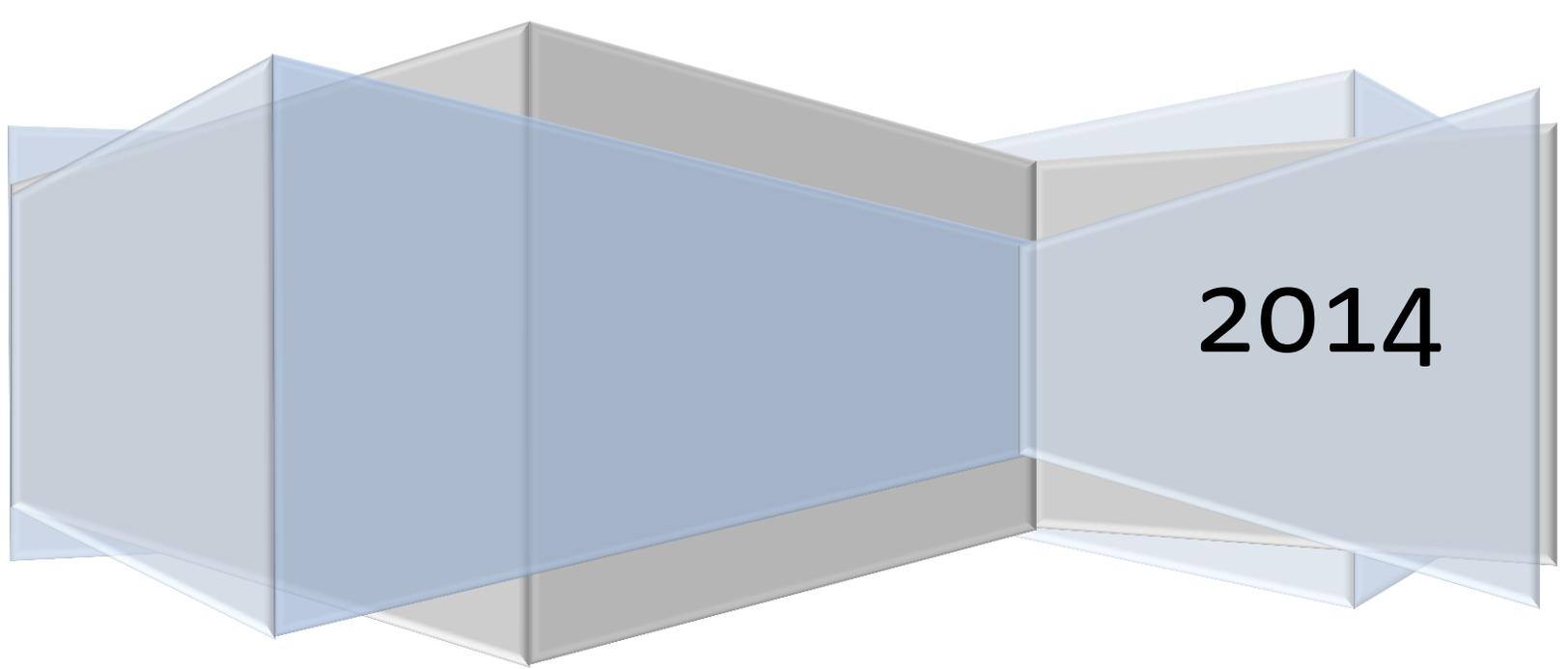


FENIX S.A.

Práctica Profesional Supervisada Empresa FENIX S.A.

Áreas de Proceso y Mantenimiento

Pablo Germán Vilchez



2014



Tabla de Contenido

1) Anexo II.....	2
2) Solicitud a la empresa.....	3
3) Breve descripción de la empresa	3
4) Ingreso a la empresa.....	5
a) Buenas prácticas de manufactura	5
2) Higiene y seguridad laboral	6
5) Área de Proceso.....	8
1) Control de proceso	8
2) Auditoria	10
6) Área de Mantenimiento.....	11
1) Desempeño Práctico.....	11
2) Desmontaje de la línea de producción	12
3) Trabajo: Análisis de puntos críticos de la línea.....	14
a) Introducción	14
b) Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).....	14
c) División por equipo de la línea de producción	15
d) Análisis de criticidad de equipos	20
1. Variables de criticidad y su valorización.....	20
2. Matriz de criticidad.....	23
3. Análisis de las variables por equipo.....	27
4. Criticidad por equipo	29
e) Análisis de modos de fallos y efectos, acciones de mantenimiento por equipo.	30
1. Descripción metodología Análisis de Modo de fallos y Efectos	30
2. Esterilizador aséptico.....	32
3. Envasadoras asépticas.....	34
4. Evaporador de circulación forzada	36
f) Recomendación. Instrumentos de medida.	39
g) Verificación hidráulica volcadores.....	40
7) Conclusión.....	41
8) Anexo I: Verificación Hidráulica Volcador	42
9) Evaluación de Pasante	49



1) Anexo II



2) Solicitud a la empresa

Al ser residente de General Alvear, conocía a la Empresa Fenix S.A., el rubro a la que está relacionada y el tamaño de ella, siendo una de las más grandes en Mendoza destina a esta actividad. Por tal motivo me presento a la misma a solicitar la realización de la Práctica Profesional Supervisada.

En un primer momento, pido hablar con alguna autoridad de la empresa para poder hacer mi solicitud, por lo cual se me comunica con el Gerente de Producción, el Ingeniero Adrián Muñoz. Este al escucharme se interesa mucho en mi ofrecimiento, me presenta ante Jefe de Planta, el Ingeniero Miguel Roldan, el cual se comparte el interés con el gerente.

En esta pequeña reunión, me hacen preguntas referidas a la carrera de ingeniería, la modalidad de las prácticas, para poder hacerme alguna propuesta acorde a lo pedido. Si bien estas personas tenían interés, por motivos que desconozco la empresa no estaba recibiendo pasantes en estos últimos años. Por lo tanto, en ese momento se propone una próxima reunión ya con el presidente de la empresa, Germán Perón. Esta reunión fue similar a una entrevista, en donde se me hicieron preguntas tanto como referidas a la carrera como a lo personal.

A los dos días de la entrevista anterior, se me comunica la aceptación de mi propuesta, organizando una nueva reunión en donde ellos me ofrecen participar en dos áreas de la empresa, proceso y mantenimiento, para realizar las prácticas y la posibilidad de al terminar mis estudios de un trabajo en la misma.

3) Breve descripción de la empresa

Fénix S.A. es una Empresa fundada hace 15 años por productores frutícolas del sur de Mendoza, destinada a la elaboración y comercialización de pulpas/purés de frutas concentrados, singles y orgánicos.

Esta conformación societaria y las fincas propias de Fénix, le permite abastecerse de una parte importante de la materia prima que se procesa en su planta.

El establecimiento procesador se encuentra ubicado en el parque industrial de General Alvear (Mendoza), a más de 300 km de la capital de la provincia, sobre Ruta Nacional 188 Kilómetro 800.

Por su ubicación territorial el comienzo de la elaboración es en el mes de diciembre, extendiéndose hasta el mes de junio, comenzando con damasco, luego ciruela, durazno, pera, manzana, membrillo y ciruela desecada D'Agén. Durante ese periodo se trabaja durante las 24 horas del día y los 7 días de la semana.



La fábrica y zona de almacenaje de las pulpas/purés terminadas está en un espacio cubierto de 9.000 m², donde se encuentra instalada una moderna línea de procesamiento de acero inoxidable e infraestructura para la recepción de materia prima y almacenamiento de la totalidad de los productos terminados bajo techo.

La instalación consta de una línea de lavado, selección, molienda, refinación, concentrado, esterilizado y envasado aséptico. El proceso permite disminuir al mínimo el tiempo de exposición del producto a alta temperatura y no se agrega ningún tipo de conservante ni azúcar.

El envasado aséptico puede hacerse, de acuerdo a necesidades del cliente, en bolsas con 240 kg. Netos de pulpa contenidas en tambores cónicos metálicos o en bolsas con 1.175 kg. de pulpa y contenidas en Tote Bins de madera laminada o de cartón corrugado.

La pulpa elaborada se exporta en un 95% y en los últimos años se ha exportado a países de los cinco continentes.





4) Ingreso a la empresa

a) Buenas prácticas de manufactura

Para poder desempeñarse y realizar actividades dentro de la fábrica, por normativa interna de la misma, es obligatorio que todo el personal tenga conocimiento de las Buenas Prácticas de Manufacturas, Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria y sobre Seguridad e Higiene Laboral.

Por tal motivo, durante el primer día de ingreso al establecimiento se me dictó un breve curso sobre las prácticas de manufacturas y gestión de calidad, este estuvo a cargo de la Licenciada Roxana Taranto, y se vieron los siguientes temas:

- Buenas Prácticas de Manufactura:
 - En el Código Alimentario Argentino en el Capítulo II se establece la obligación de aplicar las BPM en industria de los alimentos; internacionalmente la Resolución 80/96 del Reglamento del Mercosur indica la aplicación de las BPM en los establecimientos de elaboración de alimentos.
 - Definición de las BPM y porque es necesario aplicarlas.
 - Dentro del establecimiento quienes son los que deben cumplirlas.
 - Las áreas dentro de la empresa que se encuentran afectadas por la normativa.
 - Cuáles son los ítems que el empleado debe cumplir respecto a esta norma, tales como higiene personal, uniforme, hábitos personales, salud y de qué manera deben desempeñarse los mismos al realizar las tareas.
 - La responsabilidad de la empresa para la aplicación de estas.
 - El control de plagas y la limpieza del establecimiento.
 - Distintos tipos de contaminaciones que pueden sufrir los alimentos (contaminaciones físicas, químicas y biológicas), la manera controlarlos y de mitigarlos.

- Gestión de Calidad E inocuidad Alimentaría:
 - Este se aplica bajo la Norma ISO 22000; implementando la empresa un sistema de gestión para asegurar la calidad de los productos a los clientes y garantizar de que este no produce daño alguno sobre los consumidores (inocuidad).
 - EN este se conoce la pirámide de gestión de la empresa, manual de calidad (política, objetivos, metas), los procedimientos operativos, instrucciones de trabajos y los registros que se llevan.
 - En este se muestra la forma que se trabaja dentro de la empresa y como se tiene que desempeñar el empleado al realizar las distintas tareas, cumpliendo con las instrucciones



de trabajo, completando los registros y sabiendo que hay un plan de mejoras en cual se escuchan las sugerencias de los distintos sectores.

- Se explica la forma de evaluación del sistema de gestión, a través de las auditorías. Estas pueden ser internas, por personal especializado contratado por la empresa, o externas por auditores de clientes o los auditores para la certificación de normas.
- Se presentan documentos de importancia a conocer por el personal y las áreas que se encargan de los mismos, como son: contaminación de vidrios, limpieza y sanitización, retención y liberación de productos, puntos críticos de control, y trazabilidad de la mercadería.

Estas breves charlas fueron muy importantes, porque sirvieron para conocer a la empresa, la manera en que se trabaja, las responsabilidades y la importancia de la organización dentro de la misma, a su vez me ayudaron a desempeñarme en las tareas que desarrolle dentro de la misma.

Pero también fue importante conocer sobre un ámbito, como son las BPM y la Gestión de Calidad, el cual en nuestra carrera, si bien se nombran y se conocen, no se ven estos temas tan profundamente, y el alumno no alcanza a apreciar lo importante que son dentro de una organización.

2) Higiene y seguridad laboral

Esta charla se produjo en el segundo día en la empresa, la misma estuvo a cargo del Ingeniero Raúl Guerci, quien es el encargado del área dentro de la empresa.

La misma comienza con el reconocimiento de la importancia de esta área en las industrias, que puntos involucra, etc. Luego se muestran los Elementos de Protección Personal utilizadas para realizar las actividades en la empresa y la importancia de la utilización de los mismos.

Se me da a conocer el plan de evacuación de la planta, las zonas de seguridad de todo el predio, las salidas de emergencias, la manera de actuar del personal y quienes son los encargados, a la hora de cualquier eventualidad, de los cortes de gas, de electricidad, y a quienes hay que acudir por algún problema que surgiera.

Se hace un recorrido por toda la planta, analizando los puntos críticos, se muestran las paradas de emergencias de las distintas máquinas, los lugares en los que hay circulación de vehículos montacargas y de carga pesada, las sendas peatonales, como es el movimiento del personal. También se analizan las maquinas utilizadas, los resguardos que poseen las mismas, los cuidados que hay que tener sobre las mismas, las máquinas donde hay altas temperaturas y puede haber un contacto directo con las personas, como tiene que ser el manejo de fluidos tanto para la limpieza como para la aplicación en las máquinas.



Luego se me muestra un historial de los accidentes, el control sobre los mismos, la manera de minimizarlos y de actuar sobre ellos una vez ocurridos, se ve como han ido modificando las máquinas y la manera de trabajar de acuerdo a los accidentes ocurridos.

Cabe destacar, que esta fue muy satisfactoria, ya que los temas tratados eran de mi conocimiento y la persona encarga del área se demostró dispuesta a mostrar todos los aspectos de la misma, ya que no solo se me explicó cómo desempeñarme dentro de la empresa sino que también se me explicó la manera que se trabaja en el ámbito de la seguridad, las planillas que se llenan y demás información.





5) Área de Proceso

1) Control de proceso

Dentro del área de proceso, una de las actividades que se me designa es el control de proceso, esta es la que se encarga de llevar un seguimiento por hora del comportamiento de la línea y la producción.

Esta tarea se basa en hacer un recorrido cada una hora por la línea de producción, llenando una planilla en donde se anotan los datos de temperaturas, grados Brix, caudales, estados de los vidrios, y de los puntos de control marcados. Estos datos luego son cargados al sistema, con un software diseñado para control de proceso.

También por hora se cargan al sistema, la cantidad de materia prima que ingresa a la línea de producción y la cantidad de tambores de pulpa que están siendo elaborados, teniendo en cuenta los tambores reprocesados y tambores los apartados por desperfecto o para observación de laboratorio. Se lleva un registro de los kilowatt de electricidad y los metros cúbicos de gas que se consumen cada seis horas.

En esta área se lleva control de los tiempos de parada de línea que suceden, ya sean por imprevistos, por mantenimiento correctivo o preventivo, y por lavado de la misma. Estos son importantes porque quincenalmente se elaboran gráficos del comportamiento de la línea teniendo en cuenta todo lo anterior. Por lo tanto, ante un parada se llena una planilla y después se asienta en el sistema.

Al inicio del cada día se elabora el “Informe de Gerencia”, este contiene todos los datos de la producción del día anterior, se toman los datos cargados al sistema, y en las planillas correspondientes, mencionados en el párrafo anterior. Además de contener lo antes mencionado, se adicionan los parámetros de calidad, como acides, color, consistencia, y grados brix; estos son pasados a través del sistema por el Área de Calidad.

Adicional al informe de gerencia se presentan los gráficos de comportamiento del Esterilizador, estos son: caudal, temperatura de esterilización, temperatura de holding, temperatura de enfriamiento. Estos son tomados del PLC Omrom que cuenta el equipo a través de un software de PC y elaborados en el Excel. Estos son datos importantes ya que hacen a la calidad de la pulpa elaborada.

El informe de Gerencia más los gráficos del esterilizador son llevados personalmente al Jefe de Planta, al Jefe de Calidad y al Jefe de Producción, también estos son enviados por mail a la gerencia, comisión directiva, sección de exportaciones.

Luego de un cambio de producto, parada por lavado o por pedido de gerencia, se prepara un informe de trazabilidad de producto. Se entiende por trazabilidad “al conjunto de procedimientos preestablecidos y



autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.”

Para poder elaborar este es de suma importancia haber tomado los datos correctamente en el día a día. Este informe es de suma importancia para la empresa sobre todo cuando se trabaja con productos orgánicos, ya que es un certificado para los clientes de que el producto a cumplido con las propiedades pedidas desde la planta, proceso de elaboración, hasta obtener el producto final.

Depósito y compras

Dentro del área de proceso en la que participe, se me encomendó el control del depósito de insumo. Dicha actividad consta de semanalmente, en lo posible lunes o martes, realizar un control de stock del depósito, para esto se llena una planilla, en la cual se tienen los mínimos de cada producto, y se anotan la cantidades existentes.

Una vez realizado este control, se elaboran las órdenes de compras, y según corresponda, se envían los pedidos por mail, o llamado telefónico directo al vendedor. En el caso de los vendedores locales, se hace el pedido y luego se retira en el local el producto.

Desempeño

Durante el tiempo que participe en esta área, no encontré grande dificultades para desempeñar mi tarea, más que al principio el manejo del nuevo software, el llenado de planillas, las cuales una vez realizadas son rutinarias por lo tanto se aprenden sin problemas.

Sin bien esta área no es técnica ni tiene relación con la carrera, dentro de la empresa es muy importante, ya que con esta se realiza un seguimiento de la producción. Esto me llevo a tener trato con personas de jerarquía dentro de la misma, (tanto como gerencia, jefe de producción, jefe de calidad, etc.) ya que permanentemente estos hacen consultas o piden deferentes informes del estado del proceso. Al mismo tiempo, para poder desarrollar la actividad correctamente es necesario relacionarse con los operarios de línea, mantenimiento, laboratorio, etc.

Cabe destacar, que la relación con el responsable de esta área, el Ingeniero Carlos Pavía, ex alumno de la facultad, fue excelente, lo que colaboro a adaptarme pronto a la sección y desarrollar las tareas eficientemente. El trato con él fue de igual a igual, lo que llevo a tomar confianza y que se me asignaran tareas con un grado mayor de responsabilidad, como son las compras y pedidos de insumos, emitir órdenes de compras, combustibles, incluso en ocasiones se me permitió usar vehículos de la empresa para realizar compras y demás actividades. Esto fue muy importante para mí, ya que me permitió relacionarme con personas ajenas a la empresa, y entrar en un mundo laborar el cual en la facultad no se puede aprender ni apreciar.



2) Auditoria.

Durante el periodo en proceso, la empresa realiza una auditoría para la actualización de la Norma ISO 22000 de Gestión de Calidad e inocuidad de los alimentos. Esta norma está enfocada a:

- **Gestión:** organización o utilización de recursos financieros, materiales y humanos, y controles pertinentes sobre los mismos.
- **Calidad de producto:** grado en el que un producto cumple un conjunto de características o rasgos diferenciadores que cumplen con los requisitos, necesidades o expectativas establecidas.
- **Calidad alimentaria:** grado en el que un producto alimentario cumple con un conjunto de características o rasgos diferenciadores que cumplen con los requisitos, necesidades o expectativas establecidas.
- **Seguridad o inocuidad alimentaria:** La garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan.

Para la misma, se me encarga la revisión y corrección de los informes de procedimiento, estos son un documento escrito en donde se detallan la manera de realizar una actividad, paso por paso, aclarando responsables, materiales, anexando planos y todo lo necesario para ejecutarla.

Los informes corregidos eran relacionados con algún área de la carrera, como por ejemplo: mantenimiento, encendido y apagado de la caldera, compresores, tableros eléctricos, etc. Si bien los conocimientos aportados por las asignaturas correspondientes me permitieron hacerlos sin dudas en lo que respecta a lo técnico, la dificultad la encontré en la redacción de este, pero con las correcciones correspondientes pude escribirlos en forma correcta.

La norma exige que cada producto utilizado para la elaboración del alimento en forma directa o indirecta, lavado de la línea o en el laboratorio, deba cumplir con certificaciones, tales como certificado de SENASA, Certificado de Análisis, y Hoja de Seguridad. Por lo tanto se me designo la tarea de preparar y organizar una carpeta con los certificados según corresponda. Si bien no es una tarea compleja ni tuve dificultades para lograrla, fue importante desde el punto de vista de las relaciones con las personas. Esta me llevo a tener contactos con proveedores, a través de comunicación telefónica o por mail, pidiendo lo requerido por cada producto, lo cual me llevo a tener conflicto con algunos de ellos, porque no enviaban lo requerido o lo hacían de forma incorrecta, teniendo algunas discusiones, pero termine la tarea correctamente.



6) Área de Mantenimiento

1) Desempeño Práctico

Durante el tiempo en que participe en el área de mantenimiento se me asignaron tareas de, operación de equipos de la línea de producción y mantenimiento de equipos.

Como primera instancia se me muestra el funcionamiento de la línea, analizando la función de cada equipo dentro de esta, el modo de funcionamiento de cada uno de estos y la variación de las características del producto que se provocan en cada instancia.

Unas de las tareas encargadas, en una primera instancia, fue la inspección de la línea, la cual era una inspección visual y auditiva llenando una planilla por equipo, con estos datos determinábamos junto al jefe de taller y de planta, si era necesario una parada de línea o los equipos a reparar en cada parada por lavado de la línea, (las cuales eran una vez por semana).

Durante esta actividad se determinaron dos paradas de línea, fuera de las debidas a los lavados. En las cuales en una se me encargo el reemplazo de la bomba canal, una vez realizado el cambio realice el desarme, detección del problema y reparación de la misma. En otra parada programada se me otorgo la revisión y reparación del cuadro de vapor del Cocinador Fadei.



Durante la ejecución del tipo de tareas como las nombradas en el párrafo anterior, no encontré grandes dificultades, ya que los conocimientos relacionados a cada área me permitieron ejecutarlas correctamente, a lo sumo alguna acotación de formas prácticas para hacerlos más fácil a los trabajos, de parte del personal de mantenimiento, que por experticia en las mismas tienen mayor conocimiento.



Actividades como la planificación de paradas o mantenimiento de equipos, permiten el debate y la diversidad de opiniones, para los cuales fui bastante participativo, y me sentí escuchado, respetado y que mis opiniones contribuyeron para determinar en conjunto una decisión lo más acertada posible.

Cada actividad era supervisada por el jefe de taller, con el cual logre tener una muy buena relación. Este es una persona que me enseñaba constantemente el porqué de algunas actividades, pero al mismo tiempo permitía mi participación valorando mi opinión, escuchándome y analizando cada propuesta que yo le hacía.

Durante este periodo, ocurrieron hechos en los cuales me toco aplicar y explicar al personal algunos de mis conocimientos en automatización. Uno de estos casos fue cuando surgieron fallos en el automatismo del Esterilizador Aséptico, el cual presentaba inestabilidad en las temperaturas, lo cual provocaba la constante apertura y cierre de la válvula de vapor, recirculación del producto e inestabilidad en toda la línea. Luego de estudiar el comportamiento, detectamos que la falla viene por una desregulación de los parámetros del controlador PID que tiene integrado el PLC del equipo. El problema del personal era que no sabía cómo al variar los estos parámetros reaccionaría el esterilizador y cuál de los parámetros tocar para mejorar la inestabilidad.

Como esto es un tema que en las asignaturas de Automatización, Automatismos se ve perfectamente, explique al resto del personal como afectan la variación de cada parámetro del PID al sistema y en conjunto logramos estabilizar el equipo.

Otro caso similar al anterior me ocurrió, cuando se produjo el fallo de la envasadora, esta paraba por una alarma de alta temperatura. Al realizar una inspección, se vio que el problema no era de temperatura sino que una de las PT100 se encontraba defectuosa. Se decide reemplazarla por otra, pero en el depósito se contaba con una PT100 de similares características pero diferente conexión, lo cual era un grave problema porque pedir una nueva tardaba dos días en llegar. Debido a los conocimiento en el área y a la investigación del funcionamiento de las Pt100 para la aplicación del proyecto final, logre cambiando el tipo de conexión, hacer el reemplazo de misma por la existente en el depósito.

2) Desmontaje de la línea de producción

Finalizada la temporada de producción en la empresa se comienza con el mantenimiento preventivo de los equipos. Para llevar a cabo este se realiza el desmontaje de toda la línea de producción. Este proceso comenzó durante los últimos días de mis prácticas. Por tal motivo fue poco lo que alcance a realizar y observar del desmontaje en sí de la línea, pero tuve una gran participación en la planificación del mismo, lo cual es muy importante a los fines de nuestra ingeniería.

La planificación básicamente es desarrollar un cronograma de desarme de equipos de acuerdo, al tiempo de desmontaje de cada uno, el tipo de reparación a realizar, el tiempo y el lugar donde se ejecutara esa reparación. Para de esta manera, tener luego el tiempo necesario para el montaje de línea, antes del comienzo de la temporada siguiente.



Para empezar con la planificación se hizo una inspección general de la línea, anotando el estado de cada una de las maquinarias y acotaciones necesarias para tal fin. A esta tarea se le suma el estudio del historial del comportamiento de cada máquina en toda la temporada, teniendo en cuenta todos los mantenimientos correctivos y/o preventivos realizados sobre la misma. Con esto se determinó las prioridades de equipos y reparaciones a hacer sobre los mismos.

De todas las reparaciones solo las de los equipos chicos (como bombas pequeñas) se pueden ejecutar en el taller de la empresa, o bien se desarman en este y se mandan a reparar las partes que sean necesarias. En los equipos grandes como el evaporador de doble efecto o el evaporador mono tubular se terceriza el mantenimiento, en caso de ser necesario. Otros equipos como el esterilizador, o bomba a pistón, se contrata una empresa y se le realizan los trabajos en el establecimiento de la empresa.

Por lo tanto para poder armar un buen cronograma es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- Para los equipos que se reparan en el taller es, necesario realizar el pedido de repuestos necesarios para los trabajos, con un tiempo de anticipación.
- Para los equipos en que se tercerizan los trabajos y se mandan a otros lugares, el contacto con estas empresas tiene que ser anticipado y exigiendo un tiempo aproximado para la terminación del trabajo.
- Para los equipos que se tercerizan pero la reparación es en el establecimiento, el contacto con las empresas también tiene que ser anticipado, exigiendo tiempos de reparación y posibles repuestos.
- Para los trabajos de reparación de piezas que se realizan en empresas locales, se tiene un contrato por el cual los trabajos pedidos por Fenix S.A. tienen prioridad sobre otros que esta tenga.

Con esto se determinó que los equipos con prioridad para este año eran:

- Elevador a paletas del canal de volcado.
- Evaporador de circulación forzada.
- Evaporador mono tubular.
- Esterilizador Aséptico.
- Automatismos en general.

Los demás trabajos sobre bombas, reductores, ejes, acoplamientos, rodamientos, etc., se realizan en la empresa o son reparaciones que se hacen en entidades locales.

Durante esta etapa logre tener bastante participación, en donde se me escucho cuando aporte ideas, al igual en que se me enseñó y explico bastante sobre todo el tema. En esta etapa puede tener mayor relación con el jefe de planta de la empresa, lo cual fue muy positivo para mis conocimientos.



3) Trabajo: Análisis de puntos críticos de la línea

a) Introducción

Al ingresar al área de mantenimiento se me pide que realice un estudio para determinar los equipos críticos de la línea de producción, para poder de esta manera mejorar el mantenimiento general de la empresa.

Por lo tanto, durante la Práctica Profesional se efectuaron los trabajos, mencionados con anterioridad en este informe, en el área de mantenimiento de la empresa, realizando a la par el estudio de la línea de producción de pulpa determinando puntos críticos, modos de fallos de los equipos con mayor criticidad, con el fin de hacer sugerencias al área de mantenimiento que sean beneficiosa para la empresa.

Para desarrollar lo antes mencionado se trabajó en base a las técnicas de mantenimiento RCM (Mantenimiento Centrado en la confiabilidad) planteando las siguientes actividades:

- División por equipos de la línea de producción.
- Estudio de criticidad por equipo.
- Análisis de modo de fallo de los equipos críticos.
- Rutina de control.
- Sugerencia al área de mantenimiento.

b) Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

El RCM (Reliability Centered Maintenance o Mantenimiento centrado en la confiabilidad) se puede definir como un *“método sistemático y estructurado para determinar el mantenimiento más adecuado a aplicar a una instalación para que ésta siga cumpliendo con las funciones para las que fue concebida y en su contexto operacional actual”*.

El RCM es una metodología que permite el diseño y optimización de los planes de mantenimiento mediante el análisis de cada sistema, determinando cómo puede fallar funcionalmente y qué consecuencias pueden derivarse de esas fallas. Los efectos de cada modo de falla se evalúan de acuerdo al impacto sobre la seguridad, el medio ambiente, la operación, el costo, etc.

Uno de los objetivos principales es promover un uso racional de los recursos, al reducir la actividad y el costo de mantenimiento al valor justo y necesario, procurando hacer foco en las funciones principales y



en los riesgos más importantes de los sistemas, evitando acciones de mantenimiento superfluas o que no sean estrictamente necesarias.

Por lo tanto el empleo este mantenimiento implica no solo un uso más adecuado de los recursos sino también una mejora en la forma de trabajo de la organización.

Para poner en práctica cualquier herramienta de gestión de mantenimiento es necesario determinar previamente cuáles son los equipos críticos o prioritarios en los cuales conviene aplicarlo. Por este motivo es aconsejable construir mapas de criticidades, en los cuales se basara la toma de decisiones posteriores sobre el tipo de mantenimiento e intervenciones a realizar.

EL RCM trabaja el mantenimiento a nivel de modos de fallos y consecuencias. Este enfoque detallista puede resultar muy útil cuando está bien orientado; también inútil si no se puede interpretar lo relevante de lo irrelevante. Sería ineficiente identificar y tratar de establecer tareas para cientos, o miles, de modos de fallos cuyas consecuencias o probabilidad de ocurrencia sea baja o remota; como sólo dar importancia a unos pocos, por subestimar al resto, y no poder evitar las consecuencias de fallos críticos. Por lo tanto es de importancia poder detectar los equipos críticos de una línea, para así determinar los fallos funcionales de estos y trabajar con un orden de prioridades en las maquinas, sin perder tiempo realizando tareas inadecuadas o esperar que la máquina rompa para realizar una tarea.

c) División por equipo de la línea de producción

Para poder realizar la división por equipo primero se comenzó por hacer un relevamiento de la línea completa, tomando apuntes de las máquinas, sectores, y función que cumplen en el proceso cada una de ellas.

La tabla confeccionada a continuación muestra dicha división. Se puede apreciar en la misma que se separó la línea de producción en once sectores de acuerdo a las etapas que atraviesa la materia prima en el proceso, luego se agrupa en conjunto a los distintos equipos de acuerdo a la función que estos cumplen; cada uno de los equipos contiene un código para la fácil identificación de la ubicación en la línea y función dentro del proceso.



DIVISIÓN POR EQUIPO Y CODIFICACIÓN								
LÍNEA	COD	SECTOR	COD	CONJUNTO	COD	EQUIPO		
						CODIGO		
						FUNCIÓN		
PRODUCCION 1	L1	VOLCADO	S1	VOLCADOR DE BINS	01	CENTRAL HIDRÁULICA	L151-01/01	PROPORCIONA LOS MOVIMIENTOS A LOS VOLCADORES
						VOLCADOR 1-2-3	L151-01/02	ALIMENTAR CANAL DE VOLCADO CON MATERIA PRIMA
						TABLERO DE COMANDO	L151-01/03	MANEJO DE COMANDOS HIDRÁULICOS, NEUMÁTICOS, BOMBAS.
PRODUCCIÓN 1	L1	LAVADO	S2	ELEVADOR A PALETILLAS	02	BOMBA CENTRIFUGA	L152-01/01	EMPUJE DE FRUTA HACIA EL ELEVADOR
						CILINDROS NEUMÁTICOS	L152-01/02	DESAGOTE DEL CANAL
						CONJUNTO MOTOR-REDUCTOR, TRANSMISIÓN	L152-02/03	MOVIMIENTO AL ELEVADOR
						CINTA ELEVADORA A PALETILLAS	L152-02/04	ALIMENTAR DE FRUTA A LA LAVADORA ROTATIVA
						EQUIPO MOTRIZ	L152-03/01	MOVIMIENTO DE TOTATIVO
EQUIPO LAVADO	L152-03/02	LAVADO DE MATERIA PRIMA						
PRODUCCIÓN 1	L1	SELECCIÓN	S3	CINTA DE SELECCIÓN	04	CONJUNTO MOTOR-REDUCTOR, TRANSMISIÓN, RODILLOS	L153-04/01	TRANSMITIR EL MOVIMIENTO A LOS RODILLOS PARA LA SELECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA
						CINTA ELEVADORA A PALETAS 1	L154-01/01	ELEVAR LA MATERIA PRIMA HACIA EL MOLINO A MARTILLO ROSSI
						CINTA ELEVADORA A PALETAS 2	L154-01/02	TRANSPORTAR LA MATERIA PRIMA AL SIN FIN
						ELEVADOR SIN FIN	L154-01/03	ALIMENTAR EL MOLINO LOPEZ CARRILLO
						MOLINO A MARTILLO ROSSI	L154-02/01	PARTIR LA MATERIA PRIMA, ALIMENTAR COCINADOR FADEI
						MOLINO A MARTILLO LOPEZ CARRILLO	L154-02/02	PARTIR LA MATERIA PRIMA, ALIMENTAR EL COCINADOR ROSSI
						PELADORA CX 12	L154-03/01	PELADO DE LA MATERIA PRIMA
						COCINADOR FADEI	L155-01/01	COCINAR LA MATERIA PRIMA
						COCINADOR ARQUIMEDEZ ROSSI	L155-01/02	COCINAR LA MATERIA PRIMA
						EXTRACTOR SIN FIN 1 (PARA COCINADOR FADEI)	L155-02/01	EXTRAER DEL COCINADOR LA M.P.
EXTRACTOR SIN FIN 2 (PARA COCINADOR ROSSI)	L155-02/02	EXTRAER DEL COCINADOR LA M.P.						



PRODUCCIÓN 1	L1	DESCARAZADO	S6	01	DESPULPADORAS	DESPULPADORA FADEI	L156-01/01	EXTRAER EL CAROZO Y PARTE DEL BAGADO
						DESPULPADORA FADEI	L156-01/02	EXTRAER EL CAROZO Y PARTE DEL BAGADO
						DESPULPADORA IMDEC	L156-01/03	EXTRAER EL CAROZO Y PARTE DEL BAGADO
				02	DEPOSITO Y EXTRACCIÓN DE CAROZOS	CINTA TRANSPORTADORA + CUBA DE BLESÍ	L156-02/01	TRASPORTAR EL BAGAZO Y CAROZOS HASTA LA CUBA
						BOMBA CENTRIFUGA	L156-02/02	EXTRACCIÓN DE CAROZOS Y BAGAZO DE LA TOLBA
				03	EXTRACCIÓN DE PULPA Y ALMACENAMIENTO	BOMBA LOBULAR 1	L156-03/01	EXTRAER LA PULPA DE LA DESPULPADORA Y ALIMENTAR TANQUE PUMON 1
						BOMBA LOBULAR 2	L156-03/02	EXTRAER LA PULPA DE LA DESPULPADORA Y ALIMENTAR TANQUE PUMON 1
						BOMBA LOBULAR 3	L156-03/03	EXTRAER LA PULPA DE LA DESPULPADORA Y ALIMENTAR TANQUE PUMON 1
						TANQUE PULMON 1	L156-03/04	ALMACENAR PULPA
						BOMBA LOBULAR 4	L156-03/05	ALIMENTACION DE LOS TURBOS
						BOMBA LOBULAR 5	L156-03/06	AUXILIAR DE ALIMENTACIÓN DE LOS TURBOS
				01	TURBOS	TURBO REFINADOR COMECAL	L157-01/01	REFINAR LA PULPA
						TURBO REFINADOR IMDEC	L157-01/02	REFINAR LA PULPA
						TURBO REFINADOR IMDEC	L157-01/03	REFINAR LA PULPA
						TURBO REFINADOR BERTOCCHI	L157-01/04	REFINAR LA PULPA
BOMBA LOBULAR	L157-01/05	ALIMENTAR TANQUE PULMON 2						
TANQUE PULMON 2	L157-01/06	ALMACENAR PULPA						
BOMBA CENTRIFUGA	L157-01/07	ALIMENTAR EL EVAPORADOR DE CIRCULACIÓN FORZADA						
02	EXTRACCIÓN BAGAZO	TORNILLO SIN FIN + TOLBA	L157-02/01	JUNTAR Y ALMACENAR EL BAGAZO OBTENIDO DEL LOS TURBOS				
		TRACTOR + BOMBA A TORNILLO	L157-02/02	EXTRAER EL BAGAZO				
PRODUCCIÓN 1	L1	REFINADO	S7		BOMBA CENTRIFUGA 1	L158-01/01	CIRCULACIÓN DE LA PULPA EN 1° EFECTO	
					BOMBA CENTRIFUGA 2	L158-01/02	TRANSFERIR PULPA DEL 1° AL 2° EFECTO	



PRODUCCIÓN 1	L1	CONCENTRADO	S8	01	EVAPORADOR DE CIRCULACIÓN FORZADA	02	BOMBA CENTRIFUGA 3	L158-01/03	CIRCULACIÓN DE LA PULPA EN 2° EFECTO							
							BOMBA CENTRIFUGA 4	L158-01/04	EXTRACCIÓN CONDENSADO DE VAPOR 2° EFECTO							
							BOMBA A TORNILLO 1	L158-01/05	EXTRACCIÓN DE LA PULPA							
							BOMBA A TORNILLO 2	L158-01/06	AUXILIAR DE EXTRACCIÓN DE PULPA							
							BOMBA DE VACIO 1	L158-01/07	PROBOCAR EL VACIO NECESARIO PARA EL FUNCIONAMIENTO							
							BOMBA DE VACIO 2	L158-01/08	PROBOCAR EL VACIO NECESARIO PARA EL FUNCIONAMIENTO							
							BOMBA CENTRIFUGA 5	L158-01/09	EXTRACCIÓN DE AGUA DE CONDENSACIÓN							
							TANQUE PULMON 3	L158-01/10	ALMACENAR PULPA							
							BOMBA A TORNILLO 1	L158-01/11	ALIMENTAR EL EVAPORADOR MONOTUBULAR							
							BOMBA A TORNILLO 2	L158-01/12	AUXILIAR DE ALIMENTACIÓN DE EVAPORADOR MONOTUBULAR							
							CUERPO CONCENTRADOR CONTINUO	L158-02/01	CONCENTRACIÓN DE LA PULPA							
							BOMBA DE EXTRACCIÓN	L158-02/02	EXTRAER LA PULPA							
BOMBA CENTRIFUGA	L158-02/03	EXTRACCIÓN DE AGUA DE CONDENSACIÓN														
BOMBA DE VACIO 1	L158-02/04	PROBOCAR EL VACIO NECESARIO PARA EL FUNCIONAMIENTO														
BOMBA DE VACIO 2	L158-02/05	PROBOCAR EL VACIO NECESARIO PARA EL FUNCIONAMIENTO														
PRODUCCIÓN 1	L1	ESTERILIZADO	S9	01	ETERILIZADO	01	DETECTOR DE METALES	L159-01/01	DETECTAR PARTICULAS DE METAL EN LA PULPA							
							TANQUE PULMON 4	L159-01/02	ALMACENAR PULPA							
							BOMBA A TORNILLO 1	L159-01/03	ALIMENTAR BOMBA A PISTON							
							BOMBA CENTRIFUGA	L159-01/04	AGUA PARA EL LABADO							
							BOMBA A PISTON	L159-01/05	PROPORCIONAR LA PRESION NECESARIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL ESTERILIZADOR							
							ESTERILISOR ASEPTICO	L159-01/06	ESTERILIZAR LA PULPA							
							ENVASADORA 1	L1510-01/01	ENVASADO ASEPTICO DE LA PULPA							
							ENVASADORA 2	L1510-01/02	ENVASADO ASEPTICO DE LA PULPA							
							PRODUCCIÓN 1	L1	ENVASADO	S10	01	ENVASADO	01	ENVASADORA 1	L1510-01/01	ENVASADO ASEPTICO DE LA PULPA
														ENVASADORA 2	L1510-01/02	ENVASADO ASEPTICO DE LA PULPA



PRODUCCIÓN 1	L1	SERVICIOS AUXILIARES	S11	01	CALDERAS	01	CALDERA GOLLENA	L1S11-01/01	GENERAR VAPOR
							CALDERA SALCOR CAREN S.A.	L1S11-01/02	GENERAR VAPOR
							BOMBA CENTRÍFIGA 1	L1S11-02/01	AGUA SANITARIOS
							BOMBA CENTRÍFIGA 2	L1S11-02/02	AGUA CALDERA
							BOMBA CENTRÍFIGA 3	L1S11-02/03	BOMBA AUXILIAR DE ALIMENTACION PLANTA
							BOMBA CENTRÍFIGA 4	L1S11-02/04	AGUA A TODOS LOS PROCESOS DE LA PLANTA
							BOMBA CENTRÍFIGA 5	L1S11-02/05	AGUA RECUPERADOS
							BOMBA CENTRÍFIGA 6	L1S11-02/06	RIEGO POR ASPERSION
							BOMBA CENTRÍFIGA 7	L1S11-02/07	HIDROLABADORA
							COMPRESOR SULLARR LS-10	L1S11-03/01	ALIMENTAR LOS SERVICIOS NEUMÁTICOS DE LA PLANTA
							COMPRESOR DIVAN	L1S11-03/02	COMPRESOR AUXILIAR
							EQUIPO DE FRIO	L1S11-04/01	AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL ESTERILIZADOR



d) Análisis de criticidad de equipos

El Análisis de Criticidad es una metodología que permite establecer jerarquía o prioridades de en un procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante o necesario mejorar la Confiabilidad Operacional, basado en la realidad actual de los sistemas o equipos.

Cabe destacar que ninguna planta o línea se puede analizar bajo los mismo criterios, que es estos son particulares para cada proceso. Por ejemplo estos criterios varían según:

- Plantas de producción no continuas, producciones por lotes.
- Los períodos de obtención de un producto desde el inicio hasta la obtención final del mismo oscila entre 3 y 14 días, por lo que se necesita alta disponibilidad del equipamiento. Una vez comenzado el proceso, cualquier rotura conllevaría a la pérdida del producto.
- Equipamiento especializado, de alta complejidad y costos.
- Alta seguridad operacional, al trabajar con microorganismos vivos cualquier accidente o vertimiento trae consigo contaminaciones ambientales o afectaciones a los operadores.
- Diferentes grados de accesibilidad a las áreas, las vinculadas directamente con el proceso de producción se encuentra dentro del área certificada, su acceso a ella es a través de un transfer, donde el personal deberá hasta cambiarse de ropa con los diferentes inconvenientes que trae consigo.
- Plantas sujetas a fuertes controles ambientales de los procesos tecnológicos y del estado del equipamiento.

El procedimiento que se seguirá para este análisis es el siguiente:

- 1) Se plantean los efectos bajo los cuales se analizaran los equipos y la valorización que se le dará a cada uno de ellos. También es necesario darle un valor a la frecuencia de fallos.
- 2) Con estos valores se construye la matriz de criticidad.
- 3) Se analizaran cada uno de los equipos de la línea de acuerdo a los efectos anteriores, obteniendo un valor de criticidad para cada uno.
- 4) Se analizará el resultado de criticidad obtenido para cada equipo, y posteriormente se procederá al análisis de modo de fallos para los equipos críticos.

1. Variables de criticidad y su valorización

En este apartado se plantean las variables que influyen en la criticidad y se valorizan sus efectos según la gravedad de los mismos, asignando de esta manera un peso relativo a cada variable. Para nuestro análisis por equipos las variables tenidas en cuenta son los siguientes:

- Pérdida de producción.



- Seguridad en las personas.
- Inocuidad en alimentos.
- Personal necesario para la reparación.
- Tiempo de reparación.
- Repuestos.
- Costo de la reparación.
- Costo de reposición de equipo.
- Disponibilidad en reserva y daño en instalaciones.

VARIABLES

PERDIDA DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	VALOR
Se deja de producir completamente.	12
Disminuye la producción entre 75% y 50 %.	8
Disminuye la producción 25%.	4
Se sigue produciendo.	1

SEGURIDAD EN LAS PERSONAS

DESCRIPCIÓN	VALOR
Incapacidad, daños severos.	12
Heridas graves e incapacidad parcial.	8
Daños o enfermedades que requieren tratamiento.	4
Sin impacto en las personas.	1

INOCUIDAD DE ALIMENTOS

DESCRIPCIÓN	VALOR
Afecta producto final, no se puede recuperar.	12
Afecta producto final se puede recuperar.	8
Afecta la metería prima.	4
No afecta.	1



PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Mano de obra especializada, no disponible en la zona.	6
Mano de obra especializada, disponible en la zona.	3
Mano de obra especializada, disponible en la empresa.	1

TIEMPO DE REPARACIÓN	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Mayor a 6 horas.	6
Entre 6-3 horas.	4
Entre 3-1 horas.	2
Menor a 1 hora.	1

REPUESTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Plazo de entrega mayor a 1 día.	9
Plazo de entrega menor a 1 día.	6
Se consigue en la zona.	3
En stock.	1

COSTO DE REPARACIÓN	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Alto costo.	6
Mediano costo.	3
Bajo costo.	1

COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Alto costo.	6
Mediano costo.	3
Bajo costo.	1



DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	
DESCRIPCIÓN	VALOR
No tiene equipos en reserva.	6
Equipo en depósito.	3
Equipo conectado en bypass.	1

DAÑO EN INSTALACIONES ADYACENTES	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Daño total.	6
Daño parcial.	3
Ningún daño.	1

2. Matriz de criticidad

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de la misma, estableciendo rangos de valores para los criterios de evaluación.

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

De acuerdo a la formula anterior para poder llegar a la matriz de criticidad será necesario primero plantear una valorización de la frecuencia de fallas de los equipos.

La frecuencia de fallas de un equipo se obtiene en función de:

- Tiempo medio entre ocurrencias de fallas.
- Considerando el historial del equipo.
- El nivel de carga al que se somete el equipo respecto a su capacidad nominal.
- El régimen de trabajo horario al que está sometido.

Considerando lo anterior obtenemos una estimación de la frecuencia de fallos para nuestros equipos, que se muestra en la tabla siguiente:

FRECUENCIA DE FALLOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Más de dos vez por temporada.	4
Dos veces por temporada.	3
Una vez por temporada.	2
Una vez cada más de 2 temporadas.	1



MATRIZ DE CRITICIDAD																							
152	156	160	164	168	172	176	180	184	188	192	196	200	204	208	212	216	220	224	228	232	236	240	244
114	117	120	123	126	129	132	135	138	141	144	147	150	153	156	159	162	165	168	171	174	177	180	183
76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122
38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
IMPACTO																							



248	252	256	260	264	268	272	276	280	284	288	292	296	300	304	308	312	316	320	324
186	189	192	195	198	201	204	207	210	213	216	219	222	225	228	231	234	237	240	243
124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162
62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81



3. Análisis de las variables por equipo

Con los criterios de criticidad ya planteados procedemos al análisis de cada equipo de la línea. Para el mismo fue necesario información sobre los equipos, historial de mantenimiento de las máquinas, como también la experiencia del personal de la empresa en los distintos ambientes necesarios.

A partir de lo anterior se evalúan todos equipos, a modo de ejemplo, a continuación se muestran algunas de estas tablas:

VOLCADOR DE BINS	
EFECTO	VALOR
PERDIDAD DE PRODUCCIÓN	8
SEGURIDAD EN LAS PERSONAS	8
INOCUIDAD EN LOS ALIMENTOS	4
PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	3
TIEMPO DE REPARACIÓN	2
REPUESTOS	3
COSTO DE REPARACIÓN	1
COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	1
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	3
DAÑOS EN INSTALACIONES	1
TOTAL	34

CANAL DE VOLCADO	
EFECTO	VALOR
PERDIDAD DE PRODUCCIÓN	12
SEGURIDAD EN LAS PERSONAS	1
INOCUIDAD EN LOS ALIMENTOS	1
PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	3
TIEMPO DE REPARACIÓN	4
REPUESTOS	1
COSTO DE REPARACIÓN	1
COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	3
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	6
DAÑOS EN INSTALACIONES	1
TOTAL	33

ELEVADOR A PALETILLAS	
EFECTO	VALOR
PERDIDAD DE PRODUCCIÓN	12
SEGURIDAD EN LAS PERSONAS	4
INOCUIDAD EN LOS ALIMENTOS	1
PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	1
TIEMPO DE REPARACIÓN	2
REPUESTOS	1
COSTO DE REPARACIÓN	1
COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	3
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	6
DAÑOS EN INSTALACIONES	1
TOTAL	32

LLAVADORA ROTATIVA	
EFECTO	VALOR
PERDIDAD DE PRODUCCIÓN	12
SEGURIDAD EN LAS PERSONAS	1
INOCUIDAD EN LOS ALIMENTOS	1
PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	1
TIEMPO DE REPARACIÓN	2
REPUESTOS	1
COSTO DE REPARACIÓN	1
COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	3
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	6
DAÑOS EN INSTALACIONES	3
TOTAL	31



Obtenida la valorización de los equipos procedemos a encontrar un índice de la frecuencia de falla para los mismos. Se procede a la obtención de estos en base al comportamiento histórico de cada máquina, en los casos en que no encontraba un historial se tomó como referencia el comportamiento de equipos similares y las condiciones de trabajo del mismo.

EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLA
ESTERILIZADOR ASÉPTICO	4
ENVASADORAS ASÉPTICAS	4
EVAPORADOR DE CIRCULACIÓN FORZADA	4
EVAPORADOR MONOTUBULAR	4
COCINADOR FADEI	4
CALDERAS	4
BOMBA A PISTON	3
COCINADOR ROSSI	4
CINTA DE SELECCIÓN A RODILLOS	4
VOLCADOR DE BINS	4
TANQUE PULMON 4 + BOMBA DE TRANSFERENCIA	3
MOLINO A MARTILLO 1	4
CANAL DE VOLCADO	3
LAVADORA ROTATIVA	3
EXTRACTOR SIN FIN 1	3
CINTA ELEVADORA A PALETA 1	3
BOMBA DE TRANSFERENCIA SALIDA TURBOS	2
DEPOSITO EXTRACCIÓN CAROZOS	3
ELEVADOR A PALETILLAS	2
EXTRACCIÓN DE BAGAZO	4
MOLINO A MARTILLO 2	2
DESPULPADORA 1	2
DESPULPADORA 2	2
DESPULPADORA 3	2
EXTRACTOR SIN FIN 2	2
ELEVADOR SIN FIN	2
TURBO REFINADOR COMECAL	2
TURBO REFINADOR IMDEC	2
TURBO REFINADOR IMDEC	2
TURBO REFINADOR BEROCCHI	2
TANQUE PULMON 2 + BOMBA DE TRANSFERENCIA	2
TANQUE PULMON 3 + BOMBA DE TRANSFERENCIA	2
PELADORA CX 12	1
COMPRESORES	1
EQUIPO DE FRIO	1
TANQUE PULMÓN 1 + BOMBA DE TRANSFERENCIA 1-2	1



4. Criticidad por equipo

El paso siguiente es el cálculo del valor de criticidad, que como se dijo anteriormente es:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Valor Consecuencia}$$

Una vez obtenido este valor para cada equipo, y según en qué banda de criticidad de la matriz se encuentra, será el nivel crítico que le corresponda. En la tabla siguiente muestra el valor de las consecuencias, la frecuencia de fallas y la criticidad obtenida para cada equipo, ordenando los mismos en forma descendente.

EQUIPO	VALOR DE EFECTO	FRECUENCIA DE FALLA	CRITICIDAD
ESTERILIZADOR ASÉPTICO	66	4	264
ENVASADORAS ASÉPTICAS	59	4	236
EVAPORADOR DE CIRCULACIÓN FORZADA	55	4	220
EVAPORADOR MONOTUBULAR	55	4	220
COCINADOR FADEI	43	4	172
CALDERAS	42	4	168
BOMBA A PISTON	54	3	162
COCINADOR ROSSI	39	4	156
CINTA DE SELECCIÓN A RODILLOS	35	4	140
VOLCADOR DE BINS	34	4	136
TANQUE PULMON 4 + BOMBA DE TRANSFERENCIA	43	3	129
MOLINO A MARTILLO 1	32	4	128
CANAL DE VOLCADO	33	3	99
LAVADORA ROTATIVA	31	3	93
EXTRACTOR SIN FIN 1	30	3	90
CINTA ELEVADORA A PALETA 1	25	3	75
BOMBA DE TRANSFERENCIA SALIDA TURBOS	34	2	68
DEPOSITO EXTRACCIÓN CAROZOS	22	3	66
ELEVADOR A PALETILLAS	32	2	64
EXTRACCIÓN DE BAGAZO	15	4	60
MOLINO A MARTILLO 2	28	2	56
DESPULPADORA 1	28	2	56
DESPULPADORA 2	28	2	56
DESPULPADORA 3	28	2	56
EXTRACTOR SIN FIN 2	26	2	52
ELEVADOR SIN FIN	25	2	50
TURBO REFINADOR COMECAL	25	2	50
TURBO REFINADOR IMDEC	25	2	50
TURBO REFINADOR IMDEC	25	2	50
TURBO REFINADOR BERTOCCHI	25	2	50
TANQUE PULMON 2 + BOMBA DE TRANSFERENCIA	25	2	50
TANQUE PULMON 3 + BOMBA DE TRANSFERENCIA	25	2	50
PELADORA CX 12	39	1	39
COMPRESORES	33	1	33
EQUIPO DE FRIO	30	1	30
TANQUE PULMÓN 1 + BOMBA DE TRANSFERENCIA 1-2	25	1	25
CINTA ELEVADORA A PALETA 2	21	1	21



EQUIPOS CRITICIDAD ALTA
EQUIPOS DE CRITICIDAD MEDIA
EQUIPOS DE CRITICIDAD BAJA

La identificación de los activos más críticos permitirá orientar los recursos y esfuerzos a las áreas que se necesite, así como definir las acciones de mitigación del riesgo en los elementos analizados.

Para completar esta metodología es necesaria una evaluación de los resultados. Esta consiste en tomar los equipos críticos, analizar cuáles son los valores que elevaron el nivel de criticidad, para establecer acciones que logren bajar dicho nivel. Como ejemplo citamos lo siguiente, si en la evaluación de un activo obtenemos frecuencias de fallas altas, las acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor más tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento. Si el valor de criticidad se debe a valores altos en alguna de las categorías de consecuencias, las acciones deben orientarse a mitigar los impactos que el evento (modo de falla o falla funcional) puede generar.

Para determinar las acciones o actividades a realizar para bajar dicho valor, se utilizan otras metodologías de Confiabilidad, como pueden ser Análisis Causa Raíz, Inspección Basada en el Riesgo, Análisis de Modo de Fallos y Efectos.

Para continuar con nuestro estudio de mantenimiento de la línea de producción se elige realizar un Análisis de Modo de Fallos y Efectos para cada equipo crítico.

e) Análisis de modos de fallos y efectos, acciones de mantenimiento por equipo.

Aquí se desarrollara un estudio completo de los modos de fallos que pueden ocurrir en cada equipo que se determinó como crítico, al mismo tiempo se estudiaran cuáles fueron los puntos que elevaron el nivel de criticidad del mismo. Esto es necesario ya que de aquí se desprenden las acciones de mantenimiento a efectuar para poder mitigar todas las causas de fallos, mejorando la confiabilidad de los equipos.

1. Descripción metodología Análisis de Modo de fallos y Efectos

Las técnicas de análisis de riesgo son empleadas en la búsqueda y evaluación de escenarios que pueden representar un impacto adverso para una instalación o planta de proceso, identificando los escenarios de mayor riesgo y emitiendo acciones de recomendación tendientes a minimizar el mismo. El principio de cualquier estudio de riesgo, está basado en encontrar respuesta a tres interrogantes: 1) ¿Qué puede salir mal? 2) ¿Qué tan frecuente es? y 3) ¿Cuáles son sus efectos? Analizando y entendiendo la respuesta a estas preguntas, podemos entender los riesgos y diseñar mejores acciones para la prevención y control.



Dentro de las metodologías de identificación de peligros, el Análisis de Modos de Falla y Efectos, AMFE, en combinación con una calificación o jerarquización del grado de criticidad del riesgo, es normalmente empleada para la planeación del mantenimiento centrado en confiabilidad, ya que nos permite lograr un entendimiento global del sistema, así como del funcionamiento y la forma en la que pueden presentarse las fallas de los equipos que componen este sistema.

Existen diferentes versiones o variantes de la metodología de Análisis de Modos de Falla y sus Efectos, la metodología aquí mostrada y la cual ha sido empleada como fundamento para elaboración del plan de mantenimiento, consiste en las siguientes actividades:

- Análisis funcional
- Identificación de modos de falla
- Efectos y consecuencias de la falla

Análisis funcional

El análisis funcional es necesario para poder entrar al proceso de evaluación de los modos de falla, ya que se requiere conocer e identificar cuáles son aquellas funciones que el usuario espera o desea que su activo desempeñe. Se requiere identificar tanto la función principal y como las secundarias.

Identificación de Modos de falla

Un modo de falla podemos definirlo como la forma en la que un activo pierde la capacidad de desempeñar su función, o en otras palabras, la forma en que un activo falla. A cada modo de falla le corresponde una acción de mitigación o prevención, como en este caso, donde el objetivo del AMFE es diseñar un plan de mantenimiento, a cada modo de falla le corresponderá una tarea de mantenimiento.

Efectos y consecuencias de la falla

Los efectos de la falla son considerados como la forma en la que la falla se manifiesta, es decir, como se ve perturbado el sistema ante la falla del equipo, estas manifestaciones pueden ser: aumento o disminución de nivel, mayor o menor temperatura, activación de señales, alarmas o dispositivos de seguridad, entre otras; similarmente, se considera también la sintomatología de la falla, ruido, aumento de vibración, etc. Para el caso de las consecuencias, éstas son referidas a los impactos derivados de la falla en los diversos receptores de interés. Se consideran las consecuencias a la seguridad de las personas, medio ambiente y producción.

Luego de esta breve introducción sobre la metodología AMFE procedemos a desarrollar la misma para nuestra línea de producción de pulpa.

A modo de ejemplo, a continuación se presentan tres de los principales equipos que fueron analizados:



2. Esterilizador aséptico

ESTERILIZADOR ASÉPTICO	
EFEECTO	VALOR
PERDIDA DE PRODUCCIÓN	12
SEGURIDAD EN LAS PERSONAS	4
INOCUIDAD EN LOS ALIMENTOS	6
PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	8
TIEMPO DE REPARACIÓN	6
REPUESTOS	9
COSTO DE REPARACIÓN	6
COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	6
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	6
DAÑOS EN INSTALACIONES	3
TOTAL	66
FRECUENCIA DE FALLA	4

Como se observa en la tabla, este equipo tiene una criticidad muy alta, lo que lo lleva a ser uno de los principales equipo para realizar mantenimiento y llevar un control del funcionamiento del mismo.

Cualquier rotura de este conlleva a la perdida de producción total y/o puede llegar afectar a la inocuidad del alimento. Adicional a esto los tiempo de reparación son grandes y se necesita personal especializado para repararlo, que no se encuentra en la zona. Por lo tanto, conocer el estado del mismo en todo momento, adelantarme a una falla del sistema y poder planificar una parada antes de que estos problemas ocurran es primordial para este equipo.



ESTERILIZADOR			
FUNCIÓN	FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DE LOS FALLOS
Obtener un producto libre de microorganismos, mediante calentamiento térmico, usando vapor seco.	No se obtienen los requerimientos microbiológicos y de calidad (bajo brix).	Mal cierre de la válvula diversora en la posición de recirculación.	Se mezcla producto de recirculación. Inestabilidad en el equipo. Baja el rendimiento.
		Fallo en la lectura de la Pt100 (T1 temperatura salida parte esterilización.)	Si la lectura de la Pt100 no es la correcta. No se logra la esterilización (en caso de que el error sea en mas), puede producir el quemado de la pulpa variación en el color (en caso de que el error sea en menos).
		Pinchadura de caños.	Se pierde la esterilidad, el producto sale contaminado, mas perjudicial mientras mas al final de proceso de esterilización este.
		Fallas en bridas de uniones.	Falla en las bridas con barreras de vapor.
		Problemas con vapor.	Inestabilidad del equipo. No lograre la esterilizacion, tambien se puede producir el quemado de la pulpa si suben las temperaturas. Recirculación del equipo. Baja el rendimiento de la producción.
		Problemas con circuito neumático.	Inestabilidad en el equipo.
		Rotura de Vastago válvula diversora.	Pierdo control sobre la válvula. Paro de producción.
		Problemas en el automatismo.	Alarmas activadas. Inestabilidad en el equipo. No se puede producir.

Acciones de mantenimiento

- Mensual: verificar los sellos de la válvula diversora y los recorridos de los accionamientos.
- Mensual: verificar que los voltajes de la Pt100 sean los correctos para la temperatura medida.
- Mensual: verificar el óptimo funcionamiento de todos los comandos neumáticos y accionamientos.
- Mensual: verificar el funcionamiento de todos sensores (temperatura, presión, caudales), para no producir cortes por alarmas activadas erróneamente.
- Cambiar los amortiguamientos de la válvula diversora para disminuir los esfuerzos cuando esta es accionada. Cada fin de temporada verificar el estado de la misma.
- Cada dos años desarmar y verificar el estado de las cañerías realizando ensayos no destructivos.



3. Envasadoras asépticas

ENVASADORAS ASÉPTICAS	
EFEECTO	VALOR
PERDIDA DE PRODUCCIÓN	8
SEGURIDAD EN LAS PERSONAS	4
INOCUIDAD EN LOS ALIMENTOS	6
PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	8
TIEMPO DE REPARACIÓN	6
REPUESTOS	6
COSTO DE REPARACIÓN	6
COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	6
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	6
DAÑOS EN INSTALACIONES	3
TOTAL	59
FRECUENCIA DE FALLA	4

Este equipo, a la hora de realizar mantenimiento, es de igual importancia que el esterilizador. Si bien al contar con dos unidades permite la reparación de una sin la parada de la línea, solamente se produce una reducción de producción (igualmente perjudicial). Los alimentos pueden verse afectados por una falla de la misma y el tiempo y costo de reparación son abultados, teniendo en cuenta que según el problema se puede necesitar de personal especializado para la reparación de la misma.

Por lo tanto es indispensable llevar un historial del comportamiento de la máquina, para anticipar y programar las reparaciones de la misma en el momento óptimo y que estas no generen la menor pérdida posible.



ENVASADORAS ASÉPTICA				
FUNCIÓN	FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DE LOS FALLOS	
<p>Producir el llenado de los tambores, asegurando la esterilidad del producto.</p> <p>Problemas de mecanismos para asegurar el llenado.</p>	<p>Se pierde la esterilidad del producto.</p>	<p>Fallo en la Pt100 del cabezal.</p>	<p>Si la temperatura es menor a 98° pierdo esterilidad del equipo.</p>	
		<p>Fallo en la automatización.</p>	<p>Se activan las alarmas, se para la producción.</p>	
		<p>Perdida de presión de vapor.</p>	<p>Baja la temperatura. Si la temperatura no bajo mas de 90° se esteriliza el cabezal, si es menor a los 90° se esteriliza todo el equipo.</p>	
		<p>Fallo en las Pt100 del circuito de barreras de vapor.</p>	<p>Si marca temperaturas bajas no te permite realizar el envasado</p>	
			<p>No se realizan los desplazamientos del cabezal.</p>	<p>Desvinculación transmisión tornillo tuerca. Recalentamiento del motor. Rotura en el reductor.</p>
			<p>No se realizan los movimientos neumáticos en el cabezal, que realizan el llenado.</p>	<p>Empaquetaduras desgastadas de los cilindros.</p>
			<p>Suciedad en los mecanismos.</p>	<p>Se traban los movimientos. Fallas en los sensores. Se interrumpe el llenado. Hay que desregular los movimientos para poder limpiar.</p>
			<p>Movimientos desregulados.</p>	<p>No se ejecutan bien los movimientos. No se produce el llenado.</p>
			<p>Fallo en los sensores de los cilindros neumáticos.</p>	<p>No se ejecutan los movimientos del cabezal para producir el llenado. El automastimo no me permite realizar el llenado.</p>
			<p>Fallos en los fines de carrera mecánicos para los movimientos de rotación y traslación del cabezal.</p>	<p>No se realizan los movimientos. Desgaste de los sensores. Desregulación de los mismos. Rotura. Regulación incorrecta.</p>
			<p>Fallo en el sensor optico y mecanismos.</p>	<p>Desgaste en el mecanismo. Regulación incorrecta.</p>



Acciones de mantenimiento

- Quincenal: hacer una comprobación de todos los movimientos por posibles desregulaciones. Y verificar el funcionamiento de los sensores de los cilindros neumáticos.
- Quincenal: verificar el estado de reductores, motores (alienación, rodamientos, ejes, vibraciones).
- Periódica: lubricación de partes móviles. Medición de nivel de aceite de caja reductora.
- Mensual: verificar que los voltajes de la Pt100 sean los correctos para la temperatura medida.
- Mensual: verificar movimientos de cabezal.
- Mensual: verificar niveles de aceites de los reductores.
- Mensual: mediciones de corriente y temperatura en los motores para verificar que no exista sobrecarga.
- Mensual: verificar el funcionamiento de todos sensores (temperatura, presión, caudales, ópticos), para no producir cortes por alarmas activadas erróneamente.
- Trimestral: cambiar conjunto de sellos de los cilindros neumáticos, al mismo tiempo verificar que no haya desgastes irregulares, corrosión y el estado general en que se encuentran el eje y camisa.
- Después de realizado el lavado y antes de comenzar a utilizar la maquina verificar que el estado de los sensores y actuadores que realizan los distintos movimientos sea el correcto.
- Cada fin de temporada reemplazar todos los fines de carreras mecánicos.

4. Evaporador de circulación forzada

EVAPORADOR DE CIRCULACIÓN FORZADA	
EFEECTO	VALOR
PERDIDA DE PRODUCCIÓN	12
SEGURIDAD EN LAS PERSONAS	8
INOCUIDAD EN LOS ALIMENTOS	3
PERSONAL NECESARIO PARA REPARARLO	4
TIEMPO DE REPARACIÓN	4
REPUESTOS	3
COSTO DE REPARACIÓN	6
COSTO DE REPOSICIÓN DEL EQUIPO	6
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS EN RESERVA	6
DAÑOS EN INSTALACIONES	3
TOTAL	55
FRECUENCIA DE FALLA	4



Los evaporadores son los equipos encargados de la concentración de la materia prima, función principal de esta línea de producción. Por lo tanto merecen una especial atención de parte de mantenimiento, por su importancia dentro de la línea, porque pueden afectar el funcionamiento de los equipos posteriores y los costos de reparación pueden llegar a ser elevados (según la gravedad de la rotura).

EVAPORADOR DE CIRCULACIÓN FORZADA			
FUNCIÓN	FALLO FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DE LOS FALLOS
Concentrar la pulpa, evaporando el agua contenida en la misma por intercambio de calor con vapor agua saturado en una atmosfera de vacío.	No se logra la condición de vacío.	Fallo en bombas de vacío	No se llega al vacío, lo que provoca que no se alcance a evaporar la cantidad de agua necesaria para la concentración de la pulpa.
		Pinchadura, rotura en caño, uniones, soldaduras	No se llega al vacío, lo que provoca que no se alcance a evaporar la cantidad de agua necesaria para la concentración de la pulpa. O se tendría que aumentar la temperatura de intercambio.
	No se logra la concentración deseada de la pulpa o se demora mucho tiempo para llegar a la condición deseada.	Problemas con cuadro de vapor	Puede suceder que ingrese menos vapor del necesario para el intercambio, lo que provocaría que la pulpa este más tiempo recirculando, o que sea un brusco ingreso de vapor que provoque quemado de la pulpa y/o incrustaciones.
		Ensuciamiento e incrustaciones en el intercambiador de calor.	Se disminuye el coeficiente de intercambio del equipo, por consiguiente la pulpa se mantendrá más tiempo en circulación, baja el rendimiento del equipo.
		No se produce la purga del agua condensada proveniente del vapor de intercambio.	Baja el rendimiento del equipo, debido a que el vapor ocuparía parte de su energía térmica en calentar el agua de condensado, provocando que la pulpa este más tiempo en recirculación.
		Nivel de tanque de condensando no óptimo	Si la atmosfera en el tanque de condensado no es la correcta baja el rendimiento de todo el equipo y no puedo lograr los grados de concentración deseados
		Sensores de nivel y de grados brix en malas condiciones.	Provoca el mal funcionamiento de todo el automatismo y del equipo, y no se llega a las condiciones deseadas para la pulpa. Puede ocasionar problemas con equipos posteriores a esta etapa.
	No se logran lo niveles para el funcionamiento óptimo.	Problemas en la bomba centrifuga de alimentación al evaporador.	El ingreso de pulpa al equipo no es correcto, provoca inestabilidad en el equipo y en equipos posteriores de la línea.
		Defectos en los medidores de nivel	Una medida errónea provoca inestabilidad del equipo, causando según la gravedad malas condiciones de calidad.



	Problemas con la bomba a tornillo de extracción.	Si el funcionamiento no es el óptimo pierdo rendimiento del equipo.
	Problemas con el automatismo.	Inestabilidad en el lazo de control. Perdida de rendimiento del equipo. Consecuencias en la calidad de la pulpa.
Problemas de funcionamiento.	Mal funcionamiento de las bombas centrífugas de circulación.	Pierdo rendimiento del equipo, no se logran las condiciones de calidad deseadas, inestabilidad en el lazo de control. Posibilidad de pérdida total de producción.
	No se produce de manera correcta la extracción de la pulpa.	Si el funcionamiento no es el óptimo pierdo rendimiento del equipo.
	Mal funcionamiento de la válvula de venteo	Puede producir el quemado de la pulpa, malas condiciones de calidad, incrustaciones en intercambiador, daños a bombas.
	Problemas bomba centrífuga del condensador.	La atmosfera dentro del condensador no es la correcta por lo tanto no se logra la concentración deseada y produce una pérdida de rendimiento.
	Pinchadura, rotura en caño, uniones, soldaduras en cualquier parte del equipo.	Pierdo rendimiento del equipo, no se logran las condiciones de calidad deseadas, inestabilidad en el lazo de control. Posibilidad de pérdida total de producción.

Acciones de mantenimiento

- Quincenal: mediante el instrumental adecuado verificar el funcionamiento de la bomba de vacío.
- Inspección periódica de caños, bridas, uniones, soldaduras, etc.
- Quincenal: verificar el estado de las bombas centrífugas y a tornillos (alienación, rodamientos, ejes, vibraciones).
- Periódica: lubricación de partes móviles. Medición de nivel de aceite de caja reductora.
- Quincenal: verificar funcionamiento de válvula de venteo.
- Quincenal: verificar los purgadores condensados de vapor.
- Mensual: medir parámetros de los motores eléctricos (intensidad, temperatura, velocidad).
- Mensual: verificar el funcionamiento de todos sensores (temperatura, presión, caudales, brix, nivel).
- Mensual: verificación del automatismo.
- Mensual: verificar el funcionamiento de la sección de condensado.



Aclaremos que todo el trabajo completo cuenta con un análisis similar a lo visto para los equipos anteriores pero para todos lo que se determinaron críticos, y adicional a este estudio se presentan tareas de mantenimientos sobre calderas, sistemas de vapor, tableros eléctricos.

f) Recomendación. Instrumentos de medida.

Sin duda, no se puede desarrollar un buen mantenimiento sin conocer el estado de la máquina y el comportamiento de la misma a través del tiempo, conociendo esto el personal puede adelantarse a una falla y corregirla en el momento que se crea correcto. Pero también es muy importante poder determinar las causas que originaron una falla, para poder así mitigar los riesgos de que vuelva ocurrir, esto sería por ejemplo, si se rompe un rodamiento de una bomba, antes de cumplir su vida útil, los técnicos de mantenimiento tienen la obligación de encontrar que fue lo que llevo a esta rotura, si es corrosión, desalineamientos, esfuerzos debido a las conexiones de las tuberías, vibraciones, desbalanceo en el eje, etc.

Por consiguiente, la empresa necesita de instrumentos para realizar mediciones que permitan programar, organizar y desarrollar las acciones de mantenimiento correctas, aumentando la confiabilidad de las maquinarias y la vida útil de las mismas, lo que conlleva al aumento de producción y disminución de tiempos muertos por roturas de equipos.

Un instrumento necesario para realizar estas labores es el Analizador de Vibraciones. Este es un dispositivo portátil diseñado para el examen de vibraciones en maquinaria y estructuras.

Esta tecnología permite también el diagnóstico para identificar y priorizar rápidamente los problemas mecánicos. Por lo tanto, la combinación de los diagnósticos, la gravedad y las recomendaciones de reparación ayudan a tomar decisiones con mayor conocimiento de causa durante el mantenimiento y a concentrarse, en primer lugar, en los problemas críticos.

Adicional a lo mencionado anteriormente, una herramienta necesaria para el mantenimiento es el alineador de ejes. Realizar mantenimiento a una máquina y después de la reparación no tener un elemento que me permita alinear correctamente la misma, traer consecuencias negativas y la rotura pronta de los mismos elementos u otros dispositivos del equipo.

Se asocian a una mala alineación los siguientes problemas:

- PÉRDIDAS EN CIERRES
- INCREMENTO EN LA VIBRACIÓN
- MAYOR CONSUMO DE ENERGÍA
- FALLOS EN RODAMIENTOS
- ROTURA DE EJES
- PROBLEMAS EN ACOPLAMIENTOS



- PROBLEMAS EN CALIDAD

La base de una buena organización de mantenimiento se logra conociendo los equipos, y para esto es esencial la utilización de instrumentos que me permitan hacerlo, para poder así adelantarme a las fallas, programar las paradas y sobre todo no repetir los mismos errores que causen nuevamente la rotura del equipo. Tan importante como esto es también proporcionarles a los técnicos de mantenimiento las herramientas para poder desarrollar su labor correctamente y poder dejar las máquinas de la manera óptima para su funcionamiento.

Estos instrumentos también son necesarios para poder armar un control de rutina sobre los equipos y así estudiar la manera en que va cambiando su comportamiento a los distintos requerimientos de la línea de producción, recopilando los datos necesarios para desarrollar un plan de mantenimiento correcto.

Con la recopilación de datos, a través de estos instrumentos, las acciones de mantenimiento realizadas a las maquinas, los mantenimientos correctivos y modificaciones realizadas a los equipos, se puede desarrollar un historial de cada máquina que me permita conocer el funcionamiento de la misma y anticiparme a problemas, roturas y distintas fallas que puedan ocurrir.

Si bien los conocimientos de los técnicos encargados de realizar el mantenimiento en una empresa son importantes, con la misma importancia se encuentra la organización del mismo, como toda empresa, en cualquiera sea el área, sin una organización adecuada no se logran buenos resultados y se malgasta tiempo, recursos y dinero.

g) Verificación hidráulica volcadores.

Durante el estudio de criticidad de los equipos, analizando el historial de fallas de cada uno se nota un problema repetitivo en los volcadores de bins. El personal de la empresa me propone realizar la verificación hidráulica de la central de bombeo del sistema de volcadores de bins. Esta idea surge ya que profesionales en el área le habían señalado a la empresa que el problema podía provenir de ese lugar.

Una vez realizado el cálculo se determina que, el sistema hidráulico es el correcto para los requerimientos en los que trabaja, por lo tanto se propone, después de las averiguaciones correspondientes con profesionales, verificar el estado de los cilindros y de las electroválvulas utilizadas.

El cálculo se puede ver en el **Anexo I** de este informe.



7) Conclusión

Haber realizados mi prácticas profesional supervisada en la empresa Fenix S.A. fue muy satisfactorio y apporto de manera positiva a mi formación como profesional. Estas me permitieron aplicar los conocimientos adquiridos durante toda la carrera y complementarlos con las enseñanzas recibidas en el tiempo de permanencia en la empresa.

Mi trabajo en mantenimiento fue realizar un estudio de la criticidad de los equipos, algo que no se ve en profundidad en las materias de esta ingeniería. Pero esto no fue una dificultad, ya que las asignaturas de la carrera me aportaron lo necesario para poder analizar y entender todos los equipos de la línea de producción. Además este trabajo me permitió investigar, conocer y desarrollar un tema muy aplicado en la actualidad en rama del mantenimiento industrial.

Por otra parte, durante mi actividad en la empresa pude relacionarme con profesionales involucrados en las áreas técnicas o relacionadas con esta ingeniería, los cuales aportaron positivamente sobre mi formación. Pero al mismo tiempo, también tuve relación con áreas de administración y compras, las cuales son ajenas a nuestra carrera, pero en una empresa todas las áreas están relacionadas, ninguna funciona por si sola, por lo tanto es necesario conocer lo mínimo de estas para que la comunicación y desempeño dentro de una compañía sea exitoso.

Cabe destacar, que la base de una buena relación laboral y humana tanto con superiores, pares o subordinados son el respeto, la responsabilidad, solidaridad, perseverancia, demostrar interés en lo que se hace y todas las virtudes que forman a una persona.



8) **Anexo I: Verificación Hidráulica Volcador**















9) Evaluación de Pasante