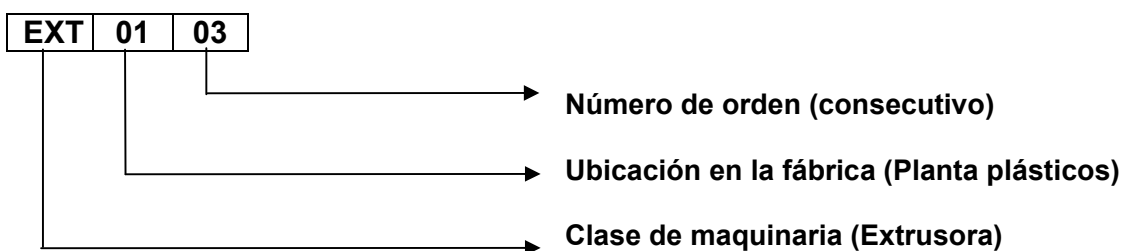


Tabla 3. Inventario y codificación de equipos

NOMBRE EQUIPO	CÓDIGO	FUNCIÓN	UBICACIÓN EN PLANTA
INYECTORA REED-PRETICE 100TD	INY-01-03	Moldeado por inyección	Nor-Oriente
INYECTORA REED-PRETICE 200TE/TES	INY-01-02	Moldeado por inyección	Oriente
INYECTORA REED-PRETICE 300T	INY-01-01	Moldeado por inyección	Sur-Oriente
INYECTORA BATTENFELD	INY-01-04	Moldeado por inyección	Sur
EXTRUSORA D.A.G.O.R (Rescaldina Milano)	EXT-01-01	Peletizadora usada para corte del pellet bajo aire	Sur
EXTRUSORA BANDERA	EXT-01-02	Peletizadora usada para corte del pellet bajo agua	Sur
EXTRUSORA ANGER APM	EXT-01-03	Fabricación de perfilera rígida y plastificada	Sur-Occidente
SOPLADORA BATTENFELD PUGLIESE P5	SAI-01-01	Fabricación productos moldeados por aire (Envases)	Nor-Oriente
BASCULA	BAS-01-01	Dosifica el plastificante y lo envía a la mezcladora	Sur-Occidente
MEZCLADORA DE DOS ETAPAS	MEZ-01-01	Agitador que realiza la mezcla de componentes del PVC	Sur-Occidente
CORTADORA DE PELLETS	COR-01-01	Corta el pellet sumergido en agua, lo transporta y lo seca	Sur

EQUIPOS DE LA PLANTA DE PLÁSTICOS

INYECTORA REED-PRETICE 100TD

Descripción: El husillo gira con motor hidráulico, El husillo tiene opción de inyectar PVC y polietilenos

Control: Controlador electrónico PM 500, para el sistema hidráulico y regulación de temperaturas.

Figura 11. Inyectora Reed Pretice 100TD



Características Técnicas

Capacidad inyección: 7 onzas

Marca: REED

Modelo: 1984

Tipo: 100TD

Voltaje: 220

Potencia: 14 Kw.

INYECTORA REED-PRETICE 200TE/TES

Descripción: El husillo gira con motor hidráulico, El husillo tiene opción de inyectar PVC y polietilenos

Control: Controlador electrónico PM 1000, para el sistema hidráulico y regulación de temperaturas.

Figura 12. Inyectora Reed-Pretice 200TE/TES



Características Técnicas

Capacidad inyección: 9 onzas

Marca: REED

Modelo: 1982

Tipo: 200TE/TES

Voltaje: 220

Potencia: 18 Kw.

INYECTORA REED-PRETICE 300T

Descripción: El husillo gira con motor hidráulico, El husillo tiene opción de inyectar PVC y polietilenos

Control: Controlador electrónico PM 1000, para el sistema hidráulico y regulación de temperaturas.

Figura 13. Inyectora Reed-Pretice 300T



Características Técnicas

Capacidad inyección: 14 onzas

Marca: REED

Modelo: 1982

Tipo: 300T

Voltaje: 220

Potencia: 20 Kw.

INYECTORA BATTENFELD

Es la máquina inyectora de menor capacidad de la planta y se usa para probar compuestos formulados por primera vez con el fin de realizar pruebas.

Figura 14. Inyectora Battenfeld



Características Técnicas

Capacidad inyección: 5 onzas

Marca: BATTENFELD

Modelo: 1982

Voltaje: 220

Potencia: 10 Kw.

EXTRUSORA D.A.G.O.R (Rescaldina Milano)

Descripción: Movida con motor eléctrico y caja reductora con engranajes cilíndricos helicoidales, ejes por poleas.

Control: Posee variador electrónico de velocidad por frecuencia, las zonas de calentamiento se controlan con termorreguladores eléctricos independientes.

Figura 15. Extrusora DAGOR



Características Técnicas

Capacidad inyección: 5 onzas

Marca: BATTENFELD

Modelo: 1982

Voltaje: 220

Potencia: 25 Kw.

N° de tornillos: 2

Etapas del tornillo: 1

EXTRUSORA BANDERA

Descripción: Movida con motor eléctrico y caja reductora con engranajes cilíndricos helicoidales, ejes por poleas.

Control: Posee variador electrónico de velocidad por frecuencia, las zonas de calentamiento se controlan con termorreguladores eléctricos independientes.

Figura 16. Extrusora Bandera



Características técnicas:

Marca: Bandera
Potencia: 30 Kw.
Modelo: 1980
Voltaje: 380 V
N° de tornillos: 2
Etapas del tornillo: 1

EXTRUSORA ANGER APM

Descripción: Movida con motor eléctrico y caja reductora con engranajes cilíndricos helicoidales, ejes por poleas.

Control: Posee variador electrónico de velocidad por frecuencia, las zonas de calentamiento se controlan con termorreguladores eléctricos independientes

Figura 17. Extrusora Anger APM



Características Técnicas

Capacidad inyección: 5 onzas

Marca: BATTENFELD

Modelo: 1982

Voltaje: 220

Potencia: 25 Kw.

N° de tornillos: 2

Etapas del tornillo: 1

SOPLADORA BATTENFELD

Descripción: El husillo gira con motor Eléctrico, fabrica envases de distintos polietilenos.

Control: Controlador electrónico PM 5000, con pantalla para programar todas las variables del proceso

Figura 18. Sopladora BATTENFELD



Características técnicas

Marca: BATTENFELD PUGLIESE

Potencia 25 Kw.

Modelo 1992

Tipo: P5

Voltaje 220 V

BÁSCULA

Descripción: Báscula automática, el llenado de líquidos lo hace con vacío en el tanque y la descarga con aire a presión, posee equipo termorregulador para precalentamiento

Control: Control Electrónico automático y manual, con termorreguladores con display.

Figura 19. Bascula



Características técnicas

Marca: Santo Stefano
Modelo: 1980
Tipo: DM-21-1
Potencia: 5 Kw.
Voltaje: 220V
Máxima carga: 200 Kg.

MEZCLADORA

Descripción: Posee un tanque mezclador y otro enfriador con motores independientes y transmisiones a los ejes por poleas.

Control: Tablero electrónico independiente para automático y manual; Con equipo termorregulador y temporizador electrónico.

Figura 20. Mezcladora



Características técnicas

Marca: COLMEC

Potencia: 80 KW

Modelo: 1976

Voltaje: 380 V

Nº de tanques: 2

RPM motor mezclador: 1480

RPM motor enfriador: 960

PELETIZADOR

Descripción: Cortador giratorio de cuchillas bajo agua, con separador centrífugo de malla, tubería en acero inoxidable 304.

Control: Termorregulador digital con display para el dado extrusor y variador electrónico de velocidad.

Figura 21. Cortadora de pellets



Características técnicas

Marca: Gala
Potencia: 15 Kw.
Modelo: 1986
Tipo: DM-21-1
Voltaje: 460 V
N° de cuchillas: 4
N° resistencias del dado: 8

3.2 DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS.

El diagnóstico de los equipos se efectuó con la ayuda de los operarios y técnicos de la empresa, los cuales aportaron información y la colaboración para poder efectuar el objetivo planteado.

Se efectuó el diagnóstico a los equipos de la planta y para esto se dividieron en sistemas los cuales agrupan las partes que tiene una función común.; determinando el estado a las partes y anotando las observaciones realizadas estas.

Para la valoración del estado de los equipos se tomo como base la tabla 4 que clasifica el estado en bueno, malo y regular.

Tabla 4 valoración de estado del diagnostico

0 Malo	Cambiar.
1 Regular	Mantener observación
2 Bueno	Mantener ese estado.

La siguiente tabla muestra el diagnóstico realizado a los equipos de la planta de plásticos.

Tabla 5. Diagnóstico de los equipos de la planta de plásticos de Industrias Limer.

NOMBRE EQUIPO	INYECTORA REED-PRETICE 100TD	CÓDIGO	INY1-03
SISTEMA / PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA ELÉCTRICO			
MOTOR BOMBA HIDRÁULICA	2	presenta parámetros normales de funcionamiento	
CONTACTORES Y RELES	2	no presenta falla ni defectos	
CABLES Y BORNERAS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
TERMOUPLAS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
RESISTENCIAS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLES	2	En buen estado	
SISTEMA DE POTENCIA HIDRÁULICA			
	2	En buen estado	
BOMBA ENGRANAJES INTERNOS	2	En buen estado	
MOTOR HIDRÁULICO	2	En buen estado	
MANGUERAS Y CONEXIONES	0	Presenta ligeras fugas de aceite en las uniones giratorias de las mangueras	
VÁLVULAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TANQUE DE ACEITE	2	Se encuentra en buenas condiciones	
ENFRIADOR DE ACEITE	2	Se encuentra en buenas condiciones	
SISTEMA DE APERTURA CIERRE Y SOSTENIMIENTO DEL MOLDE			
GUÍAS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
RODILLAS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
SELLOS Y BUJES	2	Se encuentra en buenas condiciones	
SISTEMA DE INYECCIÓN			
HUSILLO	2	Se encuentra en buenas condiciones	
BARRIL	2	Se encuentra en buenas condiciones	
BOQUILLA	2	Se encuentra en buenas condiciones	
SISTEMA DE MONITOREO			
MANÓMETROS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
TERMÓMETROS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
MIRILLAS	2	Se encuentra en buenas condiciones	
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN			
TOLVA	2	Se encuentra en buenas condiciones	

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	INYECTORA REED-PRETICE 200TE/TES	CÓDIGO	INY1-02
SISTEMA / PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA ELÉCTRICO			
MOTOR BOMBA HIDRÁULICA	2	presenta parámetros normales de funcionamiento	
CONTACTORES Y RELES	2	no presenta falla, defectos, en buenas condiciones	
CABLES Y BORNERAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMOCUPLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RESISTENCIAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SENSOR DE POSICIÓN	0	El sensor limitador de carrera de la cubierta de seguridad del molde no cumple su función	
SISTEMA DE POTENCIA HIDRÁULICA			
BOMBA ENGRANAJES INTERNOS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MOTOR HIDRÁULICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MANGUERAS Y CONEXIONES	0	Presenta ligeras fugas de aceite en las uniones giratorias de las mangueras	
VÁLVULAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TANQUE DE ACEITE	2	Se encuentran en buenas condiciones	
ENFRIADOR DE ACEITE	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE APERTURA CIERRE Y SOSTENIMIENTO DEL MOLDE			
GUÍAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RODILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SELLOS Y BUJES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE INYECCIÓN			
HUSILLO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BARRIL	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BOQUILLA	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE MONITOREO			
MANÓMETROS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMÓMETROS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MIRILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN			
TOLVA	2	Se encuentran en buenas condiciones	

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	INYECTORA REED-PRETICE 300T	CÓDIGO	INY1-01
SISTEMA / PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA ELÉCTRICO			
MOTOR BOMBA HIDRÁULICA	2	presenta parámetros normales de funcionamiento	
CONTACTORES Y RELES	2	no presenta falla, defectos, en buenas condiciones	
CABLES Y BORNERAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMOCUPLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RESISTENCIAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE POTENCIA HIDRÁULICA			
	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BOMBA ENGRANAJES INTERNOS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MOTOR HIDRÁULICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MANGUERAS Y CONEXIONES	0	Presenta ligeras fugas de aceite en las uniones giratorias de las mangueras	
VÁLVULAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TANQUE DE ACEITE	2	Se encuentran en buenas condiciones	
ENFRIADOR DE ACEITE	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE APERTURA CIERRE Y SOSTENIMIENTO DEL MOLDE			
GUÍAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RODILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SELLOS Y BUJES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE INYECCIÓN			
HUSILLO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BARRIL	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BOQUILLA	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE MONITOREO			
MANÓMETROS	1	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMÓMETROS	1	Se encuentran en buenas condiciones	
MIRILLAS	0	Se detectó averiada la mirilla del nivel de grasa de los sellos retenedores	
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN			
TOLVA	2	Se encuentran en buenas condiciones	

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	INYECTORA BATTENFELD	CÓDIGO	INY-1-04
SISTEMA/PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA ELÉCTRICO		Se encuentran en buenas condiciones	
MOTOR BOMBA HIDRÁULICA	2	presenta parámetros normales de funcionamiento	
CONTACTORES Y RELES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CABLES Y BORNERAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMOCUPLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RESISTENCIAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLES	0	El control no tiene funcionando el ciclo Automático	
SISTEMA DE POTENCIA HIDRÁULICA			
BOMBA ENGRANAJES EXTERNOS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MOTOR HIDRÁULICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MANGUERAS Y CONEXIONES	0	Presenta ligeras fugas de aceite en las uniones giratorias de las mangueras	
VÁLVULAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TANQUE DE ACEITE	2	Se encuentran en buenas condiciones	
ENFRIADOR DE ACEITE	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE APERTURA CIERRE Y SOSTENIMIENTO DEL MOLDE			
GUÍAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RODILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SELLOS Y BUJES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE INYECCIÓN			
HUSILLO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BARRIL	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BOQUILLA	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE MONITOREO			
MANÓMETROS	1	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMÓMETROS	1	Se encuentran en buenas condiciones	
MIRILLAS	1	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN			
TOLVA	2	Se encuentran en buenas condiciones	

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	EXTRUSORA D.A.G.O.R	CÓDIGO	EXT-1-01
SISTEMA/PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA ELÉCTRICO			
MOTOR ELÉCTRICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CONTACTORES Y RELES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CABLES Y BORNERAS	0	En mal estado	
TERMOCUPLAS	0	En mal estado	
RESISTENCIAS	0	En mal estado	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
VARIADOR DE VELOCIDAD	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA MECÁNICO			
REDUCTOR DE ENGRANAJES	2	Piñonería en buen estado	
TRANSMISIÓN POR POLEAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
VENTILADORES CENTRÍFUGOS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE EXTRUSIÓN			
HUSILLOS	2	Los husillos no presentan picadura ni deflexiones	
BARRIL	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MATRIZ	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE MONITOREO			
MANÓMETROS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMÓMETROS	1	Se encuentran en buenas condiciones	
MIRILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN			
TOLVA	2	Se encuentran en buenas condiciones	

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	EXTRUSORA ANGER APM	CÓDIGO	EXT-1-03
SISTEMA / PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA ELÉCTRICO			
MOTOR ELÉCTRICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CONTACTORES Y RELES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CABLES Y BORNERAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMOCUPLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RESISTENCIAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
VARIADOR DE VELOCIDAD	2	Se encuentran en buenas condiciones	

PIRÓMETRO DE ACCIÓN	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA MECÁNICO		
REDUCTOR DE ENGRANAJES	2	Se encuentran en buenas condiciones
TRANSMISIÓN POR POLEAS	2	Se encuentran en buenas condiciones
VENTILADORES CENTRÍFUGOS	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA DE EXTRUSIÓN		
HUSILLOS	2	Se encuentran en buenas condiciones
BARRIL	2	Se encuentran en buenas condiciones
MATRIZ	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA DE MONITOREO		
MANÓMETROS	2	Se encuentran en buenas condiciones
TERMÓMETROS	2	Se encuentran en buenas condiciones
MIRILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN		
TOLVA	2	Se encuentran en buenas condiciones

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	SOPLADORA BATTENFELD PUGLIESE P5	CÓDIGO	SAI1-01
SISTEMA / PARTE		ESTADO*	OBSERVACIONES
SISTEMA ELÉCTRICO			
MOTOR ELÉCTRICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CONTACTORES Y RELES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CABLES Y BORNERAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMOCUPLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RESISTENCIAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
VARIADOR DE VELOCIDAD	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CONTROLADOR PM-5000	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA MECÁNICO			
TRANSMISIÓN POR POLEAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
VENTILADORES CENTRÍFUGOS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE EXTRUSIÓN			
HUSILLO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BARRIL	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MATRIZ	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE MONITOREO			
MANÓMETROS	2	Se encuentran en buenas condiciones	

TERMÓMETROS	2	Se encuentran en buenas condiciones
MIRILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN		
TOLVA	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA NEUMÁTICO		
VÁLVULAS	2	Se encuentran en buenas condiciones
TERMINALES	2	Se encuentran en buenas condiciones
MANGUERAS	2	Se encuentran en buenas condiciones
BOQUILLA	2	Se encuentran en buenas condiciones
SECADOR	2	Se encuentran en buenas condiciones
CILINDROS ACTUADORES	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA DE APERTURA CIERRE Y SOSTENIMIENTO DEL MOLDE		
GUÍAS	2	Se encuentran en buenas condiciones
SELLOS Y BUJES	2	Se encuentran en buenas condiciones
SISTEMA DE MONITOREO		
SENSORES	2	Se encuentran en buenas condiciones

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	BÁSCULA	CÓDIGO	BAS-01-01
SISTEMA / PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO	0	Presenta un error de calibración de 200 gramos	
ELECTRO VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TRANSDUCTORES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TANQUE	2	Se encuentran en buenas condiciones	

* Estado 1 bueno, estado 2 regular, estado 3 malo

NOMBRE EQUIPO	MEZCLADORA DE DOS ETAPAS	CÓDIGO	MEZ1-01
SISTEMA / PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA DE MEZCLADO			
TANQUE MEZCLADOR	2	Se encuentran en buenas condiciones	
AGITADOR	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TRANSMISIÓN POR POLEAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MOTOR ELÉCTRICO			
SISTEMA ENFRIADOR			
TANQUE ENFRIADOR	2	Se encuentran en buenas condiciones	

TRANSMISIÓN POR POLEAS	2	Se encuentran en buenas condiciones
AGITADORES	2	Se encuentran en buenas condiciones
MOTOR ELÉCTRICO	2	Se encuentran en buenas condiciones

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

NOMBRE EQUIPO	PELETIZADOR	CÓDIGO	COR1-01
SISTEMA / PARTE	ESTADO*	OBSERVACIONES	
SISTEMA ELÉCTRICO		El control tiene problemas para sensar la temperatura en el DIE (dado extrusor), posiblemente por la resonancia que ocasiona la vibración que surge del corte del pellets	
MOTOR ELÉCTRICO CORTADOR	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CONTACTORES Y RELES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CABLES Y BORNERAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TERMOCUPLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
RESISTENCIAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MOTOR ELÉCTRICO SEPARADOR	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA ELECTRÓNICO			
VARIADOR DE VELOCIDAD	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLES	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE CORTE			
CUCHILLAS	2	Se encuentran en buenas condiciones	
DADO DE CORTE	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TANQUE DE CALENTAMIENTO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TUBERÍA	2	Se encuentran en buenas condiciones	
SISTEMA DE SEPARACIÓN(AGUA PELLETS)			
MOTOR ELÉCTRICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
BARRIL MALLA	2	Se encuentran en buenas condiciones	
ETAPA DE SECADO Y SELECCIÓN	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MALLA VIBRATORIA	2	Se encuentran en buenas condiciones	
VENTILADORES CENTRÍFUGOS 2	2	Se encuentran en buenas condiciones	
CANAL DE SECADO	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TRANSPORTADOR DE ESPIRAL	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TORNILLO DE ESPIRAL	2	Se encuentran en buenas condiciones	
TUBO DE PVC	2	Se encuentran en buenas condiciones	
MOTOR ELÉCTRICO	2	Se encuentran en buenas condiciones	

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

De acuerdo a lo presentado en el anterior diagnóstico podemos decir que los equipos de la planta de plásticos están en buen estado mecánico, aunque presenta fugas de aceite hidráulico en algunas uniones y algunos dispositivos de medición no funcionan.

4. MODELO ORGANIZACIONAL DEL MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIAS LIMER

Una vez realizado el diagnóstico de equipos y la descripción de la situación actual del mantenimiento, se hace más evidente la necesidad de contar con una nueva organización del mantenimiento que aplique las herramientas y las técnicas de gestión industrial, sectorial, nacional e Internacional para mantener maquinarias acordes a las necesidades del cliente interno y externo.

Esta nueva organización fortalecerá la gestión administrativa, la gestión de producción y la gestión de mantenimiento tratando de utilizar al máximo los recursos físicos y humanos que dispone la empresa para que sea posible su implementación.

4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL PROPUESTA PARA EL MANTENIMIENTO

La Organización de Mantenimiento para la Industrias Limer Ltda está organizada de una forma centralizada y se encarga de las labores de mantenimiento en los equipos, instalaciones e infraestructura física de ésta. Será presidido por el gerente y éste a su vez estará asistido por el Director de departamento técnico que junto al Jefe de planta se encargarán de asignar actividades al cuerpo de Técnicos y operarios para que desarrollen las tareas programadas; su estructura organizacional se puede ver en la figura 22.

Funciones del recurso humano de mantenimiento

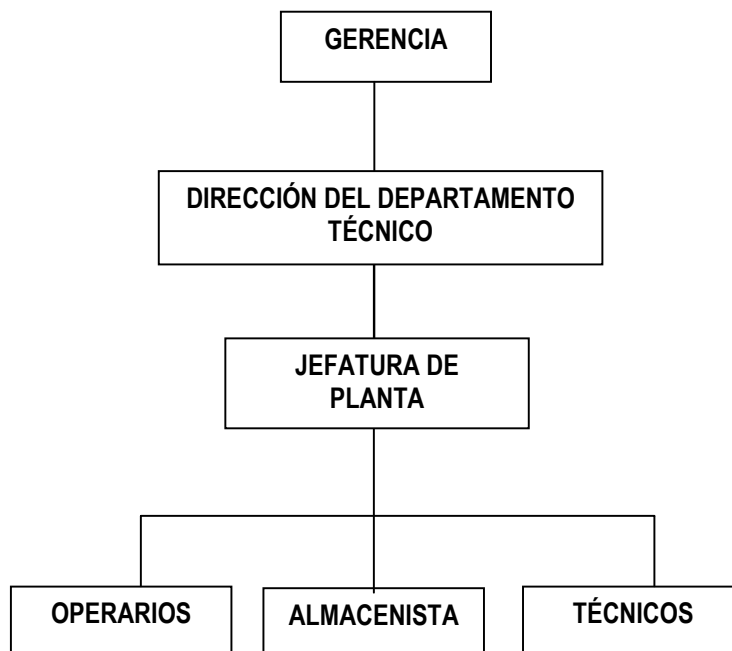
- **Funciones Director del Departamento Técnico**

1. Responsable de la organización de mantenimiento ante la gerencia de la empresa.
2. responsable de los proyectos de la empresa

3 Estudiar la conveniencia de reposición y/o modernización de los equipos actuales y selección de la tecnología adecuada que permitan asegurar la eficiencia de los procesos.

4. Estar informado acerca de las prácticas de la industria, nuevos métodos, equipos y materiales y de las innovaciones tecnológicas con el fin de capitalizar conocimiento y ponerlas en práctica en el sitio de trabajo

Figura 22. Estructura Organizativa del mantenimiento



- **Funciones del Jefe de Planta**

1. Recibir las solicitudes de servicio de mantenimiento correctivo y preventivo, proveniente de los técnicos u operarios

2. Analizar la solicitud y su factibilidad, elaborando los presupuestos y el proyecto correspondiente para presentarlo a la Dirección del Departamento Técnico o proceder a ejecutarlo si es el caso.

3. Planear, coordinar y desarrollar los programas de mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos de la planta a fin de garantizar su confiabilidad y superar su vida útil.
4. Dirigir, coordinar y controlar los programas de inspección, limpieza y lubricación de los equipos para garantizar la seguridad de las operaciones.
5. Dirigir, coordinar y controlar el mantenimiento de la planta física de la Empresa.
6. Realizar las tareas correspondientes para la adquisición de equipos, repuestos, ó materiales garantizando que cumplan con las especificaciones técnicas solicitadas por parte de la Dirección.
7. Mantener actualizada e informatizar la información referente a los equipos, hoja de vida, fichas técnicas, ordenes de trabajo y catálogos que sean verdadera fuente de consulta.
8. Planear, coordinar, desarrollar y controlar los proyectos de mantenimiento para que se ejecuten en el tiempo estipulado, con las normas exigidas y la calidad requerida.
9. Programar, coordinar y orientar las actividades del personal a cargo, identificar las necesidades de capacitación, evaluar su desempeño con el fin de lograr una alineación del grupo con los objetivos del área.
10. Elaborar y modificar el procedimiento mediante el análisis de la situación actual para mejorar continuamente el desarrollo de las actividades administrativas y operativas del mantenimiento.
11. Contribuir en la elaboración y control, del presupuesto anual de la organización con el propósito de optimizar los recursos asignados.

- **Funciones de los operarios**

1. Realizar las tareas de mantenimiento autónomo y de inspección programadas por la organización de mantenimiento.
2. Registrar en los sistemas información asignados los parámetros descritos.
3. Informar al jefe de planta sobre cualquier tipo de anomalía en la máquina que pueda perjudicar el buen desempeño esta.

- **Funciones de los técnicos**

1. Cumplir con las órdenes de trabajo de la organización de mantenimiento.
2. Realizar labores de puesta a punto de líneas de producción.

- **Funciones del almacenista.**

1. Recepcionar, Clasificar, codificar ubicación los repuestos.
2. Llevar un control de pedidos. de los repuestos, materiales,
3. mantener los niveles de existencia.

4.2 PROPUESTA PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En general la organización del mantenimiento propuesto tiene como una de sus finalidades reducir en lo posible la clase de mantenimiento correctivo accidental, pero sabiendo que es un hecho que se presenta en la práctica se debe estar preparado para solucionar estos inconvenientes de la forma más fácil, económica y rápidamente posible.

En la figura 23 se ilustra el proceso propuesto de mantenimiento correctivo, el cual se destaca los pasos y las rutas que se hacen en todo el proceso de la gestión de mantenimiento correctivo.

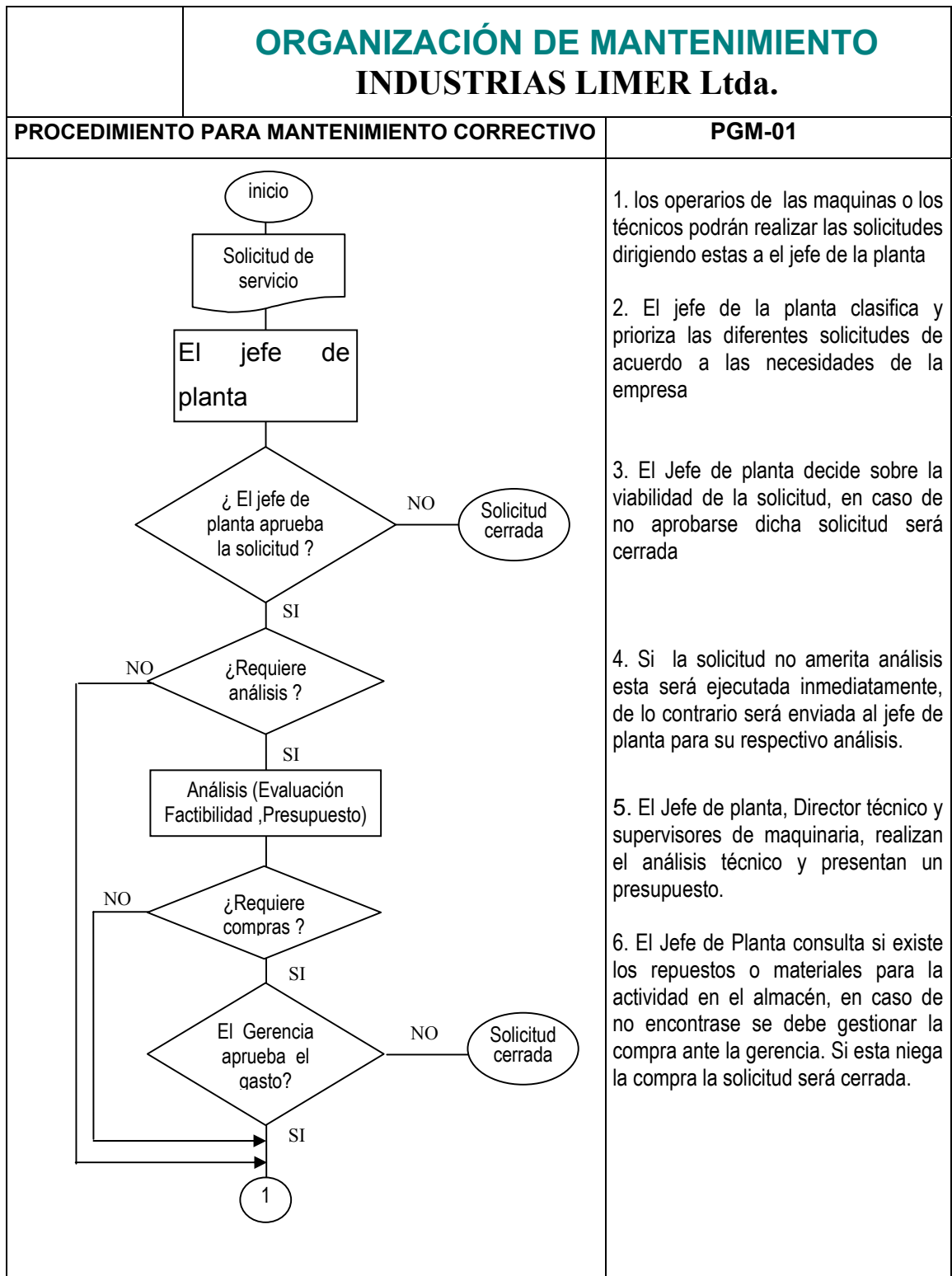
El proceso inicia con la solicitud de servicio escrita o verbal por parte del técnico u operario dirigida al jefe de planta. Este de acuerdo a la prioridad de cada solicitud planea y programa la actividad de mantenimiento correctivo, emitiendo la respectiva orden de trabajo al técnico asignado. El técnico realizara la actividad de acuerdo a lo programado e informara al Jefe de planta para que realice el cierre de la orden de trabajo quedando la actividad registrada en el sistema de información manual.

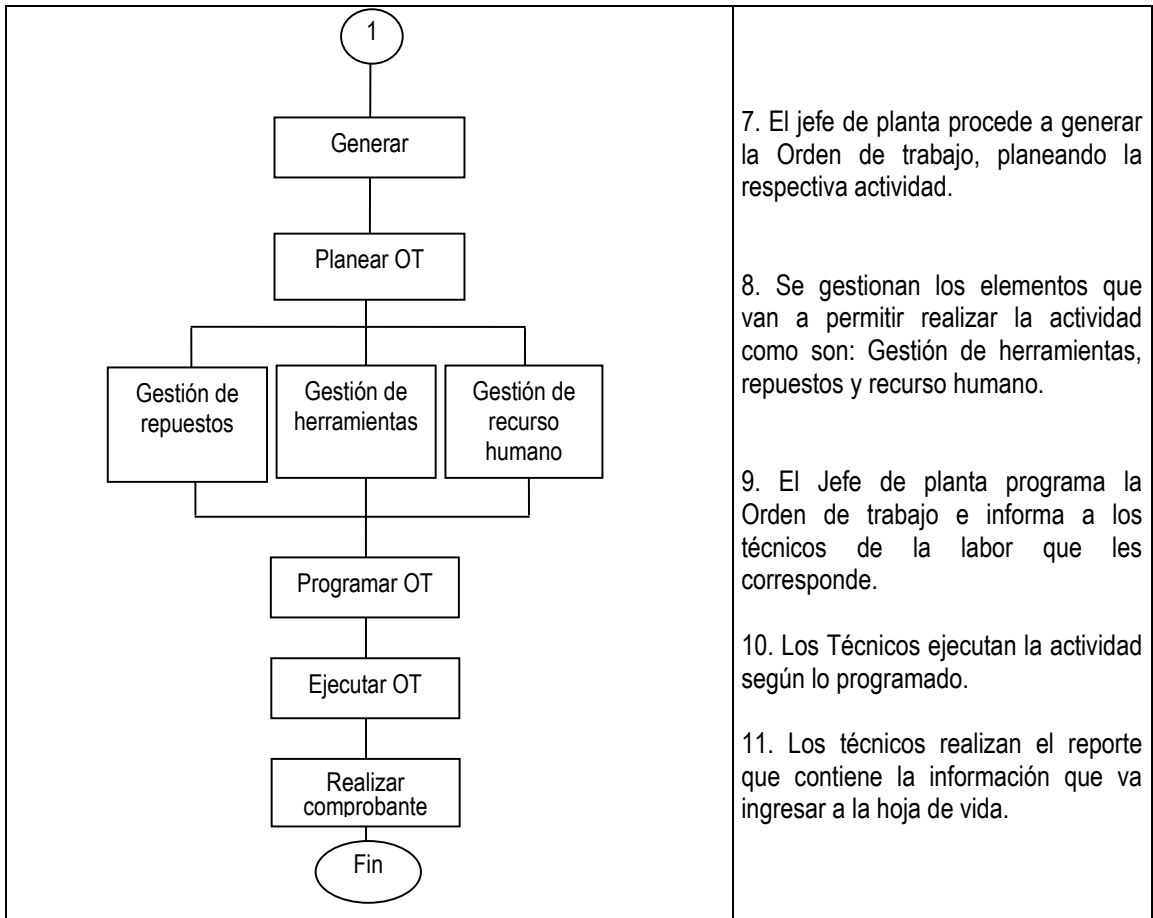
Para lograr esta meta se tuvo en cuenta mejorar en los siguientes aspectos:

- Entrenar al operario para que tenga la capacidad de identificar el daño y tomar una decisión oportuna y acertada, y en lo posible que pueda solucionar el inconveniente.
- Definir los repuestos críticos de cada máquina y los repuestos que son necesarios mantener en stock.
- Facilitar el acceso a estos repuestos críticos por parte del operario, para que finalmente se logre en gran parte un mantenimiento autónomo.
- Agilizar la comunicación y las relaciones con la dirección administrativa para una gestión eficiente de la compra de repuestos y la solicitud de servicios.
- Crear un sistema de información que tengan los permita registrar el evento para hacer un análisis del mismo con el fin de encontrar cada vez mejores soluciones. Para esto hará uso de los formatos de solicitud de servicio y orden de trabajo

La mayoría de los equipos de la planta de plásticos operan de forma suave y continua, en consecuencia el modo de degradación de sus componentes por

Figura 23. Flujograma para mantenimiento correctivo





corrosión y erosión es leve, este hecho acompañado de la disponibilidad del tiempo nocturno para efectuar reparaciones hace que el mantenimiento correctivo planificado basado en inspecciones sea el tipo de mantenimiento mas usado en la planta.

4.3 PROPUESTA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La propuesta de este tipo de mantenimiento se aplica en este modelo de manera selectiva, y en general es una programación de actividades de mantenimiento encaminadas ha prevenir fallas o deterioros de las unidades productivas que causen paradas no programadas. Las actividades de mantenimiento preventivo que se crearon básicamente son de Limpieza, lubricación, inspección y cambio de

partes, para esto se diseñó un mantenimiento sistemático de la mano con mantenimiento autónomo, los cuales se trataran a continuación.

Para la aplicación del mantenimiento preventivo se escogieron la totalidad de los equipos de la planta de plásticos, que es la parte mas critica de la empresa ya que maneja la producción.

4.3.1 Mantenimiento Autónomo

Comprende el conjunto de actividades que el operario o persona encargada del equipo puede realizar diaria, semanal o quincenalmente con el fin de mantener en buen estado la máquina. Estas actividades comprenden tareas de limpieza, lubricación, pequeños ajustes mecánicos y pequeños ajustes eléctricos que se pueden hacer sin necesidad de una minuciosa planeación y programación ya que son propias del cuidado y operación permanente del equipo y dependen del conocimiento que el operario tenga de éste; es de recordar que el mantenimiento preventivo empieza con el cuidado que el operario tenga con el equipo (mantenimiento autónomo).

El Director del Departamento Técnico escogerá los equipos que tendrán el programa de mantenimiento autónomo, para esto se realizará la ficha de mantenimiento autónomo que contiene las actividades a realizar, su frecuencia y una descripción de las partes del equipo involucradas en este mantenimiento como lo indica la tabla 6, esta ficha será ubicada en un lugar visible cerca al equipo.

Los operarios de los equipos serán los responsables de las actividades de mantenimiento autónomo que se programen.

Tabla 6. Ficha de Mantenimiento Autónomo.

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAS LIMER Ltda.		
FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	FGM-	FECHA: / /
EQUIPO	EXTRUSORA PELLETIZADORA	
LIMPIEZA		
<p>1- Para iniciar una producción el sitio de trabajo debe encontrarse limpio y tener despejados los accesos para la operación, manejo de materia prima y manejo de producto.</p> <p>3. Antes de apagar el equipo se debe desocupar la zona de plastificación de la tolva dejando en operación el equipo hasta que salga todo el producto.</p> <p>4. Clasificar en bolsas los residuos plásticos y almacenarlos en la sección de reciclados.</p> <p>5. Por último ordenar la herramienta, barrer y dejar aseado el sitio de trabajo.</p>		
ADVERTENCIA		
<p>1. Antes de encender la máquina cerciórese que los niveles de los indicadores de aceite y grasa de lubricación son apropiados.</p> <p>2. Precaliente el barril durante 40 minutos mínimo antes de mover el husillo.</p> <p>3. No accione el husillo hasta verificar que las temperaturas de las zonas de plastificación tienen el valor mínimo de operación.</p> <p>4. Inicie la rotación del husillo lentamente a medida que se vierte en forma gradual la carga en la tolva hasta alcanzar la estabilización del proceso.</p> <p>5. Dejar enfriar la máquina mínimo 10 minutos después de apagada para hacer intervenciones de mantenimiento</p>		
RECORDAR		
<p>1- Tener en uso los elementos de protección personal.</p> <p>2. Registrar los datos requeridos en el formato de informe de producción</p> <p>3. Marcar las bolsas de residuos plásticos con el nombre del producto y con la fecha</p>		

4.3.2 Mantenimiento sistemático

El objetivo fundamental del plan de acción es aplicar los programas sistemáticos a los equipos en donde estas actividades disminuyan realmente los tiempos perdidos y se mejore su confiabilidad, el objetivo es definir el tipo de mantenimiento acorde a las circunstancias de utilización, ubicación y edad de cada equipo.

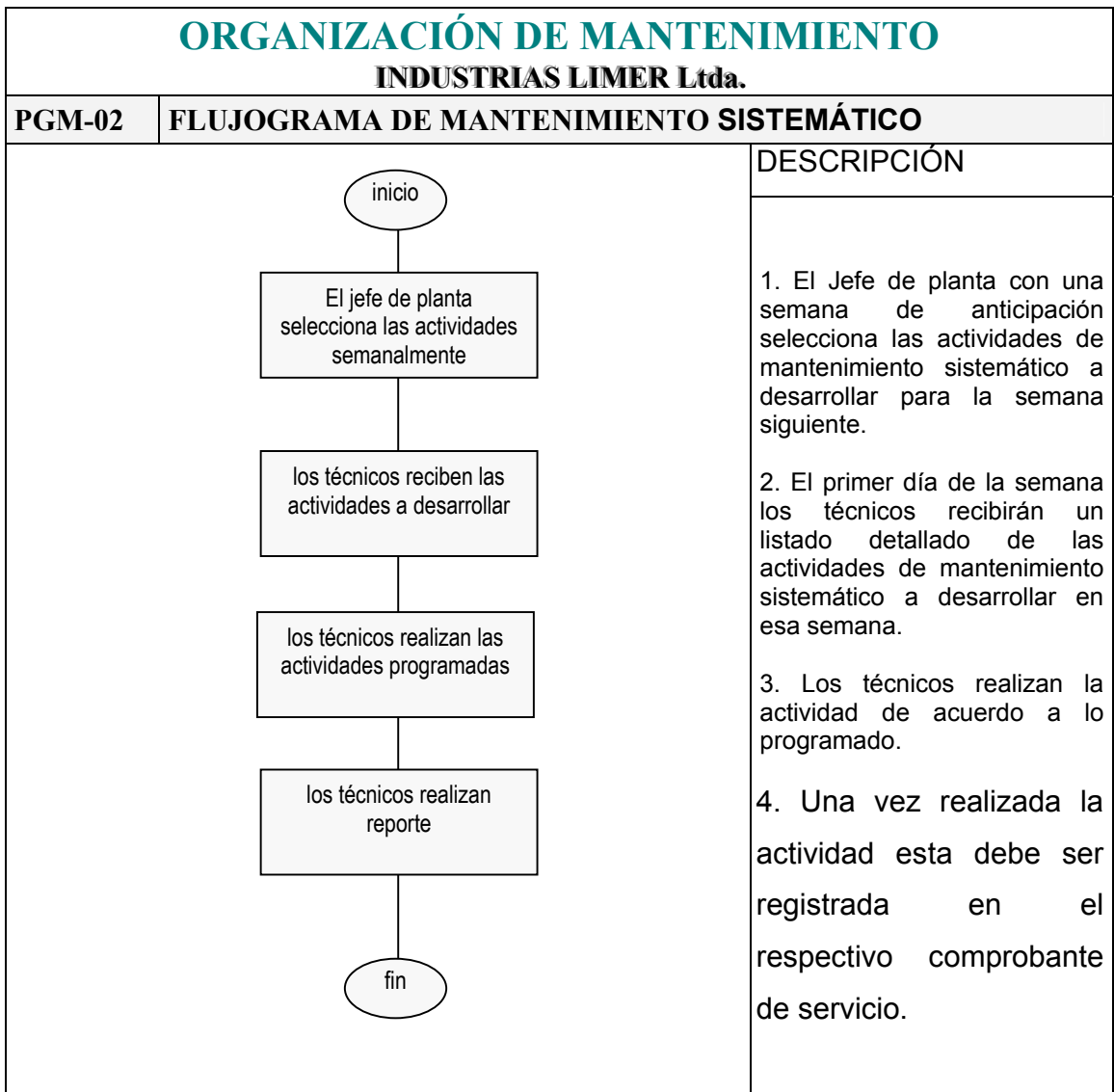
El éxito del mantenimiento sistemático está en la ingeniería que se aplique al diseñar las inspecciones que deben basarse en variables de diagnóstico del equipo preferiblemente en funcionamiento, administrar inspecciones que se traducen en órdenes de trabajo específicas que generan intervenciones de tipo correctivo y solucionar las anomalías seleccionadas.

El programa de mantenimiento sistemático debe permitir el manejo y aplicación de actividades de mantenimiento, información de requerimiento de mantenimiento de los equipos, manejo de calendario, manejo de frecuencia, rutina de lubricación e inspección, asociación de rutinas para equipos similares e integración de planes de mantenimiento sistemático dentro de la programación de la orden de trabajo. Para el mantenimiento preventivo sistemático se diseñó un programa de actividades de básicas para cada equipo registrado a través del formato para mantenimiento sistemático que se muestra en la tabla 7 en el que se incluye actividades de mantenimiento mecánico, eléctrico y de ajuste. Las actividades de lubricación se registraron en un formato independiente llamado ficha de lubricación como se muestra en la tabla 8. El formato de mantenimiento sistemático contiene información como descripción de la actividad, tiempo de la actividad, frecuencia, personal requerido, repuestos o materiales correspondientes y la clase de parada que se debe efectuar para realizar la actividad. Para el desarrollo de estas actividades se seguirá el procedimiento de mantenimiento preventivo que se muestra en la figura 24.

Tabla 7. Ficha de mantenimiento sistemático

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO							
INDUSTRIAS LIMER Ltda.							
PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO SISTEMÁTICO							
EQUIPO:				MARCA			
LOCALIZACIÓN:			CÓDIGO		No. INVENT		
MANTENIMIENTO MECÁNICO							
TRABAJO A REALIZAR	ACTIVIDAD	TIEMPO TAREA	FRECUENCIA	PERSONAL REQUERIDO	REPUES Y MAT	FUERA SERVICIO	NOTAS
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO							
PARTE	ACTIVIDAD	TIEMPO TAREA	FRECUENCIA	PERSONAL REQUERIDO	REPUES Y MAT	FUERA SERVICIO	NOTAS
MANTENIMIENTO DE AJUSTE Y CALIBRACIÓN							
PARTE	ACTIVIDAD	TIEMPO TAREA	FRECUENCIA	PERSONAL REQUERIDO	HTAS	FUERA SERVICIO	NOTAS

Figura 24. Procedimiento de mantenimiento sistemático



Para realizar el programa de mantenimiento preventivo se recopiló información teórica y técnica como: hoja de vida de equipos, manuales del fabricante, teoría del mantenimiento y de la gestión de repuestos (Sistemas de Mantenimiento. DUFFUAA, Salih; CAMPBELL Jhon. Edit. LIMUSA, 1ª Edición, México, 2000; Administración del mantenimiento; RUEDA GÓMEZ, Gustavo. Curso de

mantenimiento, Bucaramanga 1989); catálogos de fabricantes de insumos (lubricantes, rodamientos, sellos, etc.), algunos registros históricos de cada equipo y conocimiento relatado por los operarios de mas experiencia.

Se establecieron las responsabilidades de mantenimiento de cada funcionario de la empresa describiendo la forma en que se debe hacer la gestión de la actividad, desde el origen de las órdenes de trabajo y las rutas que estas deben tomar.

Se definieron los indicadores para la evaluación constante de la gestión de mantenimiento por medio del índice de disponibilidad de equipos.

Tabla 8. Ficha de lubricación

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIAS LIMER Ltda.				
				FECHA: __ / __ / __
EQUIPO		CÓDIGO		
FICHA DE LUBRICACIÓN				
Figura			Partes	
ID PARTE	LUBRICANTE	FRECUENCIA	MÉTODO	CANTIDAD

4.4 PROPUESTA PARA EL MANEJO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción propuesto propone dar un apoyo a la gestión de producción creando los medios para tener control de las actividades de producción, para esto se desarrollo el flujograma de producción mostrado en la figura 25; que nos define los pasos a seguir a partir de una solicitud de producción. Así como el formato de informe de producción ilustrado en la tabla 9; donde quedan registradas las variables que permiten evaluar la eficiencia de producción, desempeño y las perdidas por calidad.

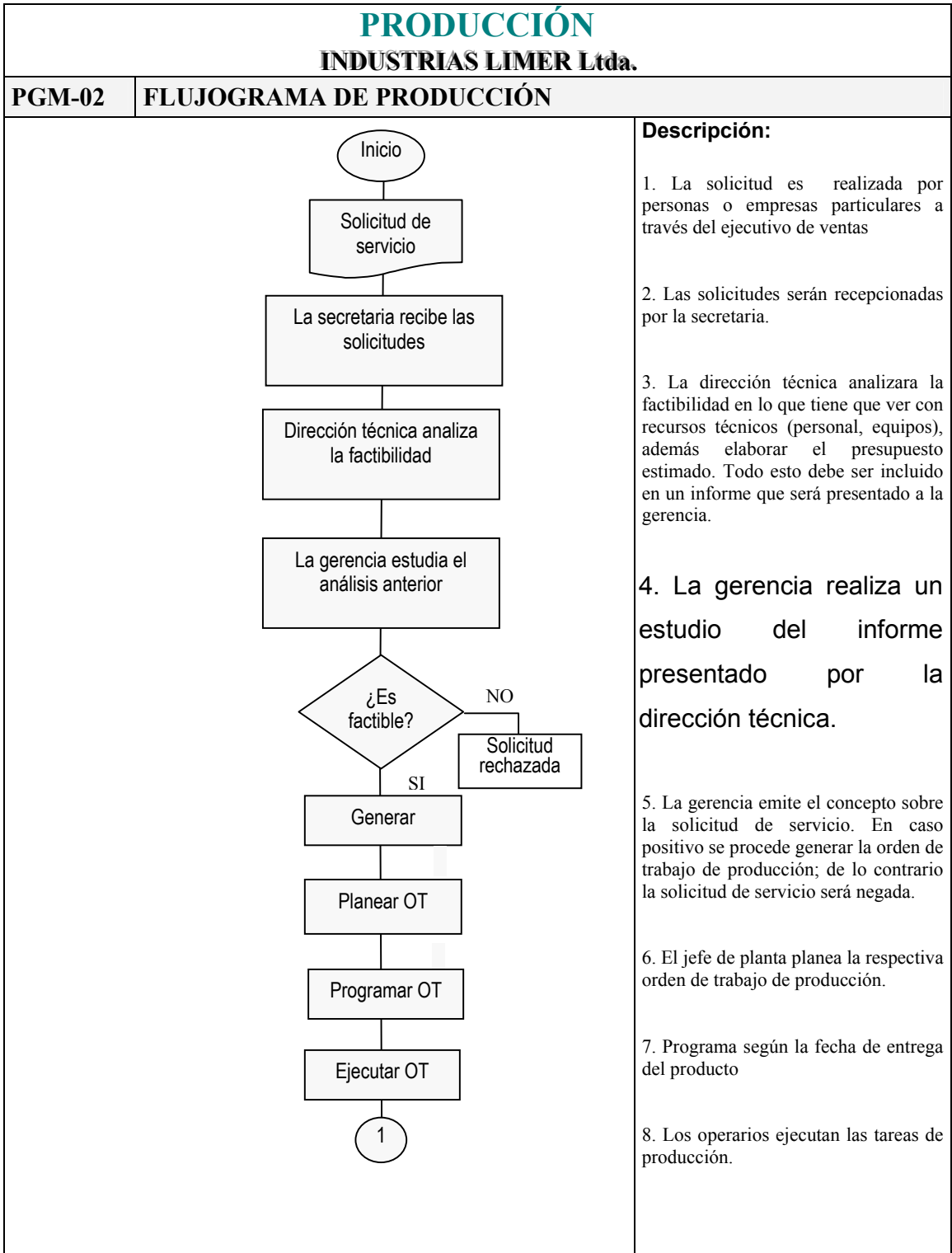
4.5 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE REPUESTO

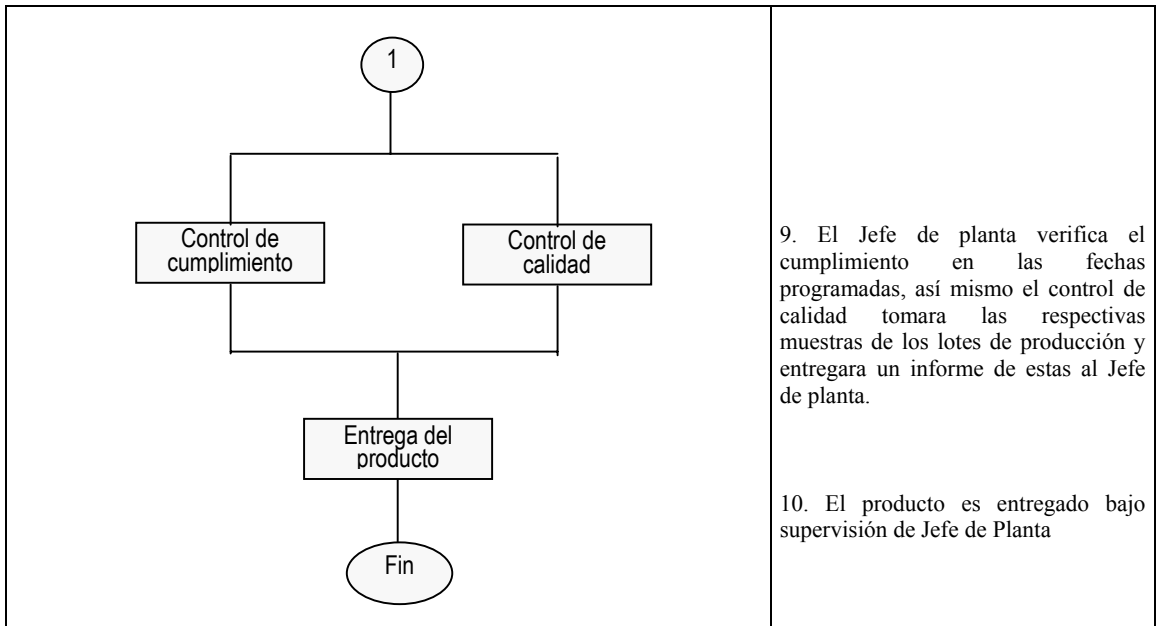
Partiendo del concepto que la excelencia de la gestión de repuestos radica en la prontitud de la entrega de aquellas piezas requeridas y del nivel mínimo razonable de existencia de repuestos y materiales. Se hizo una selección y clasificación de los repuestos que se deben tener en el almacén para agilizar las actividades de mantenimiento; la clasificación fundamentalmente se hizo para definir los repuestos considerados críticos.

El análisis de los repuestos se hizo implícitamente como respuesta a las necesidades de la nueva política de mantenimiento, ya que se ha dejado claro que esta gestión de repuestos es pilar fundamental para un mejor mantenimiento correctivo.

Por otra parte la planeación del mantenimiento se convierte en una forma eficaz de conocer el tiempo, la cantidad y el tipo de repuestos que deben permanecer en el almacén.

Figura 25. Flujograma para producción





Los repuestos para su mejor organización se clasificaron según su uso como específicos, comunes y típicos tal como lo muestra la tabla 27.

Figura 26. Flujoograma para adquisición de repuestos

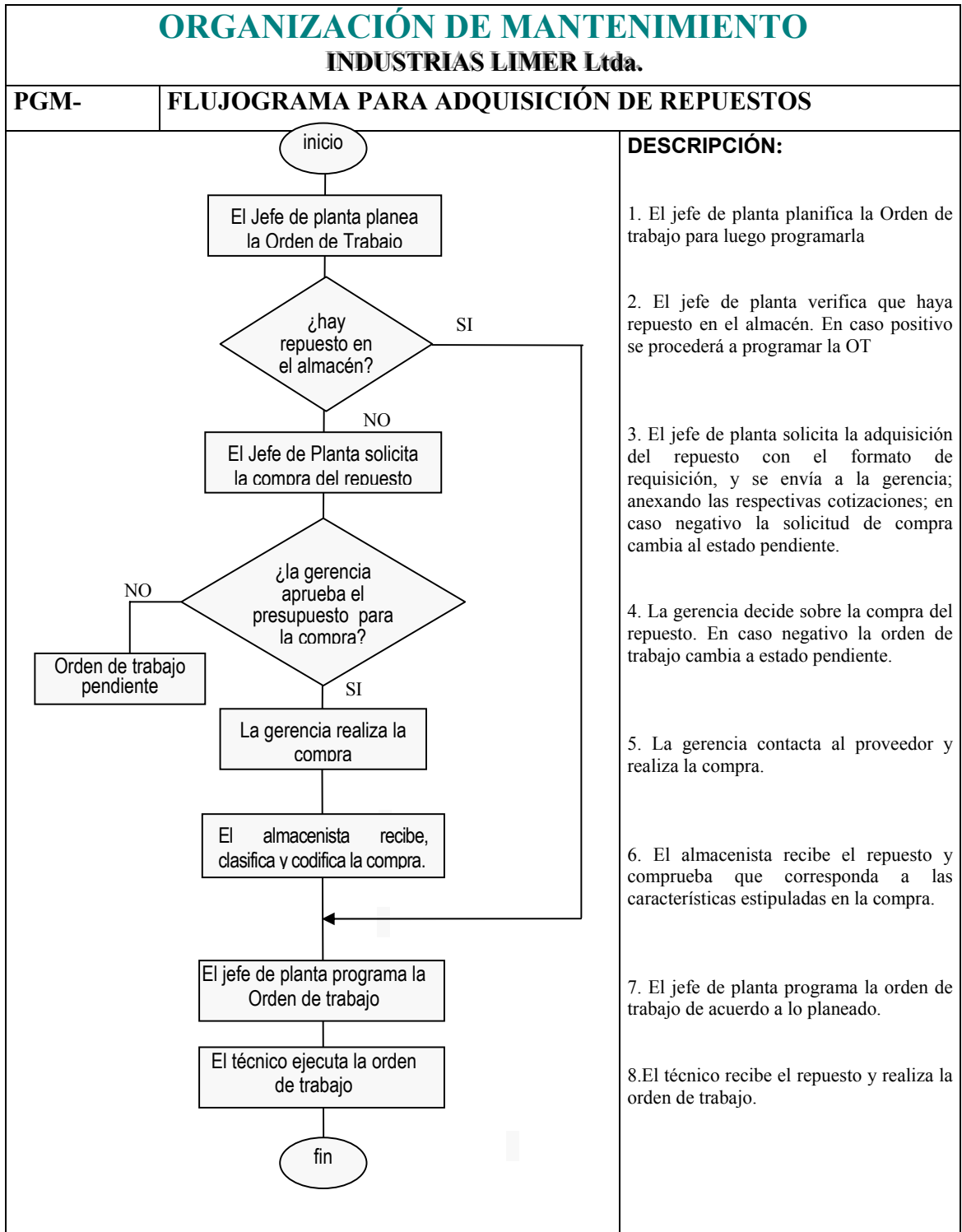


Figura 27. Clasificación de repuestos

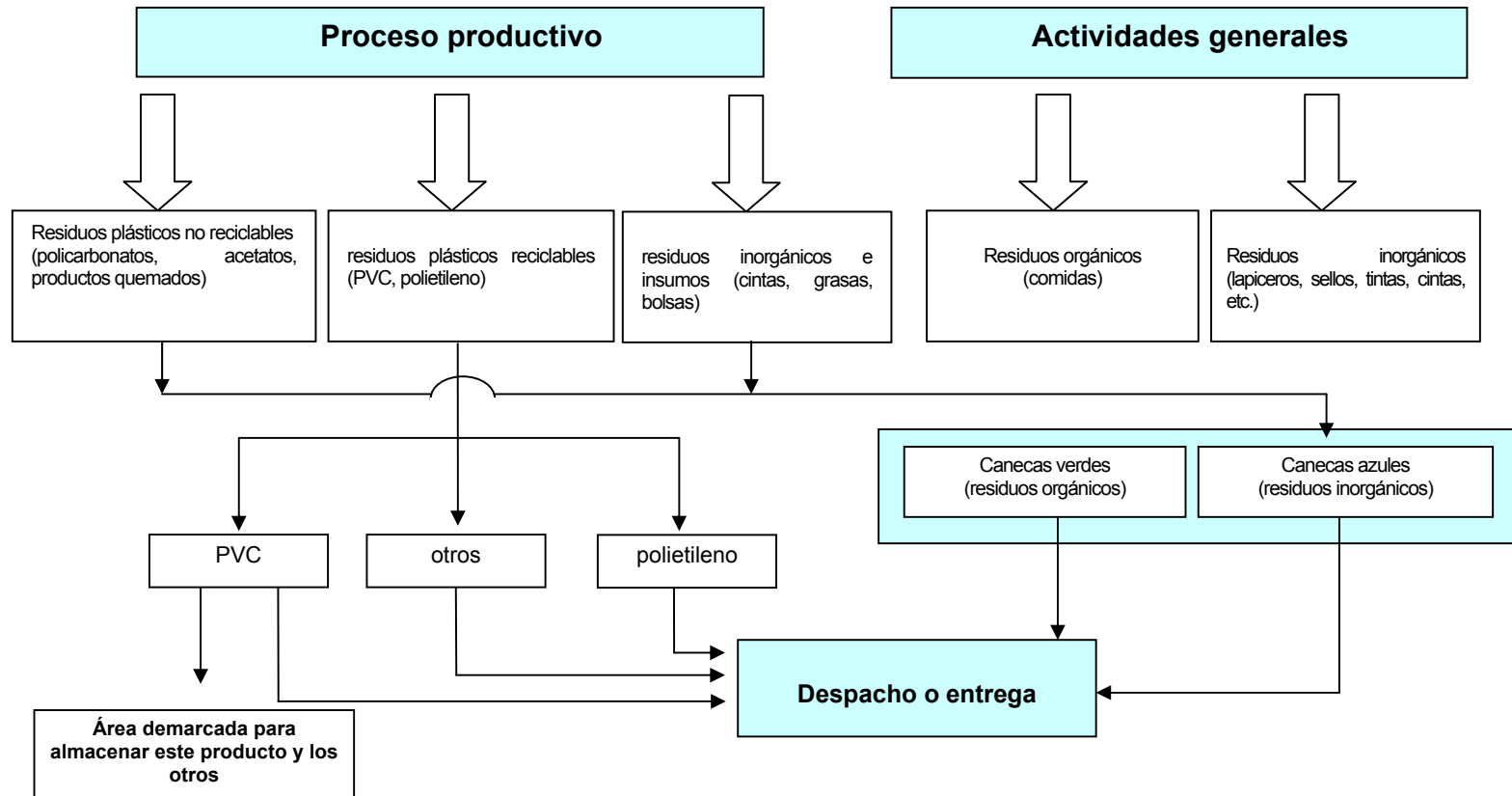
Especiales	procesos, transportes, engranajes, pirómetros electrónicos, variadores de velocidad de motores eléctricos.
Comunes	motores eléctricos, motores hidráulicos, válvulas direccionales hidráulicas, válvulas direccionales neumáticas, válvulas de control de presión, reductores, chumaceras, rodamientos, bombas, instrumentos de medición (termómetros y manómetros), sellos, mangueras, cintas de alta temperatura, termocuplas, resistencias, cables, tornillos, etc.
Típicos	Grasas, aceites, lanillas, cepillos, lijas, cintas

4.6 PROPUESTA PARA MANEJO AMBIENTAL

Para esta propuesta se identifican los residuos que son producto del proceso productivo y de las actividades generales, se establecen las rutas que deben seguir, y el criterio que rige la administración de los mismos.

La administración de residuos es orientada de tal forma que permita cumplir dos objetivos específicos: el mayor beneficio económico de los residuos reciclables plásticos y el buen manejo (almacenamiento y despacho) de los residuos orgánicos e inorgánicos que no tienen valor. Para el logro de estos objetivos industrias Limer cuenta con prácticas de almacenamiento y despacho para todo el material residual, sin embargo se propuso formalizar este modelo haciendo un diagrama de la estructura del proceso con la identificación de los elementos y sus rutas, como lo muestra la figura 28.

Figura 28. Modelo para el manejo de residuos



Realmente en Industrias Limer se practica una buena política de manejo ambiental. Las basuras se clasifican en canecas identificadas con colores correspondientes a desechos orgánicos e inorgánicos. Los residuos plásticos que dejan los procesos de la planta son clasificados y ubicados en zonas establecidas para después ser vendidos como materia prima de productos de baja calidad. Debido a que no se encontraron deficiencias en este aspecto no se propusieron cambios.

4.7 PROPUESTA DE SEGURIDAD OCUPACIONAL

En la planta de plásticos existen varios factores de riesgo:

A corto plazo, los riesgos mecánicos que implican la operabilidad de los equipos, incendios y explosiones.

A largo plazo, los riesgos por suspensión de partículas absorbidas por vía respiratoria y riesgos por exposición permanente a alto ruido.

Para dar solución a estas condiciones inseguras se propuso crear una política de seguridad industrial que garantice el cumplimiento del manual de seguridad establecido por la empresa donde se deja claro el uso de elementos de protección personal como casco, tapabocas, guantes, tapones auditivos y gafas.

4.8 PROPUESTA DE RECURSO HUMANO

La filosofía TPM tiene como pilar fundamental utilizar al máximo el potencial del personal de la empresa. La gestión del conocimiento pretende que la empresa desarrolle una alta capacidad de adaptación y de institucionalizar el cambio. Hace que la empresa descubra o identifique sus fuerzas o capacidades internas para desarrollarlas a medida que las condiciones del entorno cambian.

Recientemente las organizaciones industriales y de servicio se han venido preocupando por el proceso de creación, conservación, distribución y utilización del conocimiento como una forma de lograr transformaciones efectivas y fortalecer sus posiciones en mercado cada vez más complejos.

Para la propuesta de esta nueva organización del mantenimiento, es necesario encaminar esfuerzos para la potencialización del recurso humano; como estrategia para lograrlo se ha definido programas de capacitación ofrecidos por el personal altamente calificado de la empresa hacia los empleados y de instituciones certificadas para tal fin.

- Programa de capacitación del personal altamente calificado de la empresa dirigido a los empleados:

En la programación se fijaron dos horas semanales de todos los lunes para coordinar las nuevas políticas de producción y mantenimiento y realizar talleres que permitan evaluar la recepción del conocimiento y retroalimentarlo constantemente.

- Programa de capacitación realizado por instituciones certificadas

Industrias Limer cuenta con el convenio SENA para cursos técnicos relacionados con los procesos de la industria del plástico y apropiación de las diferentes tecnologías desarrolladas para esta maquinaria.

Finalmente se propuso desarrollar mecanismos en la empresa que estimularan al personal a capacitarse constantemente como incrementos salariales y disposición para horarios de trabajadores que estén estudiando.

4.9 PROPUESTA DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

En la planeación del mantenimiento se estableció el tipo y la cantidad de herramientas para cada actividad programada. Las herramientas se clasificaron en herramienta liviana y herramienta pesada, se marcaron e inventariaron.

La herramienta liviana en su gran mayoría se ubicó de acuerdo a la clase de maquinaria en muebles muy cercanos a cada equipo y la herramienta pesada se centralizó en una sección en el costado oriental de la planta (ver figura 5 distribución en planta) con el fin de tener un mejor orden y que permanezcan disponibles.

Un punto importante en la gestión de herramientas propuesta, es la inversión en forma escalonada de nuevas y mejores herramientas.

5. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIAS LIMER Ltda.

En este capítulo se describirán los tipos de actividades que están incluidos en el programa de mantenimiento, así como el plan de mantenimiento para los equipos de la planta, esto permitirá prevenir fallas y evitar las paradas de producción.

TIPOS DE ACTIVIDADES

Limpieza. Su finalidad es servir como herramienta para lograr la mejora en los puestos de trabajo de la Empresa. Hace parte de las actividades propias del mantenimiento autónomo y la desarrollarán los técnicos y los operarios de los equipos. Este tipo de actividades se encuentran programadas en las fichas de mantenimiento autónomo y sistemático (ver tabla 6 y 7 del capítulo 4).

Inspección. Se realiza sensorialmente (vista, oído o tacto) ó mediante el uso de instrumentos de medición como termómetros y medidores de nivel, estas actividades las desarrollarán los técnicos y operarios, según el procedimiento de inspección, observando cuidadosa y detenidamente el estado de los elementos en cuestión; buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, daños o cualquier eventualidad que pueda poner en riesgo la funcionalidad del equipo, y registrando detalladamente las observaciones en el formato destinado para tal fin. Para la ejecución de este tipo de actividades se utilizara la ficha de chequeo en la cual se detalla la parte a inspeccionar, la actividad y las casillas que permiten registrar el estado de estas. Esta ficha se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10. Ficha de chequeo para la inyectora Reed Pretice 100TD

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIAS LIMER Ltda.				
FGM-02	FICHA DE CHEQUEO			
NOMBRE EQUIPO	INYECTORA REED-PRETICE 100TD			CÓDIGO INY1-03
SISTEMA / PARTE	ESTADO*			OBSERVACIONES
SISTEMA ELÉCTRICO	B	M	R	
MOTOR BOMBA HIDRÁULICA				Revisar funcionamiento, ruidos,
CONTACTORES Y RELES				Verificar el correcto funcionamiento
CABLES Y BORNERAS				Verificar estado y conexiones
TERMOCUPLAS				Verificar conexiones
RESISTENCIAS				Verificar conexiones
SISTEMA ELECTRÓNICO				
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLES				Verificar correcto funcionamiento
SISTEMA DE POTENCIA HIDRÁULICA				En buen estado
BOMBA ENGRANAJES INTERNOS				Revisar funcionamiento, fugas, ruidos
MOTOR HIDRÁULICO				Revisar funcionamiento, fugas, ruidos
MANGUERAS Y CONEXIONES				Inspeccionar conexiones y fugas
VÁLVULAS				Verificar fugas y que se encuentre
TANQUE DE ACEITE				Verificar el nivel del tanque
ENFRIADOR DE ACEITE				Verificar el correcto funcionamiento
SISTEMA DE APERTURA CIERRE Y SOSTENIMIENTO DEL MOLDE				
GUÍAS				Compruebe que se encuentren engrasadas
RODILLAS				Verificar lubricación
SELLOS Y BUJES				Revisar estado
SISTEMA DE INYECCIÓN				
HUSILLO				Verificar estado
BARRIL				Verificar estado
BOQUILLA				Verificar estado
SISTEMA DE MONITOREO				
MANÓMETROS				Verificar correcta lectura
TERMÓMETROS				Verificar correcta lectura
MIRILLAS				Se encuentra en buenas condiciones
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN				
TOLVA				Verificar estado.

* Estado 2 bueno, estado 1 regular, estado 0 malo

Lubricación. Cuando se habla de procesos industriales no siempre es deseable la presencia de la fricción, ya que en un sistema de piezas que permanecen en contacto y tienen movimiento relativo entre ellas, se genera una pérdida de energía que se manifiesta en el calentamiento de las superficies y en casos extremos en el deterioro y la destrucción de éstas, causando traumatismos en los procesos; es en estos casos que se debe recurrir al uso de lubricantes.

Figura 29. Ficha de lubricación extrusora pelletizadora

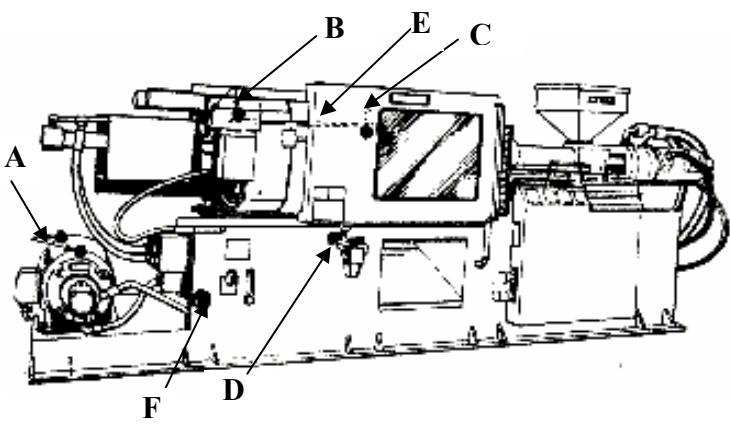
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIAS LIMER Ltda.				
				FECHA: __ / __ / __
EQUIPO EXTRUSORA PELLETIZADORA			CÓDIGO	
FICHA DE LUBRICACIÓN				
			<p>Partes:</p> <p>A. Motor Eléctrico - Lubrique por instrucciones del manufactura</p> <p>B. Barra de seguridad del soporte del bloque del molde y Leva de Trinquete de Seguridad –</p> <p>C. Barra Seguridad de la puerta</p> <p>D. Palanca que actúa la válvula.</p> <p>E. sellos retenedores de rodilleras, guías y placas.</p> <p>F. Deposito de aceite</p>	
ID PARTE	LUBRICANTE	FRECUENCIA	MÉTODO	CANTIDAD
E	grasa # 2	6 meses	con grasera	250 gramos
A	grasa # 2	6 meses	con grasera(ver procedimiento de manual)	Cantidad suficiente
F	Aceite shell DARINA EP 1	6 meses	Limpiar el tanque y cambiar aceite	50 galones

Figura 30. Ficha de lubricación Extrusora pelletizadora


ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIAS LIMER LTDA				
				FECHA: __/__/__
EQUIPO EXTRUSORA PELLETTIZADORA			CÓDIGO	
FICHA DE LUBRICACIÓN				
			<p>Partes:</p> <p>A. Acople del husillo</p> <p>B. Caja reductora de engranajes cilíndricos helicoidales</p>	
ID PARTE	LUBRICANTE	FRECUENCIA	MÉTODO	CANTIDAD
A	grasa # 2	2 meses	con graser(a ver procedimiento de manual)	Cantidad suficiente
B	Aceite shell DARINA EP 1	12 meses	Limpiar el tanque y cambiar aceite	20 galones

Figura 31. Ficha de lubricación Extrusora Dagor


ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIAS LIMER LTDA				
				FECHA: __ / __ / __
EQUIPO EXTRUSORA DAGOR			CÓDIGO	
FICHA DE LUBRICACIÓN				
			<p>Partes:</p> <p>A. Acople del husillo</p> <p>B. Caja reductora de engranajes cilindricos helicoidales</p>	
ID PARTE	LUBRICANTE	FRECUENCIA	MÉTODO	CANTIDAD
A	grasa # 2	2 meses	con grasera(ver procedimiento de manual)	Cantidad suficiente
B	Aceite MOBIL DTE-25	12 meses	Limpiar el tanque y cambiar aceite	20 galones

Figura 32. Ficha de lubricación sopladora

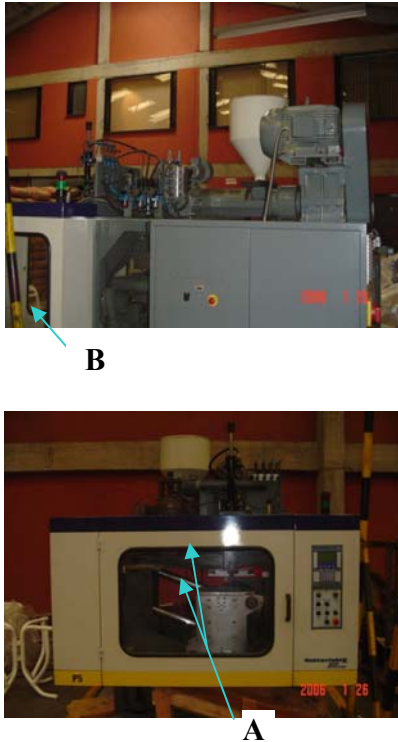

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIAS LIMER LTDA				
				FECHA: __/__/__
EQUIPO SOPLADORA		CÓDIGO		
FICHA DE LUBRICACIÓN				
				<p>Partes</p> <p>A. Guías del molde de soplado</p> <p>B. deposito de aceite hidráulico</p>
ID PARTE	LUBRICANTE	FRECUENCIA	MÉTODO	CANTIDAD
A	grasa # 2	1 mes	con grasera(ver procedimiento de manual)	Cantidad suficiente
B	Aceite Shell DARINA EP 1	12 meses	Limpiar el tanque y cambiar aceite	20 galones

Figura 33. Ficha de lubricación Mezcladora

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
INDUSTRIAS LIMER LTDA				
				FECHA: __/__/__
EQUIPO MEZCLADORA		CÓDIGO		
FICHA DE LUBRICACIÓN				
				Partes: A. Rodamientos del agitador tanque mezclador B. Rodamientos del agitador tanque enfriador.
ID PARTE	LUBRICANTE	FRECUENCIA	MÉTODO	CANTIDAD
A	grasa # 2	12 meses	con grasera(ver procedimiento de manual)	Cantidad suficiente
B	grasa # 2	12 meses	con grasera(ver procedimiento de manual)	Cantidad suficiente

Cambio de partes. Esta actividad será realizada por los técnicos y deberá ser registrado en la respectiva orden de trabajo que dio inicio a la acción. Las partes podrán ser adquiridas a un proveedor o ser elaboradas en los talleres de la Empresa.

En lo concerniente a cambio de partes por mantenimiento preventivo, el jefe de planta deberá adquirir la parte en el momento justo que permita desarrollar sin ningún inconveniente la actividad. Este tipo de actividades se encuentran programadas en la sistemático (ver tabla 7 del capítulo 4).

5.1 PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL

Con el fin de visualizar oportuna y fácilmente las actividades de mantenimiento sistemático se señalaron y se describieron en la tabla 11 que contiene simbólicamente en código de colores toda la programación de un año.

Tabla 11. Programa de mantenimiento

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO																																																								
INDUSTRIAS LIMER Ltda.																																																								
Programa general de mantenimiento					año:					lubricación					limpieza					Cambio de partes																																				
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52				
INYECTORA REED-PRETICE 100TD																																																								
INYECTORA REED-PRETICE 200TE/TES																																																								
INYECTORA REED-PRETICE 300T																																																								
INYECTORA BATTENFELD																																																								
EXTRUSORA D.A.G.O.R (Rescaldina Milano)																																																								
EXTRUSORA BANDERA																																																								
EXTRUSORA ANGER APM																																																								
SOPLADORA BATTENFELD (PUGLIESE) P5																																																								
BASCULA																																																								
MEZCLADORA DE DOS ETAPAS																																																								
PELETIZADOR																																																								

6. SISTEMA DE INFORMACIÓN

Un buen sistema de información para el mantenimiento es el pilar en el que se basa una buena gestión, es fuente de análisis y obtención de informes; y contribuye al desarrollo y corrección de los objetivos planteados por la Empresa para el cuidado de sus equipos. En este capítulo se describirá el sistema manual de información así como los indicadores de gestión.

6.1 DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA MANUAL

Para el desarrollo del sistema de información manual es necesario el uso de formatos, que den orden y jerarquía a las diferentes actividades programadas según su importancia y que permitan realizar un eficiente control de los registros para un adecuado análisis de los datos con el fin de desarrollar la gestión necesaria para aplicar mejoras.

La organización de mantenimiento tendrá los siguientes elementos dentro de su sistema de información manual:

- Ficha Técnica.
 - Solicitud de servicio
 - Orden de Trabajo.
 - Comprobante de servicio
 - Hoja de Vida.
 - Ficha de inspección.
 - Ficha de mantenimiento autónomo.
 - Ficha de mantenimiento sistemático.
-
- **Ficha técnica.** Este documento identifica, ubica y describe completamente los equipos de la empresa, esta información será almacenada en una carpeta denominada fichas técnicas que será manejada por el Jefe de planta. En la tabla 12 se muestra el formato de ficha técnica; las fichas técnicas

- **Solicitud de servicio.** Documento que permite a los operarios o a los técnicos solicitar formalmente al Jefe de Planta, la ejecución de actividades necesarias para mantener en buen estado los equipos de la empresa. Este formato se puede observar en la tabla 13.


Tabla 13. Solicitud de servicio

ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	
INDUSTRIAS LIMER Ltda.	
SOLICITUD DE SERVICIO	
	FECHA: _____
EQUIPO : _____	MARCA: _____
CÓDIGO : _____	N° INVENTARIO: _____
RESUMEN DE LA SOLICITUD: _____	

NOMBRE SOLICITANTE: _____	

- **Orden de trabajo.** Documento usado por el Jefe de planta para informar a los técnicos u operarios sobre las actividades de mantenimiento que estos deben desarrollar. Así como para detallar la intervención realizada al equipo y los costos de la actividad realizada como se puede observar en la tabla 14.

Tabla 15. Hoja de vida

		ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAS LIMER Ltda.		
		HOJA DE VIDA		
EQUIPO : _____		CÓDIGO : _____		
No. DE INVENTARIO: _____		MARCA : _____	MODELO: _____	
NO OT	FECHA	TRABAJO REALIZADO	EJECUTÓ	OBSERVACIONES

En la biblioteca del Jefe de Planta se encuentran ubicadas las carpetas de cada equipo en donde se encuentra las fichas técnicas y, la hoja de vidas, así mismo se encuentran los manuales con su respectiva codificación
La secretaria maneja las solicitudes, ordenes de trabajo y comprobantes de servicio cada una en su respectiva carpeta.

6.2 INDICADORES DE GESTIÓN.

Para la evaluación de la organización de mantenimiento propuesta se desarrolló el índice de disponibilidad el cual a su vez es un parámetro básico para la evaluación del proceso productivo. Debido que se hizo un indicador para medir la eficiencia de procesos que implica el indicador de la gestión de mantenimiento como un valor determinante, se desarrollará a continuación la descripción de los indicadores en forma global.

Eficiencia Global del Proceso (EGP).

Cuando se busca mejorar la productividad de las operaciones de una empresa, se deben minimizar las entradas al proceso y maximizar sus salidas.

El concepto de minimizar las entradas ha sido una de las principales respuestas tradicionales en las empresas, orientando sus esfuerzos principalmente hacia la búsqueda de una reducción de personal. Esta visión tradicional es estrecha y no exige a los directivos de la empresa mejorar a través de la eliminación sistemática de las deficiencias y despilfarros en el sistema productivo. Una herramienta brindada por el TPM para lograr un mejor desempeño en el sistema productivo y los indicadores de la empresa es maximizar la eficiencia global de planta, equipo y proceso (EGP).

La EGP no es más que un método para el cálculo de las pérdidas de un proceso y

da una indicación del grado de competitividad de la organización. La EGP se ve afectada por todas las pérdidas existentes en un proceso, las cuales se agrupan en las siguientes categorías:

- Pérdidas de disponibilidad: incluye las pérdidas por paradas programadas y no programadas.
- Pérdidas por rendimiento: causas que hacen que el equipo no opere a su capacidad original de diseño o máxima determinada por el fabricante.
- Pérdidas por calidad: son las ocasionadas por el volumen de productos defectuosos.

La eficiencia global del proceso es un indicador que muestra el grado de rendimiento general del proceso productivo de la empresa. Tiene como base las tres categorías de pérdidas enunciadas. Esta se expresa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{EGP} = \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad}$$

Factores que afectan el EGP:

Disponibilidad: Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un periodo. Para su cálculo se utilizará el formato para el cálculo del índice de disponibilidad mostrado en la tabla 16, donde se puede observar un ejemplo de este calculo. Se expresa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Calendario} - \text{Tiempo de Paradas}}{\text{Tiempo de Calendario}}$$

Tabla 16. Calculo del índice de disponibilidad

INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS			
Año:	2005	Código:	INY-01-01
Equipo:	INYEKTORA REED-PRETICE 300T		
Mes Evaluado:			
DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISPONIBILIDAD			
Unidad de tiempo: Horas			
Periodo de evaluación: (1) un mes= (720 horas)			
TBD (Tiempo bruto disponible,"periodo de evaluación")	TBD =		720
TPP (Tiempo de paradas programadas)	TPP =		468
Aprobado:	_____		
	(Jefe de Mantenimiento)		
TFS (Tiempo fuera de servicio,"varada")	TFS =		29
Registro:	_____		
	(Operario)		
Parámetros calculados			
TOP (Tiempo de operación programado)	TOP = TDB - TPP =		252,00
TEO (Tiempo del equipo en operación)	TEO = TOP - TFS =		223,00
TDE (Tiempo disponible del equipo)	TDE = TBD - TFS =		691,00
TEA (Tiempo del equipo apagado,"pero listo a operar")	TEA = TDE - TEO =		468,00
ID (Índice de disponibilidad)	ID = 1-(TFS/TOP) =		0,88

Tabla 17. Formato para el cálculo del índice de rendimiento

INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO						
TASA DE RENDIMIENTO						
Fecha:	10/08/2005					
Equipo:	INYECTORA REED-PRETICE 300T			Código:	INY-01-01	
N° Orden de Trabajo:	005865					
Producto:	Tapas para garrafón de agua					
DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RENDIMIENTO						
N° de piezas producidos: 7200 piezas						
N° de piezas que deben procesarse en un rendimiento ideal(NPPCE)						
(Tiempo operación /Tiempo ciclo estándar inyección) x piezas del molde						
Tiempo operación	6 horas	Tiempo ciclo estándar inyección	45 seg.	N° piezas del molde:	16	
NPPCE:	7680 piezas					
Tasa de rendimiento:	$\frac{\text{N° piezas producidos}}{\text{N° piezas que deben procesarse en un rendimiento ideal}}$			$\frac{7200}{7680} = 0.93$		

Donde:

- Tiempo de calendario: Es el tiempo que el equipo debe estar en operación. No incluye el tiempo de paradas
- Tiempo de paradas: Son todos los tiempos muertos no programados. Algunos son imputables a mantenimiento y otros a producción. Se clasifican como:

- A. Paradas programadas
- B. Ajustes por producción
- C. Averías de equipo
- D. Fallas del proceso

Tasa de rendimiento (T.R.): Es el factor que permite determinar si el equipo se encuentra operando por encima o por debajo de la velocidad definida por el fabricante. La tasa de rendimiento puede evaluarse a través de la siguiente ecuación:

$$\text{T.R.} = \frac{\text{Tiempo de ciclo estándar x cantidad procesada}}{\text{Tiempo de operación}}$$

Donde:

- Tiempo de ciclo estándar: Es el tiempo que el equipo requiere para producir una unidad de producto basado en la velocidad o capacidad de diseño.
- Cantidad Procesada: Describe la producción real de un equipo. Puede medirse en unidades, metros, kilogramos.

También puede hallarse mediante la siguiente ecuación.

$$\text{T.R.} = \frac{\text{Cantidad Procesada}}{\text{Cantidad que debía haber producido}}$$

Tabla 18. Formato para el cálculo del índice de calidad

INDICADORES DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	
TASA DE CALIDAD	
Fecha:	10/08/2005
	INYECTORA REED-PRETICE 300T
Equipo:	_____ Código: INY-01-01
N° Orden de Trabajo:	005865
Producto:	Tapas para garrafón de agua
DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD	
N° de piezas producidos:	7200
N° de piezas rechazadas:	470
Tasa de rendimiento:	$\frac{\text{N° piezas producidos} - \text{N° piezas rechazadas}}{\text{N° piezas producidos}} \quad \mathbf{0.93}$

Tasa de Calidad (T.C.): Es la relación entre el total de productos aceptados con respecto al total de productos procesados. Se expresa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{cantidad Total producida} - \text{cantidad rechazada}}{\text{Cantidad total producida}}$
--

CONCLUSIONES

Se realizó inventario y diagnóstico de los equipos de la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda., en el que se codificó y se determinó el estado actual de los equipos de la empresa.

Se creó un modelo de estructura organizacional para el mantenimiento de en la empresa donde se definió las funciones, las rutas y procedimientos a seguir.

Se elaboró un programa de mantenimiento para los equipos de la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda.

Se diseñó un sistema de información manual que permita que realizar toda la gestión de mantenimiento en la planta de plásticos de Industrias Limer Ltda.

Se elaboró un procedimiento que define los indicadores de gestión del mantenimiento, fundamentales para el desarrollo de la forma, el control y el tamaño del mantenimiento adecuado para cada equipo.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN AGUILLÓN, Pedro Ramón. Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz. Segunda Edición. LITOCCHOA, Bucaramanga, 1993.

BENLLOCH MARIA, José. Los Lubricantes. Ediciones CEAC, SA. 1990.

BORRAS PINILLA, Carlos. La Filosofía del Mantenimiento Productivo Total, una perspectiva colombiana. Postrado en Gerencia de Mantenimiento, Universidad Industrial de Santander. 1998.

BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo, UIS, Bogotá; 1998

CLEMENTS, Richard; PARKES, Dennis. Manual de Conservación de Edificios e Instalaciones Industriales. Edit. DEUSTO, 1ª Edición, Bilbao; 1972.

DUFFUAA, Salih; CAMPBELL Jhon. Sistemas de Mantenimiento. Edit. LIMUSA, 1ª Edición, México; 2000.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Estado actual de la ingeniería de mantenimiento en Bucaramanga. Escuela de ingeniería Mecánica, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, UIS, 1992.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Compendio de Normas Técnicas Colombianas para la presentación de tesis y otros trabajos de grado. Santafé de Bogota D.C.: ICONTEC, 2002. 110p. NTC

NORMAS ISO 9001:2 SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD.

PÉREZ GELVEZ, Ariel. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica técnica Colombiana METALTECO Ltda., UIS, Bucaramanga 2002.

PÉREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Sistemas de información en mantenimiento, Postrado en Gerencia de Mantenimiento UIS, Bogotá; 1998.

RUEDA GÓMEZ, Gustavo. Administración del mantenimiento, curso de mantenimiento, Bucaramanga; 1989.

WHITTEN, Jeffrey L. Análisis y Diseño de Sistemas de Información. McGraw Hill. 1998.

VARGAS CORTES, Diego. Programa de mantenimiento preventivo para el frigorífico Vijagual S.A. Bucaramanga 2003.