

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo
en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo
de una Empresa Empacadora de Camarón”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Alvaro Eduardo Pesántez Huerta

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres, a mis hermanos, a todas las personas de la Empresa que me han ayudado durante el transcurso investigativo de este proyecto y en especial al Ing. Rodrigo Sarzosa Cobos Director de Tesis por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a mis padres: Eugenio y María Antonieta, a mis hermanos: Diana, María Fernanda y Xavier, a mis queridos sobrinos: Antonella, Adrián, Andrés y Rafael, y a todas aquellas personas que han estado apoyándome siempre en todo momento.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Julián Peña E.
DELEGADO DEL DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Rodrigo Sarzosa C.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ernesto Martínez L.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Alvaro Eduardo Pesántez Huerta

RESUMEN

EMPACAMSA es una empresa que tiene una trayectoria de más de 20 años en el proceso de empacado de camarón para exportación. A lo largo de su trayectoria ha presentado cambios en su infraestructura debido al incremento que ha sufrido la demanda a través de los años, especialmente a raíz de que se superó el problema de la “Mancha Blanca” que afectó tanto a las camaroneras como a todas las empacadoras del país.

El mantenimiento que se ha venido practicando en todos los equipos e instalaciones de la empresa, no ha sido el adecuado, debido a que nunca ha tenido un cronograma definido de los mantenimientos que se le debe realizar a cada equipo, es más, en la mayoría de los casos se esperaba a que ocurra alguna acción fuera de lo normal para realizarle un chequeo o un mantenimiento cuando ya se presente algún daño o parada de los equipos.

Por esta razón, este estudio estará orientado a realizar un análisis de la situación actual de la empresa, comenzando por conocer su proceso

productivo. Seguidamente, establecer cuál es la etapa de mayor importancia y cuáles son los equipos involucrados considerados como críticos; para de esta manera realizar un plan de mantenimiento de los mismos. El cual contendrá el detalle del mantenimiento recomendado por los fabricantes y los técnicos internos y/o externos de la empresa; así como también el detalle de cada equipo y cuáles serán las frecuencias de los diversos mantenimientos preventivos establecidos.

Cabe señalar que la empresa se encuentra atravesando una etapa en la que la mayoría de los mantenimientos son de carácter correctivo y donde se recurre mucho a las reparaciones de los equipos que sufren fallos o paradas inesperados, por lo que, es necesario comenzar realizando el plan anual de mantenimiento preventivo o predictivo para aquellos equipos de mayor criticidad, ya que estos representan un mayor grado de importancia para la elaboración del producto en las condiciones establecidas según las certificaciones que exigen sus clientes.

Por lo tanto, con la elaboración de este plan de mantenimiento predictivo y preventivo, se espera que la empresa reduzca el porcentaje de mantenimiento correctivo, ya que este presenta atrasos en la producción, alteraciones en la calidad del producto y daños más considerables en los equipos afectados, aparte de la pérdida de tiempo por la llegada de los

repuestos para su reparación. Se planteará una estructura organizacional en el departamento que pueda dar soporte y respuesta a los mantenimientos requeridos; además se analizará qué equipos deberán ser contemplados en el plan de mantenimiento y cuáles deberán ser dados de baja por sus condiciones actuales de operación. Así como también una clara orientación de qué mantenimientos realizar y cuáles son las frecuencias de los mismos, para así evitar el deterioro o daño de los equipos y garantizar de esta manera un incremento en la productividad, un racional uso de los recursos y una marcada diferencia de la competitividad de la empresa.

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS.....	XIV
INDICE DE FIGURAS.....	XV
INDICE DE TABLAS.....	XVII
INDICE DE PLANOS.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. METODOLOGÍA.....	3
1.1. Antecedentes y Generalidades.....	3
1.2. Objetivo General.....	5
1.3. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Justificación.....	6
CAPITULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Definiciones de Mantenimiento.....	11

2.1.1. Tipos de Mantenimiento. Clasificación General.....	21
2.2. Definición del Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.....	22
2.3. Definición de Equipos Críticos. Consideraciones Generales.....	30
2.4. Definición de Matriz de Criticidad de Equipos. Variables que Intervienen.....	40

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA.....	50
3.1. Situación Actual de la Empresa.....	51
3.1.1. Proceso Productivo. Esquema General.....	52
3.1.2. Descripción de los Equipos Principales Sobre la Base de la Matriz de Criticidad.....	53
3.2. Situación Actual del Mantenimiento en la Planta.....	60
3.2.1. Información Existente en la Actualidad. Registros y Operaciones.....	61
3.2.2. Formatos Utilizados en los Procesos de Mantenimiento.....	62
3.2.3. Actividades de Mantenimiento Realizadas Actualmente.....	63
3.2.4. Modalidad de Ejecución de las Actividades de Mantenimiento.....	67

CAPITULO 4

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	100
--	-----

4.1. Determinación de los Equipos Críticos. Definición de las Variables a Utilizar.....	101
4.2. Descripción de las Rutinas de Mantenimiento sobre la Base de los Manuales de Mantenimiento según los Fabricantes de cada uno de los Equipos.....	102
4.3. Establecimiento de las Frecuencias de Mantenimiento Según los Recursos Propios o Externos y/o las Recomendaciones de los Fabricantes. Determinación de las Recurrencias de Mantenimiento Preventivo y los Programas de Inspecciones (Predictivo).....	140
4.4. Elaboración del Plan Anual de Mantenimiento Predictivo y Preventivo de los Equipos de Mayor Criticidad.....	150

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	200
--	-----

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

A	Amperios
AC	Corriente Alterna
°C	Grados Centígrados
cm.	Centímetros
Co.	Correctivo
DC	Corriente Directa
°F	Grados Fahrenheit
FP	Factor de Potencia
Gal.	Galones
h.	Horas
HP	Horse Power (Caballos de Fuerza)
Hz.	Hertz (ciclos/segundo)
I.Q.F.	Individually Quick Frozen (Congelado Rápido Individual)
In Hg	Pulgadas de Mercurio
Kg.	Kilogramos masa
KVA	Kilovoltio Amperio
KW	Kilowatios
Lb.	Libras masa
m³	Metros Cúbicos
min.	Minutos
mm.	Milímetros
Mtto.	Mantenimiento
Prv.	Preventivo
Prd.	Predictivo
PSI	Pound Square Inch (Libras/Pulgadas Cuadradas)
R404-A	Amoniaco
RPM	Revoluciones por Minuto
S.A.H.	Seguridad Ambiental y Humana
seg.	Segundos
Tn.	Toneladas
V	Voltios

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1 Estructura de un Departamento de Mantenimiento.....	29
Figura 2.2 Estructura Convencional de un Sistema Combinado.....	45
Figura 2.3 Estructura en Serie de Sistemas.....	46
Figura 2.4 Conexión Activa de un Sistema con Estructura en Paralelo....	47
Figura 2.5 Modelo de Matriz de Criticidad.....	55
Figura 2.6 Ejemplo de Matriz de Criticidad.....	57
Figura 3.1 Diagrama de Flujo del Proceso A) En Masa B) IQF.....	62
Figura 3.2 Diagrama Esquemático de las Salas de Máquinas.....	67
Figura 3.3 Compresor de Pistón Gram #2.....	68
Figura 3.4 Compresor de Tornillo Mycom #2.....	69
Figura 3.5 Compresor de Tornillo Frick Rwb II Plus.....	70
Figura 3.6 Condensadores Evaporativos Gram y Evapco.....	71
Figura 3.7 Estaciones de Bombeo de las 2 Salas de Máquinas.....	72
Figura 3.8 Congelador de Placas #2.....	74
Figura 3.9 Túnel Espiral #1.....	75
Figura 3.10 Unidad Condensadora y Evaporadores del Túnel #2.....	76
Figura 3.11 IQF por Salmuera y Piscina de Salmuera.....	77
Figura 3.12 Perchas y Evaporador de la Cámara #4.....	78
Figura 3.13 Montacargas #4 y #1.....	79
Figura 3.14 Detectora de Metales #1.....	80
Figura 3.15 Máquina de Hielo Gram #2.....	81
Figura 3.16 Máquina de Hielo Turbo.....	82
Figura 3.17 Máquina de Hielo North Star #1.....	83
Figura 3.18 Silo de Hielo #3.....	84
Figura 3.19 Máquina Clasificadora #2.....	85
Figura 3.20 Máquina Peladora #7.....	85
Figura 3.21 Cocina Laitram.....	86
Figura 3.22 Máquinas Mezcladoras Vertical y Horizontal.....	88
Figura 3.23 Calderos #1 y 2.....	89
Figura 3.24 Bombas de Agua del Muelle.....	90
Figura 3.25 Bomba Dosificadora de Cloro.....	91
Figura 3.26 Tanque de Presión de Cisterna de Agua Salada.....	92
Figura 3.27 Subestaciones #1 y 2.....	93
Figura 3.28 Generador #1.....	93
Figura 3.29 Organigrama del Departamento de Mantenimiento.....	100
Figura 3.30 Ventana Principal del Software de Mantenimiento.....	105
Figura 3.31 Ventana de Búsqueda de Fichas Técnicas de los Equipos...	106
Figura 3.32 Ficha Técnica de Compresor Mycom #1.....	107

Figura 3.33	Ventana de Búsqueda de Actividades Varias de Mantenimiento.....	108
Figura 3.34	Ventana de Búsqueda de Ordenes de Trabajo.....	109
Figura 3.35	Ventana de Ingreso de Actividades Mantenimiento.....	110
Figura 3.36	Ventana de Generación de Ordenes de Trabajo (Parte 1)....	110
Figura 3.37	Ventana de Generación de Ordenes de Trabajo (Parte 2)....	112

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1	Criterios de Criticidad y su Cuantificación.....49
Tabla 2	Ejemplo de Frecuencias de Fallas.....50
Tabla 3	Ejemplo de Impacto Operacional.....51
Tabla 4	Ejemplo de Flexibilidad Operacional.....52
Tabla 5	Ejemplo de Costos de Mantenimiento.....53
Tabla 6	Ejemplo de Impacto S.A.H.....54
Tabla 7	Ejemplo de Cálculo de Criticidad Total.....56
Tabla 8	Ejemplo de Niveles de Criticidad Obtenidos.....57
Tabla 9	Comparativo de Precios de Procesos Internos.....61
Tabla 10	Áreas y Equipos Principales de la Empresa.....65
Tabla 11	Proceso en Masa.....119
Tabla 12	Proceso IQF.....119
Tabla 13	Identificación de los Subsistemas.....120
Tabla 14	Definición del Tipo de Estructura.....121
Tabla 15	Criterios y Cuantificación de Frecuencias y Fallas.....122
Tabla 16	Frecuencias de Fallo.....126
Tabla 17	Impacto Operacional.....126
Tabla 18	Flexibilidad Operacional.....127
Tabla 19	Costos de Mantenimiento.....128
Tabla 20	Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana.....128
Tabla 21	Resultados del Cálculo de Criticidad.....130
Tabla 22	Equipos Directamente Involucrados.....131
Tabla 23	Equipos Indirectamente Involucrados.....132
Tabla 24	Equipos de Congelación y sus Compresores.....158
Tabla 25	Historial de Mantenimientos Realizados a los Equipos Críticos Directamente Involucrados.....204
Tabla 26	Historial de Mantenimientos Realizados a los Equipos Críticos Indirectamente Involucrados.....205
Tabla 27	Inventario de Repuestos Básicos para Equipos Críticos.....221
Tabla 28	Código de Colores de Tabla 27.....223

INDICE DE PLANOS

Plano 1	Vista General de la Empresa
Plano 2	Ubicación de la Empresa

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata de la “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón”, enfocado a brindar una guía confiable de los tipos y frecuencias de mantenimiento para dichos equipos.

Como parte de este análisis, fue necesario hacer un levantamiento de información de la condición actual de los equipos principales de la empresa, así como también de la manera de operar del departamento de mantenimiento, es decir, identificar los tipos de mantenimiento que realiza, el personal con que cuenta para su realización, herramientas y equipos utilizados.

La herramienta que se utilizó para determinar la criticidad de los equipos fue la matriz de criticidad, la cual por medio de un análisis que comienza por la especificación del proceso productivo, determina cual es la etapa del proceso que presenta mayor necesidad de enfoque, en otras palabras, es aquella

etapa que presenta en conjunto una mayor frecuencia de fallos de sus equipos, un alto grado de impacto operacional, poca flexibilidad operacional, altos costos de mantenimiento y un alto impacto en la seguridad ambiental y humana.

Con la determinación de la etapa crítica del proceso productivo, fue posible identificar los equipos involucrados directamente e indirectamente con el mismo; y de esta manera se comenzó a detallar las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales técnicos de cada equipo, complementado además por las sugerencias de los técnicos de la empresa y empresas especializadas del medio.

Todo este análisis finalizó con la elaboración del plan anual de mantenimiento de los equipos críticos directamente e indirectamente involucrados con el proceso productivo, el mismo que incluye tres actividades principales que son: la inspección, limpieza y mantenimiento general periódico de los mismos. Estas actividades permitirán mantener un correcto funcionamiento y alargamiento de la vida útil de los equipos críticos determinados; pero como punto más importante lograr mantener la calidad del producto y la satisfacción de los clientes.

CAPÍTULO 1

1. METODOLOGÍA

1.1. Antecedentes y Generalidades

La empresa empacadora de camarón sobre la cual está orientado este estudio (EMPACAMSA), tiene una participación en la industria alimenticia, exportando camarón, desde el año 1983. Durante este período de tiempo ha presentado muchos cambios en su infraestructura, principalmente incremento de áreas y equipos de congelación, para así poder cubrir la demanda creciente del producto en el mercado internacional; y también para poder estar acorde con las exigencias que las diversas certificaciones le han exigido.

El proceso productivo de la empresa, de manera general, se desarrolla de la siguiente manera (en etapas): Recepción, Clasificación, Empacado, Congelación, Preservado y Despacho.

Con respecto al estado actual de los equipos e instalaciones, se puede decir que una parte de los equipos que se encuentran funcionando en la empresa, desde sus inicios, son los destinados a la congelación y preservado del producto. En el caso de los compresores, por su gran tiempo de uso y las reparaciones que se han realizado a través del tiempo, se encuentran algo deteriorados pero operativos y funcionando en la actualidad. Así mismo los equipos destinados al clasificado del producto tienen semejante antigüedad, pero dado que sus componentes no son de complejo mantenimiento, tienen una operatividad mejor que los equipos anteriormente mencionados, ya que una parte de ellos a más de necesitar de mayor tiempo para su mantenimiento, los repuestos son necesariamente de importación y en la mayoría de los casos no se pueden realizar piezas, partes o adaptaciones locales.

El mantenimiento actual en la empresa está caracterizado por la búsqueda continua de tareas que permitan eliminar o disminuir la ocurrencia de fallas imprevistas y/o reparaciones (paradas forzosas), es decir se encuentra en una etapa muy preliminar de mantenimientos preventivos o predictivos. En su gran mayoría, los trabajos que se ejecutan, son sólo reparaciones menores o locativas tendientes a recuperar la operatividad de los equipos, dado que no

existe un cronograma o un plan anual programado de los mantenimientos preventivos (especialmente) necesarios para los diversos equipos; razón por la cual el estado de los equipos se ve afectado en su mayoría y con la misma tendencia para los equipos de menor y reciente tiempo de instalación.

1.2. Objetivo General

Elaborar un plan anual de mantenimiento predictivo y preventivo de los equipos del proceso productivo que presenten un mayor índice de criticidad de una empresa empacadora de camarón, basados en las recomendaciones directas realizadas por los fabricantes de los equipos, así como de las mejores prácticas del mercado.

1.3. Objetivos Específicos

- Conocer cuáles son los equipos prioritarios (críticos) para las diversas actividades del proceso productivo analizado.
- Conocer el estado actual de las tareas y actividades de mantenimiento que se ejecutan en la empresa.
- Identificar los equipos de mayor criticidad, sobre los parámetros establecidos para el análisis.
- Recopilar la información de las rutinas de mantenimiento preventivo según los fabricantes de los equipos y/o de las

recomendadas por los técnicos, tanto internos como externos a la planta, así como de las mejores prácticas desarrolladas en el mercado y las recomendaciones de expertos en este tipo de equipamiento.

1.4. Justificación

Debido a la gran cantidad de producto que procesa EMPACAMSA, es necesario garantizar el buen funcionamiento y operatividad constante de los equipos e instalaciones, para así poder garantizar el correcto desempeño de la empresa y evitar interferencias o paradas forzadas en los procesos productivos de la empresa.

La etapa de congelación es la más importante en todo el proceso productivo y conociendo que no existen vías alternativas para preservar la temperatura en caso de algún fallo en un equipo o instalación del sistema de frío, es necesario el cuidado y mantenimiento efectivo de los equipos relacionados con este proceso o etapa productiva de la empresa, para así evitar retrasos en la congelación, daño parcial o total de algún equipo o instalación, daño del producto procesado entre lo más importantes, que conlleven al incumplimiento de los programas de producción y de entrega a los clientes.

Con este estudio se pretende realizar un programa de mantenimiento predictivo y preventivo de los equipos del proceso productivo, comenzando por establecer la criticidad de los equipos principales de la operación de la empresa, seguido del levantamiento y tabulación de la información de especificaciones técnicas, recurrencias de mantenimiento preventivo, recomendaciones técnicas, etc. establecidas por cada fabricante, para así poder conocer las frecuencias y mecanismos de mantenimiento y las características de los equipos críticos seleccionados; todo esto complementado con la información proporcionada por el personal técnico de la empresa y/o externo a ella (outsourcing, técnicos de soporte), obteniendo así un mejor control y preservación de los equipos. De ejecutarse correctamente un programa de mantenimiento anual preventivo, a no dudarlo se logrará:

- Maximizar la productividad esperada y por ende la rentabilidad proyectada.
- Garantizar continuidad en los procesos productivos de bienes y servicios.
- Asegurar la calidad de los servicios y/o productos.

- Cumplir con el programa de producción establecido, y por ende realizar las entregas a tiempo y bajo las condiciones pactadas.

Una vez establecido el plan diseñado, a futuro la organización podrá monitorear y confirmar algunos de los logros del mantenimiento preventivo programado, siempre y cuando sea aplicado correctamente. Entre los logros que más se destacan de un programa aplicado de mantenimiento preventivo programado, se tiene:

- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (sean recursos propios o externos -outsourcing-).
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.
- Eliminación de los daños de consideración y aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general en los procesos productivos.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo, garantizando un buen nivel de operatividad y funcionamiento.

- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.
- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de productos dañados por paradas forzadas en los procesos de fabricación o daños y pérdidas de productos.
- Establecer los programas mas apropiados de mantenimiento evitando las fallas y en base a las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de limpieza, ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas.

Este estudio a futuro permitirá a la empresa poder comparar las ventajas que se logran con un programa de mantenimiento preventivo programado versus el operar solamente con una filosofía de realizar reparaciones o mantenimientos preventivos sin un programa anual de soporte y sobre la base de ejecutar actividades por parada o fallas en los equipos.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones de Mantenimiento

A continuación se detallarán algunas conceptualizaciones relacionadas con la palabra mantenimiento, así como el alcance de la misma:

- Mantenimiento es: Asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.
- De manera sencilla, es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones.
- De manera precisa, es un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de

- estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida de forma rentable.
- Metafóricamente hablando: El mantenimiento es la medicina preventiva y curativa de las máquinas, equipos, instalaciones, etc.(1)

¿Por Qué Mantener?

Las razones o los fundamentos por los cuales hacemos mantenimiento pueden ser resumidas en las siguientes categorías (sobre la base de los beneficios logrados). (2)

A. Prevenir o disminuir el riesgo de fallas

Busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias (incluyendo todas sus posibilidades). Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento y en muchas ocasiones es el único motor que mueve las estrategias de mantenimiento de algunas empresas, olvidándose de otros elementos de interés nombrados abajo. (2)

B. Recuperar el desempeño

Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de costos de operación. Grandes ahorros se han logrado al

usar éste como gatillo para el mantenimiento, ya que a veces este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar, ejemplos típicos incluyen: Cambios de filtros de gas, aceite, lavado de compresores axiales, etc. **(2)**

C. Aumentar la vida útil/diferir inversiones

La vida útil de algunos activos se ve seriamente afectada por la frecuencia/calidad del mantenimiento. Por otra parte se pueden diferir grandes inversiones, como por ejemplo reconstrucciones de equipos mayores. Encontrar el punto exacto de máximo beneficio económico es de suma importancia aquí. A modo de ejemplo la frecuencia con la cual se hace mantenimiento mayor de una turbina a gas se ve influenciada por la frecuencia de paradas de la misma. **(2)**

D. Seguridad, ambiente y aspectos legales

Muchas tareas de mantenimiento están dirigidas a disminuir ciertos problemas que puedan acarrear, responsabilidades legales relativas a medio ambiente y seguridad. El valor de dichas tareas es difícil de evaluar. El uso de herramientas avanzadas de computación ha permitido en algunos casos evaluar la relación costo/riesgo y así determinar los intervalos óptimos de mantenimiento. **(2)**

E. Factor Brillo

La imagen pública, aspectos estéticos de bienes, la moral de los trabajadores, etc. Son factores importantes a la hora de elegir tareas e intervalos de mantenimiento. Por ejemplo la pintura de una fachada de edificio: el intervalo entre pintadas es modulado más por la apariencia, que por el deterioro de la estructura por baja protección.(2)

2.1.1. Tipos de Mantenimiento. Clasificación General

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Definición

Básicamente, este tipo de mantenimiento consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiecen a fallar o a dañarse. En el programa de Mantenimiento Predictivo se analizan las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando o en operación. Consiste en el análisis de las operaciones de mantenimiento para su optimización, permitiendo de esta manera ajustar las operaciones y su periodicidad a un máximo de eficiencia. Esto es siempre menos costoso y más confiable que el intervalo de

mantenimiento preventivo de frecuencia fija, basado en factores como las horas máquina o alguna fecha prefijada. El combinar Mantenimiento Preventivo y Predictivo ayuda significativamente a reducir al mínimo el Mantenimiento Correctivo no programado o forzado.

El realizar controles aleatorios o basados en la experiencia de los operadores de los equipos y de la gente de mantenimiento, generalmente es un soporte a la hora de evitar daños mayores o que se produzcan por efecto de las paradas forzadas. **(3)**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Definición

El Mantenimiento Preventivo se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinaria en general (prevenir), es denominada también por algunos autores como Mantenimiento Proactivo Programado. El objetivo último del Mantenimiento Preventivo es asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una Organización, Institución o Empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e

interferencias en los procesos y actividades inherentes de la Empresa y a las personas que laboran en ella.

El Mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas, las mismas que generalmente son definidas por los fabricantes, y a falta de estas se puede recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de Manutención.

Las actividades básicas y más generales definen la cobertura del mantenimiento preventivo, entre las cuales se pueden mencionar:

- Limpieza y aseo de: edificaciones, equipos, instalaciones, maquinaria, sistemas, etc.
- Lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.

- Ajustes y Calibraciones.
- Supervisión y Control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general (control de dispositivos de medición de horas de trabajo, por ejemplo: horómetros). **(3)**

Objetivos y Alcance del MPv.

Entre los objetivos más importantes del Mantenimiento Preventivo podemos citar los siguientes:

- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.
- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones en general.
- Alargar la vida útil de una instalación, maquinaria o equipo.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.

- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de daños causados por las paradas forzadas o imprevistas en los procesos de fabricación.
- Establecer los programas mas apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas.(3)

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Definición

Acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento.

También denominado mantenimiento reactivo, es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto (parada forzada). Las causas que

pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales, a la ausencia de tareas de mantenimiento (reparaciones), a sobre uso o utilización de los equipos fuera de las condiciones normales de operatividad del diseño, a problemas de fabricación de partes o piezas de equipos y, a requerimientos de producción que generan políticas como la de “repara cuando falle”, o “no pares que el equipo aguanta”.

Existen desventajas cuando dejamos trabajar una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, ya que generalmente los costos por impacto total son mayores que si se hubiera inspeccionado y realizado las tareas de mantenimiento adecuadas que mitigaran o eliminaran las fallas, de acuerdo a lo establecido en las recomendaciones de mantenimiento del fabricante y/o las mejores prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo. **(3)**

OTROS CONCEPTOS

Terminología

- **MANTENIMIENTO:** Acciones necesarias para conservar un activo físico de modo que permanezca en una condición prevista.

- **DEFECTO:** Ocurrencia en maquinaria o equipos que NO impide su funcionamiento.
- **FALLA O AVERÍA:** Ocurrencia en maquinaria o equipos que impide su funcionamiento. **(4)**

MANTENIMIENTO REACTIVO

Es aquel mantenimiento que está determinado por las siguientes características:

- Reparación de averías.
- Mantenimiento no planificado.
- Se presenta la falla o avería.
- Decidir aplicación mediante análisis de costos.
- Aplicable a equipos:
 - ✓ De bajo costo.
 - ✓ Auxiliares.
 - ✓ Sin riesgo personal **(4)**

Ventajas del Mantenimiento Reactivo

- Aprovechamiento máximo de activos hasta la falla.
- Labores efectuadas por personal de mantenimiento.
- Poca infraestructura administrativa.
- Poca necesidad de diagnóstico o inspección. **(4)**

Desventajas del Mantenimiento Reactivo

- Mayor costo por pérdida de producción y mayor costo de mantenimiento.
- Imprevisión origina paralización mayor.
- En ocasiones el equipo sufre deterioro importante.
- Operación insegura y ambiente deficiente.
- Posibilidad de avería en cadena.
- Requiere buena logística.
- Inaplicable a equipos críticos. **(4)**

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es aquel mantenimiento que está determinado por las siguientes características:

- Mantenimiento programado.
- Incluye actividades de:
 - ✓ Inspección
 - ✓ Conservación (lubricación, ajustes, limpiezas, etc.)
 - ✓ Sustitución preventiva
 - ✓ Mantenimiento correctivo
- Implica periodicidad de inspecciones.
- Comprende periodicidad de actividades de conservación.**(4)**

Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- Evita grandes y costosas reparaciones.
- Aumenta la disponibilidad.
- Permite planificar recursos y coordinar actividades.
- Posibilita que los equipos cubran su amortización total. **(4)**

Desventajas del Mantenimiento Preventivo

- Actividades preventivas tienen un costo y disminuyen la disponibilidad.
- Desaprovecha vida útil.
- Frecuencias inadecuadas podrían permitir fallas.
- Requiere optimizar programación mediante modelos.
- Requiere de 2 a 4 años para implantarlo.
- Tiene fundamentos estadísticos y depende de la muestra. **(4)**

Adicionalmente, en este tipo de mantenimiento es válido mencionar la siguiente teoría.

Teoría de Sustituciones Preventivas

- Una sustitución preventiva es justificable o válida económicamente cuando:

- ✓ La tasa de fallas es creciente
- ✓ El costo de la emergencia es superior al de la sustitución preventiva
- Política de sustitución con un solo componente:
 - ✓ A edad constante (cuando falla o alcanza la edad)
 - ✓ A fecha constante (cuando falla o con cadencia prefijada)
- Política de sustitución con varios componentes:
 - ✓ Estática (intervalo de sustitución fijo)
 - ✓ Dinámica (intervalo recalculado en cada renovación). **(4)**

En base a esta teoría, podemos decir que las características que presenta este tipo de mantenimiento, se ven supeditadas a las políticas económicas de cada empresa, generando en la mayoría de los casos un intervalo de recálculo en cada renovación cuando se realiza una sustitución con varios componentes, ya que de esta manera se puede aprovechar mejor la vida útil de los equipos y de sus componentes y también aminorar los costos de reposición.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es aquel mantenimiento que está determinado por las siguientes características:

- Mantenimiento planificado.

- Monitoreo de condiciones.
- Inspección mediante equipo sofisticado.
- Implica inspección planificada.
- Incluye mantenimiento correctivo.
- Subordina actividades al resultado de la inspección. **(4)**

Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- Disminuye costo de mantenimiento.
- Aprovecha vida útil completa.
- No aplica actividades preventivas innecesarias.
- Se fundamenta en el monitoreo de condiciones. **(4)**

Desventajas del Mantenimiento Predictivo

- No permite tan buena planificación como el mantenimiento preventivo.
- Depende de la confiabilidad de los diagnósticos.
- Requiere instrumentos sofisticados. **(4)**

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es aquel mantenimiento que está determinado por las siguientes características:

- Mantenimiento planificado.
- Originado por la detección de un defecto por la inspección o por el análisis de un problema.
- Corrige el defecto antes que suceda la falla.
- Conforme se reduce cantidad de mantenimiento correctivo crece la disponibilidad. **(4)**

ACTIVIDADES DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Las actividades que se desarrollan en un departamento de Mantenimiento son diferentes en cada compañía, institución o empresa; tomando en consideración aspectos tales como:

Número, tipo y/o tamaño de las edificaciones que utiliza en sus procesos productivos; políticas internas de la empresa relacionada con las labores de manutención; estándar de acabados establecido en la empresa; mantenimiento, estructuración y capacidad operativa con recursos propios y políticas de tercerización (outsourcing); disponibilidad de servicios de mantenimiento en el medio en que se desarrollan las operaciones y otros factores particulares que están relacionados incluso con el giro del negocio de la organización. **(3)**

En función de los parámetros anteriores las tareas de Mantenimiento se dividen en:

- Funciones Primarias.
- Funciones Secundarias.

A) *Funciones Primarias:*

1. Mantenimiento de las edificaciones existentes en la institución y de sus instalaciones.
2. Mantenimiento de los diferentes equipos existentes en las edificaciones.
3. Inspección y Lubricación de maquinarias, equipos en general (Mantenimiento Preventivo) de acuerdo a las condiciones estándares y recomendaciones del fabricante.
4. Ejecución de las operaciones estándares tanto de mantenimiento Preventivo como Correctivo.
5. Modificaciones a los equipos y edificios existentes (Mantenimiento de Modernización).
6. Nuevas instalaciones en los equipos y edificios (Mantenimiento de Desarrollo).

7. Inspecciones programadas y aleatorias de las edificaciones, maquinarias, equipos y en general los sistemas y equipamiento complementario de la organización (mantenimiento predictivo). **(3)**

B) Funciones Secundarias:

1. Almacenamiento, Bodegas de Stock: insumos, materiales y repuestos.
2. Protección de las plantas, edificaciones en general. Seguridad Industrial.
3. Disposición de desperdicios.
4. Recuperación y programas de reciclaje.
5. Administración y manejo de Seguros.
6. Servicios Administrativos Varios. Programas de uso racional de recursos, insumos y materiales.
7. Manejo de Inventarios de Activos Fijos.
8. Eliminación y control permanente de contaminantes y ruidos.
9. Cualquier otro servicio que abarque a las diferentes ingenierías de mantenimiento por la administración de la gestión de Manutención de las edificaciones, instalaciones o equipos existentes. **(3)**

Vale destacar y puntualizar que a esta lista se pueden incluir muchas más funciones secundarias, tales como: compras y adquisiciones

directas, control de plagas e insectos, etc.; funciones las cuales dependerán del tipo de organización interna, de la estructura y del tamaño de la empresa que se esté analizando; así como las políticas que los directivos establezcan con relación a las actividades de mantenimiento que se deben ejecutar en la organización por parte de la unidad respectiva. **(3)**

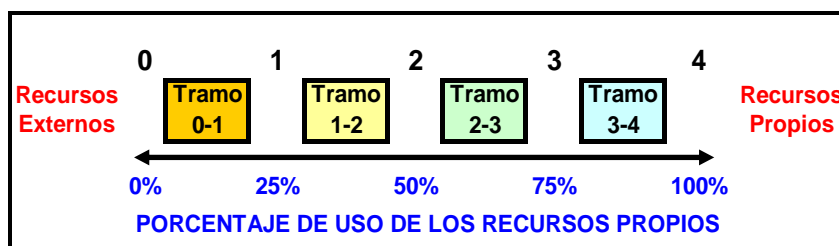
COMPROMISOS DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

- Difundir permanentemente el rol protagónico de la incidencia del usuario en las labores de mantenimiento y su participación directa e indirecta en el proceso.
- Dar más autonomía a los especialistas de cada una de las unidades técnicas de mantenimiento, permitiéndoles intervenir en las decisiones generales del área de mantenimiento (empowerment) y en las decisiones específicas del día a día.
- Revisar procesos (permanentemente) de mantenimiento, adaptándolos siempre a los requerimientos y necesidades de los clientes internos de la organización.
- Asegurar la disponibilidad de maquinarias, equipos, instalaciones, edificaciones y en general servicios de Manutención, de tal forma que se evite detenciones e interferencias en los procesos productivos o de servicios de la organización. **(5)**

ESTRUCTURA DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SOBRE LA BASE DEL USO DE LOS RECURSOS

Existen dos tipos de estructuras extremas generales de mantenimiento: La que realiza las labores de mantenimiento con recursos propios o “in house” y la que realiza los trabajos de manutención con recursos externos o “outsourcing”. En general ninguna empresa realiza todas las labores utilizando sólo recursos propios ni sólo recursos externos, casi siempre se implementa una mezcla de las dos estructuras: pues el realizar actividades de una u otra forma dependen de muchos factores, tales como internos, externos, geográficos, de disponibilidad, de estructura, de tamaño de la organización e incluso de parámetros tan subjetivos como de políticas establecidas. **(3)**

Para ilustrar esta afirmación se presenta la figura 2.1 en la cual se clasifican las estructuras de un Departamento de Mantenimiento sobre la base del uso de los Recursos Propios y en donde los extremos 0 y 4, son estructuras ideales:



Fuente: ING. RODRIGO SARZOSA, Documentación de cátedra de materia de MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) dictada para la Carrera de Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica, 2005)

FIGURA 2.1 ESTRUCTURA DE UN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Con Recursos Propios (“In House”)

Las empresas que cuentan con esta estructura de mantenimiento tienen un departamento “ejecutor” de las tareas prioritarias y que por costos, parámetros de seguridad o ausencia de servicios de mantenimiento externo se las debe realizar “In House” (“dentro de casa”), es decir con recursos propios (personal exclusivo de la organización).

Las empresas que adoptan esta política tienen generalmente una sólida estructura de recursos humanos (más de 500 empleados), cuentan además con una diversidad de edificaciones, instalaciones, sistemas y una gama amplia de equipos que facilitan la ejecución de las actividades de mantenimiento por cuenta propia. En este tipo de estructura es determinante el tiempo que transcurre desde que se origina la solicitud de mantenimiento hasta que se ejecutan los

trabajos (tiempo de respuesta) y las necesidades de limpieza son permanentes. El departamento de Mantenimiento se encuentra dividido en varias unidades especializadas que brindan servicio técnicos, tales como: eléctrico, electrónico, mecánico, automotriz, administrativo de soporte de actividades secundarias, de seguridad y de servicios generales, entre otros. Además se encuentran asignadas actividades secundarias tales como almacenamiento de repuestos, disposición de desperdicios, administración de seguros, manejo de inventarios y activos fijos, compras y adquisiciones directas, implementación de planes de seguridad industrial, protección de edificaciones en general, establecimiento de sistemas de calidad y cualquier otro servicio que abarque la Gestión de Manutención de edificaciones, instalaciones o equipos. Las empresas con este tipo de estructura realizan más del 75 % de las actividades con recursos propios y se encuentran entre los tramos 3 y 4 con referencia al gráfico. Generalmente estas mismas unidades de mantenimiento se encargan del desarrollo y modernización de los sistemas, instalaciones y equipamiento en general de la organización.(3)

Con Recursos Externos (“Outsourcing”)

Las empresas que implementan este tipo de estructura cuentan con un equipo con funciones de fiscalización básicamente y de supervisión de las tareas de mantenimiento tercerizadas (outsourcing) y programadas, generalmente basados en contratos de servicios firmados por la organización. Generalmente son empresas con pocas edificaciones, equipos e instalaciones no muy sofisticadas y estandarizadas.

Las empresas que adoptan esta política son empresas pequeñas o medianas constituidas por menos de 200 personas. En este tipo de estructuras no es determinante el tiempo que transcurre desde que se origina la solicitud de mantenimiento hasta que se ejecutan los trabajos (tiempo de respuesta); los requerimientos de limpieza son bajos y no son una prioridad dentro de la organización. Los departamentos de mantenimiento ejecutan pocas actividades secundarias. Es muy adecuado utilizar este esquema cuando el entorno o el mercado de servicios de mantenimiento específicamente ofrecen una gama muy amplia de servicios de mantenimiento y además hay mucha competencia. Existe todo tipo de empresas de servicios que se ajustan incluso a las necesidades de los clientes, especialmente de horarios de servicios. En este

sistema se realizan menos del 25% de las tareas con recursos propios y se encuentran en el tramo 0-1 con respecto al gráfico anterior.

Existen las empresas que cuentan con estructuras de mantenimiento que no se las puede calificar ni como de recursos propios (tramo 3-4) ni como de recursos externos (tramo 0-1). Estas estructuras se las puede denominar como intermedias (tramo 1-2 y tramo 2-3) en donde la utilización de recursos propios está entre el 25 y 75 %. Este tipo de organizaciones son aquellas que cuentan con una estructura de recursos humanos mediana (200-500 personas). Se establecen algunas actividades de mantenimiento por cuenta propia (ejecución) y se cuenta con un departamento de mantenimiento mediano que realiza ciertas funciones secundarias básicas. La mayor parte de las actividades especializadas de mantenimiento son contratadas con proveedores de servicios de mantenimiento del mercado local.**(3)**

CLASIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

A) En Relación a las Fallas, Daños o Detenciones:

Mantenimiento Preventivo.- Aquel que se realiza antes de que se produzca una falla de consideración o una parada forzada. Este mantenimiento está en función de la planificación y establecimiento de la recurrencia de las labores de mantenimiento con respecto a una unidad determinada de tiempo (diario, semanal, mensual, trimestral, semestral, etc.) o el control del tiempo de servicio (velocímetros, horómetros, desgaste medido, niveles de vibración, etc.). Se incluye en este tipo de mantenimiento aquellas actividades de reparaciones menores o cambio de partes y piezas realizadas después de una parada programada, así como de una serie de actividades denominadas básicas, como son: limpieza, lubricación, ajustes, reparaciones menores, sustitución de partes o piezas, reajustes y calibraciones.

Mantenimiento Correctivo.- Aquel que se realiza después de que se produzca una falla o detención en un equipo, también se denomina por algunos autores: mantenimiento reactivo. Generalmente ya se ha producido una parada forzada o no programada y por ende se debe realizar una reparación o sustitución de partes o piezas. Este mantenimiento se debe evitar, pues

generalmente produce pérdidas de recursos y otros tipos de daños en cadena, que generalmente afectan de manera directa a los procesos productivos y por ende a los planes de producción y cumplimiento con los clientes. **(3)**

B) Con Respecto a las Mejoras:

Mantenimiento de Desarrollo.- El que se realiza debido a la necesidad de cubrir nuevos requerimientos, mejorar la eficiencia del equipo o instalación, alcanzar nuevos estándares validados o aumentar niveles de producción dentro de la organización.

Mantenimiento de Modernización.- Está relacionado directamente con la necesidad de ampliar o mejorar el desempeño de una instalación, maquinaria o equipo en función de alargar la vida útil o realizarse un up-grade integral.**(3)**

C) Con Respecto al Tiempo de Uso/Calidad de Uso:

Mantenimiento por Vida Útil o Desgaste Normal.- Es el que se realiza por condiciones de cumplimiento del tiempo de uso para el cual fue diseñado; es decir el tiempo en el cual deja de prestar servicio en condiciones normales y por lo tanto se debe modernizar, reparar o reemplazar una instalación, equipo o maquinaria.

Mantenimiento Causado o Negligente.- Es aquel que se debe realizar por mal uso, negligencia, abuso o daño causado intencionalmente en un activo específico. Estas labores siempre escapan del control de las áreas de mantenimiento y están en relación directa de la cultura organizacional de la empresa o institución y de la calidad de empleados de la misma. Esta relacionado directamente con la Cultura Organizacional cimentada en la Organización y con los niveles de compromiso de los empleados.

Mantenimiento Predictivo, Proactivo o de Inspección.- Es el conjunto de labores o actividades que se ejecutan, basadas generalmente en los cinco sentidos humanos, de manera rutinaria o específica para garantizar la operatividad de las edificaciones, sistemas, instalaciones, equipos, etc., como soporte de las actividades de mantenimiento Preventivo. Generalmente este tipo de mantenimiento se realiza (Inspecciones) cuando se detecta algo anormal basado en sonidos, olores, presentación visual o el tacto (temperatura o deformaciones), así como por las visitas o revisiones aleatorias realizadas por el personal técnico de la organización. **(3)**

2.2. Definición del Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo

El Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo es un programa de tareas y procesos de manutención anual programado, organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que se deben realizar a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización.

Los activos, equipos, maquinarias, edificaciones, instalaciones, sistemas y en general equipamiento complementario a los cuales se los incluye en el plan de mantenimiento preventivo anual tienen la característica de tener recomendaciones de manutención del fabricante en función de las horas de servicios prestados o de cualquier sistema de medición que se defina para el efecto. Siempre los activos críticos deberán ser considerados prioritarios dentro de la elaboración y posterior ejecución del plan.

Las etapas en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo anual son:

- 1.** Determinación de los equipos, maquinarias e instalaciones críticas, sobre la base de los análisis de los parámetros

establecidos, los cuales generalmente están relacionados directamente con los procesos productivos.

2. Determinación y tabulación de las recomendaciones, recurrencias y necesidades de mantenimiento establecidas por el fabricante y de las mejores prácticas en el mercado de servicios de mantenimiento.
3. Planificación de las tareas de mantenimiento a realizar en función de unidades de tiempo y recurrencias establecidas, las cuales deben ser previamente analizadas y tabuladas.
4. Determinación de los recursos necesarios y asignación de responsabilidades y tareas al personal que participará directa e indirectamente en las labores de mantenimiento.
5. Definición de los controles a cumplir y el monitoreo recurrente que se debe realizar al cumplimiento del programa.

La amplitud general del plan de mantenimiento preventivo anual de una empresa estará en función directa de los siguientes factores:

1. Por la evaluación económica o presupuesto de operación anual establecido y aprobado por la organización, y sobre la base de las

recomendaciones realizadas por el personal técnico de mantenimiento.

2. De las condiciones estándares de las edificaciones, instalaciones y equipos de los que dispone la empresa. Determinación de los “activos técnicos críticos” en la organización.
3. De las prioridades definidas por la empresa, así como de los requerimientos y recomendaciones de los fabricantes y las mejores prácticas de mantenimiento con relación a cada tipo de instalación, sistema o equipamiento complementario con el que cuenta la empresa. **(6)**

DISEÑO DEL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO

Objetivos Generales

Diseñar una guía que sirva para planear, organizar, dirigir y controlar adecuadamente las labores de mantenimiento preventivo y predictivo con el fin de alargar la vida útil de la inversión y mantener el mayor tiempo posible una edificación con todos los sistemas complementarios operativos y funcionales. Evitar detenciones o interferencias producto de las paradas generales imprevistas o forzadas que afectan el proceso productivo. **(6)**

Objetivos Específicos

- Mantener en perfecto estado de conservación y operatividad todas las instalaciones mediante una organización adecuada de todas las labores de mantenimiento preventivo y predictivo.
- Planificar las actividades de mantenimiento en general en función de su periodicidad y complejidad, tratando de unificar la mayor cantidad de actividades posibles, de tal forma que se estandaricen los procesos a ejecutar.
- Determinar el número y características del personal necesario para desempeñar cada actividad y asignarle correctamente sus responsabilidades y el alcance de las tareas que deberán ejecutar, estableciendo siempre rangos de accionar y por ende límites de lo que pueden realizar.
- Controlar la eficiencia de las labores realizadas y su influencia en la organización, así como en los procesos productivos de las organización. Determinar nuevas actividades o periodicidades en base a los resultados obtenidos, las estadísticas que se lleven, así como de lo logros obtenidos. **(6)**

DETERMINACIÓN DE FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO

Las recurrencias de aseo y limpieza en general de edificaciones, instalaciones y equipos deben estar claramente definidas y serán

establecidas en base a las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno.

Las recurrencias de las diferentes lubricaciones de equipos deben estar establecidas en función del parámetro de control: horas trabajadas (horómetro), kilómetros recorridos, desgaste de pieza de control, niveles de alerta de vibración.

Las condiciones de reemplazo y/o de adecuaciones deben proyectarse además en el plan de mantenimiento preventivo anual.

Otros factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento son:

- Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y partes más importantes.
- Susceptibilidad del equipo a sufrir pérdidas en el ajuste y balanceo general.
- Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal).
- Severidad del servicio al que está expuesto.
- Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presentes en el entorno de trabajo.

- Susceptibilidad en general del equipo al desgaste mecánico.
- Condiciones de limpieza y aseo necesarias. **(6)**

2.3. Definición de Equipos Críticos. Consideraciones Generales

Equipos Críticos: aquellos cuyas fallas producen detenciones e interferencias generales, cuellos de botella, daños a otros equipos o instalaciones y retrasos o paradas en las actividades de los demás centros de actividad de una empresa u organización. Aquellos que detienen la prestación de los servicios a los clientes, afectan de manera directa los procesos productivos y por ende generan problemas con el cumplimiento a los clientes. **(6)**

Equipos Críticos Especiales: son aquellos equipos especiales, cuyas partes, piezas o componentes más importantes no se encuentran disponibles en el mercado local directo de proveedores de partes, y que además no permiten adaptaciones locales o en muchos casos el hacerlo es sumamente complicado, dado lo sofisticado de su diseño y/o arquitectura. Una parada no programada (forzosa o inesperada) de estos equipos generalmente pueden afectar sustancialmente y/o detener la producción de un bien o servicio, generando altos costos para la empresa y procediendo

impactos negativos, que incluso pueden afectar de manera directa la imagen de la organización. **(6)**

FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN Y DETERMINACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS

Debido a la gran cantidad de equipos e instalaciones dentro de la empresa empacadora, es necesario efectuar una selección y determinación adecuada de aquellos equipos, sistemas e instalaciones complementarias que presenten un mayor nivel de criticidad, en otras palabras, en base al impacto y a la importancia que tienen en la prestación de los servicios o en la producción de los bienes de la empresa.

A continuación se mencionarán los principales factores a considerar para la determinación y selección de los equipos e instalaciones críticos:

- De acuerdo a la frecuencia y los tiempos de operación de los mismos.
- Costo del equipo, el mismo que justifique su protección general y programación de mantenimiento preventiva recurrente.

- Si la falla o detención de un equipo afecta directamente el servicio brindado a los clientes o al proceso productivo general de la empresa. Equipos críticos que generan paralizaciones en varios procesos o en aquellos subprocesos más importantes, y por ende detenciones generales.
- Si se cuenta con equipo de respaldo o adicional disponible para ser usado en caso de contingencias.
- Si las fallas de estos equipos podrían afectar la seguridad de los clientes, así como la proyección de la imagen de la empresa y el cumplimiento de objetivos o metas de producción.
- Si ha llegado al límite de su vida útil y/o se desarrolló y/o se modernizó y necesita mayor control preventivo.
- Si el costo de las reparaciones está sobre el costo del cambio del equipo, o si el tiempo de deterioro es mayor que el tiempo de obsolescencia del equipo.
- Automotores y equipos que utilicen lubricantes y/o grasas en el trabajo que realizan.
- Equipos que tengan un tiempo de servicio mayor a 0,5 día/cada día en promedio por lo menos 5 días de la semana de manera continua en una año calendario. **(6)**

ANÁLISIS DE LA CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

El análisis de la criticidad de los equipos de una empresa nos sirve para poder jerarquizar, por importancia, los elementos (sistemas) sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). Además ayuda a identificar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad operacional. **(7)**

Aspectos Principales

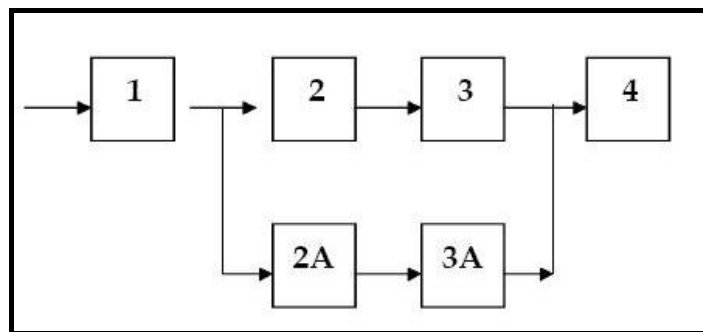
Para poder realizar un correcto análisis, es necesario comenzar por hacerse la pregunta: ¿A qué nivel del conjunto (equipo, planta, componente, etc.) debería ser conducido el análisis? Y para responder esta pregunta, a más de definir como se identifican los componentes y sistemas críticos, también se definirá varios conceptos necesarios para una mejor concepción del tema y se mostrará cuales son las estructuras típicas en las empresas.

Componente: es una unidad o conjunto de unidades cuya confiabilidad se estudia independientemente de la de sus partes. En general, cuando un componente se cambia y no se reemplaza.

Sistema: podemos definir un sistema como un conjunto de componentes relacionados entre sí.

Subsistema: es una parte del sistema, este puede estudiarse por separado y considerarse como un sistema.

Estructura: es la forma como están relacionados los componentes de un sistema a los ojos de la confiabilidad (serie, paralelo, combinado). (7)

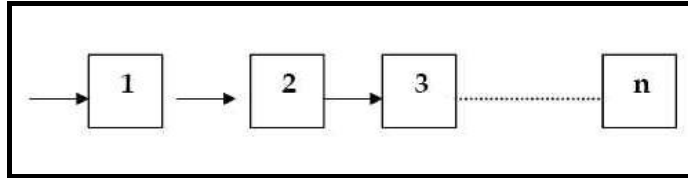


Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

FIGURA 2.2 ESTRUCTURA CONVENCIONAL DE UN SISTEMA COMBINADO

TIPOS DE ESTRUCTURAS

Sistemas con estructuras en serie, este es aquel en que la falla de uno de los componentes implica la falla en todo el sistema debido a que este es el único elemento que puede cumplir esa determinada función.

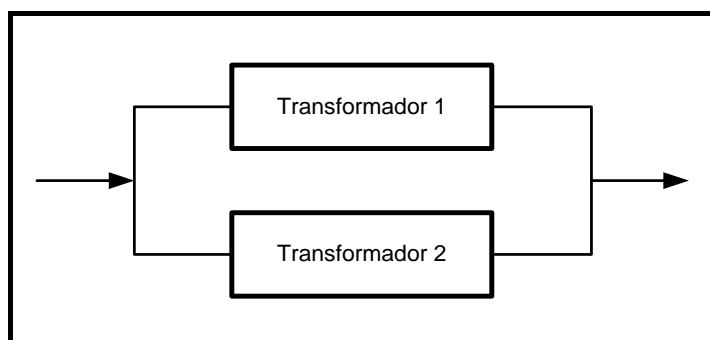


Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

FIGURA 2.3 ESTRUCTURA EN SERIE DE SISTEMAS

Sistema con estructura en paralelo, este es aquel en el que ambos elementos deben fallar para que el sistema lo haga. La conexión paralela o de redundancia puede ser activa o pasiva.

Activa: Cuando ambos elementos funcionan simultáneamente, y uno asume el servicio faltante de manera total o parcial al fallar el otro. Ej. Un transformador de con capacidad máxima de 6 Mva cada uno funcionando en paralelo y absorbiendo, en condiciones normales, 3Mva de carga cada una individualmente.



Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

FIGURA 2.4 CONEXIÓN ACTIVA DE UN SISTEMA CON ESTRUCTURA EN PARALELO

Pasiva: es cuando un elemento se encuentra sin funcionar a la espera de la falla del otro, momento en el cual se conecta mediante conmutación manual o automática. Ej. Componentes en Stand-by o respaldo. Este tipo de estructura es en teoría el que más confiabilidad presenta pero es necesario tener un sistema de monitores del equipo que se encuentra en Stand –by ya que este puede presentar fallas y no ser detectadas (fallas ocultas) solo hasta que el componente sea requerido para entrar en servicio.

Teóricamente es posible construir sistemas con redundancia pasiva tan confiables como se desee, bastaría para ello poder incrementar el número de componentes hasta donde sea necesario. Sin embargo, otras consideraciones tales como costo, peso y volumen pueden

hacer que esta forma de incrementar la confiabilidad no sea la más apropiada.

En la práctica es muy común encontrar sistemas que posean una estructura mixta que combina dos o más tipos de estructuras.

CRITERIOS PARA DETERMINAR LA CRITICIDAD DE EQUIPOS

Los criterios que van a ser expuestos a continuación están sujetos a dos factores muy importantes, la frecuencia del fallo y la consecuencia de su aparición. Cabe señalar que estos factores a considerar para la selección y determinación de equipos críticos fueron expuestos en el punto 2.3.1, los cuales resumen los siguientes aspectos:

- **Seguridad:** Efecto del fallo sobre personas y entorno.
- **Calidad:** Efecto del fallo sobre la calidad del producto.
- **Operaciones:** Efecto del fallo sobre la producción.
- **Mantenimiento:** Tiempo y costo de reparación.

Estos criterios y su cuantificación están sujetos a ser ajustados para cada empresa, pero de manera general se los determinó de la siguiente manera:

TABLA 1
CRITERIOS DE CRITICIDAD Y SU CUANTIFICACIÓN

CRITERIOS PARA DETERMINAR CRITICIDAD	CUANTF.
Frecuencias de Falla	
Mayor a 4 fallas/año	4
2-4 fallas/año	3
1-2 fallas/año	2
Mínimo de 1 falla/año	1
Impacto Operacional	
Parada inmediata de toda la empresa	10
Parada de toda la planta (recuperable en otras plantas)	6
Impacto a niveles de producción o calidad	4
Repercute a costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	2
No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones	1
Flexibilidad Operacional	
No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$20.000	2
Menor o inferior a \$20.000	1
Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas	1
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	0

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Para realizar el análisis de criticidad utilizaremos los siguientes criterios, los cuales nos van a servir para poder evaluar la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

Primero definiremos la frecuencia de falla de los procesos a analizar, cuantificando las frecuencias de falla con un valor, para así de esta manera poder determinar cuales serán mis equipos críticos. A continuación un ejemplo de aplicación.

TABLA 2
EJEMPLO DE FRECUENCIAS DE FALLAS

PROCESO	FRECUENCIA	CUANTIFICACIÓN
Generación de Vapor	2 - 4 Fallas / Mes	3
Teñido y Tinturado	1 - 2 Fallas / Mes	2
Bombeo de Agua	5 - 7 Fallas / Mes	4

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Los valores de la cuantificación se asignan de forma lógica con relación a las frecuencias de falla, lo que quiere decir que fácilmente se pudieron haber asignado valores distintos, siempre y cuando sean lógicos con las frecuencias de falla.

Ahora analizaremos las consecuencias de las fallas para así poder determinar el segundo factor de la fórmula anterior, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto_Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costo_Mtto.} + \text{Impacto_SAH}$$

Impacto Operacional

El impacto operacional es aquel que me determina el comportamiento de la producción en presencia de una eminente falla.

A continuación un ejemplo de aplicación.

TABLA 3
EJEMPLO DE IMPACTO OPERACIONAL

PROCESO	CONSECUENCIA	CUANTIFICACIÓN
Generación de Vapor	Parada inmediata de todo el complejo.	10
Teñido y Tinturado	Impacto a niveles de productividad.	6
Bombeo de Agua	Parada inmediata de toda la Planta.	10

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Flexibilidad Operacional

La flexibilidad operacional se refiere a las posibilidades de poder recuperar la pérdida con componentes en stand-by.

TABLA 4

EJEMPLO DE FLEXIBILIDAD OPERACIONAL

PROCESO	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	CUANTIFICACIÓN
Generación de Vapor	Función de repuesto disponible	2
Teñido y Tinturado	Hay opción de repuesto compartido	1
Bombeo de Agua	No existe opción de producción – no recuperable	4

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento se refieren a los costos que genera reparar esa determinada falla, en este punto el equipo natural de trabajo deberá tener en cuenta el personal y los repuestos requeridos.

TABLA 5
EJEMPLO DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

PROCESO	COSTOS DE REPARACIÓN	CUANTIFICACIÓN
Generación de Vapor	Mayor a \$ 10.000	2
Teñido y Tinturado	Menor a \$ 10.000	1
Bombeo de Agua	Mayor a \$ 10.000	2

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana

La seguridad ambiental y humana se refiere a si esa determinada falla causa inseguridad tanto en el medio ambiente como en los operarios. Ej: Un derrame de crudo, fugas con goteo de lubricantes de los equipos en el proceso productivo, escapes de gases contaminantes, etc.

TABLA 6
EJEMPLO DE IMPACTO S.A.H.

PROCESO	IMPACTO S.A.H.	CUANTIFICACIÓN
Generación de Vapor	No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o ambiente	0
Teñido y Tinturado	No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o ambiente	0
Bombeo de Agua	No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o ambiente	0

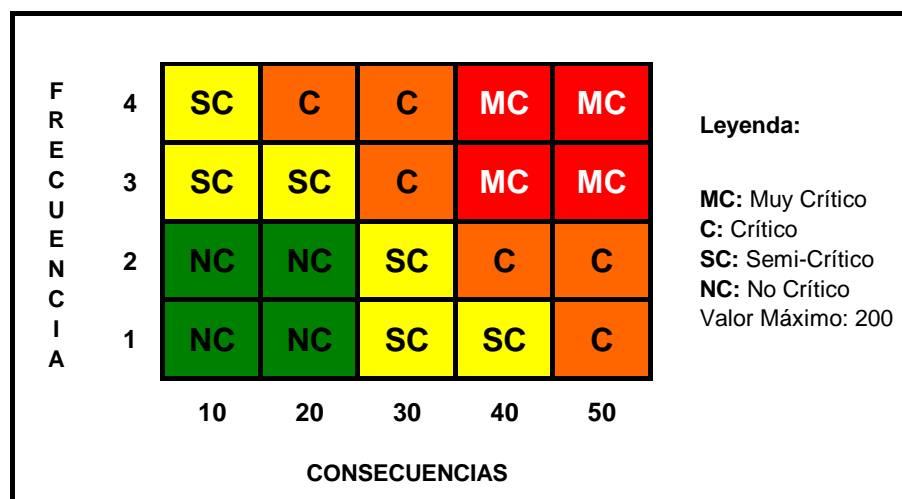
Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

2.4. Definición de Matriz de Criticidad de Equipos. Variables que Intervienen

La Matriz de Criticidad es una herramienta que permite establecer niveles jerárquicos de criticidad en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones y priorización de los mantenimientos programados, sean preventivos o predictivos.

Los pasos para elaborar la matriz de criticidad son los siguientes:

- 2.4 Describir el proceso productivo pero indicando en cada parte del proceso, el tipo de operación que realizan, es decir, si son de operación manual (sólo personas), semi-automático (personas y equipos) o sólo automáticos (máquinas especializadas).
- 2.4 Identificar los sub-sistemas que involucren operación semi-automático u automático.
- 2.4 Definir el tipo de estructura del sistema (En serie, paralelo activo o pasivo, o combinado).
- 2.4 Efectuar el cálculo de frecuencias y consecuencias de fallos en los equipos principales para cada parte del proceso.
- 2.4 Determinar la matriz de criticidad con cada uno los procesos sujetos al análisis previo.



Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

FIGURA 2.5 MODELO DE MATRIZ DE CRITICIDAD

Continuando con el ejemplo de aplicación del punto anterior tenemos que, una vez determinada y cuantificada las Consecuencias de las fallas y sus Frecuencias, se procederá a realizar la matriz de criticidad sobre la base de la siguiente ecuación:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto_Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costo_Mtto.} + \text{Impacto_SAH}$$

TABLA 7

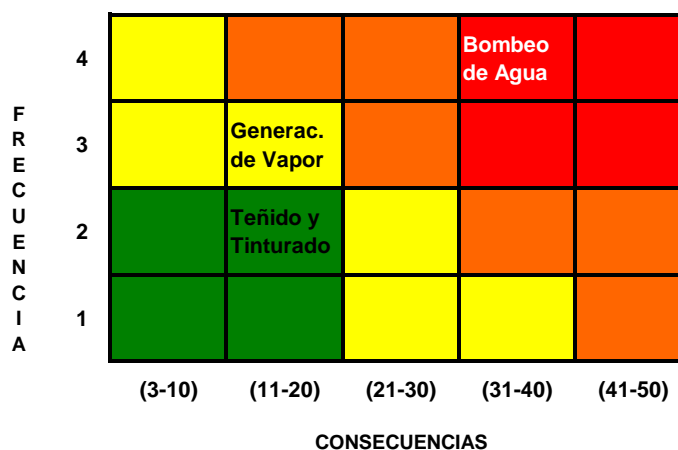
EJEMPLO DE CÁLCULO DE CRITICIDAD TOTAL

PROCESO	CONSECUENCIAS	FRECUENCIAS
Generación de Vapor	12	3
Teñido y Tinturado	13	2
Bombeo de Agua	44	4

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Los resultados obtenidos en esta matriz son el resultado de las opiniones y análisis de los datos históricos de las fallas por parte del equipo natural de trabajo, es por ello que es muy importante si no se tiene datos históricos de las fallas de las máquinas, que el equipo sea conformado con personal de las diferentes áreas y de todos los

niveles esto con el fin de no dejar escapar equipos o componentes críticos.



Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

FIGURA 2.6 EJEMPLO DE MATRIZ DE CRITICIDAD

TABLA 8

EJEMPLO DE NIVELES DE CRITICIDAD OBTENIDOS

PROCESO	CRITICIDAD
Generación de Vapor	Semi-crítico
Teñido y Tinturado	No Crítico
Bombeo de Agua	Muy Crítico

Fuente: MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002

Dentro de este ejemplo de aplicación, el proceso de mayor criticidad resultó ser el bombeo de agua.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA

3.1. Situación Actual de la Empresa

La empresa actualmente es muy diferente a la que fue desde sus inicios (hace más de 20 años atrás), ya que a través de los años ha presentado varias modificaciones, tanto en el número y variedad de equipos para las diversas áreas de la empresa como en la creación y expansión de sus instalaciones, debido a la tendencia creciente de la demanda.

Dentro de las expansiones que ha tenido la empresa, están sus cámaras de congelación de los productos terminados, es decir, listos para su embarque y despacho. También se han desarrollado mecanismos de congelación y tratamiento del producto para las diversas presentaciones que tiene el camarón.

Por este motivo, la empresa cuenta con equipos que comenzaron a funcionar desde el levantamiento de la misma en sus primeros años, así como también de otros que tienen una menor duración operativa.

La ubicación de la empresa es favorable para su normal desempeño, ya que se encuentra al pie del río Guayas y así puede hacer uso de este medio fluvial para la recepción de algunas clases de camarón que le llegan de algunos de sus proveedores. Aunque cabe señalar que el muelle de recepción es bastante antiguo, ya que en su totalidad está conformado por madera, la misma que se encuentra muy deteriorada por el pasar de los años y por la falta de un mantenimiento programado.

Su vía de acceso principal por tierra tampoco se encuentra en buenas condiciones, pues la misma es terreno natural mejorado con material de base, el mismo que no cuenta con una carpeta de rodadura de capa asfáltica o de hormigón simple. Esta vía terrestre de acceso presenta mayores molestias en la época de invierno (estación lluviosa), debido a la acumulación de lodo y baches que se forman a lo largo de la misma, con las complicaciones que genera la falta de drenaje o escurrimiento del agua lluvia; pero es de utilidad para el arribo y despacho de los containers.

Con respecto a procesos internos de la empresa, hay que señalar que cuenta con 2 procesos muy importantes que le representan un ahorro muy significativo. Estos procesos son: La clarificación de agua del río y la producción de hielo.

El agua que clarifica la Planta de Agua se la utiliza principalmente para todo lo que involucra el proceso productivo: transporte, lavado y clasificado de la materia prima, limpieza de la maquinaria y también como parte de la elaboración de hielo. Aunque cabe señalar que a más del agua tratada dentro de la empresa, siempre se compra agua de tanqueros, ya que el agua del río no se la utiliza para consumo humano ni para su aseo. La cantidad de agua comprada a los tanqueros depende de las 2 estaciones del año, en verano se necesita más número de tanqueros ya que el agua de río presenta mayor concentración de sales y en invierno menor cantidad.

La producción de hielo cuenta con máquinas productoras que sólo utilizan agua del río (agua salada) y otras sólo agua de tanqueros (agua dulce); debido a sus condiciones de fabricación.

Para entender el ahorro generado por producir agua y hielo para el proceso productivo, a continuación se presenta una tabla

comparativa con los costos de cada uno (El análisis se encuentra en el **Anexo A**).

TABLA 9
COMPARATIVO DE PRECIOS DE PROCESOS INTERNOS

Proceso	Unidad	Costo de Producción	Valor de Compra
Potabilización de Agua	m ³	\$0.18	\$2.00
Producción de Hielo	Saco (50 Lb.)	\$0.22	\$0.75

3.1.1. Proceso Productivo. Esquema General

El proceso productivo de Empacarsa puede presentar diferentes tratamientos con el producto, dependiendo de los requerimientos del cliente. Su estructura de manera general, puede expresarse de 2 maneras, las cuales van a estar determinadas por el tipo de congelación requerido, es decir, todo el proceso productivo se mantiene igual hasta su tercera etapa que es la de Clasificado, pero cuando se va a congelar el producto ya sea por prensado o por aire forzado la etapa

que lo sucede al Clasificado es la de Empacado, la cual deja al producto en su presentación final listo para su Congelación. Pero cuando el tipo de congelación requerido es por IQF, la etapa que sigue al Clasificado es la de Congelación, ya que esta se efectúa de manera individual al producto y una vez realizada, se lo Empaca en la presentación deseada.

De manera esquemática se lo aprecia de la siguiente manera:

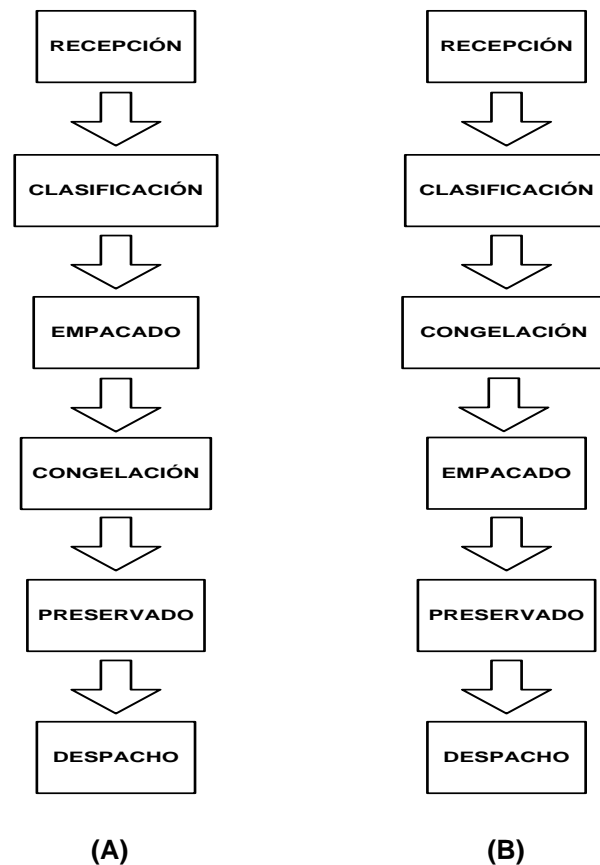


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO A) EN MASA B) IQF

- **Recepción:** En esta primera etapa del proceso es donde se receipta el camarón de los distintos proveedores, los mismos que proporcionan camarón de distintas tallas y procedencia.
- **Clasificación:** Una vez efectuada la recepción de la materia prima, el siguiente paso es la clasificación de la misma, la cual se realiza por medio de 5 máquinas clasificadoras. Estas por medio de un sistema integrado de tolvas y bandas transportadoras, permiten el correcto clasificado del camarón que luego va a ser empacado.
- **Empacado:** El producto una vez clasificado pasa a la etapa de empacado, el mismo que se hace manualmente pero que puede tener varias presentaciones; pero estas dependen de las exigencias o gustos del cliente.
- **Congelación:** Esta parte del proceso es considerada como la más importante, ya que aparte de ser el cuello de botella en este proceso productivo, su correcto desempeño y ejecución es de suma importancia para la calidad final del producto deseado. Los equipos destinados a esta etapa son considerados como los

cuellos de botella en el proceso ya que necesitan un tiempo promedio mínimo de 30 minutos para procesar esta etapa, o de 5 a 12 horas dependiendo del tipo de congelamiento requerido.

- **Preservado:** Cuando el producto está debidamente congelado, es llevado al área de preservado, la misma que corresponde a 4 cámaras frías. Estas mantienen al producto en una temperatura promedio de -18°C , para de esta manera preservar el producto que va a ser posteriormente despachado.
- **Despacho:** Aquí el producto que se encuentra en Preservado, es almacenado dentro de los diversos contenedores (los cuales se encuentran distribuidos en 2 áreas de embarque conocidas como muelles) para así poder ser llevado hasta el puerto que es el paso previo a su exportación al extranjero, ya sea a EE.UU. o Europa.

3.1.2. Descripción de los Equipos Principales Sobre la Base de la Matriz de Criticidad

Como ya se mencionó en el último punto del capítulo anterior, en la matriz de criticidad se incluyen sólo los equipos principales de los procesos críticos y dentro de estos; aquellos que cumplen con los factores para ser declarados prioritarios. Por lo tanto para este

proceso productivo, y habiendo sido considerados por los técnicos de las diferentes áreas del departamento junto con el jefe de mantenimiento, se decidió agruparlos por las secciones que los comprenden. A continuación, en la siguiente tabla se aprecia cuales se escogieron:

TABLA 10
ÁREAS Y EQUIPOS PRINCIPALES DE LA EMPRESA

AREA	EQUIPO	CANTIDAD
Salas de Máquinas	Compresores de Pistón	6
	Compresores de Tornillo	9
	Condensadores Evaporativos	9
	Estaciones de Bombeo	2
Congelación	Congeladores de Placas	5
	Espirales	2
	Túneles de Congelación	4
	IQF por Salmuera	1
Preservado	Cámaras de Preservado	4
	Montacargas	4
	Máquinas Detectoras de Metales	3
Hielo	Máquinas de Hielo "A Escama"	4

	Máquina de Hielo "A Placas"	1
	Máquinas de Hielo "Por Raspado"	4
	Silos de Hielo	3
Clasificado y Pelado	Máquinas Clasificadoras	5
	Máquinas Peladoras	11
Cocido	Cocina Laitram	1
	Máquinas Mezcladoras	4
	Calderos	2
Planta de Agua	Bombas de Agua (Muelle)	5
	Bombas Dosificadoras de Químico	4
	Tanques de Presión	2
Electricidad	Subestaciones	3
	Generadores	3

Salas de Máquinas

Para entender mejor como están conformadas las salas de máquinas de Empacarsa, se muestra a continuación la figura 3.1, la cual nos explica la disposición de los compresores dentro de la misma y cuáles son las zonas a las que estos les generan la temperatura necesaria (enfriamiento):

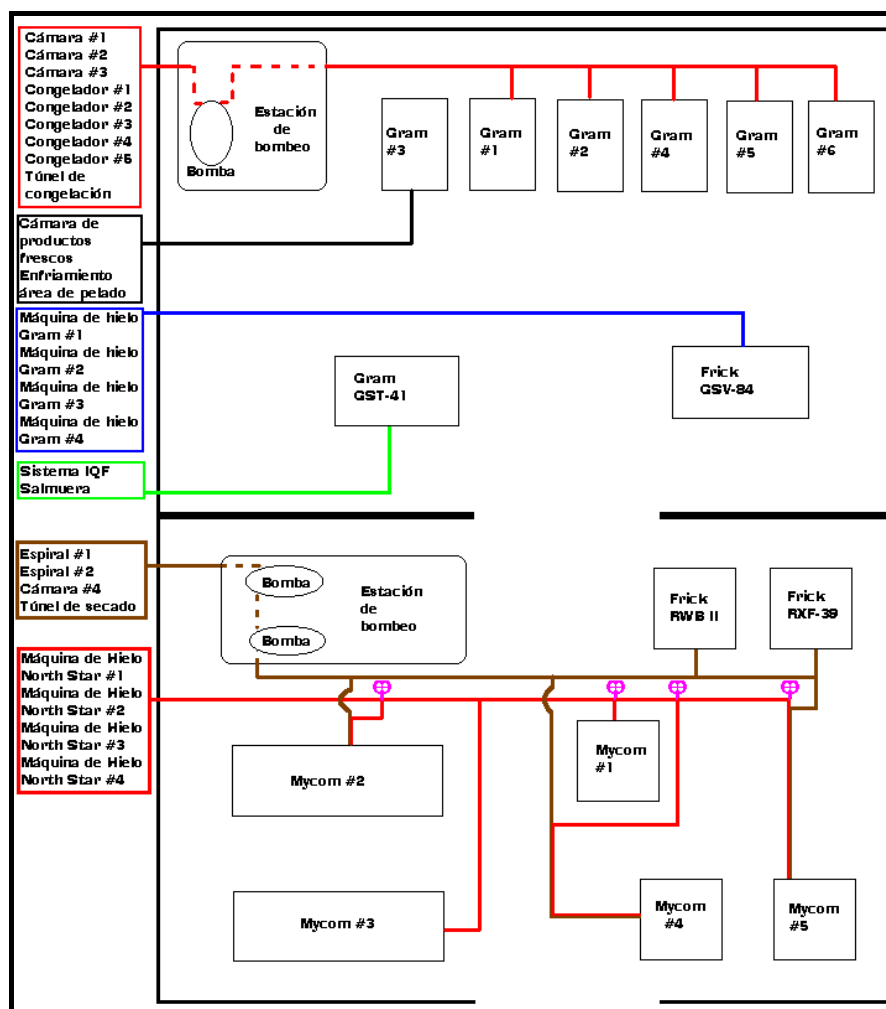


FIGURA 3.2 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LAS SALAS DE MÁQUINAS

- **Compresores de Pistón (GRAM)**

Estos compresores son los de más antigüedad en la empresa, tienen alrededor de 20 años de funcionamiento y sus condiciones actuales presentan deterioro en su estética (condiciones visuales), pero que tienen un funcionamiento aceptable en la actualidad y de hecho se encuentran operativos y en uso dentro de los procesos productivos.

de la empresa. Sus elementos de control son totalmente mecánicos, sus presiones son controladas a través de presostatos y manómetros. Existen 6 de estos equipos y son de fabricación Danesa.



FIGURA 3.3 COMPRESOR DE PISTÓN GRAM #2

- ***Compresores de Tornillo (MYCOM)***

Estos compresores son de una nueva tecnología, por su capacidad de funcionamiento y eficiencia. Estos equipos son totalmente automatizados, pueden detectar fluctuaciones de presión a través de sus elementos de control electrónico, comandado por un microprocesador. Existen 5 de estos compresores y sus años de uso

en la empresa como promedio es de 10 años. La procedencia es Japonesa.



FIGURA 3.4 COMPRESOR DE TORNILLO MYCOM #2

- ***Compresores de Tornillo (FRICK)***

Estos compresores también son de nueva tecnología al igual que los MYCOM, tienen un promedio de uso en la empresa de 12 años y son de procedencia Americana. Existen 4 compresores de esta marca, sus modelos son: GSV 84, GST 41, RWB II Plus y el RXF 39.



FIGURA 3.5 COMPRESOR DE TORNILLO FRICK RWB II PLUS

- ***Condensadores Evaporativos***

Estos equipos son la parte fundamental de un sistema de refrigeración ya que con buen funcionamiento y eficaz mantenimiento, permiten un buen desempeño para todos los equipos de refrigeración (compresores, estaciones de bombeo). Existen marcas diferentes; pero con el mismo principio de funcionamiento, entre estas tenemos: Gram, BAC (Baltimore Air Cool) y Evapco y sus tiempos de funcionamiento oscilan entre los 8 a 20 años. En la empresa se cuenta con 9 de ellos.



FIGURA 3.6 CONDENSADORES EVAPORATIVOS GRAM Y EVAPCO

- ***Estaciones de Bombeo***

Estos equipos también forman una parte muy importante en un sistema de enfriamiento, ya que son los elementos principales para el enfriamiento de las unidades de congelación (espirales, túneles de viento y cámaras de preservado). En la actualidad se cuenta con 2 estaciones de bombeo, una de ellas tiene ya 20 años funcionando y la segunda tiene aproximadamente 12 años.



FIGURA 3.7 ESTACIONES DE BOMBEO DE LAS 2 SALAS DE MÁQUINAS

Congelación

La congelación de Empacarsa está conformada por 3 mecanismos diferentes, los cuales son:

1. ***Por Aire Forzado***.- Este mecanismo de congelación utiliza pequeñas cámaras frigoríficas conocidas como túneles, las cuales por medio de evaporadores se encargan de congelar grandes volúmenes de camarón empacado en un tiempo promedio de 12 horas.
2. ***IQF (Por Salmuera y Por Aire Forzado)***.- El significado de las siglas IQF provienen del inglés Individually Quick Frozen, que en español significa Congelado Rápido Individual. En el caso del IQF por Salmuera, el camarón recorre una piscina de salmuera por medio de una banda y en el caso del IQF por aire forzado, el

camarón ingresa a los túneles espirales, los cuales por medio de un sistema de evaporadores y de una banda que tiene recorrido ascendente en una trayectoria de espiral congelan el camarón.

3. **Por Prensado.-** Este mecanismo funciona por medio de congeladores de placas, en los cuales se agrupan las cajas de camarón empacado entre sus placas, que en un inicio tienen una separación entre cada placa de 15 cm. y una vez cargado el congelador compacta sus placas a la altura de las cajas y es aquí donde se efectúa la congelación.

Los equipos destinados a esta etapa son considerados como los cuellos de botella (de alta criticidad) en el proceso productivo, ya que necesitan un tiempo promedio de 30 minutos, o de 5, 12 o hasta 36 horas dependiendo del tipo de congelamiento requerido. A continuación se detallan los equipos que intervienen en esta etapa.

- ***Congeladores de Placas***

Estos equipos de congelación tienen en funcionamiento alrededor de 20 años, en otras palabras, desde el arranque de la planta. Son de procedencia Danesa, utiliza el mecanismo de congelación por prensado y una de sus cualidades es que pueden congelar grandes

cantidades de camarón empacado, ya que su tiempo de proceso es en promedio de 4 horas.

La empresa cuenta con 5 de estos congeladores pero hace 5 años aproximadamente, sufrieron una modificación muy considerable, se les saco sus 4 puertas, con motivo de darle “mejor manipulación y rapidez de carga y descarga”, lo cual ha generado que toda esta área se condense demasiado.



FIGURA 3.8 CONGELADOR DE PLACAS #2

- ***Túneles Espirales***

Existen 2 actualmente, el más antiguo es de marca YORK y tiene 12 años en funcionamiento. El segundo es de marca I. J. WHITE y lleva 6 años funcionando. Estos equipos funcionan bajo el mecanismo de congelación IQF por aire forzado y tienen un tiempo de proceso de promedio que va desde los 15 hasta los 20 minutos por camarón, lo cual varía dependiendo de la talla que se este procesando. Por tal motivo, el volumen de producción de estos equipos es muy alto y lo utilizan para los camarones de mejor calidad, tamaño y procedencia.



FIGURA 3.9 TÚNEL ESPIRAL #1

- ***Túneles de Congelación***

Existen 4 túneles de congelación, de los cuales sólo el #1 utiliza Amoniaco como refrigerante y los otros 3 usan el R404-A. Al igual

que los túneles espirales, estos equipos también funcionan por el sistema de aire forzado, lo que hace que este sistema sea eficiente para el uso requerido. Pero es el mecanismo que mas tiempo requiere para completar su ciclo de congelación, que puede ser de 24 a 36 horas, dependiendo también de la talla, volumen y calidad de producto.

Tienen un tiempo de funcionamiento en la empresa que va de los 20 años (túnel #1) hasta los mas recientes que llevan 10 años (túneles #2-3-4).



FIGURA 3.10 UNIDAD CONDENSADORA Y EVAPORADORES DEL TÚNEL #2

- ***IQF Por Salmuera***

Este equipo, así como sus siglas en inglés lo explican Individually Quick Frozen (Congelado Rápido Individual), permite congelar de manera individual el camarón y de manera más rápida, haciendo uso

de salmuera (sal mezclada con agua). Tiene en funcionamiento alrededor de 20 años.



FIGURA 3.11 IQF POR SALMUERA Y PISCINA DE SALMUERA

Preservado

- ***Cámaras de Preservado***

Las cámaras de preservado, son sistemas de congelación para mantener el producto terminado a una temperatura de -20°C . Estas cámaras están conformadas por galpones, los cuales son estructuras con aislamiento térmico (paneles de poliuretano) y por una gran cantidad de perchas. Cada cámara está conformada por 3 evaporadores, las más antiguas son las #1-2-3 que tienen 20 años

en funcionamiento y cuyo volumen de almacenamiento es de 425.000 lbs. cada una y la #4 de 2'000.000 lbs.



FIGURA 3.12 PERCHAS Y EVAPORADOR DE LA CÁMARA #4

- ***Montacargas***

Se los utiliza para almacenar el producto terminado, que se encuentra agrupado en pallets, dentro de las cámaras de preservado y para colocarlo en los containers para su despacho. Existen 4 actualmente que son de funcionamiento eléctrico (batería) y son de marca Caterpillar, tienen un promedio de funcionamiento de 8 a 12 años.



FIGURA 3.13 MONTACARGAS #4 Y #1

- ***Máquinas Detectoras de Metales***

Existen 3 de estas detectoras y se las utiliza en el área de procesos especiales una vez congelado y empacado el camarón como medida preventiva, para evitar que en el producto terminado se vaya algún elemento metálico. Tienen alrededor de 10 años operando y son de marca FORTRESS.



FIGURA 3.14 DETECTORA DE METALES #1

Hielo

- ***Máquinas de Hielo “A Escama” (Gram)***

Estas máquinas procesan hielo tipo escama, y utilizan agua “dulce”. Su sistema de congelación es por amoníaco y están destinadas a fabricar hielo que va a ser utilizado durante el proceso productivo, ya que el camarón a lo largo de su proceso tiene que mantenerse a una temperatura de máximo 6°C. Estas máquinas producen alrededor de 15 Tn. de hielo por día por máquina, el cual se lo almacena en los silos #1-2.

Tienen en funcionamiento alrededor de 20 años y son de procedencia Danesa.



FIGURA 3.15 MÁQUINA DE HIELO GRAM #2

- ***Máquina de Hielo “A Placas” (TURBO)***

Esta máquina funciona bajo el sistema de placas, su sistema de congelación opera con 2 compresores marca Carrier (5H-120) de 30HP, por Freón 22 (R-22). Este sistema puede utilizar agua salada o dulce y al igual que las máquinas Gram, también está destinada a fabricar hielo que va a ser usado durante el proceso productivo. La máquina Turbo produce en promedio 25 Tn. por día y lleva funcionando en la empresa aproximadamente 10 años.



FIGURA 3.16 MÁQUINA DE HIELO TURBO

- ***Máquinas de Hielo “Por Raspado” (North Star)***

Esta máquina funciona bajo el sistema de raspado y utiliza sólo agua “salada”, es decir, el agua procesada por la Planta de Agua. Su sistema de congelación es por amoníaco y están destinadas a fabricar hielo que va a ser utilizado para el traslado de camarón que viene de las camaroneras en los camiones, este hielo se lo almacena en sacos de 50 lb. aproximadamente.

Estas cuatro máquinas producen alrededor de 120 Tn. por día (30 Tn./máq.), el cual se lo almacena en el silo #3. Tienen en funcionamiento alrededor de 10 años y son de procedencia Americana.



FIGURA 3.17 MÁQUINA DE HIELO NORTH STAR #1

- ***Silos de Hielo***

Estos equipos están constituidos por un juego de poleas, cadenas y tornillos sinfín que mueven el hielo que producen las diferentes máquinas de hielo. La capacidad de almacenamiento de los 3 silos es de: 6.000, 7.000 y 10.000 sacos respectivamente (cada saco pesa en promedio 50 libras).

Los silos #1 y 2 llevan en funcionamiento desde los inicios de la empresa y el #3 aproximadamente 11 años.



FIGURA 3.18 SILO DE HIELO #3

Clasificado y Pelado

- ***Máquinas Clasificadoras***

La empresa cuenta con 5 máquinas clasificadoras de camarón, las cuales tienen una capacidad de producción que va de las 4.000 a las 6.000 libras de camarón. Todas son de la marca SORT RITE y llevan funcionando entre 10 y 20 años.



FIGURA 3.19 MÁQUINA CLASIFICADORA #2

- ***Máquinas Peladoras***

Para efectuar el pelado y desvenado del camarón, la empresa adquirió hace 10 años atrás 12 máquinas peladoras de marca JONSSON, de procedencia Americana. En la actualidad solo funcionan 11 de ellas y su capacidad de producción por máquina es de 570 lb./hora.



FIGURA 3.20 MÁQUINA PELADORA #7

Cocido

- ***Cocina LAITRAM***

Este equipo fue adquirido por la empresa hace 6 años atrás con el objetivo de obtener una línea nueva de producto, el cual brinda un precocido al camarón previo a su congelación. La capacidad de cocción de este equipo es de 700 lb./hora. El sistema de cocción es por vapor, el cual es generado por calderos y su posterior congelación lo realiza por el sistema de IQF en el túnel espiral #1.



FIGURA 3.21 COCINA LAITRAM

- **Máquinas Mezcladoras**

Existen 4 de estas máquinas, 3 de tambor horizontal y uno vertical. La vertical y una de las horizontales tienen 10 años en funcionamiento y cada uno de ellas almacena hasta 250 lb. de camarón. Las otros dos horizontales son de reciente adquisición, tienen funcionando sólo 2 años y almacenan 450 lb de camarón.

Todas son de marca KOCH, fueron adquiridas para el área de cocido y debido a los requerimientos de los clientes, se las utilizan para mezclar el camarón con químicos que le ayudan a ganar peso. Estos químicos son: el Brifisol np30 usado para la comunidad europea y el Carnal 659 S para los EEUU, estos aumentan la capacidad de retención de agua por medio de una separación eficaz de las proteínas y previenen la deshidratación durante el congelado o almacenamiento. El Carnal no se lo utiliza para Europa debido a que en su composición incluye fosfatos.



FIGURA 3.22 MÁQUINAS MEZCLADORAS VERTICAL Y HORIZONTAL

- **Calderos**

Estos equipos son de marca CLEAVER BROOKS, existen 2 de ellos. En la actualidad, están destinados a generar el vapor necesario para efectuar el cocido del camarón en la Laitram. Tienen 10 años funcionando, pero uno de ellos opera con más frecuencia ya que el otro está como by-pass por alguna emergencia o cuando existe alguna caída de presión en el sistema.



FIGURA 3.23 CALDEROS #1 Y 2

Planta de Agua

- ***Bombas de Agua (Muelle)***

Estas moto-bombas de agua tienen una potencia de 10HP cada una, son de marca BALDOR y todas ellas descargan en un Manifold horizontal, el cual combina el agua del río con los químicos flocculantes que le suministran las bombas dosificadoras.



FIGURA 3.24 BOMBAS DE AGUA DEL MUELLE

- ***Bombas Dosificadoras de Químico***

Estas bombas dosificadoras tienen un flujo de químico de 30 gal./día, 3 de ellas están en el muelle (trabajan conjuntamente con las bombas de agua de río) y la cuarta funciona en la planta de agua para agregarle cloro a la cisterna de control de calidad, la cual es la que determina la calidad final del agua antes de ser enviada dentro de la planta para sus diferentes usos.

Las dosificadoras del muelle destinan 2 clases de químicos floculantes (estos químicos aceleran el asentamiento de los lodos en los tanques clarificadores) al agua y tienen un tiempo de uso en la empresa de alrededor de 5 años.



FIGURA 3.25 BOMBA DOSIFICADORA DE CLORO

- ***Tanques de Presión***

Existen 2 tanques de presión funcionando actualmente en la empresa, uno para cada una de las 2 cisternas receptoras de agua. La cisterna #1 almacena el agua que despachan los tanqueros que es conocida como agua dulce y la #2 es la que recibe el agua que es tratada por la planta de agua que es conocida como agua salada.

La función principal de estos tanques es, por medio de la hidroneumática, mantener una presión de agua dentro de un rango establecido, el cual permite que haya un buen aprovechamiento en los diferentes puntos de agua en la planta.



FIGURA 3.26 TANQUE DE PRESIÓN DE CISTERNA DE AGUA SALADA

Electricidad

- ***Subestaciones***

Existen 3 subestaciones de 13.800V a 440V, con diferentes potencias. La subestación #1 es de 1.500 KVA y tiene en funcionamiento 3 años ya que el anterior a este tenía en funcionamiento desde que inicio la empresa. La #2 es de 1.000 KVA y tiene 12 años en funcionamiento y por último la subestación #3 es de 500 KVA y lleva 4 años funcionando.



FIGURA 3.27 SUBESTACIONES #1 Y 2

- **Generadores**

La empresa cuenta con 3 generadores marca CATERPILLAR y tienen una potencia de 1000, 680 y 750 KVA. El más antiguo fue adquirido desde los inicios de la planta y debido al crecimiento productivo los otros dos se los fueron adquiriendo entre 13 y 7 años atrás.



FIGURA 3.28 GENERADOR #1

3.2. Situación Actual del Mantenimiento en la Planta

En Empacarsa, el área de mantenimiento comprende 4 secciones, las cuales son las de refrigeración, planta de tratamiento de agua, eléctrico y mecánico. Aunque también existen trabajos mayores que se realizan por medio de contratistas, los cuales están conformados en parte por talleres calificados o empresas y otra parte por personal que también labora en el día a día pero realizando actividades de soldadura, albañilería y pintura principalmente.

El mantenimiento que se está realizando actualmente es bastante básico, en otras palabras, en su mayoría son reparaciones y algo de mantenimiento correctivo y todo esto debido a que recién a partir del 2005 esta área ha venido a tener un cambio de enfoque desde el ingreso del nuevo Gerente de Mantenimiento, el cual ha querido dar inicio a la metodología de los mantenimientos preventivos y predictivos.

También existe un software de mantenimiento, el cual no está siendo aplicado a cabalidad. Contiene información muy limitada e incompleta de las diversas instalaciones y equipos de la empresa, ya que no fue alimentado en sus inicios por toda la información necesaria. Este programa es capaz de realizar fichas técnicas de los

equipos existentes, inventarios de materiales y repuestos, compras, activos fijos de la empresa, su personal y también todo lo relacionado a mantenimiento, como ingreso de órdenes de trabajo y su seguimiento para un posible mantenimiento preventivo.

3.2.1. Información Existente en la Actualidad. Registros y Operaciones

La información que se maneja en el departamento de mantenimiento es en su mayoría de manera informal, es decir, cada sección reporta por medio de bitácoras las actividades realizadas en el día a día, tanto en el turno del día como de la noche. Esta información ha sido considerable para guardar fechas de eventos importantes, como mantenimientos integrales o instalación de algún equipo nuevo.

Otro tipo de información existente, es la de carácter técnico, como son los manuales de mantenimiento e información general de los equipos adquiridos a lo largo del desarrollo de la empresa. Cabe señalar que esta información es manejada principalmente por el Gerente de Proyectos y otra parte por el Gerente de Mantenimiento.

El almacenamiento de manuales técnicos de los equipos principales de la empresa (compresores, máquinas de hielo, máquinas clasificadoras y peladoras de camarón, torres de enfriamiento, montacargas, entre otros) se encuentra almacenado en perchas y repartido en las oficinas del jefe de mantenimiento y el gerente de proyectos. Estos manuales en su mayoría están en inglés y sólo los supervisores bajo la autorización de alguno de los 2 jefes pueden hacer uso de los mismos.

Con respecto a la organización y provecho que se le puede dar a la información técnica, se puede decir que, no existe en la actualidad un detalle de componentes o repuestos de la gran mayoría de los equipos y sólo se procede a buscar o conseguir los repuestos en el mercado interno cuando se trata de equipos de tecnología poco compleja, los repuestos que encajan dentro de este tipo son: rodamientos, chumaceras, piñones, bandas, entre otros; pero cuando se aproxima un mantenimiento de algún equipo que necesite de repuestos originales y necesarios de importación, se hace una revisión en los manuales para así de esta manera hacer la lista de repuestos que se van a cambiar.

Los repuestos de obtención local sí se los tiene identificados pero no en algún documento o biblioteca técnica, los técnicos se basan mucho en la experiencia que tienen en la empresa para hacer los pedidos de compra. Pero recién a comienzos del año 2006 se comenzó a registrar en una hoja electrónica los mantenimientos mayores (overhauls), incorporando además alguna información sobre mantenimientos anteriores que se registraron en las diferentes bitácoras. En base a este registro, se ha podido hacer un “punto de partida” para los futuros mantenimientos preventivos de los equipos principales, ya que antes no se llevaba ningún registro confiable de mantenimientos y sólo se recurría a la memoria o inspecciones informales de los técnicos (visión, audición, tacto). Este documento se encuentra en el **Anexo B**.

3.2.2. Formatos Utilizados en los Procesos de Mantenimiento

Uno de los principales formatos que ha implantado el nuevo jefe de mantenimiento es el de registro y control de actividades a realizar por semana para las diferentes secciones. En este formato se incluye el equipo que necesita algún tipo de mantenimiento (en el caso de ser una tarea programada) o aquel equipo al que se le realizó un arreglo en dicha semana. Además se detalla la actividad que se le realiza, un

responsable de ejecutarla, el día de ejecución de la misma y por último las semanas de atraso en caso de no haberla realizado en la semana en curso y el motivo de su no ejecución.

Una vez concluida la semana de trabajo, se hace un análisis comparativo por sección del número de actividades que fueron de carácter Normal o Urgente, también del número de actividades programadas e imprevistas y por último se mide su porcentaje de ejecución. Existe un análisis adicional de las adquisiciones que se deberán o que fueron hechas en la semana, estas adquisiciones no dividen a las secciones.

Otros formatos que se han implantado son los que están orientados principalmente al control del funcionamiento de algunos equipos. Como es el caso de los generadores de voltaje, producción de hielo de todas las máquinas, temperaturas de los contenedores de preservado, entre otros.

En el **Anexo C** se presenta como ejemplo un formato del control semanal de actividades de una de las secciones del departamento, los formatos de control de funcionamiento de

unos equipos y unas hojas de muestra de las bitácoras de todas las áreas del departamento.

3.2.3. Actividades de Mantenimiento Realizadas Actualmente

Las actividades de mantenimiento que se realizan, en los equipos involucrados directamente con el proceso productivo, son las de lubricación y limpieza, aunque la gran mayoría de las actividades que se realizan son de carácter correctivo, ya sea en instalaciones o equipos.

Todo lo anterior, debido al deficiente control y seguimiento de los mantenimientos realizados en el pasado. Los equipos que presentan un historial parcial, son los compresores, pero como se mencionó anteriormente esta información reposa en las bitácoras de cada sección y de esta manera no se puede acceder a esta información de manera rápida y segura.

En su mayoría, las actividades de mantenimiento que se realizan, son aquellas que se pueden hacer en las paradas que existen después de cada “aguaje”, es decir, en los días donde la llegada de materia prima es abundante. Esto se conoce por las estaciones de la luna.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento se encuentra estructurado sobre la base del siguiente organigrama:

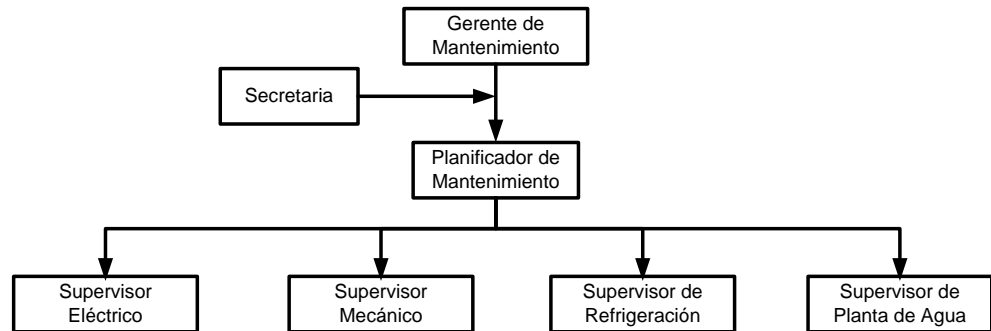


FIGURA 3.29 ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Gerente de Mantenimiento.- Su trabajo es velar por el buen desempeño de los equipos e instalaciones de la planta, atendiendo los requerimientos y problemas del área de producción principalmente, además de controlar y coordinar las actividades asignadas a cada supervisor de mantenimiento y las del planificador. Su jefe inmediato es el gerente general.

Planificador de Mantenimiento.- Está encargado de la planificación de actividades semanales del departamento, tiene comunicación directa con los supervisores y con el jefe de mantenimiento. Además desarrolla el plan de mantenimientos preventivos y predictivos de los

equipos principales de la empresa. Su jefe inmediato es el gerente de mantenimiento.

Secretaria.- Trabaja para el gerente de proyectos y el gerente de mantenimiento, se encarga entre sus labores principales de la elaboración de órdenes de trabajo para los trabajos realizados por los contratistas y la elaboración de los requerimientos de material para comunicárselo al departamento de compras.

Supervisor Eléctrico.- Se encarga de controlar y coordinar los mantenimientos preventivos y correctivos de todos los equipos que debe realizar su personal en el día a día. Tiene a su cargo 4 técnicos eléctricos que se encargan del control de los equipos del proceso productivo y un ayudante que se encarga de los equipos menos prioritarios de la empresa (luminarias, tomacorrientes). El supervisor actual no tiene ninguna preparación profesional, tan sólo tiene conocimientos por experiencias laborales anteriores y por sus años de permanencia en la empresa.

Supervisor Mecánico.- Al igual que el supervisor eléctrico realiza actividades de control y mantenimientos en los equipos del proceso productivo, especialmente en las máquinas clasificadoras y

peladoras, que son las máquinas que más cantidad de producto reciben en el día a día. Tiene a su cargo 4 técnicos mecánicos y 3 ayudantes que se encuentran pendientes de las actividades diarias del plan de actividades semanal. No tienen área de acción definida. Al igual que el supervisor eléctrico, el supervisor actual no tiene ninguna preparación profesional, tan sólo tiene conocimientos por experiencias laborales anteriores y por sus años de permanencia en la empresa.

Supervisor de Refrigeración.- Existen 2 supervisores que se encargan de controlar y operar todos los equipos que involucran la congelación y el preservado del producto. Tienen a su cargo 3 ayudantes de refrigeración que se encargan de mantenimientos menores y la operación de los compresores, máquinas de hielo y equipos de congelación. Cabe señalar que sólo uno de los supervisores tiene una preparación de bachiller técnico y el resto del personal de esa área han aprendido con la práctica y los años de permanencia en la empresa.

Supervisor de la Planta de Agua.- Tiene como responsabilidad primordial el control de la calidad del agua producida por la planta de tratamiento de agua del río, además de darle mantenimientos

menores a las bombas de agua, dosificadoras de químicos, filtros y limpieza de cisternas. Trabajan bajo su supervisión 2 operadores de la planta de agua y un ayudante. Sólo posee experiencia laboral de trabajos anteriores en el tema del tratado de agua de río.

ASPECTOS GENERALES

En la empresa existen 2 turnos de 12 horas cada uno, los supervisores sólo permanecen en el día; a excepción de los de refrigeración que dependiendo de los requerimientos de control del jefe de mantenimiento van al turno de la noche. En el turno de la noche siempre están un mecánico con un ayudante, un eléctrico, uno de refrigeración y un operador de la planta de agua. Cabe señalar que las actividades de este turno son más de control y de atención a imprevistos o mantenimientos correctivos menores.

Todo el personal de mantenimiento se encuentra tercerizado, a excepción del gerente de mantenimiento y la secretaria que están contratados por la empresa. Todos los que se encuentran tercerizados renuevan sus contratos cada 6 meses, a excepción del supervisor eléctrico, los 2 supervisores de refrigeración y un mecánico que por tener una permanencia en la empresa de más de 12 años, pertenecen a una compañía tercerizadora que no les

renueva el contrato. Los ayudantes de cada área del departamento tienen un contrato de carácter eventual, es decir, cobran su sueldo por horas de trabajo controladas por sus tarjetas de marcación y los demás cobran por el día de trabajo.

SOFTWARE DE MANTENIMIENTO

La empresa adquirió el software llamado Sismac en el año 2005; pero aún no se lo utiliza en su totalidad ya que el personal no lo actualiza con la información de los mantenimientos preventivos ni correctivos y también se ha descuidado la incorporación de equipos e instalaciones nuevas o modificaciones de los equipos existentes.

La interfase gráfica del programa es muy simple y permite realizar muchas actividades dentro de las siguientes opciones:

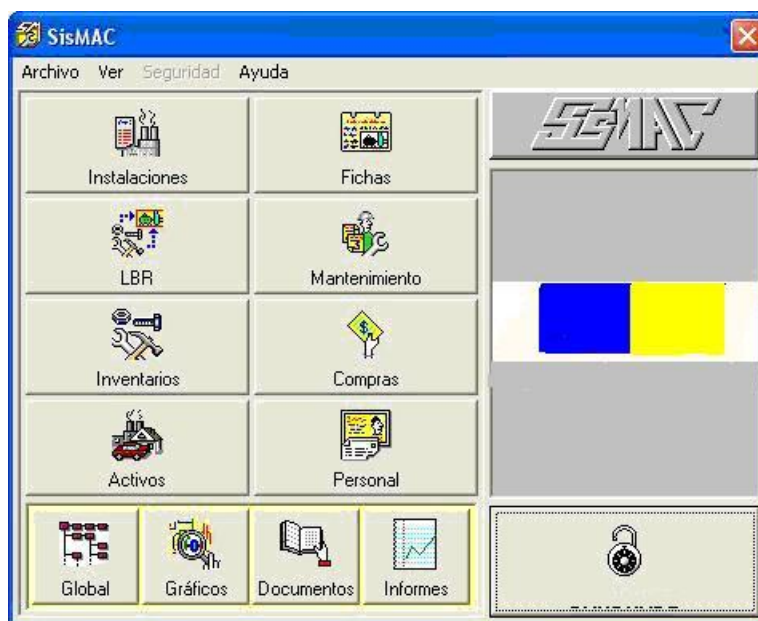


FIGURA 3.30 VENTANA PRINCIPAL DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO

Para la implementación del Sismac, según lo consultado, no hubo una planificación adecuada, tan sólo se presentó la necesidad de realizar en un futuro la implementación de la filosofía TPM; pero la adquisición del software sería una herramienta poderosa siempre y cuando la empresa tenga interiorizado el concepto de TPM previo a la ejecución de este programa.

El personal que se capacitó para el uso de este programa fue escaso, solamente 3 personas participaron del mismo, de los cuales ninguno fue de los niveles administrativos del departamento, tan solo dos técnicos de las áreas de refrigeración y mecánica y el otro un

asistente técnico del gerente de proyectos que actualmente está trabajando en la división Balanceados, continuando con el uso del programa dentro de sus actividades.

Dentro de las funcionalidades del sistema, encontramos el acceso a las fichas técnicas de los equipos y la manera de la presentación de las mismas es como se muestra a continuación:

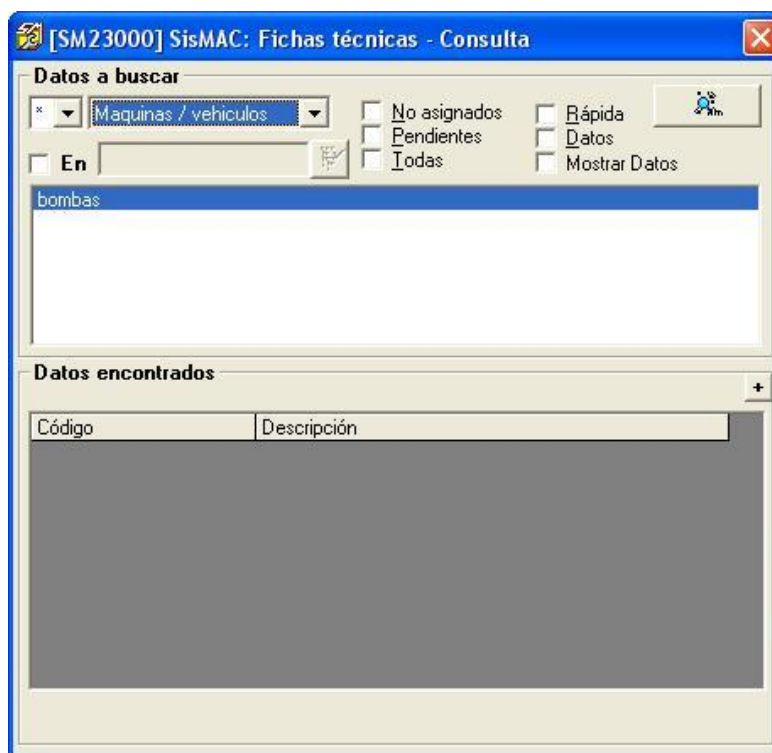


FIGURA 3.31 VENTANA DE BÚSQUEDA DE FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Como se puede apreciar, dentro de esta interfase uno puede acceder a las máquinas, equipos de congelación, bombas de agua, diesel y

en sí, todo lo concerniente a maquinaria y equipos de la empresa. A continuación un ejemplo de la presentación de una ficha técnica de uno de los compresores de amoniaco usados por el área de refrigeración para la congelación del camarón.

SENSORES		ELEMENTOS DE CONTROL	
TERMOSTATO DE SUCCION MARCA.- mycom TYPD.- 15854-2 OUTPUT.-4a20MA RANGO TEMP.-[-50a50 °C] POWER.-Dc 24v	PRESOSTATO SUCCION MARCA xpro TYPD OUT PUT 4a20MA RANGO [-1a+10Kg/CM2] POWER MAX 29.5 VDC PN 9307116 SN	CONTROL DE CAPACIDAD TYPD 3vias MARCA Continental MODELO BTA-2172 SERIE VSD03M-NB-61L-Y5856-3 P-A-B port max psi-200 T port.max psi-1500	CONTROL ENFRIAMIENTO DE COMPRESOR TYPD yusako MARCA mycom MODELO MWP1520 SERIE RANGO M.OP 23Kg/CM2 M.P 30Kg/CM2
TERMOSTATO DE DESCARGA MARCA.- mycom TYPD.- 15854-1-1 PN.- SN.- OUTPUT.- 4a20MA RANGO TEMP.- [0a150°C] POWER.-Dc 24v	PRESOSTATO DESCARGA MARCA xpro TYPD PN 9307117 SN 97080 - Z8 J801 OUT PUT 4a20MA RANGO TEMP [-1a+30Kg/CM2] POWER MAX 29	BOVINAS de VOL/CAP. MARCA Continental VOLTAJE 220/240VAC 50/60HZ WATTAJE 22	
TERMOSTATO DE ACEITE MARCA.- mycom TYPD.- 15854-1-1 PN.- SN.- RANGO TEMP.- [0a150°C] OUT PUT.- 4a20MA POWER.- Dc 24v	PRESOSTATO DE ACEITE MARCA xpro TYPD PN 9307117 SN 97032-W7VW01 OUT PUT 4a20MA RANGO [-1a+30Kg/CM2] POWER MAX 29.5VDC		
TERMOSTATO .OS. MARCA.- mycom TYPD.- 15854-1-1 PN.- SN.- RANGO TEMP.- [0a150°C] OUT PUT.- 4a20MA POWER.- Dc 24v	PRESOSTATO DE FILTRO MARCA xpro TYPD PN 9307117 SN 97080-Z7FC01 OUT PUT 4a20MA RANGO [-1A+10kg/CM2] POWER MAX		
		OTROS ELEMENTOS	
		VALVULA PRINCIPAL DE INYECCION PARA ENFRIAMIENTO DE COMPRESOR TYPD Diafragma MARCA Sporlan MODELO MEDIDA 3/4" BOVINA DE VALVULA PRINCIPAL DE INYECCION MARCA Sporlan VOLTAJE WATTAJE 18	

FIGURA 3.32 FICHA TÉCNICA DE COMPRESOR MYCOM #1

Otra de las utilidades que trae este programa es la que presenta la opción de mantenimiento, la cual nos permite consultar una serie de opciones, como son las que se presentan a continuación.

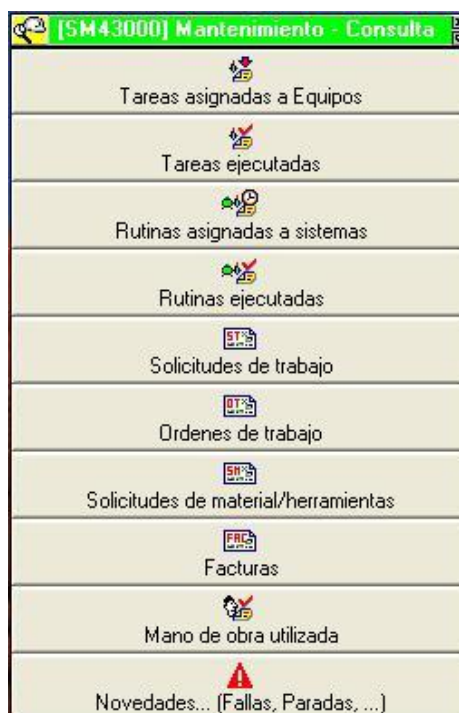


FIGURA 3.33 VENTANA DE BÚSQUEDA DE ACTIVIDADES VARIAS DE MANTENIMIENTO

Si escogemos la opción consulta de órdenes de trabajo, podemos acceder a las que han sido creadas, aprobadas, ejecutadas o cerradas, tan solo depende de lo que queramos buscar, incluyendo la fecha de realización de la orden y también buscando como destino a la división que queremos acceder. A continuación una muestra de una ventana de búsqueda de órdenes de trabajo:

FIGURA 3.34 VENTANA DE BÚSQUEDA DE ORDENES DE TRABAJO

Pero también, dentro de la opción mantenimiento, se pueden crear las órdenes de trabajo, facturas para los trabajos que van a realizar empresas, profesionales o mano de obra calificada externas a la empresa; también se puede efectuar la programación general de los mantenimientos preventivos dependiendo del Horómetro de cada equipo, todo esto desde el menú Ingreso. La ventana se presenta a continuación:



FIGURA 3.35 VENTANA DE INGRESO DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO

Tomando como ejemplo la creación de una orden de trabajo directa, la ventana que aparece para la creación de la misma es la siguiente:

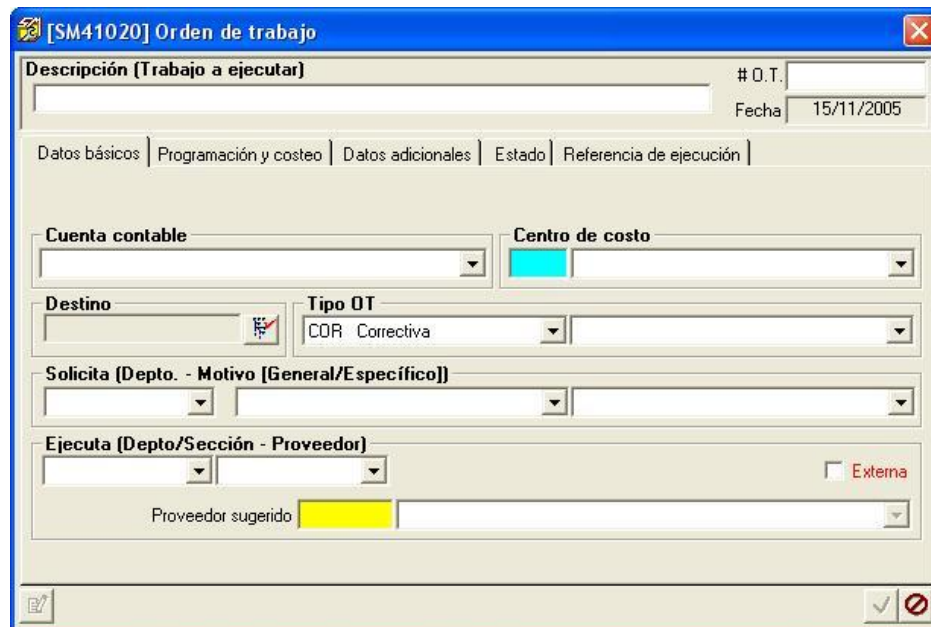


FIGURA 3.36 VENTANA DE GENERACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO (PARTE 1)

Dentro de esta ventana se comienzan a agregar todos los parámetros que son necesarios para la creación de la misma. Dentro de la pestaña datos básicos, se ingresan la descripción del trabajo a realizar, la cuenta contable, que es donde se direcciona el equipo al cual se le va a efectuar el mantenimiento, teniendo como destino inicial la división empacadora. También se direcciona el centro de costo, que es lugar asignado para los diversos equipos en toda la empresa, dentro de los principales encontramos: Hielo, Congelación, Suministro de Agua, IQF, Cocido, entre otros. Y así con todas las casillas que necesitan ser llenadas para la consecución de la misma.

Una vez llenos todos los parámetros dentro de Datos Básicos, el siguiente paso es ir a la pestaña Estado, que es donde se emite, aprueba y posteriormente se cierra la Orden de Trabajo (O.T.) una vez efectuada la actividad de mantenimiento. La ventana que se muestra a continuación nos enseña los parámetros que deben ser llenados para la culminación de la O.T., obteniendo como resultado el número de O.T., la cual servirá para darle un posterior seguimiento.

The screenshot shows a software window titled "[SM41020] Orden de trabajo". It has a blue title bar and a standard Windows-style interface. The main content area is divided into several sections:

- Descripción (Trabajo a ejecutar):** A text field for the description, a "# O.T." field, and a "Fecha" field containing "15/11/2005".
- Aprobación:** A set of radio buttons for "Emitida", "Aprobada", "Anulada", "En ejecución", and "Cerrada". The "Emitida" option is selected. There is an "Anular" button to the right.
- Movimientos (Envía / Recibe):** A table with columns: "Dp.Envía", "Sc.Envía", "Fecha En.", "Dp.Destino", "Sc.Destino", "Rc.OK", "Fecha Rc.", and "Ob". The table is currently empty.
- Retrasos:** A table with columns: "Motivo de retraso", "Fecha Rt.", "Hr.Rt.Ini", "Tm.Rt.", "Hr.Rt.Fin", and "Observaciones". This table is also empty.

At the bottom of the window, there are several icons, including a green checkmark and a red prohibition sign.

FIGURA 3.37 VENTANA DE GENERACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO (PARTE 2)

Ventajas del Software

- Almacena de manera confiable toda la información de los distintos mantenimientos realizados en los equipos de la empresa.
- Mayor respuesta de búsqueda de histórico de mantenimientos.
- Registra todas las instalaciones y equipos de la empresa, así como también sus fichas técnicas y consideraciones especiales.
- Enlaza los costos de mano de obra y materiales que se requieren para cada orden de trabajo realizada.
- Agilita la creación de órdenes de trabajo y su seguimiento.
- Permite crear planes de mantenimiento programados para todos los equipos y advierte de su proximidad para su control de realización.

Desventajas del Software

- Mayor complejidad de operación (personal capacitado).
- Necesita varios puntos de utilización para su correcto desempeño.
- Deficiente actualización de datos entre bodega y mantenimiento.
- Fallas de comunicación entre el software y el servidor de la empresa.

CONTRATISTAS (OUTSOURCING)

Dentro de la empresa se encuentran trabajando actualmente 2 tipos de contratistas, los contratistas internos, que permanecen en el día a día en la empresa y los contratistas externos que sólo van a la empresa cuando existen trabajos específicos.

Contratistas Internos: Existen 2 contratistas permanentes en la empresa, atendiendo principalmente los trabajos de soldadura, aunque también en la construcción de nuevos equipos o accesorios para dentro y fuera de la planta (entiéndase como planta al área del proceso productivo).

El ingreso a la empresa se lo aprobó en base a sus referencias laborales anteriores, cursos o capacitaciones afines con su labor y

principalmente por el costo de sus trabajos, el cual es bastante más bajo que el de las empresas bien establecidas y con trayectoria en el mercado que se dediquen a la misma gestión.

Contratistas Externos: Los hay de 2 tipos: los talleres o personas naturales y las empresas especializadas.

Los talleres o personas naturales para poder ofrecer sus servicios en la empresa están sujetos a una entrevista inicial con el Jefe de Mantenimiento o Gerente de Proyectos, dependiendo del tipo de trabajo a realizar. Se requieren referencias de trabajos anteriores y las empresas donde hayan hecho trabajos relacionados con su especialidad. Estos contratistas desempeñan principalmente actividades de torno, fresado, albañilería, pintura, mantenimiento de sistemas de climatización y lavadoras. La forma de pago se efectúa por obra realizada, en donde, los materiales no son considerados ya que los entrega la empresa y de esta manera sólo se negocia el costo de la mano de obra.

Las empresas especializadas del medio, cuando son de renombre o larga trayectoria casi no se les exige requerimientos de ingreso; pero para las nuevas empresas se les exige los puntos que se contemplan

en el **Anexo D**, para así de esta manera poder realizar el mantenimiento o proyecto requerido. Cuando la suma de dinero de una obra supera los \$8.000 a estos contratistas se les exige un contrato de trabajo, en donde, se acuerdan cláusulas, sanciones por incumplimiento, plazos de entrega de la obra, entre otros. Los trabajos que realizan estos contratistas por lo general son: obras civiles de gran magnitud, mantenimiento de pisos, paredes y tumbado dentro de la planta, aislamiento de áreas de congelación y preservado del producto, rebobinado y mantenimiento preventivo de motores, alineamiento de motores, bombas y compresores, mantenimiento a subestaciones eléctricas o instalaciones eléctricas de gran magnitud. La forma de pago se efectúa por obra realizada, aunque hay ciertos casos en que se adelanta una parte del pago para poder arrancar la obra y cuando sea el caso, así como a los talleres, los materiales no son considerados en los contratos ya que la empresa los compra.

Actualmente el porcentaje de ejecución de las tareas de mantenimiento está dado en un 75% por recursos in-house (recursos propios) y el 25% restante por Outsourcing (recursos externos), es decir la estructura del departamento de mantenimiento se encuentra

en el tramo 3-4 en relación al porcentaje de uso de recursos propios como se analizó en el punto 2.3.1 del capítulo anterior.

3.2.4. Modalidad de Ejecución de las Actividades de Mantenimiento

La modalidad que se está implantando es la de hacer un recorrido, cada mes, por las áreas del proceso productivo y principales instalaciones, para luego registrar todas las instalaciones o equipos que necesitan reparación o cambio. Estas inspecciones informales se las realiza con los supervisores de cada sección y el jefe de mantenimiento.

Esto se pudiera considerar como un paso muy elemental de mantenimientos preventivos de los equipos, pero más se acercaría a lo detectivo o correctivo, ya que en la mayoría de los casos se presume que hay equipos que pueden llegar a fallar, o se intuye que se les debería hacer alguna revisión más exhaustiva (en el caso de colocar las actividades en la casilla de Programadas) o cuando ya presentan alguna anomalía (cuando son de carácter Imprevistas, principalmente).

También, muchos de los posibles mantenimientos se los considera sobre la base de la experiencia que aportan los trabajadores de más antigüedad de las diferentes secciones, aunque esto en la mayoría de los casos no resulta efectivo.

En el **Anexo E** se muestra un resumen del análisis situacional de la empresa, donde se mencionan los aspectos más importantes.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1. Determinación de los Equipos Críticos. Definición de las Variables a Utilizar

Para establecer cuales son los equipos críticos de la empresa empacadora, nos basamos en los 5 puntos necesarios para conformar la matriz de criticidad, los mismos que se mencionaron en el punto 2.4., y que de manera metódica, logran determinar aquellos equipos con mayor índice de criticidad. Este análisis es la base para poder proceder a elaborar el plan de mantenimiento preventivo y predictivo programado definitivo en la empresa.

1. Descripción del Proceso Productivo

El proceso productivo se lo va a analizar en sus 2 variaciones, a las cuales se las va a diferenciar de la siguiente manera: Congelación

por prensado o por aire forzado como Proceso en Masa, y al de Congelación individual como Proceso IQF.

TABLA 11
PROCESO EN MASA

<u>Etapas del Proceso</u>	<u>Tipo de Operación</u>
Recepción	Semi-Automático
Descabezado	Manual
Clasificado	Semi-Automático
Empacado	Manual
Congelación	Semi-Automático
Preservado	Semi-Automático
Despacho	Semi-Automático

TABLA 12
PROCESO IQF

<u>Etapas del Proceso</u>	<u>Tipo de Operación</u>
Recepción	Semi-Automático
Descabezado	Manual
Clasificado	Semi-Automático
Congelación	Semi-Automático
Empacado	Manual
Preservado	Semi-Automático
Despacho	Semi-Automático

2. Identificación de los Subsistemas

Dado que para este punto no es necesario hacer la diferenciación entre los 2 procesos, debido a que todas las etapas se las realizan de la misma forma sólo variando el mecanismo de congelación, se procederá a identificar los subsistemas que tengan operación semi-automática o automática.

TABLA 13
IDENTIFICACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS

<u>Subsistema</u>	<u>Tipo de Operación</u>
Recepción	Semi-Automático
Clasificado	Semi-Automático
Congelación	Semi-Automático
Preservado	Semi-Automático
Despacho	Semi-Automático

3. Definición del Tipo de Estructura del Sistema

Para poder definir el tipo de estructura del sistema es necesario establecer el de cada subsistema, para así de esta manera comprender su comportamiento global.

El tipo de estructura de cada subsistema se define sobre la base del número de equipos que requiere cada etapa para efectuar su parte

del proceso y la condición que tienen estos equipos en caso de ser más de uno el que opere; es decir, si hay varias máquinas que realizan la misma actividad, hay que analizar si su condición es de parte de la etapa o funciona como un método de respaldo al proceso. Sobre la teoría expuesta anteriormente se determina la siguiente tabla, la cual nos va a ayudar a determinar el tipo de estructura de cada subsistema.

TABLA 14
DEFINICIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA

<u>Subsistema</u>	<u>Cantidad Equipos</u>	<u>Condición Operación</u>	<u>Tipo de Estructuras</u>
Recepción	2	Activa	Paralelo
Clasificado	5	Activa	Paralelo
Congelación en Masa:			
➤ Túneles de Congelación	4	Activa	Paralelo
➤ Congeladores de Placas	5	Activa	Paralelo
Congelación IQF:			
• Túneles Espirales	2	Activa	Paralelo
• IQF Brine	1	Activa	Serie
Preservado	4	Activa	Paralelo
Despacho:			
❖ Muelle de Embarque Viejo	2	Pasiva	Paralelo
❖ Muelle de Embarque Nuevo	2	Pasiva	Paralelo

Como resultado de este análisis podemos decir que Empacarsa maneja su proceso productivo como un sistema de estructura mixta, ya que posee subsistemas con estructuras en paralelo y en serie.

4. Cálculo de Frecuencias y Fallos

El cálculo de frecuencias y fallos de los equipos principales involucrados en las diferentes etapas de los subsistemas ya definidos, se basan en los criterios y cuantificaciones expuestas en el punto 2.3.2.2, pero con la adaptación a la realidad de la empresa empacadora. Los criterios definitivos que fueron considerados para el análisis previo, fueron revisados y analizados por los técnicos y el Gerente de Mantenimiento. Los criterios establecidos se reflejan en la siguiente tabla:

TABLA 15
CRITERIOS Y CUANTIFICACIÓN DE FRECUENCIAS Y FALLAS

Criterios para determinar la <u>“Críticidad”</u>	Cuantificación
<u>Frecuencias de Falla:</u>	
✓ Mayor a 4 fallas/mes	4
✓ 2-4 fallas/mes	3
✓ 1-2 fallas/mes	2
✓ Mínimo 1 falla/mes	1

<u>Impacto Operacional:</u>	
• Parada inmediata de toda la empresa	10
• Parada de toda la planta (recuperable en otras plantas)	8
• Impacto en los niveles de producción o calidad	6
• Repercute en costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	3
• No genera ningún efecto o impacto significativo sobre las demás operaciones	1
<u>Flexibilidad Operacional:</u>	
❖ No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
❖ Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
❖ Hay opción de repuesto compartido	3
❖ Función de repuesto disponible	1
<u>Costos de Mantenimiento:</u>	
○ Mayor o igual a \$3,000	2
○ Menor a \$3,000	1
<u>Impacto en la seguridad ambiental y humana:</u>	
➤ Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
➤ Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
➤ Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4
➤ Provoca daños menores causando daños leves en las personas	3
➤ Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas establecidas para el entorno	2
➤ No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el medio ambiente	1

Antes de comenzar con el análisis de las frecuencias y fallos de los equipos principales, vamos a desarrollar un resumen de consideraciones necesarias en cada parte del proceso productivo, para así poder entender la cuantificación dada por el personal que intervino en el análisis de la criticidad.

Consideraciones:

- **En Recepción**, la planta cuenta con 2 mecanismos de recepción del camarón, los cuales están constituidos por los mismos componentes (tolvas, bandas, moto-reductores, etc.).
- **En Clasificado**, la planta cuenta con 5 máquinas clasificadoras, de diferentes capacidades de producción pero que actúan de manera simultánea, dependiendo de los volúmenes de producción que se tengan programado.
- **En Congelación**, si es congelación por masa, la planta cuenta con 4 túneles de congelación por aire forzado de diferentes volúmenes de producción y 2 tipos de refrigerante; existen 5 congeladores de placas con las mismas capacidades de producción y tipo de refrigerante. Si es congelación por IQF, existen 2 túneles espirales de diferentes volúmenes de

producción y uno solo de congelado por salmuera. Todos los mecanismos de congelación funcionan de manera simultánea; es decir, ninguno de ellos funciona como respaldo para el otro sistema.

- **En Preservado**, se cuenta con 4 cámaras que albergan todo el camarón que ha sido congelado por los diversos tipos de congelación: Todas funcionan de manera permanente y trabajan conjuntamente con el despacho, usando 4 montacargas para el almacenamiento de los pallets en las respectivas perchas. Cabe señalar que antes de entrar el producto agrupado que fue congelado, se lo pasa por la máquina detectora de metales, para así evitar que alguna pieza metálica que pudo haberse incluido a lo largo de todo el proceso productivo se vaya almacenada junto con el producto terminado.
- **En Despacho**, así como se mencionó en el párrafo anterior, existen 4 montacargas, los mismos que se distribuyen de la siguiente manera: 2 para cada uno de los 2 muelles de despacho que existen en la empresa. Sólo operan 2 y los otros 2 están como equipos de respaldo en caso de avería de alguno de ellos. Los montacargas se los utiliza para sacar de las perchas de las

cámaras de preservado el total del producto requerido para cada destino, para posteriormente llevarlo a los contenedores.

TABLA 16
FRECUENCIAS DE FALLO

<u>PROCESO</u>	<u>FRECUENCIA</u> <u>(Fallas/mes)</u>	<u>CUANTIFICACIÓN</u>
Recepción	1	1
Clasificado	2	3
Congelación	4	3
Preservado	1	1
Despacho	5	4

TABLA 17
IMPACTO OPERACIONAL

<u>PROCESO</u>	<u>CONSECUENCIA</u>	<u>CUANTIFICACIÓN</u>
Recepción	No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones	1
Clasificado	Repercute en los costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	3
Congelación	Parada parcial de la planta (recuperable en otras plantas)	8

Preservado	Impacto a niveles de producción o calidad	6
Despacho	No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones	1

TABLA 18

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL

<u>PROCESO</u>	<u>CONSECUENCIA</u>	<u>CUANTIFICACIÓN</u>
Recepción	Hay opción de repuesto disponible	1
Clasificado	Hay opción de repuesto disponible	1
Congelación	No existe opción de producción y no hay forma de recuperarlo	5
Preservado	Hay opción de producción a la capacidad mínima permisible	4
Despacho	Hay opción de repuesto compartido	3

TABLA 19
COSTOS DE MANTENIMIENTO

<u>PROCESO</u>	<u>COSTOS DE REPARACIÓN</u>	<u>CUANTIFICACIÓN</u>
Recepción	Menor a \$3,000	1
Clasificado	Menor a \$3,000	1
Congelación	Mayor o igual a \$3,000	2
Preservado	Menor a \$3,000	1
Despacho	Menor a \$3,000	1

TABLA 20
IMPACTO EN LA SEGURIDAD AMBIENTAL Y HUMANA

<u>PROCESO</u>	<u>IMPACTO S.A.H.</u>	<u>CUANTIFICACIÓN</u>
Recepción	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	1
Clasificado	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	1
Congelación	Afecta las instalaciones o personas causando daños severos	4
Preservado	Provoca daños menores causando daños leves en las personas	3
Despacho	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	1

Cálculo de la Criticidad

Una vez realizado el análisis de las frecuencias de fallas y sus consecuencias, el cálculo de la criticidad de cada proceso se lo efectúa en base a la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad_Total} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

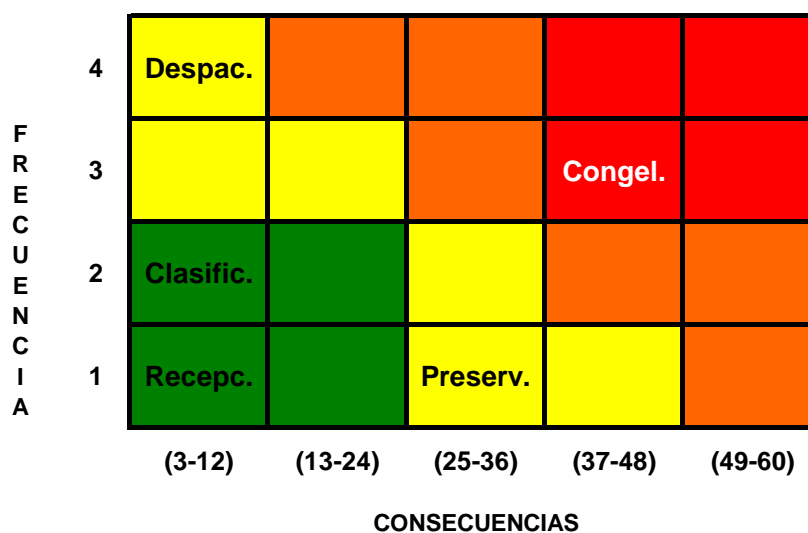
$$\text{Criticidad_Total} = \text{Frecuencia} * [(\text{Impacto_Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costo_Mtto.} + \text{Impacto_SAH}]$$

El cálculo de la criticidad total de cada proceso nos va a dar el principal indicador para establecer cual es el proceso de mayor criticidad, aunque para la elaboración de la matriz de criticidad necesitaremos ubicar los procesos dentro de ella utilizando las frecuencias de fallas y consecuencias obtenidas en los análisis previos. Una vez efectuado los cálculos obtuvimos la siguiente tabla de resultados:

TABLA 21
RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CRITICIDAD

<u>PROCESO</u>	<u>FRECUENCIA</u>	<u>CONSECUENCIA</u>	<u>CRITICIDAD TOTAL</u>
Recepción	1	3	3
Clasificado	2	5	10
Congelación	3	46	138
Preservado	1	28	28
Despacho	4	5	20

5. Matriz de Criticidad



Luego de realizar la matriz de criticidad sobre la base de los cálculos previos, se puede concluir que el proceso que presenta la mayor criticidad es el de **CONGELADO**. Por lo tanto a continuación se mostrarán aquellos equipos, que siendo parte de este proceso deberán ser considerados de manera prioritaria en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo y predictivo programado anual en la empresa, con el propósito de garantizar la producción continua en la organización.

TABLA 22
EQUIPOS DIRECTAMENTE INVOLUCRADOS

<u>Equipo</u>	<u>Cantidad</u>
Congeladores de Placas	5
Túneles Espirales	2
Túneles de Congelación	4
IQF Brine	1

TABLA 23
EQUIPOS INDIRECTAMENTE INVOLUCRADOS

<u>Equipo</u>	<u>Cantidad</u>
Compresores de Pistón	4
Compresores de Tornillo	5
Condensadores Evaporativos	6
Estaciones de Bombeo	2

4.2. Descripción de las Rutinas de Mantenimiento sobre la Base de los Manuales de Mantenimiento según los Fabricantes de cada uno de los Equipos Críticos

En este punto es necesario precisar las principales características y recomendaciones que sugieren los fabricantes de los equipos críticos determinados en el punto anterior. Cabe recalcar que desde la adquisición de los equipos en la empresa, no se ha llevado a cabalidad las diversas actividades de mantenimiento sugeridas o establecidas por los diferentes fabricantes. Lo que se ha realizado, son tareas de mantenimiento sobre la base de las inspecciones

informales, no programadas y de manera aleatoria de los técnicos de la empresa. En otros casos se realizaban actividades de mantenimiento debido a las apariciones de pequeñas fallas y en ciertos casos por averías presentadas en los equipos.

CONGELADORES DE PLACAS

DEFINICIONES

Congelador De Placas: Equipo que congela el producto entre sus placas. Las placas son refrigeradas por circulación de líquido refrigerante. Al ubicar el producto, las placas bajan y ejercen presión sobre el producto para extraer calor más rápido. Empacarsa cuenta con 5 congeladores de placas con las siguientes especificaciones:

Placa: Parte del congelador donde se coloca las bandejas con el producto, a manera de repisa. Estas placas bajan y presionan el producto para quitar más rápido el calor.

Bandeja: Bandejas de hierro galvanizado donde se coloca el producto empacado para ingresarlo a las placas.

Ciclo: El ciclo de un congelador de placas es aproximadamente de 4 horas desde que se bajan las placas para congelarlo hasta que el producto llega a su temperatura final y es extraído de las placas.

Quiebra: Tiempo después del “aguaje” (reflujo – máxima pleamar) en el que baja la producción de camarón. Es el tiempo ideal para hacer mantenimientos y limpiezas a las máquinas y equipos en general.

ESPECIFICACIONES

Congeladores #1, #2, #3:

- ❖ Marca: Gram
- ❖ Modelo: HPF-3-50-16
- ❖ Capacidad: 3,240 lbs.
- ❖ Medidas de placas: 225x112x2.2 cm.
- ❖ Cantidad de placas: 16

Congeladores #4 Y #5:

- ✓ Marca: Gram
- ✓ Modelo: HPF-3-50-19
- ✓ Capacidad: 3,240 lbs.
- ✓ Medidas de placas: 225x112x2.2 cm.
- ✓ Cantidad de placas: 17

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

Cada Ciclo

- Lave con una manguera toda la escarcha de las láminas hasta que no quede nada de la misma.
- Cuidadosamente lave las tuberías de entrada de amoniaco, quitando toda la escarcha exterior y el hielo presente.
- Las mangueras de amoniaco deben escurrir por aproximadamente 15 minutos, los mismos que son el resultado de los 10 minutos que demora el equipo en escarchar, y los 5 minutos que normalmente demora cargar el equipo con todas las bandejas.

Cada Quiebra

- Limpie con detergente y estropajo las láminas de la congeladora. En caso de encontrar óxido quítelo con abrasión mecánica suave, sin dañar el material. Puede utilizar un desoxidante o un polímero convertidor de óxido en caso de oxidación agresiva. Se debe luego lavar muy cuidadosamente con abundante detergente, una vez que el producto haya hecho efecto, con el propósito de eliminar todo vestigio del químico utilizado.

- Lave y revise las mangueras de entrada de amoniaco por cualquier desgaste o daño que existiere. De ser el caso, se deberán reparar o reemplazar.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

- El nivel de aceite en la unidad hidráulica debe ser revisado en intervalos regulares y si es necesario se debe agregar aceite para completar los niveles adecuados de trabajo. Un cambio de aceite se debe hacer cada 2 años, como mínimo.
- Revise las mangueras de amoniaco. Si dan algún indicio de fuga, como humedad en la escarcha del tubo o manchas negras en su superficie, proceda a cambiar la manguera.

TÚNELES ESPIRALES

DEFINICIONES (TÚNEL ESPIRAL #1)

Túnel Espiral: Este equipo congela el producto en el recorrido que hace dentro de la cámara para luego ser glaseado y enfundado.

Consta de las siguientes partes:

- **Sistema de Transportación:** Banda que transporta el producto desde la alimentación hasta la salida.

- **Sistema de Impulsión del Tambor y de la Correa:** Motores eléctricos que accionan la banda en todo su recorrido, tanto el espiral como en la alimentación y la salida.
- **Dispositivos de Seguridad:** Dispositivos incorporados que dan señales para alarmas en casos de errores.
- **Cubierta Aislada:** Es la cubierta del congelador que se encuentra completamente aislada.
- Evaporador y Ventiladores.
- Equipo Eléctrico.

Compensación: Sistema que mantiene la banda con la tensión adecuada a pesar de su cambio de tamaño por los cambios de temperatura que se producen (gradiente térmica).

ESPECIFICACIONES

- ❖ Marca: York
- ❖ Modelo: S-1615-SIA
- ❖ No. de tambores: 1
- ❖ Ancho de banda: 406 mm
- ❖ Largo de banda: 8.17 m
- ❖ Altura máxima del producto: 75 mm
- ❖ Temperatura interna: -32°C

- ❖ Temperatura de salida del producto: -18°C
- ❖ Capacidad: 800 lb/h

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

Cada vez que termine de pasar una línea de producto:

- Limpie con manguera la banda transportadora.
- Barra el camarón del piso.
- Limpie cada una de las gavetas.

Cada 4 horas de operación:

- Apague los ventiladores (F7 y F8 del panel de control), esto automáticamente apaga la refrigeración del equipo.
- Abra la llave de agua para el descongelamiento del espiral.
- Recoja el camarón regado dentro del espiral.
- Limpie con una manguera a presión el interior de todo el equipo.
- Limpie con una manguera a presión la banda transportadora.
- Barra el camarón del piso.
- Limpie cada una de las gavetas.

Cada vez que se cambie de producto cocido a crudo o viceversa.

Se hace una limpieza general del sistema, que implica lo siguiente:

- Apague los ventiladores (F7 y F8 del panel de control), esto automáticamente apaga la refrigeración del equipo.
- Abra la llave de agua para el descongelamiento del espiral.
- Recoja el camarón regado dentro del espiral.
- Limpie con una manguera a presión el interior de todo el equipo.
- Barra el camarón del piso.
- Limpie las gavetas.
- Baje la banda transportadora.
- Limpie la banda transportadora con detergente y luego enjuague con agua clorada.
- Verifique que no queden residuos de camarón en el sistema.

SEGURIDAD

El espiral es una pieza de maquinaria móvil como muchas otras en su planta. Hay puntos de seguridad que son obvios, pero que deben ser tomados en consideración con detenimiento para evitar accidentes en los procesos productivos, tales como:

- Nunca ponga su mano en una correa móvil.

- No trabajen alrededor de las porciones móviles con ropa floja, suelta, chaquetas o corbatas.
- Utilice solamente las herramientas correctas cuando se deba realizar cualquier mantenimiento programado en la correa detenida; bajo ningún concepto se deben realizar trabajos de mantenimiento cuando la correa esté funcionando.
- Todos los interruptores de seguridad en el congelador espiral de YORK son esenciales y críticos para la operación segura.

NUNCA OPERE EL CONGELADOR A MENOS QUE TODAS LAS SEGURIDADES ESTÉN CONECTADAS Y EN FUNCIONAMIENTO APROPIADO. OPERAR EL CONGELADOR SIN TODO EL FUNCIONAMIENTO DE TODAS LAS SEGURIDADES ES MUY PELIGROSO, PUEDE DAR LUGAR A UN DAÑO IMPORTANTE AL CONGELADOR, DAÑOS CORPORALES SERIOS O MUERTE, TODO LO CUAL ANULARÁ LA GARANTÍA DE LA FÁBRICA.

- El trabajo más difícil en lo que concierne a la seguridad es la limpieza. Cubra TODOS los paneles eléctricos con vinilo o con cubiertas protectoras hechas para este propósito que pueden ser

instaladas cada vez que sea realizada la limpieza y quitadas después de limpieza.

- Tenga siempre presente que los ventiladores del congelador son encendidos y parados AUTOMÁTICAMENTE. Nunca se acerque a los ventiladores a menos que se apague la desconexión principal, DE TAL FORMA QUE ESTÉ GARANTIZADA LA PARADA GENERAL DE LOS MISMOS.

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Diariamente

- Inspeccionar Motores y ventiladores.
- Inspeccionar las puertas del espiral

Semanalmente

- Inspeccionar caja de engranajes de la impulsión principal y revisar nivel de aceite.
- Inspeccionar la impulsión de la salida y el compensador.
- Inspeccionar motores y ventiladores.
- Inspeccionar cubierta.
- Inspeccionar conductos, cables e interruptores de seguridad.
- Revisar la separación de altura del producto.
- Inspeccionar los interruptores de salto de emergencia.

- Revisar el panel de control eléctrico por humedad.
- Rocíe con aceite rodamientos, RUEDAS Y EN GENERAL PARTES MÓVILES QUE NECESITEN DE LUBRICACIÓN PARA PODER OPERAR.

Mensualmente

- Revisar la lavadora de la correa: ventiladores y bomba.
- Revisar la correa.
- Revisar limpieza interior.
- Inspeccionar el trabajo de metal del suelo, tuercas.
- Inspeccionar aspersores de descongelación.
- Revisar válvulas de refrigeración.
- Revisar la iluminación interior.
- Engrasar la lavadora.
- Engrasar motores y ventiladores.
- Engrasar válvulas de refrigeración.

Anualmente

- Revisar la correa.
- Revisar la cubierta.
- Inspeccionar el trabajo de metal del suelo, tuercas.

- Cambiar de aceite a la caja de engranajes de la impulsión principal.
- Cambiar de aceite a la impulsión de la salida y a la compensación.

DEFINICIONES (TÚNEL ESPIRAL #2)

Túnel Espiral: Este equipo congela el producto en el recorrido que hace dentro de la cámara para luego ser glaseado y enfundado.

Consta de las siguientes partes:

- **Sistema de transportación:** Banda que transporta el producto desde la alimentación hasta la salida.
- **Sistema de refrigeración:** Sistema que quita temperatura al producto cuando pasa por la cámara hasta llevarlo a -18°C .
- **Sistema de glaseo y llenado.**

Compensación: Sistema que mantiene la banda con la tensión adecuada a pesar de su cambio de tamaño por el cambio de temperatura.

Accionamiento Principal: Proporciona la fuerza principal de accionamiento para mover la banda en espiral alrededor de la jaula y a través del sistema.

Accionamiento de Captación: Es un accionamiento de tensión y regula la transmisión de la fuerza de accionamiento entre la jaula y la banda.

Accionamiento de Jaula: Proporciona la fuerza para girar la jaula.

Jaula: Estructura cilíndrica del centro del sistema en espiral que suministra la fuerza de accionamiento a la banda del espiral. También es llamado tambor.

Banda en Espiral: Superficie transportadora del sistema en espiral.

Sobretensión: Demasiada fuerza de accionamiento de captación que resulta en una menor vida de la banda.

Sobreaccionamiento: Diferencia entre velocidades relativas entre la superficie de jaula y el borde interior de la banda. También referida como deslizamiento.

Sub-tensionamiento: La fuerza de accionamiento de captación es demasiado baja resultando en una banda floja que es empujada por la jaula conforme sobreacciona la banda.

ESPECIFICACIONES

- ❖ Marca: I.J. White Spiral Systems.
- ❖ Capacidad: 1,000 lb/h.
- ❖ Temperatura interna: -24°C

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

Cada 4 horas de operación:

- Limpie con una manguera a presión la banda transportadora.

Cada 10 horas o cada cambio de producto.

Una vez alimentado el último camarón, se debe esperar a que este salga de la banda ya congelado y se debe proceder a ejecutar los siguientes pasos:

- Apagar el sistema de congelamiento. Normalmente por seguridad se solicita al personal de mantenimiento que cierre la válvula manual de paso del refrigerante; si no se lo hace tampoco es de gran importancia ya que el sistema cuenta con una válvula

eléctrica que hace la misma función, es decir que se cierra al apagar el sistema de refrigeración de manera inmediata.

- Se deja el sistema prendido el tiempo requerido hasta que la banda esté completamente limpia y libre de hielo.
- Paralelamente se inspecciona el evaporador para determinar si esta bloqueado de hielo. Si el evaporador presenta zonas tapadas de hielo se debe proceder a descongelarlo de la siguiente manera:
 - ✓ Se abre el paso de agua ubicado junto a la puerta, la cual se encuentra en la parte lateral trasera del túnel y se verifica la caída del agua en el serpentín.
 - ✓ Si se determina que un sector o varios sectores del serpentín no se descongelaron, se debe ayudar con una manguera de agua, cuya toma se encuentra cerca de misma puerta.
- Normalmente se aglomera escarcha en las rejillas de protección de los ventiladores; esta escarcha no debe ser retirada con agua ya que estaríamos mojando los motores de los ventiladores lo cual no es recomendable, por lo que se debe sacar la escarcha con una espátula raspando las rejillas con cuidado.
- Limpie con una manguera a presión el interior de todo el equipo.
- Recoja el camarón regado dentro del espiral.

- Baje la banda transportadora.
- Limpie la banda transportadora con detergente y luego enjuague con agua clorada.
- Verifique que no queden residuos de camarón en el sistema.

Recomendaciones Generales

- Nunca lance agua hacia el tablero eléctrico, existen muchos controles que se dañarían con el agua.
- No prenda el túnel antes de sacar toda el agua del piso.
- Verifique siempre que la banda de alimentación no se ha corrido y esté rozando con la banda de acero inoxidable.
- Evite abrir las puertas mientras el túnel esté prendido y a baja temperatura.
- Antes de prenderlo verifique que no haya nadie en su interior. Si alguien se queda adentro al momento de prenderlo, puede jalar el cordón de color amarillo, esto apagará la banda y se prenderá un foco rojo en el tablero.
- Verifique que todos los sensores de seguridad de la banda tengan sus focos prendidos, esto indica que están activos.
- Nunca trate de abrir una puerta con ayuda de metales o palancas. Pida asistencia a mantenimiento cuando una de ellas no quiera abrir.

- No apoye su pie encima de la banda de acero inoxidable.
- No tropiece con el recipiente de aceite de lubricación de la cadena, es de vidrio y se puede romper fácilmente.

SEGURIDAD

Precauciones generales de operación

Muchos accidentes se pueden evitar al conocer y practicar la seguridad. Prevenga los peligros leyendo las advertencias de seguridad en este manual y otras alertas.

- Mantenga su sistema de acuerdo con las pautas y lineamientos de este manual.
- Cierre y clasifique el interruptor de alimentación principal antes de dar mantenimiento o servicio.
- Mantenga los dedos, pies, cabello, y ropa suelta lejos de las partes en movimiento.
- Mantenga un tablero de alimentación eléctrica cerrado en todo momento.
- Únicamente se permite el acceso al tablero de alimentación al personal autorizado de mantenimiento.
- No quite, obstruya ni modifique las guardas de seguridad.
- No trate de alcanzar, se recargue, suba o llegue debajo de la máquina. Siempre siga los procedimientos de cierre/clasificación.

- Nunca permita que nadie quite el producto del sistema mientras esté en operación.

Seguridad del Personal

- El contacto con la maquinaria en movimiento puede ocasionar severas lesiones.
- Mantenga las guardas cerradas. Todos los deberes requeridos por el operador (mientras la máquina está en operación) pueden y deberían ser realizados con todas las guardas cerradas y en el lugar intencionado de la máquina.
- Limpie o ajuste la máquina con la corriente principal en la posición "apagada". La corrección de cualquier problema en el funcionamiento, limpieza o ajustes se deberán realizar mientras la máquina esté parada y con el interruptor de desconexión de alimentación principal en la posición "APAGADA". Antes de volver a encender el interruptor de desconexión a la posición "ON", asegúrese de que todas las guardas regresen a su lugar adecuado y estén cerradas.
- No permita que los operadores ni otra persona quite los productos de la máquina mientras está en operación. Es peligroso intentar jalar el producto de la máquina - si queda atrapado en la banda de

accionamiento, las ruedas dentadas o cualquier otro mecanismo en movimiento, puede perder los dedos, las manos o los brazos.

- No quite los productos mientras la máquina esté en operación. No opere la máquina a menos que todas las guardas y cubiertas estén en su lugar y las puertas estén cerradas.
- Únicamente podrán tener acceso los electricistas autorizados al interior del tablero de alimentación. Los recintos del tablero de alimentación eléctrica se deberán mantener cerrados y sujetos en todo momento para proteger al operador contra circuitos peligrosos del interior.
- Mantenga las manos alejadas de la máquina mientras esté en operación.

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Diariamente

- Ajuste de control de tensión de banda.
- Medición de sobreaccionamiento.
- Lectura de amperaje del motor de accionamiento principal.
- Lectura de amperaje del motor de captación.
- Nivel de aceite, cadena de accionamiento principal.
- Posición de peso de captación.
- Posición del brazo de tensión de cadena de accionamiento.

Semanalmente

Accionamiento principal

- Verificar sistema del aceitador de cadena y DRIP. Llene en caso de ser necesario.
- Verificar temporizador de aceitador de cadena.
- Verificar Tensión principal del resorte de accionamiento.
- Verificar el nivel de aceite en el reductor de accionamiento principal.
- Verificar las ruedas dentadas de la base del motor y los segmentos de diente respecto a desgaste y acoplamiento adecuado.
- Cambiar el aceite del reductor de accionamiento principal.
- Engrasar cojinetes de base del motor.
- Verificar sensor de proximidad de base de tensión.
- Verificar cadena de accionamiento principal para lubricación.

Accionamiento de captación

- Verifique ruedas dentadas de accionamiento y cadenas respecto a desgaste y que estén apretadas.
- Verifique el Limitador de Torsión respecto a deslizamiento.
- Lubricar cadena.

- Verificar ruedas dentadas de banda respecto al desgaste y la alineación.

Accionamiento de la jaula

- Verificar la cadena de accionamiento de la jaula y los segmentos de dientes respecto al desgaste.
- Verificar la tensión del resorte de brazo.
- Engrasar los cojinetes centrales inferiores y superiores.
- Engrasar cojinetes de rueda libre (si vienen equipados).
- Inspección visual de tira de desgaste de barra de jaula vertical*.
- Inspección visual del interior de la jaula, verificando la materia suelta y condición general del trabajo de la estructura.

** Algunos rasguños son aceptables, el reemplazo es necesario cuando se ha calibrado la tira de desgaste y esté visible la tubería de acero.*

Sistema de Riel

- Inspección visual de todo el sistema de riel. Verifique si hay tiras faltantes de desgaste y el nivel adecuado del Sistema de Riel*.
- Verifique todos los vástagos de soporte de riel y apriete en caso necesario.

* Todas las Tiras de Desgaste de Riel podrán estar ribeteadas en el borde principal y estar sueltas en el borde saliente.

Captación

- Verificar sensores de proximidad de captación.
- Verificar el nivel de aceite en la caja de engranes del motor de captación.
- Engrasar todos los engranes de captación.
- Verificar la cadena de accionamiento de captación respecto a la tensión adecuada y su condición general.
- Verificar los apoyos de accionamiento de captación en cuanto a una alineación adecuada.
- Verificar el limitador de torsión respecto a deslizamiento y ajuste en caso de ser necesario.
- Verificar todas las poleas respecto a desgaste y localización adecuada.
- Verificar las ménsulas de accionamiento de banda respecto a desgaste y alineación adecuada*.
- Verificar localización de peso de captación y añadir o quitar bandas en caso de ser necesario.

- Verificar la localización de los sensores de proximidad de captación**.
- Verificar la localización y condición de todos los rodillos guía laterales o zapatas.
- Inspección visual general.

** Las Ruedas Dentadas de Accionamiento de Banda de tal forma que empuje contra un vástago.*

*** Los sensores se deberán ajustar para dar un espacio de peso de Captación para que se desplace según sea necesario. Pueden estar a 12" por arriba y debajo del rango de los pesos.*

Banda en espiral

- Verificar para asegurarse de que los rieles de banda queden uniformemente en la alimentación y descarga.
- Verificar la banda respecto a pulsación, que indiquen que están posiblemente colgando.
- Verificar los vástagos del conector en la banda para asegurarse de que tengan las roscas y tuercas en el exterior.

- Verificar la condición de la malla colocada en la banda de rejilla. Reparar o reemplazar cualquier sección dañada.
- Verificar la tensión adecuada de banda*.
- Medir sobreaccionamiento de jaula.
- Verificación de inspección visual de banda referente a daños y conexión inadecuada.
- Medir Elongación de Banda.
- Para bandas con radio estándar que tengan bordes idénticos interiores y exteriores, la banda debe girar entre 4,000 y 6,000 horas.

* La tensión de banda es medida utilizando un calibrador de tensión. La lectura no deberá exceder el límite de diseño de la banda. Si no está disponible un medidor de tensión, la tensión de banda se puede calcular aproximadamente jalando la banda lejos de la jaula. Se deberá tener suma precaución cuando haga esto si el sistema está en operación. Esto nunca se deberá hacer solo. Si la banda no se puede jalar desde la jaula, por favor llame a I.J White.

TÚNELES DE CONGELACIÓN

DEFINICIONES

Túneles: Estos túneles son utilizados para congelar el producto final cuando los congeladores de placas llegan a su límite de capacidad. Empacarsa cuenta con 4 túneles de congelación.

- ✓ El **túnel #1** es enfriado por amoníaco. Tiene una capacidad de 22,000 a 25,000 libras, una temperatura de -20°C y el producto se mantiene dentro por alrededor de 18 – 20 horas.

- ✓ Los **túneles #2, #3 y #4** son enfriados por freón. Tienen una capacidad de 10,000 a 12,000 lb., una temperatura de -20°C y el producto se mantiene dentro cerca de 34 horas.

Ciclo: Un ciclo de un túnel comprende el tiempo de permanencia del producto dentro del túnel. Para el túnel #1 su ciclo es de 10 – 20 horas. Para los túneles #2, #3 y #4 su ciclo es de 30 – 36 horas.

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA

Cada Ciclo

- Se debe hacer una limpieza interna con manguera para descongelar y quitar el hielo y residuos.
- Use detergente y luego amonio para desinfectar.

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Túnel #1

Semestralmente

- Revisar válvulas de bobina solenoide.
- Cambiar rodamientos de ventiladores.
- Limpiar los ventiladores.

Túneles #2, #3 y #4

Semestralmente

- Limpiar los condensadores.
- Cambio de aceite del compresor y filtro.
- Revisión de la resistencia del drenaje.
- Cambio de rodamientos a motores eléctricos.
- Limpiar partes eléctricas.
- Revisar presiones de alta y baja.
- Cambiar rodamientos de ventiladores.

- Limpiar los ventiladores.

COMPRESORES

En este literal se va a analizar aquellos equipos que están indirectamente relacionados con los equipos de congelación señalados en los puntos anteriores.

En la siguiente tabla se detallarán los equipos de congelación con sus respectivos compresores, los cuales se necesitan para lograr las temperaturas de operación.

TABLA 24

EQUIPOS DE CONGELACIÓN Y SUS COMPRESORES

<u>Equipo de Congelación</u>	<u>Compresores</u>
Congeladores de Placas	GRAM #1-2-4-5
Túnel de Congelación #1	
Túneles Espirales	FRICK RWB II PLUS FRICK RXF- 39 MYCOM #4-5
IQF Brine	GRAM GST - 41

Una vez definidos los compresores requeridos para cada equipo de congelación, se procederá a detallar los principales componentes y rutinas de mantenimiento sugeridas por los manuales de los fabricantes.

COMPRESORES GRAM #1-2-4-5

Estos equipos abastecen de frío a los congeladores #1, 2, 3, 4 y 5; túnel de congelación #1; y las cámaras #1, 2 y 3.

ESPECIFICACIONES

Compresores # 1 y #2:

❖ Motor del compresor

- ✓ Tipo: Jaula de ardilla.
- ✓ Marca: Schorch.
- ✓ Año: 1984.
- ✓ Potencia 90 KW.
- ✓ Velocidad: 1,765 RPM.
- ✓ Frecuencia: 60 Hz.
- ✓ FP: 0.86.
- ✓ Amperaje: 151 A.
- ✓ Voltaje: 460 V

❖ Transmisión del compresor

- ✓ Tipo: por banda
- ✓ Potencia transmitida: 120 HP
- ✓ Velocidad polea motriz: 1,765 RPM
- ✓ Velocidad polea conducida: 1,314 RPM
- ✓ Sentido de rotación: Horario
- ✓ Distancia entre los centros: 105.4 cm
- ✓ Con guardia
- ✓ Ratio: 7.445

❖ Block del compresor

- ✓ Tipo: Pistón
- ✓ Marca: Gram
- ✓ Modelo: HCT-125
- ✓ Potencia: 125 HP
- ✓ Refrigerante: Amoniaco
- ✓ Velocidad nominal de operación: 1,314 RPM
- ✓ Temperatura de operación: 90°C
- ✓ Número de etapas: 2
- ✓ Presión de descarga: 170 P.S.I.

Compresores # 4 y #5

❖ Motor del compresor

- ✓ Tipo: Jaula de ardilla
- ✓ Marca: Schorch
- ✓ Modelo: KN5 200M - QB015
- ✓ Serie: 913074700002
- ✓ Año: 1984
- ✓ Potencia 90 KW
- ✓ Velocidad: 1,765 RPM
- ✓ Frecuencia: 60 Hz
- ✓ FP: 0.86
- ✓ Amperaje: 151 A
- ✓ Voltaje: 440 V

❖ Transmisión del compresor

- ✓ Tipo: por banda
- ✓ Potencia transmitida: 120 HP
- ✓ Velocidad polea motriz: 1,765 RPM
- ✓ Velocidad polea conducida: 1,243 RPM
- ✓ Sentido de rotación: Horario
- ✓ Distancia entre los centros: 105.5 cm
- ✓ Con guardia

- ✓ Ratio: 7.043

❖ **Block del compresor**

- ✓ Tipo: Pistón
- ✓ Marca: Gram
- ✓ Modelo: HCT-125
- ✓ Serie: 776250030-130
- ✓ Año: 1984
- ✓ Potencia: 125 HP
- ✓ Refrigerante: Amoniaco
- ✓ Velocidad nominal de operación: 1,243 RPM
- ✓ Temperatura de operación: 90°C
- ✓ Número de etapas: 2
- ✓ Presión de descarga: 170 P.S.I.

COMPRESOR FRICK RWB II PLUS

Equipo que abastece a los túneles espirales #1 y 2, túnel de secado y cámara #4. Consta de los siguientes subsistemas mayores:

DEFINICIONES

Panel de control del microprocesador: El compresor está controlado por un sistema de control de microprocesador. Éste

continuamente monitorea la condición y operación del compresor. También dirige instrucciones a varios de los subsistemas del compresor. Adicionalmente al teclado integrado en el microprocesador hay un botón de parada de emergencia, el mismo que corta la energía a todas las partes sin pasar por la computadora. Nunca se lo debe usar a menos que sea una verdadera emergencia. El microprocesador permite un control semiautomático del compresor. Para mayor información sobre las configuraciones del microprocesador, leer el manual de Frick RWBII.

Compresor: El compresor utiliza rotores juntos helicoidales de perfil asimétrico para proporcionar un flujo continuo de vapor refrigerante y está diseñado para aplicaciones de alta y baja presión.

Sistema de lubricación del compresor: Realiza diversas funciones:

- ✓ Provee de lubricación a rodamientos y sellos.
- ✓ Provee de amortiguación entre los rotores minimizando ruidos y vibraciones.
- ✓ Ayuda a mantener frío el compresor evitando sobrecalentamiento.
- ✓ Abastece de aceite al Slide Valve y Slide Stop.

- ✓ Provee de presión de aceite a los pistones de balance para incrementar la vida de los rodamientos.
- ✓ Provee un sello de aceite entre los rotores para evitar contacto y paso de gas.

Sistema hidráulico del compresor: El sistema hidráulico del compresor mueve la válvula deslizante para cargar y descargar el compresor. También mueve el Slide Stop para incrementar o bajar el ratio del compresor.

ESPECIFICACIONES

❖ Motor del Compresor

- ✓ Tipo: jaula de ardilla
- ✓ Fabricante: RAM
- ✓ Modelo: 6313 C 3
- ✓ Serie: 7002335-01-YX
- ✓ Potencia: 150 KW
- ✓ Corriente a plena carga: 348/174A AC
- ✓ Velocidad: 3,540 RPM
- ✓ Clase de aislamiento: F
- ✓ Factor de Servicio: 1.15
- ✓ Número de fases: 3

- ✓ Frecuencia: 60 Hz
- ✓ Temperatura máxima: 40°C
- ✓ Voltaje: 230/460 V

❖ **Block del Compresor**

- ✓ Tipo: tornillo
- ✓ Marca: Frick
- ✓ Modelo: RWB II 76E
- ✓ Serie: TDSH 163L 1827B
- ✓ Año: 1995
- ✓ Potencia: 200 HP
- ✓ Refrigerante: amoníaco
- ✓ Velocidad nominal de operación: 4,500 RPM
- ✓ Temperatura de operación: 80°C
- ✓ No. De etapas de compresión: 1
- ✓ Presión de descarga: 190 PSI
- ✓ Presión de admisión: -5 PSI
- ✓ Sentido de rotación: horario
- ✓ Temperatura máxima de operación 90°

❖ **Computadora del Compresor**

- ✓ Marca: Frick

- ✓ Modelo: RWB II PLUS
- ✓ Serie: AF-262187
- ✓ Tipo: Micro procesador
- ✓ Voltaje: 230 V

❖ **Motor Eléctrico de la Bomba de Aceite**

- ✓ Marca: FRANKLIN-ELECTRIC
- ✓ Potencia: 3.5 HP
- ✓ Corriente a plena carga: 1.4A AC
- ✓ Corriente Secundaria: 2.8A AC
- ✓ Voltaje: 415.46/208.23 V
- ✓ Velocidad: 1,725 RPM
- ✓ No. De Fases: 3
- ✓ Frecuencia: 60 Hz.

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Control diario

- Horómetro.
- Presión de succión.
- Presión de descarga (alta).
- Presión de aceite.
- Diferencial de filtro de aceite.

- Capacidad Slide Valve.
- Volumen Ratio.
- Temperatura de succión.
- Temperatura de descarga.
- Temperatura de aceite.
- Temperatura del separador de aceite.
- Nivel de aceite.
- Amperaje del motor.
- Porcentaje de carga del motor.

Cada 10,000 horas

- Cambiar de filtros de aceite.
- Analizar aceite (5,000 horas después del cambio de aceite).
- Limpiar filtros de aceite.
- Limpiar filtros de líquido.
- Revisar y limpiar pantalla de succión.
- Revisar alineación.
- Revisar acoplamiento.
- Confirmar la calibración de presión y temperatura.

Cada 15,000 horas

- Análisis de vibración.

Cada 30,000 horas

- Cambio de aceite.
- Cambiar coalescers.
- Reemplazar sello.
- Inspeccionar compresora.

COMPRESOR FRICK RXF - 39

Equipo que abastece los túneles espirales #1 y 2, túnel de secado y cámara #4. Consta de los siguientes subsistemas mayores:

DEFINICIONES

Panel de control del microprocesador: El compresor está controlado por un sistema de control de microprocesador. Éste continuamente monitorea la condición y operación del compresor. También dirige instrucciones a varios de los subsistemas del compresor. Adicionalmente al teclado integrado en el microprocesador hay un botón de parada de emergencia, el mismo que corta la energía a todas las partes sin pasar por la computadora. Nunca se lo debe usar a menos que sea una verdadera emergencia. El microprocesador permite un control semiautomático del

compresor. Para mayor información sobre las configuraciones del microprocesador, leer el manual de Frick RXF.

Compresor: El compresor utiliza rotores juntos helicoidales de perfil asimétrico para proporcionar un flujo continuo de vapor refrigerante y está diseñado para aplicaciones de alta y baja presión.

Sistema de lubricación del compresor: Realiza diversas funciones:

- ✓ Lubrica el área de contacto del rotor, dejando que el rotor macho lleve a la hembra en una película amortiguadora de aceite.
- ✓ Sirve para remover el calor de la compresión del gas, manteniendo las temperaturas de descarga bajas y minimizando la falla de aceite o refrigerante.
- ✓ Llena los pasajes de escape de gas entre o alrededor de los rotores con aceite, reduciendo en gran cantidad las fugas de gas.
- ✓ Provee de presión de aceite para el desarrollo de carga de balance en los pistones de balance para reducir la carga de los rodamientos e incrementando la vida de los rodamientos.

Sistema hidráulico del compresor: El sistema hidráulico del compresor RXF utiliza presión de aceite de pasajes perforados internamente en la carcasa del compresor para selectivamente cargar y descargar el compresor aplicando esta presión al pistón hidráulico de la válvula deslizante movable. También usa presión de aceite para accionar un pistón hidráulico que mueve el Slide Stop, Volumizer II. Esto permite que el ratio del compresor de ajuste mientras el compresor está funcionando.

ESPECIFICACIONES

❖ Motor del compresor

- ✓ Tipo: Jaula de ardilla
- ✓ Fabricante: RAM
- ✓ Modelo: 3CB-22236-SK
- ✓ Serie: 7003288-DC
- ✓ Potencia: 75HP
- ✓ Potencia Secundaria: 100 HP
- ✓ Corriente a plena carga: 116A AC
- ✓ Corriente secundaria: 232A AC
- ✓ Velocidad: 2,950 RPM
- ✓ Velocidad Secundaria: 3,545 RPM
- ✓ Número de fases: 3

- ✓ Frecuencia: 60 Hz
- ✓ Voltaje: 460/230 V AC

❖ **Block del compresor**

- ✓ Tipo: tornillo
- ✓ Marca: Frick
- ✓ Modelo: XJF-120 L074-7FF
- ✓ Año: 1996
- ✓ Potencia: 100 HP
- ✓ Refrigerante: Amoniaco
- ✓ Velocidad nominal de operación: 3,600 RPM
- ✓ Temperatura de operación: 90°C
- ✓ No. De etapas de compresión: 1
- ✓ Presión de descarga: 175 PSI
- ✓ Presión de admisión: -9 PSI
- ✓ Sentido de rotación: horario
- ✓ Temperatura máxima de operación: 100°C

❖ **Computadora del compresor**

- ✓ Marca: Frick
- ✓ Modelo: Quantum-4
- ✓ Serie: BC-307345

- ✓ Tipo: Micro procesador
- ✓ Voltaje: 230 V

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Control diario

- Horómetro.
- Presión de succión.
- Presión de descarga (alta).
- Presión de aceite.
- Diferencial de filtro de aceite
- Capacidad Slide Valve.
- Volumen Ratio.
- Temperatura de succión.
- Temperatura de descarga.
- Temperatura de aceite.
- Temperatura del separador de aceite.
- Nivel de aceite.
- Amperaje del motor.

Cada 10,000 horas

- Cambiar de filtros de aceite.
- Analizar aceite (5,000 horas después del cambio de aceite).

- Limpiar filtros de aceite.
- Limpiar filtros de líquido.
- Revisar y limpiar pantalla de succión.

Cada 15,000 horas

- Análisis de vibración.

Cada 25,000 horas

- Reemplazar sello.
- Inspeccionar compresora.

Cada 30,000 horas

- Cambiar coalescens.
- Cambio de aceite.

COMPRESORES MYCOM #4-5

Equipo que abastece los túneles espirales #1 y 2, túnel de secado y cámara #4.

ESPECIFICACIONES

Mycom #4

❖ Motor del compresor

- ✓ Tipo: jaula de ardilla

- ✓ Marca: RAM
- ✓ Modelo: 6313C3
- ✓ Serie: 7002230-01XX-12
- ✓ Potencia: 150 HP
- ✓ Corriente a plena carga: 174A AC
- ✓ Velocidad: 3,540 RPM
- ✓ Factor de servicio 1.15
- ✓ Número de fases: 3
- ✓ Frecuencia: 60 Hz.
- ✓ Temperatura máxima: 40°C
- ✓ Voltaje: 460 V AC

❖ **Block del compresor**

- ✓ Tipo: tornillo
- ✓ Marca: Mycom
- ✓ Modelo: 160 VLD
- ✓ No Serie: 1615182
- ✓ Año: 1995
- ✓ Potencia: 150 HP
- ✓ Refrigerante: Amoniaco
- ✓ Velocidad nominal de operación: 3,600 RPM
- ✓ Temperatura de operación: 80°C

- ✓ No. De etapas de compresión: 1
- ✓ Presión de descarga: 190 PSI
- ✓ Presión de admisión: 5 PSI
- ✓ Sentido de rotación: antihorario
- ✓ Temperatura máxima de operación: 90°

❖ **Computadora del compresor**

- ✓ Marca: Mycom
- ✓ Modelo: MYPRO-M.V
- ✓ Serie: L5JV1328
- ✓ Tipo: Micro procesador
- ✓ Voltaje: 120 V AC

❖ **Motor eléctrico de la bomba de aceite**

- ✓ Tipo: Jaula de ardilla
- ✓ Marca: Baldor
- ✓ Modelo: M3611T
- ✓ Serie: F395
- ✓ Potencia: 3 HP
- ✓ Corriente a plena carga: 4.1A AC
- ✓ Corriente Secundaria: 8.2A AC
- ✓ Voltaje: 230/460 V AC

- ✓ Velocidad: 1,725 RPM
- ✓ No Fases: 3
- ✓ Frecuencia: 60Hz
- ✓ Armazón: 182T
- ✓ No Parte: 35L.100Y.334

Mycom #5

❖ Motor del compresor

- ✓ Tipo: Jaula de ardilla
- ✓ Marca: Lincoln
- ✓ Modelo: 405 TS
- ✓ Serie: U3970506897
- ✓ Potencia: 150 HP
- ✓ Corriente a plena carga: 176 A AC
- ✓ Tipo de aislamiento: F
- ✓ Velocidad: 3,530 RPM
- ✓ Factor de servicio 1.15
- ✓ Número de fases: 3
- ✓ Frecuencia: 60 Hz
- ✓ Temperatura máxima: 40°C
- ✓ Voltaje: 460 V AC

❖ Block del compresor

- ✓ Tipo: tornillo
- ✓ Marca: Mycom
- ✓ Modelo: 160 VLD-SU
- ✓ No Serie: 1615397
- ✓ Año: 1997
- ✓ Potencia: 150HP
- ✓ Refrigerante: amoniaco
- ✓ Velocidad nominal de operación: 3650RPM
- ✓ Temperatura de operación: 80°C
- ✓ No. De etapas de compresión: 1
- ✓ Presión de descarga: 190 PSI
- ✓ Presión de admisión: 5 PSI
- ✓ Sentido de rotación: antihorario
- ✓ Temperatura máxima de operación: 90°

❖ Computadora del compresor

- ✓ Marca: Mycom
- ✓ Modelo: MYPRO-M.V
- ✓ Serie: S7GV1748SU-956
- ✓ Tipo: Micro procesador
- ✓ Voltaje: 120V AC

❖ Motor eléctrico de la bomba de aceite

- ✓ Tipo: Jaula de ardilla
- ✓ Marca: Toshiba
- ✓ Modelo: B0034.FLC2.AM02
- ✓ Serie: 97402577
- ✓ Potencia: 3HP
- ✓ Corriente a plena carga: 4.2A AC
- ✓ Corriente Secundaria: 8.4A AC
- ✓ Voltaje: 230/460V AC
- ✓ Velocidad: 1,730 RPM
- ✓ No Fases: 3
- ✓ Frecuencia: 60Hz
- ✓ Armazón: FCKL1
- ✓ Tipo del motor: IK

RUTINAS DE MANTENIMIENTO**Control diario**

- Horómetro.
- Presión de succión.
- Presión de descarga (alta).
- Presión de aceite.
- Diferencial de filtro de aceite.

- Capacidad Slide Valve.
- Temperatura de succión.
- Temperatura de descarga.
- Temperatura de aceite.
- Temperatura del separador de aceite.
- Nivel de aceite.
- Amperaje del motor.

Cada 10,000 horas

- Revisar y reponer si no es normal el sello del eje.
- Revisar y reponer si no es normal el Control de Capacidad.
- Desmantelar y revisar rodamientos. Reemplazar si es necesario.
- Desmantelar y revisar bomba de aceite. Reemplazar si es necesario.
- Desmantelar y limpiar válvula de regulación. Reemplazar si es necesario.
- Desmantelar y limpiar el enfriador de aceite.
- Desmantelar y revisar válvula del solenoide. Reemplazar si es necesario.
- Desmantelar y revisar válvula de expansión. Reemplazar si es necesario.
- Engrasar motor del compresor.

Cada 20,000 horas

- Reemplazar coalescers.
- Limpieza del separador de aceite.
- Desmantelar y limpiar válvula de succión.
- Cambio de aceite del compresor.

Cada 25,000 horas

- Revisar acoplamiento motor – compresor.
- Reemplazo de rodamientos, lado de carga y lado libre.
- Reemplazo de cojinetes.

COMPRESOR GRAM GST - 41

Equipo que abastece el sistema IQF de salmuera marca Gram.

ESPECIFICACIONES**❖ Motor del compresor**

- ✓ Tipo: jaula de ardilla
- ✓ Marca: Shorch
- ✓ Modelo: KN72-50S-PB015-Z
- ✓ Serie: 27703201-1
- ✓ Potencia: 108 KW
- ✓ Corriente a plena carga: 169 A AC

- ✓ Velocidad: 3.560 RPM
- ✓ Frecuencia: 60 Hz
- ✓ Voltaje 440V AC

❖ **Block del compresor**

- ✓ Tipo: tornillo
- ✓ Marca: Gram
- ✓ Modelo: 77-120-0062-580
- ✓ Año: 1992
- ✓ Potencia: 100 HP
- ✓ Refrigerante: Amoniaco
- ✓ Velocidad nominal de operación: 3,550 RPM
- ✓ Temperatura de operación: 70°C
- ✓ No. De etapas de compresión: 1
- ✓ Presión de descarga: 170 PSI
- ✓ Presión de admisión: 5 in Hg
- ✓ Sentido de rotación: horario
- ✓ Temperatura máxima de operación 90°

❖ **Computadora del compresor**

- ✓ Tipo: Microprocesador
- ✓ Serie: AF262594

- ✓ Modelo: RXF
- ✓ Voltaje: 230 V

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Control diario

- Horómetro.
- Presión de succión.
- Presión de descarga (alta).
- Presión de aceite.
- Capacidad Slide Valve.
- Volumen Slide Stop.
- Temperatura de descarga.
- Temperatura de aceite.
- Nivel de aceite.
- Amperaje del motor.

Cada 10,000 horas

- Cambiar de aceite.
- Cambiar de filtros de aceite.
- Analizar aceite (5.000 horas después del cambio de aceite).
- Limpiar filtros de aceite.

- Limpiar filtros de líquido.
- Revisar y limpiar pantalla de succión.
- Revisar alineación.
- Revisar acoplamiento.
- Confirmar la calibración de presión y temperatura.

Cada 15,000 horas

- Análisis de vibración.

Cada 20,000 horas

- Cambiar coalescers.

Cada 25,000 horas

- Reemplazar sello.

Cada 50,000 horas

- Inspeccionar compresora.

CONDENSADORES EVAPORATIVOS

A continuación se detallarán las principales características y rutinas de mantenimiento sugeridas por los fabricantes de estos equipos. Se

detallarán los condensadores que operan con las 2 salas de compresores.

DEFINICIONES (*Condensadores Gram – Sala #1*)

Condensadores Gram: Condensan el amoniaco para los equipos de la sala #1. Constan de las siguientes partes:

- **Tanque receptor**: Es usado para la recolección del agua circulante, el tanque de agua para la bomba de agua y el cuarto de succión para el aire. El abastecimiento de agua de recuperación corre a través de una válvula flotante. Un filtro dividido está ubicado en la longitud total del tanque.
- **Unidad de condensación**: La unidad de condensación está equipada con una bobina de tubería y un sistema de distribución de agua. El sistema de distribución de agua consiste de una tubería de conexión y un número de tuberías de distribución. Encima de las tuberías de distribución se monta una guarda y cuando el agua de las tuberías de distribución la golpea, se esparce uniformemente en la bobina.
- **Unidad de ventilación**: Consta de 6 ventiladores para el enfriamiento de la bobina.

Los condensadores tienen las siguientes características:

ESPECIFICACIONES

Equipo:

- ❖ Marca: Gram
- ❖ Modelo: ECO-15
- ❖ Tipo: Evaporativo
- ❖ No. de ventiladores: 6

Motores eléctricos de los 6 ventiladores

Condensadores #1 y #3:

- ❖ Tipo: Jaula de ardilla
- ❖ Marca: Woods
- ❖ Potencia: 1.3 HP
- ❖ Corriente a plena carga 10 A AC
- ❖ Corriente de trabajo: 3.6 A AC
- ❖ Velocidad: 830 RPM
- ❖ Situación: externa
- ❖ Propulsión: directo
- ❖ Diámetro del eje: 30 mm
- ❖ No. Fases: 3
- ❖ Frecuencia: 60 Hz
- ❖ Clase Nema: F

- ❖ Temperatura máxima: 40°C
- ❖ Armazón: F-2269-B
- ❖ Tipo de bases de motores: Fija
- ❖ Régimen de tiempo: Continuo
- ❖ Voltaje: 440 V A

Condensador #4:

- ❖ Tipo: Jaula de ardilla
- ❖ Marca: ABB
- ❖ Modelo: MT 100L28-6
- ❖ Serie: 1853074
- ❖ Potencia: 1.8 HP
- ❖ Corriente de trabajo: 4.9 A AC
- ❖ Velocidad: 980 RPM
- ❖ No. Fases: 3
- ❖ Frecuencia: 60 Hz
- ❖ Clase Nema: F
- ❖ Régimen de tiempo: Continuo
- ❖ Voltaje: 440 V AC

Bomba de agua

- ❖ Velocidad: 1,715 RPM

- ❖ Voltaje: 440 V
- ❖ Corriente: 8.5 A
- ❖ FP: 0.83

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Cada 15 días

- Inspeccionar y limpiar la bandeja inferior.
- Inspeccionar la válvula de flotación.
- Limpiar el filtro.
- Limpiar el calentador y el termostato.

Mensualmente

- Controlar que el aspa del ventilador esté libre de obstrucciones.
- Controlar que el sistema de rocío, rocíe uniformemente la tubería.

Cada 3 años

- Engrasar los rodamientos del motor del ventilador.

DEFINICIONES (*Condensadores BAC – Sala #2*)

Condensadores BAC: Condensan el amoníaco para los equipos de la sala #2. Constan de las siguientes partes:

ESPECIFICACIONES

Condensador #2:

- ❖ Marca: BAC
- ❖ Modelo: VC1-185R
- ❖ Serie: R95100086
- ❖ Tipo: Evaporativo
- ❖ Banda: B95
- ❖ Fabricante: Baltimore Aircoil Company

Motor eléctrico del ventilador

- ❖ Tipo: Jaula de ardilla
- ❖ Marca: Electrical Motors
- ❖ Serie: F265/R06.R11.6R.137F
- ❖ Potencia: 10 HP
- ❖ Corriente a plena carga 13.6 A AC
- ❖ Voltaje: 230/460 V AC
- ❖ Velocidad: 1,720 RPM
- ❖ Situación: interna
- ❖ Propulsión: por banda
- ❖ No Fases: 3
- ❖ Frecuencia: 60 Hz
- ❖ Armazón 215T

- ❖ Tipo de bases de motores: fija
- ❖ Corriente secundaria: 27.2 A AC
- ❖ Régimen de tiempo: continuo
- ❖ Tipo del motor: D.DP

Bomba de agua

- ❖ Marca: BALDOR
- ❖ Modelo: JM3559
- ❖ Serie: 35F84T123
- ❖ Capacidad: 3 HP
- ❖ Voltaje: 230/460 V
- ❖ Corriente: 7.6/3.8 A
- ❖ Velocidad: 3450 RPM
- ❖ Tipo: 56J

Serpentín del condensador

- ❖ No. de etapas de enfriamiento: 1
- ❖ Temperatura de entrada: 70°C
- ❖ Temperatura de salida: 30°C
- ❖ Presión de operación: 175 PSI

Condensadores #5 y #6:

- ❖ Marca: BAC
- ❖ Modelo: VC1-150
- ❖ Serie: 39100668
- ❖ Tipo: Evaporativo
- ❖ Banda: B90
- ❖ Fabricante: Baltimore Company

Motor eléctrico del ventilador

- ❖ Tipo: Jaula de ardilla
- ❖ Marca: Electrical Motors
- ❖ Modelo: 6208-2Z-JC3
- ❖ Serie: E404-Z12-Z2-35R
- ❖ Potencia: 10 HP
- ❖ Corriente a plena carga: 13.1 A AC
- ❖ Corriente Secundaria: 26.2 A AC
- ❖ Voltaje: 220/440 V AC
- ❖ Velocidad: 3,450 RPM
- ❖ Situación: Interna
- ❖ Propulsión: por banda
- ❖ No. De Fases: 3
- ❖ Frecuencia: 60 Hz

- ❖ Armazón: 215T
- ❖ Tipo del motor: CT
- ❖ Tipo de bases de motores: fija
- ❖ Régimen de tiempo: continuo

Bomba de agua

- ❖ Marca: General Electric
- ❖ Modelo: 5K46KN2176
- ❖ Serie: XLL251716
- ❖ Capacidad: 1.5 HP
- ❖ Tipo: K236
- ❖ Voltaje: 230/460 V
- ❖ Corriente: 4.8/2.4 A
- ❖ Velocidad: 3,450 RPM

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Al Arranque

- Reengrasar todos los rodamientos y juntas.
- Revisar que no hayan obstrucciones en el ventilador.
- Comprobar la correcta rotación del motor y ventilador.

Mensualmente

- Inspeccionar condición general de la unidad.
- Revisar la válvula de sangrado.
- Limpiar sumidero de agua.
- Limpiar filtro del sumidero de agua.
- Revisar y ajustar nivel de agua del sumidero de agua.
- Inspeccionar área de transferencia de calor.
- Limpiar filtro de agua.
- Revisar válvula de recuperación.
- Inspeccionar inyectores de rocío.
- Revisar tensión de las bandas.
- Revisar la unidad por sonidos inusuales y vibración.

Semestralmente

- Revisar los collares de fijación del rodamiento del motor.
- Lubricar rodamientos del eje del ventilador.
- Revisar corriente y voltaje del motor.
- Lubricar tornillo de ajuste de la base del motor.

Anualmente

- Revisar el acabado protector por dentro y por fuera.

ESTACIONES DE BOMBEO

En este punto se detallarán las principales características y rutinas de mantenimiento sugeridas por los fabricantes de las dos estaciones de bombeo.

DEFINICIONES (*Estación de Bombeo Gram – Sala #1*)

Estación de bombeo: Almacena el líquido proveniente de los compresores Gram #1, 2, 4 y 5 y lo bombea a las cámaras #1, 2, 3; las congeladoras #1, 2, 3, 4, 5 y el túnel de congelación. Consta de las siguientes partes:

ESPECIFICACIONES

Tanque receptor de líquido

- ❖ Marca: Gram
- ❖ Serie: 958392369101
- ❖ Año: 1984
- ❖ Tipo de refrigerante: Amoniaco
- ❖ Volumen: 2150 l
- ❖ Máxima presión de trabajo: 16bbar
- ❖ Máxima temperatura de trabajo: 40°C

Bomba # 1

- ❖ Marca: Iederle Hermetic-Pumpen
- ❖ Serie: CH 60853
- ❖ Año: 1992
- ❖ Tipo: CAM 2/4
- ❖ Diámetro: 114 mm
- ❖ Tipo de motor: AGX 3.0
- ❖ Caudal: 1.2-12 m³/h
- ❖ Densidad: 595 Kg/m³
- ❖ Cabeza diferencial: 69 – 38 m
- ❖ Potencia: 3 KW
- ❖ Frecuencia: 60 Hz
- ❖ Tipo de aislamiento: H
- ❖ Velocidad: 3,400 RPM
- ❖ F.P.: 0.87
- ❖ Corriente: 7.5 A
- ❖ Temperatura máxima: 30°C
- ❖ Voltaje: 440/Y V

Bomba # 2

- ❖ Marca: Hermetic-Pumpen
- ❖ Serie: CH 60854

- ❖ Tipo: CAM 2/4

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Control Diario

- Revisar la bomba por ruidos y vibraciones.
- Comprobar que la bomba no funcione seca.
- Comprobar que la válvula de descarga esté siempre abierta mientras funciona la bomba.
- Comprobar que las bombas funcionen con el caudal permitido.

DEFINICIONES (*Estación de Bombeo Frick – Sala #2*)

Estación de bombeo: Almacena el líquido proveniente de los compresores Frick RWBII Plus, Frick RXF-39, Mycom #4 y Mycom #5, y lo bombea al Túnel Espiral #1, #2 y cámara #4. Consta de las siguientes partes:

ESPECIFICACIONES

Tanque receptor de líquido

- ❖ Marca: Frick
- ❖ Serie: 131838
- ❖ Año: 1996
- ❖ Tipo de refrigerante: Amoniaco

- ❖ Capacidad: 125 T/R
- ❖ Máxima presión de trabajo: 150/-15 PSI a 200°F
- ❖ Temperatura mínima del metal: -45°F a 113 PSI

Bomba # 1

- ❖ Marca: Hermetic-Pumpen
- ❖ Serie: LCH 100072
- ❖ Tipo: CAM 2/4
- ❖ Impeledor: 114/130
- ❖ Tipo de motor: AGX 3.0
- ❖ Tipo de refrigerante: Amoniaco
- ❖ Caudal: 1-13,5 m³/h
- ❖ Temperatura de operación: -50°C - +30°C
- ❖ Densidad: 695 – 595 Kg/m³
- ❖ Frecuencia: 60 Hz
- ❖ Velocidad: 3,400 RPM
- ❖ Presión nominal: 25 bar
- ❖ Cabeza diferencial: 78 – 01 m
- ❖ Clase de aislamiento: H
- ❖ Voltaje: 440/Y V
- ❖ Tipo de arranque: 440/* V
- ❖ No. De fases: 3

- ❖ Corriente: 7.5 A
- ❖ Potencia: 3 KW

Bomba # 2

- ❖ Marca: Iederle Hermetic-Pumpen
- ❖ Serie: CH 60853
- ❖ Año: 1992
- ❖ Tipo: CAM 2/4
- ❖ Diámetro: 114 mm
- ❖ Tipo de motor: AGX 3.0
- ❖ Caudal: 1.2-12 m³/h
- ❖ Densidad: 595 Kg/m³
- ❖ Cabeza diferencial: 69 – 38 m
- ❖ Potencia: 3 KW
- ❖ Frecuencia: 60 Hz
- ❖ Velocidad: 3,400 RPM
- ❖ F.P.: 0.87
- ❖ Corriente: 7.5 A
- ❖ Temperatura máxima: 30°C
- ❖ Voltaje: 440 V

RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Control Diario

- Revisar la bomba por ruidos y vibraciones.
- Comprobar que la bomba no funcione seca.
- Comprobar que la válvula de descarga este siempre abierta mientras funciona la bomba.
- Comprobar que las bombas funcionen con el caudal permitido.

4.3. Establecimiento de las Frecuencias de Mantenimiento Según los Recursos Propios o Externos y/o las Recomendaciones de los Fabricantes. Determinación de las Recurrencias de Mantenimiento Preventivo y los Programas de Inspecciones (Predictivo)

Una vez definidas, en el punto anterior, las rutinas de mantenimiento de los equipos críticos sugeridas por los manuales de los fabricantes, ahora es necesario confirmar si aún son aplicables dadas las condiciones actuales de los equipos y los mantenimientos que se les ha dado a lo largo de su vida útil, o si habrá que incluir más actividades de control o ajustar las frecuencias de mantenimiento para así lograr un buen funcionamiento de los mismos y garantizar el proceso productivo constante en la empresa.

El establecimiento de las frecuencias de mantenimiento, ya sea la sugerida por los manuales o por los recursos propios y/o externos a la empresa, se realizaran analizando los siguientes criterios:

- **Situación actual de los equipos.-** Si los equipos críticos determinados se encuentran operativos y con las condiciones originales o de fabricación, entonces sí es aplicable todavía mantener las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales de los fabricantes.
- **Condiciones de operación.-** Si los equipos fueron adquiridos nuevos, si aun conservan sus elementos de control de operación (Horómetros, tacómetros, etc.) y si su instalación fue en un área de trabajo recomendada por los fabricantes, entonces sí es aplicable mantener las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales de los fabricantes.
- **Historial de mantenimientos realizados.-** Una vez que fueron adquiridos los equipos y han sido respetadas las condiciones de operación, es necesario saber si los técnicos de la empresa han seguido de manera correcta (procedimientos de mantenimiento) y

repetitiva las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los fabricantes y además que se mantenga un registro confiable (en papel o digital) de los mismos.

- **Modificaciones o adaptaciones efectuadas.-** Hay que verificar si los equipos a lo largo de su operación en la empresa, no han sufrido modificaciones en alguno de sus componentes, ya que de ser así el cronograma de mantenimientos recomendados por los fabricantes se verá adelantado o retrasado en su frecuencia según sea el caso.

Si alguno de los criterios expuestos en los párrafos anteriores no se lo ha llevado correctamente o se lo ha ignorado, es necesario ajustar los mantenimientos sobre la base de la experiencia de los técnicos responsables (recursos propios), pero considerando las frecuencias originales de los fabricantes a manera de guía y, tratando además de incluir las recomendaciones de empresas que brinden servicios de detección de posibles fallas en base a mediciones (mediciones de temperatura, vibración, análisis de calidad de lubricantes, entre otros).

Por lo tanto, considerando el análisis anterior y revisando la situación actual de los equipos expuesta en el capítulo 2, se pudo determinar que ninguno de los equipos críticos directa o indirectamente involucrados en el proceso productivo, **a excepción de los compresores de tornillo**, deberá seguir de manera puntual las frecuencias de mantenimientos sugeridas por los fabricantes, pero sí servirán como una guía muy confiable para la elaboración de las frecuencias de mantenimiento que estarán detalladas en el plan anual de mantenimiento.

En el **Anexo F** están detalladas de manera general las frecuencias de mantenimiento que se van a establecer para los equipos críticos que intervienen directamente en el proceso productivo que han sido seleccionados para el presente trabajo, actividades de mantenimiento que divididas en 4 grupos principales que son:

1. Inspección.- Las actividades de inspección son parte importante dentro del Plan de Mantenimiento, ya que ayudan a determinar el estado de las edificaciones, instalaciones y equipos que conforman los diferentes sistemas, y porque además permiten definir las actividades necesarias para prevenir desperfectos en

los mismos que ocasionen paros imprevistos y por ende la paralización de la línea de proceso de la empresa.

- 2. Limpieza.-** Dadas las condiciones de humedad y salinidad en la planta, es necesario efectuar una buena limpieza de todos aquellos equipos y componentes que estén en contacto directo o indirecto con el producto, ya que de no hacerlo, la vida útil de los mismos será menor y presentarán fallas constantes en su operación diaria afecta de manera directa a los procesos productivos.
- 3. Reemplazo.-** Esta actividad va muy de la mano de las recomendaciones de los fabricantes y especialmente de las inspecciones realizadas por el personal de mantenimiento, ya que muchas veces los elementos comienzan a presentar mal funcionamiento antes de lo previsto debido a mala manipulación de los operarios, variaciones de voltaje o por las condiciones de funcionamiento de los equipos, lo cual aceleran los procesos de desgaste normal de partes o piezas, que deben ser reemplazadas para evitar daños mayores o paradas generales en los procesos productivos.

4. Mantenimiento General.- El Mantenimiento General Periódico es parte importante del cualquier Plan de Mantenimiento, aquí se incluyen actividades de limpieza, verificación, ajustes, reemplazos, pintado, etc. Este tipo de mantenimientos generalmente se realizan con periodicidad anual como mínimo. Lo recomendable es además basarse en los procesos de mantenimiento preventivo programado y aleatorio (inspecciones) para adelantar o retrasar las actividades programadas de mantenimiento general.

Las actividades mencionadas en párrafos anteriores, serán realizadas por los técnicos de la empresa en su mayoría, aunque habrán mantenimientos que se los realizará con terceros (Contratistas), especialmente cuando se realicen los mantenimientos generales, que dado la experiencia de los técnicos deberá efectuarse una vez cada año.

Determinación de Periodos y Tipos de Mantenimiento

La determinación de los periodos y tipos de mantenimiento a realizar, se los consideró sobre la base de la siguiente tabla, en la misma que se detallan las fechas y la descripción de los mantenimientos realizados desde el comienzo del proceso de investigación de esta

tesis y complementado además con aquella información registrada en las bitácoras de los técnicos de mantenimiento. Esta tabla sirvió como un “punto de partida” para los próximos mantenimientos y como un control efectivo de los equipos críticos seleccionados en el presente trabajo.

TABLA 25

HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS A LOS EQUIPOS CRÍTICOS DIRECTAMENTE INVOLUCRADOS

	FECHA	EQUIPO	CONPONENTE	TRABAJO
TUNEL #1	11/06/2005	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	11/06/2005	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	10/01/2006	EVAPORADOR	LINEA/LIQUIDO	CAMB/KIT/EVRA 25
	18/03/2006	EVAPORADOR	LINEA/LIQUIDO	CAMB/KIT/EVRA 25
	01/03/2007	EVAPORADOR	LINEA/LIQUIDO	CAMB/KIT/EVRA 25
	23/09/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	23/09/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
TUNEL #2	25/11/2003	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	REBOBINAJE (Rediseño)
	25/11/2003	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	REBOBINAJE (Rediseño)
	24/06/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 3	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 4	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	COMPRESOR		OVERHAUL
	24/06/2006	SISTEMA		OVERHAUL/CAMBIO FREON 404A
	23/01/2007	COMPRESOR	VENTILADOR	MANTENIMIENTO
	26/08/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	26/08/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	26/08/2007	TUNEL	ESTRUCTURA	MANTENIMIENTO/PINTURA

TUNEL #3	11/07/2005	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	11/07/2005	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	09/11/2005	COMPRESOR		REEMPLAZO POR DAÑO/VALV
	19/10/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	19/10/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	19/10/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 3	MANTENIMIENTO
	19/10/2006	CONDENSADOR	VENTILADOR 4	MANTENIMIENTO
	19/10/2006	COMPRESOR		OVERHAUL
	19/10/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	19/10/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	19/10/2006	SISTEMA		OVERHAUL/CAMBIO FREON 404A
	16/04/2007	COMPRESOR		OVERHAUL
	23/05/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	23/05/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	TUNEL #4	30/06/2004	EVAPORADOR	VENTILADOR 1
30/06/2004		EVAPORADOR	VENTILADOR 2	REBOBINAJE
07/05/2006		EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
07/05/2006		EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
07/09/2007		COMPRESOR		REEMPLAZO POR DAÑO/PISTONES
07/09/2007		EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
07/09/2007		EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
ESPIRAL #1	10/01/2004	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	10/01/2004	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	07/08/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	07/08/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	REBOBINADO/MANTENIMIENTO
ESPIRAL #2	30/06/2004	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	24/06/2006	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	02/06/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 1	MANTENIMIENTO
	02/06/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 2	MANTENIMIENTO
	02/06/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 3	MANTENIMIENTO
	02/06/2007	EVAPORADOR	VENTILADOR 4	MANTENIMIENTO

TABLA 26

HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS A LOS EQUIPOS CRÍTICOS INDIRECTAMENTE INVOLUCRADOS

	FECHA	HOROMETRO	EQUIPO	TRABAJO
COMPRESOR GRAM #1	16/11/2005		COMPRESOR	OVERHAUL
	16/11/2005		MOTOR	MANTENIMIENTO
	16/11/2005		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	24/04/2006		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	10/08/2006		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO

COMPRESOR GRAM #2	04/08/2005		COMPRESOR	OVERHAUL
	16/08/2005		MOTOR	MANTENIMIENTO
	16/08/2005		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	16/08/2005		COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	26/03/2006		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	18/04/2006		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
COMPRESOR GRAM #4	04/06/2005		COMPRESOR	OVERHAUL
	10/06/2005		MOTOR	MANTENIMIENTO
	10/06/2005		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	10/06/2005		COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	24/03/2006		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	01/07/2007	9397	COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	05/07/2007	9397	MOTOR	MANTENIMIENTO
	04/07/2007	9397	COMPRESOR	CAMBIO-SELLO-MECA-O'RINGS
06/07/2007	9482	CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO	
COMPRESOR GRAM #5	15/04/2005		COMPRESOR	MANTENIMIENTO
	20/04/2005		MOTOR	MANTENIMIENTO
	20/04/2005		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	15/09/2006		COMPRESOR	MANTENIMIENTO
	18/03/2006		COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	23/06/2007	45675	CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	23/09/2007		CARTER	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
COMP. GRAM GST-41	13/01/2004		MOTOR	MANTENIMIENTO
	18/07/2006	451280	SEPARADOR	CAMB/OIL/FILT/COALESCERS
	12/04/2007		SEPARADOR	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
COMPRESOR FRICK RWB II PLUS	29/01/2005		COMPRESOR	OVERHAUL
	29/01/2005		MOTOR	MANTENIMIENTO
	05/04/2006	680151	SEPARADOR	CAMB/OIL/FILT/COALESCERS
	27/05/2006		COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	30/05/2007		ECONOMIZADOR	CAMBIO/VALV/SEGURIDAD
	12/06/2007	75617	MOTOR	MANTENIMIENTO
	12/06/2007	75617	MOTOR	ALINEAMIENTO
COMPRESOR FRICK RXF-39	19/05/2006		COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	29/11/2005		MOTOR	REBOBINAJE
	18/09/2006		COMPRESOR	REPARACION /SELLO MECNICO
	06/08/2007	16644	COMPRESOR	Reparc/valv/cheque/succion
	06/08/2007	16644	SEPARADOR	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
COMPRESOR MYCOM #4	29/09/2005	1607	COMPRESOR	OVERHAUL
	29/09/2005	1607	MOTOR	MANTENIMIENTO
	16/05/2006		COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	24/05/2006	6351	SEPARADOR	CAMB/OIL/FILT/COALESCERS
	31/05/2006		BOMBA/OIL	REPARACION /SELLO MECNICO
	14/07/2006	7457	COMPRESOR	RECALIBRAR TORNILLOS
	09/06/2007	14890	MOTOR	MANTENIMIENTO
	09/06/2007	14890	VALV/SUCCION	REPARACION
	19/07/2007	15637	SUCCION	REPARACION/VALV/CHEQUE
19/07/2007	15637	DESCARGA	REPARACION/VALV/CHEQUE	

COMPRESOR MYCOM #5	03/05/2004		MOTOR	MANTENIMIENTO
	17/11/2004	8353	SEPARADOR	CAMBIO/ACEITE/FILTRO
	21/05/2005	4,5	COMPRESOR	OVERHAUL
	21/05/2005	4,5	MOTOR	MANTENIMIENTO
	08/05/2006		COMPRESOR	MANTENIMIENTO DE PINTURA
	18/05/2006	7218	SEPARADOR	CAMB/OIL/FILT/COALESCERS
	05/06/2007	15840	MOTOR	MANTENIMIENTO
	15/07/2007	16723	COMPRESOR	REPARACION /SELLO MECNICO
CONDENSA - DOR #1	01/04/2006		TORRE	OVERHAUL
	01/04/2006		MOTORES	OVERHAUL (6)
	29/09/2006		MOTORES	MANTENIMIENTO/# 4-# 5
	17/11/2006		MOTORES	MANTENIMIENTO/# 4
	31/01/2007		MOTOBOMBA	MANTENIMIENTO
CONDEN - SADOR #2	15/03/2006		TORRE	OVERHAUL
	19/03/2006		MOTOBOMBA	MANTENIMIENTO
	21/11/2006		TURBINA	CAMB/CHUMACERA-COMPLETA
	14/06/2007		TORRE	MANTENIMIENTO/PINTURA
CONDENSA - DOR #3	06/11/2005		MOTORES	MANTENIMIENTO
	23/04/2006		TORRE	OVERHAUL
	23/04/2006		MOTORES	OVERHAUL (6)
	14/06/2007		TORRE	MANTENIMIENTO/PINTURA
	02/09/2007		MOTOBOMBA	MANTENIMIENTO
CONDENSA - DOR #4	30/06/2004		MOTOBOMBA	REBOBINAJE
	21/05/2006		TORRE	OVERHAUL
	25/03/2006		MOTORES	OVERHAUL (6)
	13/04/2006		MOTOBOMBA	MANTENIMIENTO
	21/06/2007		TORRE	MANTENIMIENTO/PINTURA
CON D. #5	14/07/2005		TORRE	OVERHAUL
	23/06/2007		TORRE	MANTENIMIENTO/PINTURA
CONDEN - SADOR #6	03/05/2005		TORRE	OVERHAUL
	05/10/2006		MOTOBOMBA	MANTENIMIENTO
	19/12/2006		TORRE	OVERHAUL
	27/06/2007		TORRE	MANTENIMIENTO/PINTURA

Los tipos de mantenimiento y sus períodos de realización se los consideró sobre la base del Anexo 5, en el cual según la experiencia de los técnicos de la empresa, se reflejan las mejores prácticas para preservar los equipos de una manera eficiente. Este detalle se lo dividió en 3 actividades principales que son: Inspección, Limpieza y Mantenimiento General Periódico.

Cada una de estas 3 actividades mostrará por medio de una matriz en el **Anexo G** el siguiente detalle: el área de ejecución, el impacto que genera su no realización, las diferentes frecuencias, el personal necesario para realizarlas, el equipo e implementos que deberán tener, así como las horas reales de ejecución para cada equipo crítico seleccionado.

4.4. Elaboración del Plan Anual de Mantenimiento Predictivo y Preventivo de los Equipos de Mayor Criticidad

El plan anual de mantenimiento predictivo y preventivo de los equipos de mayor criticidad, se lo realizó haciendo uso de los datos históricos de mantenimientos que se vinieron registrando desde el comienzo de este estudio de investigación, además teniendo en consideración la información proporcionada por los manuales técnicos de cada equipo; pero por sobre todo basados en la experiencia de los técnicos de la empresa y las consultas realizadas a las empresas especializadas en mantenimientos predictivos, los mismos que han brindado un gran aporte para la consecución de este plan.

En el **Anexo H** podremos evidenciar como fue elaborado el plan anual para el año 2008, año en el cual se piensa dejar como punto

de partida para la futura estandarización de los diversos mantenimientos. Es decir, que este plan servirá como una guía anual para todos los años subsiguientes una vez que ha sido terminado, y el cual deberá cumplirse a cabalidad.

Aunque cabe señalar que no es un plan inflexible, ya que las constantes inspecciones sugeridas para los técnicos de la empresa, complementado con los mantenimientos predictivos de las empresas especializadas, podrán alertar a tiempo de alguna anomalía o desperfecto venidero en cada uno de los equipos, los mismos que durante su tiempo de operación en la empresa no han sido tratados de una manera ordenada y eficaz.

Es necesario que los datos históricos de mantenimientos se sigan actualizando por cada nuevo mantenimiento realizado, especialmente para tener en consideración el cronograma para los compresores, ya que según las rutinas de mantenimiento sugeridas por los manuales técnicos de los fabricantes, los horómetros en los cuales se deben realizar las actividades, superaron el año de realización (10,000 horas), y por esta razón en el plan de mantenimiento del Anexo 7 no aparecen las fechas aproximadas de los próximos mantenimientos a realizar.

Deberá continuar el registro constante de los horómetros para cada compresor, ya que de esta manera se podrá dar un seguimiento real y confiable a los mismos, permitiendo ejecutar todas las actividades de mantenimiento establecidas y contempladas en el plan desarrollado.

Una vez implementado este plan de mantenimiento preventivo y predictivo, es necesario que se comience a obtener información de los mantenimientos realizados de manera programada para contraponerlos con los mantenimientos correctivos que aparecerán de manera imprevista, ya que de esta manera se podrá tener una buena base del ahorro incurrido con esta nueva modalidad de trabajo. En el **Anexo I** se podrán apreciar los formatos elaborados para los mantenimientos predictivos.

Rutinas de Mantenimiento Sugeridas por los Técnicos para el Mantenimiento General Periódico de los Equipos Críticos

A continuación se van a presentar aquellas actividades de mantenimiento que sugirieron los técnicos de la empresa para cada mantenimiento general periódico en cada uno de los equipos críticos seleccionados en el presente trabajo. Cabe señalar que sólo los

compresores van a respetar sus frecuencias y tipos de mantenimiento sugeridos por los manuales técnicos de sus empresas de fabricación.

Congeladores de Placas

Eléctricos

- ❖ Inspección y mantenimiento del sistema eléctrico (tableros y conexiones).

Refrigeración

- ❖ Mantenimiento de válvula Xervo.
- ❖ Limpieza exhaustiva y pintura de tuberías de amoníaco.
- ❖ Chequear válvulas solenoide (Entrada de Líquido y By pass de Succión).

Túneles de Congelación

Eléctricos

- ❖ Mantenimiento de motores eléctricos de los evaporadores.
- ❖ Revisión de resistencias para descongelamiento.
- ❖ Mantenimiento de tableros (Limpieza y ajuste).
- ❖ Mantenimiento de motores eléctricos de los condensadores.

Refrigeración

- ❖ Revisión de elementos de control (presostatos de alta y baja y sensor de presión de aceite).

Contratistas

- ❖ Arreglo de paredes, pisos y estructuras.

Túneles Espirales

Eléctricos

- ❖ Mantenimiento preventivo de motores (banda, tambor, transportadores de entrada y salida).
- ❖ Revisión de tableros en general.
- ❖ Cambio de sensores de seguridad (banda, cadena, tensión de entrada y salida de la banda, contrapeso).
- ❖ Medición de aislamiento de cables de alimentación a motores.
- ❖ Cambio de sensores PT-100 para lectores de temperatura.
- ❖ Cambio de resistencias de las puertas

Refrigeración

- ❖ Revisión de válvulas solenoide. Cambiar si es necesario.
- ❖ Revisión de las válvulas de expansión manual.

Mecánicos

- ❖ Mantenimiento de reductor de velocidad de la banda.
- ❖ Revisión de tiras de desgaste. Cambiarlas si es necesario.
- ❖ Revisión de chumaceras. Cambiar si es necesario.
- ❖ Cambio de sprockets.
- ❖ Cambio de piñones de transmisión.
- ❖ Mantenimiento de reductores de velocidad.
- ❖ Cambio de aceite del reservorio del tambor.
- ❖ Mantenimiento de aspersores y filtros de agua.
- ❖ Cambio de bocines de los rodillos.
- ❖ Cambio de cadena paso 40.
- ❖ Mantenimiento de la banda Intralox.

Planta de Agua (Gasfiteros)

- ❖ Revisión de tuberías, válvulas y accesorios de PVC que surten de agua. Cambiarlos si es necesario.

IQF Por Salmuera

Eléctricos

- ❖ Mantenimiento preventivo de motores.
- ❖ Revisión de tableros en general.
- ❖ Medición de aislamiento de cables de alimentación a motores.

Refrigeración

- ❖ Revisión de válvulas.
- ❖ Limpieza exhaustiva de tuberías, válvulas y accesorios en línea de líquido.

Mecánicos

- ❖ Mantenimiento de reductores de velocidad.
- ❖ Mantenimiento de la banda Intralox.
- ❖ Cambio de sprockets.
- ❖ Revisión de eje de transmisión. Rectificar si es necesario.
- ❖ Revisión de chumaceras. Cambiar si es necesario.
- ❖ Cambio de cadena de 1/2" con paso 40.
- ❖ Cambio de piñones de transmisión.

Compresores de Pistón

Control diario

- ❖ Horómetro.
- ❖ Presión de succión.
- ❖ Presión de descarga (alta).
- ❖ Presión de aceite.
- ❖ Temperatura de succión.
- ❖ Temperatura de descarga.

- ❖ Nivel de aceite.
- ❖ Amperaje del motor.
- ❖ Inspeccionar existencia de fugas.

Semanalmente

- ❖ Limpieza exterior del compresor.

Trimestralmente

- ❖ Limpieza de filtros en válvula de recuperación de aceite.
- ❖ Reengrasado de rodamientos del motor.
- ❖ Medición de aislamientos entre fase y tierra del motor.
- ❖ Medición de corriente con carga del motor.
- ❖ Análisis de vibraciones.
- ❖ Limpieza del exterior del motor (carcaza).
- ❖ Limpieza general interior del motor.
- ❖ Revisar pintura del motor.

Semestralmente

- ❖ Cambio de rodamientos del motor.

Anualmente

- ❖ Alineamiento del motor.

- ❖ Limpieza general del interior.
- ❖ Limpieza platos de válvula.
- ❖ Revisión de pistones de control de capacidad.
- ❖ Cambio de empaques de cabezote y Manifold.
- ❖ Cambio de anillos de presión y de aceite.
- ❖ Cambio de aceite (47 litros) y filtro.

Condensadores Evaporativos

Cada 15 días

- ❖ Limpieza y cambio de agua en depósito.

Cada 2 meses

- ❖ Limpieza de tuberías de agua.

Cada 3 meses

- ❖ Engrase de rodamientos de chumaceras de piso de las turbinas (Condensadores EVAPCO).
- ❖ Inspección de amperaje de motores de los ventiladores y motobombas de agua.

Cada 6 meses

- ❖ Mantenimiento de motores y bombas de agua.

- ❖ Inspecciones de breakers y guardamotores.
- ❖ Limpieza y ajuste de elementos de arranque.
- ❖ Inspección de bandas de turbinas y ventiladores (Condensadores EVAPCO).

Cada Año

- ❖ Mantenimiento de pintura a las torres.

Estaciones de Bombeo

Cada día

- ❖ Revisar la bomba por ruidos y vibraciones.
- ❖ Comprobar que la bomba no funcione seca.
- ❖ Comprobar que la válvula de descarga este siempre abierta mientras funciona la bomba.
- ❖ Comprobar que las bombas funcionen con el caudal permitido.

Cada semana

- ❖ Efectuar purga de aceite.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

Entre las funciones secundarias a realizar por parte de un departamento de mantenimiento está la administración de bodegas e

inventarios, así como el manejo de materiales y repuestos necesarios para el mantenimiento de las instalaciones.

A continuación se detallará la cantidad y tipo de equipos necesarios para realizar las actividades de mantenimiento ya definidas y los requerimientos de inventario de repuestos para mantener en la bodega, previo a la programación de las actividades de mantenimiento que se deben ejecutar.

Detalle de Equipos para Mantenimiento

Los equipos y herramientas necesarios para las labores de Inspección y Mantenimiento General Periódico que deberá realizar el personal del departamento de Mantenimiento de Empacarsa, será el siguiente:

- ✓ Máquinas de soldar.
- ✓ Amoladora.
- ✓ Esmeril de banco.
- ✓ Taladro.
- ✓ Pulidora.
- ✓ Juego de llaves de boca y corona milimétricas.
- ✓ Juego de llaves de boca y corona en pulgadas.
- ✓ Juego de dados de mando de media milimétrico.

- ✓ Juego de dados de mando de media en pulgadas.
- ✓ Juego de destornilladores de copa en pulgadas.
- ✓ Juego de saca bocados.
- ✓ Lima plana de 40 cm.
- ✓ Lima redonda de 40 cm.
- ✓ Lima media caña de 40 cm.
- ✓ Juego de llaves Allen.
- ✓ Llaves de tubo de 12" – 14" – 18" – 24".
- ✓ Torquímetro.
- ✓ Equipo de oxicorte.
- ✓ Equipo de plasma.
- ✓ Equipo protector para soldar.
- ✓ Equipo protector para pulir.
- ✓ Taladro de banco.
- ✓ Equipo de torno.
- ✓ Cinzaya.
- ✓ Prensa hidráulica.
- ✓ Cortadora de tubo de 3".
- ✓ Playos.
- ✓ Pinzas.
- ✓ Gatas hidráulicas de 5 toneladas.
- ✓ Pinzas de mano.

- ✓ Playos de presión.
- ✓ Destornilladores planos.
- ✓ Destornilladores de estrella.
- ✓ Juegos de machuelos U.N.C.
- ✓ Juegos de machuelos U.N.F.
- ✓ Juego de tarraja de tubo N.P.T. en pulgadas.
- ✓ Multímetros.
- ✓ Estiletes.
- ✓ Manómetros para alta y baja presión.
- ✓ Linternas.
- ✓ Escalera de tijera de 10 m.
- ✓ Implementos de Seguridad (cascos, gafas, guantes, botas, cinturones).

Determinación de Necesidades de Inventario

En este punto se detallará el inventario de repuestos mínimo que deberá haber en la bodega principal de Empacarsa para dar el mantenimiento general periódico y para aquellos mantenimientos correctivos que aparezcan de manera imprevista en los equipos de mayor criticidad. Estos repuestos son:

TABLA 27

**INVENTARIO DE REPUESTOS BÁSICOS PARA EQUIPOS
CRÍTICOS**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Selector de 2 posiciones	5u
2	Selector de 3 posiciones	5u
3	Bobina solenoide de 220V DANFOSS	4u
4	Manguera de succión en A/I para amoniaco de 3/4"	6u
5	Manguera de líquido en A/I para amoniaco de 1/2"	6u
6	Anillo plano de aluminio para manguera de 3/4"	24
7	Anillo plano de aluminio para manguera de 1/2"	24
8	Filtro FA 15 DANFOSS para válvula solenoide EVRA 25	4u
9	Válvula angular de purga de 1/2" HANSEN	1u
10	Kit de repuesto para válvula solenoide EVRA 10	5u
11	Filtro de piedra EMERSON D-48	4u
12	Resistencia tipo U	18pies
13	Refrigerante 404-A	150Lb
14	Resistencia tipo cable de 220V	36pies
15	Sensor de presión de aceite	1u
16	Presostato de alta y baja	1u
17	Compresor COPELAND de 30HP Mod. 6DT3 – 3000 TSK	1u
18	Rodamiento 6203 – 2RS (Ventiladores de Condensadores)	6u
19	Rodamiento 6205 (Ventiladores de Evaporadores)	6u
20	Rodamiento 6307 (Ventiladores de Evaporadores) "Túnel #1"	4u
21	Bobina PARKER de 220V para válvula solenoide	2u

22	Filtro para válvula solenoide PARKER	2u
23	Rodamiento 6307 y 6309 2RS (Ventiladores de Evaporadores)	10u
24	Filtro para válvula solenoide HANSEN	1u
25	Bobina HANSEN de 220V para válvula solenoide	1u
26	Cadena paso 50	20pies
27	Piñón de 32x50	2u
28	Piñón de 16x50	2u
29	Sensor electrónico inductivo XS7-C40MP 230 TELEMECANIQUE	8u
30	Sensor PT-100 para temperatura	4u
31	Relé miniatura para control RXN-41G11P7 TELEMECANIQUE	2u
32	Contactador LC1 D09 TELEMECANIQUE	2u
33	Contactador LC1 D25 TELEMECANIQUE	2u
34	Relé térmico de 1.6 a 2.5 A	1u
35	Relé térmico de 12 a 18 A	1u
36	Pulsadores Start / Stop	3u
37	Banda INTRALOX serie 200 para baja temperatura	10m
38	Kit de repuesto para válvula solenoide EVRA 25	8u
39	Chumacera de piso de Duralón de 1"	20u
40	Banda INTRALOX serie 900	20m
41	Sprocket de Duralón de 6" serie 900	24u
42	Banda INTRALOX serie 1100	20m
43	Sprocket de Duralón de 6" serie 1100	24u
44	Banda INTRALOX serie 200	
45	Sprocket de Duralón de 6" serie 200	18u
46	Sprocket de Duralón de 8" serie 200	6u
47	Cadena paso 40	100pies

48	Cadena paso 100	30pies
49	Tira de desgaste de Duralón de 1 ½”	60m
50	Piñón de 16x40	6
51	Piñón de 36x40	6
52	Piñón de 20x40	6
53	Rodamientos 6205 y 6206 para bomba de agua y motores eléctricos “Condensadores 1 y 4”	24u
54	Rodamientos 6203-2ZJC3 y 6206-2ZJC3 para bomba de agua “Condensadores 2 y 6”	6u
55	Rodamientos 6206-2Z y 6209-2Z para motor eléctrico de turbina “Condensadores 2 y 6”	24u
56	Banda B-148 “Condensadores 2 y 6”	12u
57	Banda B-112 “Condensador 5”	12u
58	Rodamientos 6306 y 6205-2RS para motor eléctrico de ventiladores “Condensador 3”	24u
59	Rodamiento 6208 C3 para bomba de agua “Condensador 3”	6u

TABLA 28

CÓDIGO DE COLORES DE TABLA 27

COLOR	EQUIPO CRÍTICO
	Congeladores de Placas
	Túneles de Congelación
	Espirales
	IQF Brine
	Equipos Compartidos
	Condensadores Evaporativos

CONTRATISTAS Y PROVEEDORES

En este punto se van a detallar los principales contratistas que trabajan en la empresa (de manera permanente y ocasional), así como también los proveedores de los equipos críticos y de aquellos que surten sus componentes.

CONTRATISTAS

Permanentes en la Empresa

Nombre: Supermán Estupiñán C.

Dirección: Guasmo Sur, Coop. Batalla de Tarqui, Mz. G
Solar26.

Teléfono: 097300601

Especialidad: Soldadura en API, montaje y desmontaje de estructuras y tuberías.

Nombre: George Cerezo L.

Dirección: La 41 y Callejón Q

Teléfono: 2840322 / 091014425

Especialidad: Soldadura TIG, construcciones en Acero
Inoxidable.

Nombre: Ronny Paredes Y.
Dirección: Coop. Guayas y Quil 2, Mz. 756 Solar 4
Teléfono: 088057458
Especialidad: Pintura y actividades de construcción.

Ocasionales en la Empresa

Nombre: Taller de Mecánico Industrial "EL CALIBRADOR"
Dirección: Alcedo #2301 y Víctor Hugo Briones
Teléfono: 2369605
Especialidad: Construcción y reconstrucción de piezas en bronce, acero inoxidable, aluminio y teflón. Trabajos en torno, fresa y cepillo.
Contacto: Freddy Valarezo M

Nombre: Pedro Hernández S.
Dirección: El Recreo, Cuarta Etapa, Solar 7, Mz. 459
Teléfono: 2492033 / 097192459
Especialidad: Electricidad Industrial, diseño, construcción y mantenimiento.

Nombre: THOMAS & ASOCIADOS
Dirección: Cdla. Bellavista Mz. 4 Solar 35-36

Teléfono: 2201396 / 099890586
Especialidad: Mantenimiento y reparación electro-mecánica
motores, bombas, ventiladores para la industria.
E-mail: tipa@gye.satnet.net
Contacto: Ing. Tomás Ipanaque

Nombre: BALLADARES ENTERPRISES Inc.
Dirección: Primero de Mayo #402 y Av. José de Antepara
Teléfono: 2293686 / 097004103
Especialidad: Construcción y arreglo de mangueras hidráulicas
y para amoniaco en acero inoxidable.
E-mail: balladar@ecuanet.net.ec
Contacto: Julio Balladares

Nombre: ADEMINS A
Dirección: Cdla. La FAE, Mz. 25 Villa 14, Planta Baja
Teléfono: 2395576 / 095975207
Especialidad: Servicio de alineamiento con sistema de rayos
láser para motores, compresores, ventiladores.
E-mail: ademin sa@gye.satnet.net
Contacto: Ing. Richard Salazar

Nombre: AISTERMCON S.A.
Dirección: Av. C. L. Plaza Dañín, C. C. Plaza Quil, Local 51
Teléfono: 2294703 / 099851628
Especialidad: Aislamientos térmicos y construcciones de puertas y paneles aislantes.
E-mail: aisterm@hotmail.com
Contacto: Ing. Abelardo Muñoz

Nombre: Constructora MYKONOS S.A.
Dirección: Cdla. Miraflores, Av. C. J. Arosemena 204 – A y Porvenir
Teléfono: 2202545 / 097404971
Especialidad: Construcción de obras civiles y estructuras.
E-mail: valcivar@gye.satnet.net
Contacto: Ing. Vinicio Alcívar

Nombre: MOSATEC S.A.
Dirección: Av. 9 de Octubre #410 entre Gral. Córdova y Chile
Teléfono: 2300492 / 097374873
Especialidad: Reparación y mantenimiento preventivo de compresores MYCOM.
Contacto: Moisés Salgado

Nombre: REFRISA
Dirección: Hurtado 513 y José Mascote
Teléfono: 2455651 / 099421023
Especialidad: Reparación y mantenimiento preventivo de
compresores FRICK.
Contacto: Milton Mejía

PROVEEDORES

Espiral #1

Compañía: YORK Food Systems
Dirección: 13 Kaimahi St., Glenfield, Auckland 10, New
Zealand.
Teléfono: +64 (9) 4435478
Fax: +64 (9) 4443242
Representante: REFRISA
Contacto: Ing. Rodrigo Cevallos
Dirección: Hurtado 513 y José Mascote
Teléfono: +593 (04) 2455651

Espiral #2

Compañía: I. J. White Systems
Dirección: 20 Executive Boulevard, Farmingdale; NY 11735.
Teléfono: +001 (516) 2932211
Fax: +001 (516) 2933788
E-mail: info@ijwhite.com
Website: <http://www.ijwhite.com>
Contacto: Julio Caraballo (Parts Manager)

Equipos de Climatización y Accesorios

Nombre: INGREFRI
Dirección: Av. 9 de Octubre No. 1703 y Av. del Ejército,
Piso 3 – Oficina 307.
Teléfono: 2326556
Fax: 2321989
Detalle: Compresores, filtros de aceite, válvulas de cierre
Parker y Hansen, válvulas de expansión
termostáticas, válvulas de seguridad, motores,
ventiladores, elementos de control para
compresores (presostatos y termostatos)
Contacto: Ing. Emilio Rosales

Nombre: ANGLO ECUATORIANA
Dirección: Av. Isidro Ayora y Calle 15 E
Telefax: 2242486
Detalle: Compresores, evaporadores, splits,
acondicionadores de aire y accesorios.
Contacto: Pedro Rocafuerte

Nombre: REFRISA
Dirección: Hurtado 513 y José Mascote
Teléfono: 2455651
Fax: 2453912
Detalle: Accesorios para compresores MYCOM y FRICK,
traductores de presión, sensores de temperatura,
computadoras, módulos electrónicos, fusibles de
control, válvulas solenoides, bobinas
Contacto: Ing. Rodrigo Cevallos

Nombre: DELTA DELFINI
Dirección: Edificio Torres del Norte, Torre A, Piso 7, Oficina
704
Teléfono: 2688000
Fax: 2688010

Detalle: Compresores, tanques de alta presión (amoníaco), estaciones de bombeo, chillers, válvulas para compresores, motores, bombas.

Contacto: Ing. Fátima Jordán

Componentes electro-mecánicos

Detalle: Contactores, relés térmicos, guardamotores, variadores de velocidad, sensores de seguridad para los túneles espirales.

Nombre: ELECTROLEG

Dirección: Padre Solano 1309 al 11 y García Moreno

Teléfono: 2290190

Fax: 283860

Contacto: Javier García

Nombre: IMPROSELEC

Dirección: Av. Roberto Gilbert Elizalde y Calle 3ra. Mz. 1
Solar 1 (Sector Atarazana)

Teléfono: 2391100

Fax: 2393314

E-mail: improsel@improselec.com

Contacto: Hugo Quimi

Componentes mecánicos (De transmisión)

Nombre: Eduardo Delgado P.

Dirección: Mapasingue Oeste, Km. 5 Vía Daule, Calle 3ra.
#322 entre Av. 3ra. y 4ta.

Teléfono: 2856261 / 099103174

E-mail: edelgado@telconet.net

Detalle: Elementos de transmisión como bandas, y sprockets en marca Intralox, chumaceras, rodamientos, motores, cadenas de transmisión inoxidables, reductores, piñones, ejes y cuñas inoxidables.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- 1.** La operatividad del proceso productivo depende directamente de las condiciones en las que se encuentren los equipos que intervienen en él, por lo tanto este proyecto de investigación estuvo orientado a permitir la correcta operación de los mismos por medio del plan de mantenimiento predictivo y preventivo presentado.
- 2.** Fue necesario establecer que la etapa crítica del proceso productivo fue la congelación, para así saber a cuáles equipos se debió orientar este estudio y de esta manera precautelar la entrega a tiempo de las órdenes de producción, con una excelente calidad y controlando el buen funcionamiento de los mismos.

3. Los equipos críticos de la empresa que se pudieron determinar se los clasificó en dos grupos que son: los que directamente afectan al proceso productivo, que comprenden: los 5 congeladores de placas, los 2 túneles espirales, los 4 túneles de congelación por aire forzado y el IQF Brine y los que lo afectan de manera indirecta, que son: los 4 compresores de pistón marca Gram, los 5 compresores de tornillo marca Frick, Mycom y Gram, los 6 condensadores evaporativos marca Gram y Bac y las 2 estaciones de bombeo marca Gram y Frick.
4. Es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado. El no tener un plan hizo que la empresa se dedicara a actuar resolviendo averías o desperfectos en todos los equipos de la planta, y realizando ciertas de tareas de mantenimiento no programadas basadas en la experiencia de los técnicos o sobre la base de las averías que se presentaban.

5. Las actividades de inspección, limpieza y manutención deben ser realizadas por los técnicos de la empresa y salvo aquellos mantenimientos predictivos que requieran de un mayor nivel de tecnología, o ciertos mantenimientos preventivos que utilicen herramientas o equipos específicos deberán ser atendidos por los recursos externos (contratistas); ya que de no ser así se requerirá mayor cantidad de equipos y herramientas específicas para dichas actividades, lo cual implicaría una inversión adicional para realizar mantenimientos eventuales, que no darían ningún valor agregado a la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Establecer políticas de Mantenimiento aprobadas por los directivos de la empresa, las mismas que deberán ser difundidas y compartidas por todos los trabajadores de la empresa.
2. Realizar un estudio y análisis de obsolescencia de los equipos en general de la empresa, tomando como principales los equipos críticos determinados en este proyecto y programar la reposición de los mismos.

3. Se debe considerar por parte de la gerencia del departamento, brindar capacitaciones al personal técnico actual, especialmente a los técnicos de refrigeración, para que de esta manera puedan especializarse y puedan efectuar los próximos overhaults a los compresores de tornillo, ya que actualmente esta actividad se la realiza sólo con personal externo calificado por la empresa y representa unos costos altos si se lo compara con lo que costaría hacerlo con personal y recursos propios.
4. La empresa debe comenzar la búsqueda de compresores nuevos que vayan a reemplazar a los compresores de pistón de la sala de máquinas #1, ya que desde hace algunos años atrás la empresa que los fabricó cerró y por tal motivo en la actualidad es muy difícil encontrar componentes nuevos, partes o piezas para los mantenimientos actuales y los venideros. Hay limitaciones en cuanto a las adaptaciones locales que se puedan hacer a estos tipos de equipos.
5. En el taller de mantenimiento, debe haber un sector destinado a herramientas para todas las áreas del departamento. Se debe a la brevedad posible realizar una organización y

clasificación de las mismas, de tal forma que la tenencia y responsabilidad sobre las mismas sea personalizada. Esto garantizará el cuidado, la disponibilidad permanente de las mismas, así como el mantenerlas limpias y ubicadas para un rápido acceso y por ende uso en la empresa.

6. Se deberá mejorar la comunicación interna entre los departamentos de mantenimiento y producción, con el fin de lograr un compromiso de ejecución de los mantenimientos en las fechas programadas en el plan anual, para de esta manera no perder la planificación ni extender los períodos de realización sin afectar los procesos productivos ni sacrificar los sistemas de manutención, de tal forma que se pueda garantizar la operatividad y funcionamiento de los equipos y maquinarias evitando paradas forzadas o interrupciones por falta de mantenimiento preventivo o predictivo programado.

7. Se recomienda elaborar un presupuesto anual de gastos operativos para los equipos críticos de la empresa, así como una proyección de la cuenta de mantenimiento correctivo y de reposición de partes, insumos o piezas, para de esta manera poder darle un seguimiento a los gastos incurridos por los

mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo; de tal forma que se pueda determinar el comportamiento de los mismos en el transcurso de los años.

- 8.** Se deberá tener una coordinación permanente con el personal de bodega para controlar el stock de los elementos de mayor rotación necesarios para las actividades de mantenimiento cotidiano programado y en especial las estipuladas y detalladas en el plan de mantenimiento preventivo programado.
- 9.** Se recomienda efectuar un levantamiento exhaustivo de todos los rodamientos y chumaceras que intervienen en los equipos críticos de la empresa, ya que la información existente de los mismos es muy escasa y además en algunos de ellos ya se han adaptado de otras marcas y características a los que vinieron originalmente en los equipos, lo cual aumenta la posibilidad de fallas o paradas forzadas.
- 10.** Con el levantamiento de la información realizada para este estudio investigativo, se deberá poner en marcha el software de mantenimiento, el mismo que representa una inversión

realizada por la empresa y que no está siendo utilizado por falta de compromiso de los supervisores.

ANEXOS

ANEXO DE PLANOS

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/definicion.htm>
2. <http://ieeexplore.ieee.org/jiel5/9907/31500/01468615.pdf?arnumber=1468615>
3. ING. RODRIGO SARZOSA, Documentación de cátedra de materia de MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) dictada para la Carrera de Ingeniería Industrial, Escuela Superior Politécnica, 2005.
4. ING. ERNESTO MARTÍNEZ, Documentación de cátedra de materia de MANTENIMIENTO INDUSTRIAL dictada para la Carrera de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica, 2006.
5. TOKUTARO SUZUKI, "TPM en Industrias de Proceso", TGP HOSHIN, c/ Marqués de Cubas, 25, 28014 Madrid España, 1995.

6. SUÁREZ ROVELLO DANIEL “Diseño de un Plan de Mantenimiento para la Infraestructura e Instalaciones Técnicas de los Túneles de Guayaquil” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica, 2003)

7. MORA GUTIÉRREZ LUIS ALBERTO, Material proporcionado en Seminario de MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD, Medellín – Colombia, 2002.

8. YORK FOOD SYSTEMS, “Operating and Maintenance Instructions, Series S - Line Packaged Spiral Freezer Model S -1615P-SIA”, New Zealand, 1996.

9. I.J. WHITE SYSTEMS, “Operations Manuals”, Blast Freezing Systems.

10. FRICK. Installation – Operation – Maintenance, Rotary Screw Compressor Units with Microprocessor Control, Pennsylvania, USA

11. MYCOM MANUFACTURING INC. Microcold Screw Compressor Package, Texas, USA.

12.GRAM. Manuales de Operación y Mantenimiento, Compresores, Congeladores de Placas y Condensadores Evaporativos, Dinamarca, 1983.

13.BAC. Manual de Operación y Mantenimiento, Condensadores Evaporativos.