



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORME FINAL DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**“DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
EQUIPOS DEL ÁREA DE EVAPORACIÓN Y CENTRIFUGAS DE LA
CÍA. AZUCARERA LA FE S.A DE C.V.”**

DESARROLLADO POR:

MUÑOZ CORONEL EMILIO ROUSSEL

No. DE CONTROL:

08700182

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIS. 28 DE ENERO DE 2013



CIA. AZUCARERA LA FE, S.A. DE C.V.

ASUNTO: LIBERACION DE RESIDENCIAS PROFESIONALES.

San Francisco Pujiltic, Chiapas; 31 de Diciembre de 2012.

ING. RODRIGO FERRER GONZALEZ.
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTION
TECNOLOGICA Y VINCULACION
INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ CHIAPAS.
P R E S E N T E .

El que suscribe la presente: C.P. Gabriel Muñoz Gonzalez : jefe de capital humano de esta unidad industrial., por este conducto me permito hacer constar que el alumno **EMILIO ROUSSEL MUÑOZ CORONEL** con número de control 08700182, cumplió con la Residencia Profesional en esta empresa cubriendo un total de 640 horas, en el periodo comprendido del mes de Agosto al mes de Diciembre del presente año., teniendo como asesor interno al Ing. Alfredo Lara Santos Superintendente de Elaboración, quien le supervisó el desarrollo del proyecto denominado **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS DEL AREA DE EVAPORACION Y CENTRIFUGAS EN LA CIA. AZUCARERA LA "FE" S.A. DE C.V.**

Por lo anterior, tenemos el agrado de presentar a Usted ésta:

CARTA DE TERMINACIÓN DE
RESIDENCIAS PROFESIONALES

Para los fines académicos y curriculares que al alumno convengan.

A T E N T A M E N T E

C.P. GABRIEL MUÑOZ GONZALEZ.
JEFE DE CAPITAL HUMANO



C.c.p.- Ing. Alfredo Lara Santos.- Superintendente de Elaboracion.
Expediente.

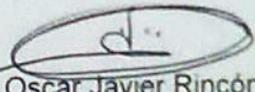
**CONSTANCIA DE LIBERACIÓN Y EVALUACIÓN
DE PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

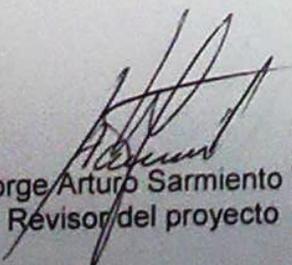
**M.C. JORGE ANTONIO OROZCO TORRES
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EDIFICIO.**

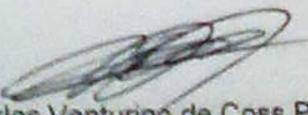
Por medio de la presente me permito informarle que ha concluido la asesoría y revisión del proyecto de Residencia Profesional cuyo título es **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS DEL AREA DE EVAPORACIÓN Y CENTRIFUGAS DE LA CIA. AZUCARERA LA FE S.A. DE C.V.**, desarrollado por el C. **EMILIO ROUSSEL MUÑOZ CORONEL**, con número de control 08700182, desarrollado en el periodo "AGOSTO-DICIEMBRE 2012".

Por lo que, se emite la presente Constancia de Liberación y Evaluación del Proyecto a los veintiocho días del mes de enero de 2013.

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"


Ing. Oscar Javier Rincón Zapata
Asesor del Proyecto


Ing. Jorge Arturo Sarmiento Torres
Revisor del proyecto


M.C. Carlos Venturino de Coss Pérez
Revisor del proyecto

C.c.p. - Archivo.



CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1 Justificación del proyecto	2
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	2
1.4 Caracterización de la empresa	3
1.4.1 Ubicación de la empresa	3
1.4.2 Macro y mico localización de la empresa	3
1.4.3 Nombre de la Empresa	4
1.4.4 Misión	6
1.4.5 Visión	6
1.4.6 Área en que se desarrolló el proyecto	6
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO	13
2.1 El mantenimiento	14
2.2 Tipos de mantenimiento	15
2.2.1 Mantenimiento correctivo	15
2.2.2 Mantenimiento predictivo	16
2.2.3 Mantenimiento planificado	17
2.2.4 Mantenimiento preventivo planificado (MPP).....	18
2.2.5 Mantenimiento preventivo	18
2.3 La planeación en la conservación industrial.....	22

2.3.1 Planificación de la conservación	23
2.3.2 Planeación	23
2.3.3 Objetivos	24
2.3.4 Políticas	24
2.3.5 Programas	24
2.3.6 Presupuestos	24
2. 4 Implantación de un plan de mantenimiento.....	25
2.4.1 Análisis previo a la implantación	25
2.4.2 Selección de equipos.....	27
2.4.3 Periodicidad u alcance de las inspecciones.....	28
2.5 Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en equipos existentes.....	32
2.5.1 Inventariar los equipos existentes.....	33
2.5.2 Documentación técnica.....	34
2.6 El ciclo PDCA (ciclo de Deming) en la gestión sistemática del plan de mantenimiento preventivo	35
2.7 Sistemas de bombeo	37
2.7.1 Principales partes de una bomba.....	38
2.7.2 Materiales de los componentes de las bombas de pozo profundo	39
2.7.3 Condiciones que afectan la selección del material de la bomba.....	39
2.7.4 Tipos de carcasa.....	40
2.8 Centrífuga	40
2.8.1 Principio de la fuerza centrífuga.....	41
2.9 Evaporador	42
2.10 Tachos	42
2.10.1 Equipo de vacío	42

CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	44
3.1 Descripción de las áreas	45
3.1.1 Área de Evaporación	45
3.1.2 Área de centrifugas	46
3.2 Inventario de los equipos	46
3.2.1 Lista de equipos en ambas Áreas	46
3.3 Relación de los equipos	47
3.4 Sección técnica del plan	49
3.4.1. Pre-evaporadores	49
3.4.2 Evaporadores de Múltiple efecto o cuádruple efecto	51
3.4.3 Cristalizadores o Tachos	53
3.4.4 Bombas de vacío	56
3.4.5 Bomba vertical o de pozo profundo	57
3.4.6 Condensadores	58
3.4.7 Centrifugas Vk 1500	60
3.4.8 Centrifuga C.B.I.	62
3.4.9 Centrifuga continua Vetek Vk-14	63
 CAPÍTULO 4. RESULTADOS	 65
4.1 Sección operativa del plan	66
4.1.1 Objetivo del plan	66
4.1.2 Políticas de Mantenimiento	66
4.1.3 Actividades de mantenimiento de las áreas	67

4.1.4 Manuales de procedimientos para las actividades de mantenimiento ..	72
4.1.5 Programas de mantenimiento	93
4.6 Sección administrativa del plan.....	96
4.6.1 Formato de orden de trabajo	96
4.6.2 Control de materiales.....	97
4.6.3 Presupuesto del mantenimiento	97
4.7 Medición del plan de mantenimiento.....	97
CAPÍTULO 5. RECOMENDACIONES	99
CONCLUSIÓN	101
GLOSARIO.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	107

CONTENIDO DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1.1: Macro y Micro localización de la CIA. Azucarera La Fe S.A de C.V. ...	3
Figura 1.2: Calentadores horizontales.....	7
Figura 1.3: Clarificador	7
Figura 1.4: Filtros de cachaza	8
Figura 1.5: Cuádruple efecto	9
Figura 1.6: Tachos	9
Figura 1.7: Centrifugas de A	10
Figura 1.8: Secador de azúcar	11
Figura 1.9: Envase	11
Figura 1.10: Diagrama de flujo de la Cía. Azucarera la Fe S.A de C.V.	12
Figura 2.1 Clasificación de los tipos de bombas	37
Figura 2.2 Tipos de carcasa	40
Figura 2.3 sistema de vacío	45
Figura 3.1: Esquema de la relación de los equipos de las áreas evaporación y centrifugas.	48
Figura 3.2: Esquemmatización de un Pre evaporador	49
Figura 3.3: Esquemmatización del cuádruple efecto.....	51
Figura 3.4: Partes de un tacho al vacío.	53
Figura 3.5: Bomba de vacío A-900 y sus componentes.	56
Figura 3.6: Esquemmatización de una bomba vertical y sus componentes_	58
Figura 3.7: Esquemmatización de condensadores Multi jet spray y contracorriente	60
Figura 3.8: Esquema de los componentes de la centrifuga VK-1500.....	62
Figura 3.10: Esquemmatización de una centrifuga vk-14 y sus Componentes	63

CONTENIDO DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 2.1 Componentes potencialmente expuestos al fallo.	29
Tabla 2.2 Nombres de las partes de una bomba.....	38
Tabla 2.3 partes en contacto con agua y las de soporte y transmisión	39
Tabla 3.1 Lista de equipos por área	46
Tabla 3.2 Función de los componentes del pre-evaporador	50
Tabla 3.3 Función de los componentes de un tacho	55
Tabla 3.4 Función de los componentes de los condensadores.....	59
Tabla 3.5 Función de los componentes de la centrifuga	61
Tabla 3.6 Función de los elementos de la centrifuga Vk-14.....	64

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas mantienen un control estricto en sus insumos productivos (humanos, materiales, maquinaria y equipos) ya que es necesario para enfrentarse a la competencia, debido a esto, también se han modernizado: empleando equipos en lugar de operarios, automatizándose, usando equipos de mayor capacidad, entre otras, esto con el objetivo de aumentar la producción y la calidad; hay que tener en cuenta que los equipos necesitan ajustes a determinado tiempo de uso (depende del tipo de máquina), ya que durante el uso pierden exactitud o presentan averías y esto puede alterar la calidad del producto final; debido a este problema las industrias emplean la conservación industrial (nueva filosofía del mantenimiento) para preservar el equipo y mantener la calidad del servicio que brindan los equipos.

La Cía. Azucarera la FE S.A de C.V. utiliza en todo su proceso maquinaria y equipos para transformar la materia prima (caña de azúcar); algunos de ellos intervienen directamente en el proceso y otros proporcionan servicios (generar vacío, suministrar: material, agua, vapor, entre otras.)

La Compañía Azucarera la FE tiene 2 ciclos de trabajo: un semestre se dedica a producción (zafra) y los meses restantes se dedican a dar mantenimiento (reparación) a toda la maquinaria y equipo. Durante reparación realiza un chequeo general de tales equipos y se remplazan piezas o accesorios que han terminado su vida útil; en zafra los equipos trabajan las 24 horas del día los 7 días de la semana, el departamento de mantenimiento planifica paros programados con objeto de dar mantenimiento a todos los equipos que lo necesiten y los que no solo se realiza una verificación; este departamento también realiza análisis de espesores y vibraciones, tiene calendarizado la limpieza de calentadores, evaporadores y tachos.

En el capítulo uno se describe las generalidades del proyecto y compañía, se da a conocer la justificación, los objetivos que se pretenden alcanzar al realizar el proyecto; ubicación de la Cía., misión, visión y se habla del departamento donde se realizó el proyecto.

En el capítulo dos se presenta el recopilado de información necesaria para tener bases teóricas para el desarrollo del proyecto, se aborda los tipos de mantenimiento dando énfasis al mantenimiento preventivo, así como también se exponen las formas de diseñar un plan de mantenimiento.

El capítulo tres contiene el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo, se presentan las funciones que tienen los elementos que conforman a cada equipo incluido en el plan, así como también la relación que tienen estos, con el objetivo de dar a conocer la importancia que tienen en el sistema productivo.

En el capítulo cuatro apreciará los resultados del diseño del plan de mantenimiento preventivo, este se ha dividido en 2 partes la parte operativa y la administrativa, la primera tiene el objetivo de describir las políticas, objetivos del plan, actividades de mantenimiento en las áreas, los procedimientos de actividades y la calendarización de las actividades, la segunda presenta la formatearía para controlar y verificar las actividades de mantenimiento y sus recursos que esta necesita; también se dan a conocer las recomendaciones y conclusiones producto proyecto.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Justificación del proyecto

El plan de mantenimiento preventivo se diseña con el fin de proponer un control estable en: las actividades programadas de mantenimiento, los insumos, las refacciones, y los trabajos en los equipos de las áreas de evaporación y centrifugas, logrando con esto la reducción de las fallas más comunes causadas por el trabajo constante y los distintos factores en la producción; el plan servirá de guía a cada persona que lo consulte, tanto para conocer el equipo, como saber que acontece con él en zafra y en reparación

1.2 Objetivo general

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para evitar paros en el sistema de producción del área de evaporación y centrifugas.

1.3 Objetivos específicos

- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para el área de evaporación y centrifugas
- Diseñar procedimientos de actividades de mantenimiento para cada área.
- Determinar junto con operarios de los equipos y jefes de turno las principales averías o causas de mal funcionamiento de los equipos.
- Diseñar formatos de recolección de datos y hojas de verificación.

1.4 Caracterización de la empresa

1.4.1 Ubicación de la empresa

San Francisco Pujilic Municipio de Venustiano Carranza Chiapas C.P. 30315 Tel. (019926752085), Fax: (52224)

Tiene la posición geográfica de 16° o 17° longitud oeste, a una altitud de 635 metros sobre el nivel del mar, sus temperaturas promedio anuales son de 31.5 °C como máximo y 19.1 °C como mínimo, con una precipitación pluvial de 1,172.2 mm anuales.

1.4.2 Macro y mico localización de la empresa

La CIA. Azucarera la Fe. S.A de C.V. Está situado en el Km 106 de la carretera Tuxtla Gutiérrez a Venustiano Carranza como se muestra en la figura 1.1.

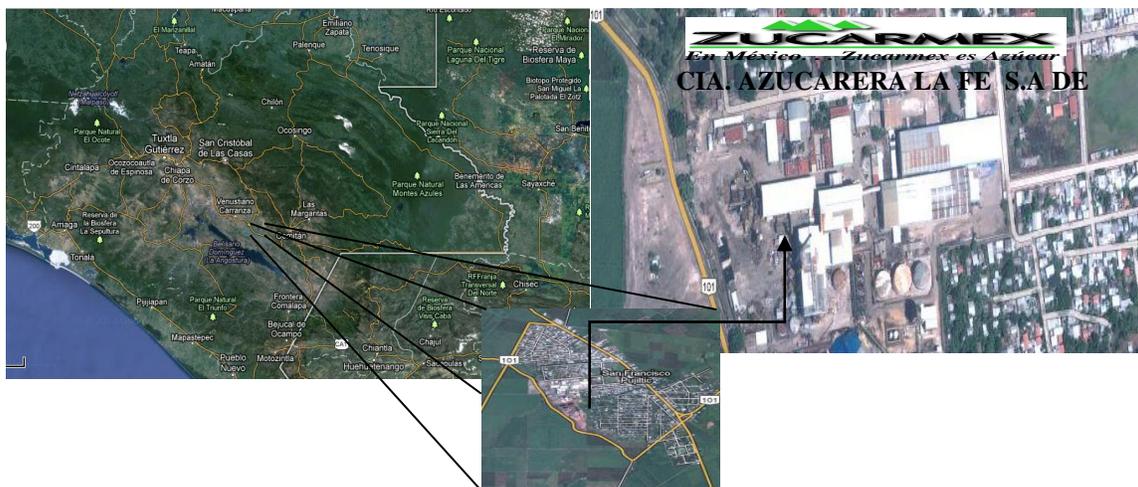


Figura 1.1: Macro y Micro localización de la CIA. Azucarera La Fe S.A de C.V. (Fuente: Google Maps)

1.4.3 Nombre de la Empresa

CIA. Azucarera La Fe S.A. de C.V. Ingenio Pujiltic, Chiapas

La CIA. Azucarera la Fe. S.A. de C.V. Ingenio Pujiltic, Chiapas pertenece un grupo denominado Zucarmex. Dicho grupo esta constituido de cuatros Ingenios mas, distribuidos en el territorio Nacional; los cuales se mencionan a continuacion:

- Ingenio Melchor Ocampo, localizado en Autlán de Navarro, en el estado de Jalisco.
- Ingenio El Higo, localizado en el estado de Veracruz
- Ingenio Mahuixtlan, localizado Coatepec en el estado de Veracruz
- Ingenio la Primavera, localizado en Navolato, en el estado de Sinaloa

Siendo este último donde se encuentra la dirección general del grupo. Cabe mencionar que el Ingenio Pujiltic es el de mayor capacidad en producción de azúcar.

El departamento de fábrica de la CIA. Azucarera la Fe está constituida por tres áreas que son:

- Administrativo
- Técnicas de campo
- Técnicas de fábrica

Ver Organigramas en el anexo A.

Está integrado por personal no sindicalizado y sindicalizados quienes cuentan con un comité directivo local “Sección 42” pertenecientes al Sindicato Nacional de la Industria Azucarera y similares de la república Mexicana.

Actualmente el número de personal obrero en el departamento de fábrica es de 585 trabajadores, clasificándose en personal de planta permanente, temporal y eventual. Y el personal de confianza lo conforman 224 empleados distribuidos en los diferentes departamentos administrativos, campo y fábrica.

Respecto a los días laborales cabe mencionar que los Ingenios azucareros tienen la característica de ser industrias de producción intermitente (ya que tienen 2 periodos de trabajo durante el año) 6 meses se dedica a la fabricación de azúcar y 6 meses se dedica a la reparación de equipos.

El periodo de zafra de esta compañía tiene una duración de 200 días consecutivos, laborando las 24 horas del día. Dando comienzo en la primera semana del mes de noviembre y finalizando en la última semana del mes de mayo del próximo año.

El periodo de reparación de esta compañía consiste en realizar el mantenimiento de toda la maquinaria, equipos e instalaciones de la fábrica en general. Este periodo tiene una duración de 20 semanas de las cuales únicamente se labora de lunes a sábado. El periodo de reparación comienza 15 días después de haber concluido el periodo de zafra (Siendo estos 15 días de vacaciones generales para todo el personal de los diferentes departamentos que labora esta compañía) al término de las 20 semanas se dedica una semana más para realizar la pruebas de arranque de molienda de caña.

En el periodo de zafra el horario de trabajo para el departamento de fábrica está dividido en tres turnos:

- Primer turno: 6:00 a 14:00 hrs.
- Segundo turno 14:00 a 22:00 hrs.
- Tercer turno: 22:00 a 06:00 hrs.

En el periodo de reparación el horario de trabajo para el departamento de fábrica es solamente de 06:00 a 14:00 horas y de 14:00 hrs a 18:00 hrs. De lunes a viernes.

1.4.4 Misión

Industrializar caña y producir azúcar estándar de alta calidad al menor costo de producción siendo más eficientes para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, preservando el medio ambiente en un clima laboral sano, en una relación armónica con los abastecedores y promoviendo el desarrollo integral de nuestro personal e innovando a la industria azucarera, transformando cultura gerencial en pensamientos estratégicos, además de ofrecer marcas naturales, saludables y nutritivas, cumpliendo con las expectativas de calidad y sanidad que exige el cliente.

1.4.5 Visión

Llegar a ser el Ingenio en el país que produzca el azúcar de mejor calidad y que satisfaga los requisitos del cliente, al menor costo de producción con mayor rentabilidad, preservando el entorno ecológico y aplicando las buenas prácticas de manufactura, seguridad y bienestar para nuestros trabajadores, empleados y abastecedores.

1.4.6 Área en que se desarrolló el proyecto

El proyecto se ha desarrollado en dos de seis áreas del Departamento de Elaboración, dicho departamento emplea estándares y procesos rigurosamente controlados para transformar el jugo de caña en azúcar estándar de calidad; el

departamento tiene a su cargo recibir el jugo, transformarlo y entregarlo a bodega debidamente embazada. A continuación se describe dicho proceso, para un panorama completo del proceso global de azúcar ver anexo C.

1.4.6.1 Clarificación.

El jugo recibido viene del área de molinos, se almacena en tanques, donde será alcalizado para subir su PH de 5.2 a 7.6, este jugo se envía a calentadores de calandria (intercambiadores de tubo y coraza) vea figura 1.2, en estos equipos se calienta con vapor a una temperatura de 102-105 °C.

Posteriormente se envía a los tanques clarificadores vea figura 1.3, de 65,000 galones de volumen cada uno y tres horas de retención, donde se agrega floculante, la cual tiene la función de unir los sólidos no azucares, y por el efecto de la alcalización y calentamiento se precipitan por la gravedad en forma de lodo que es llamado cachaza. El jugo clarificado sobrenadante se pasa por tamices finos para remover partículas y se envía hacia los evaporadores.



Figura 1.2: Calentadores horizontales
(Fuente: Cía. azucarera la Fe S.A. de C.V.)



Figura 1.3: Clarificador
(Fuente: Cía. azucarera la Fe S.A. de C.V.)

1.4.6.2 Filtración

En este proceso inicialmente a los lodos se les agrega bagacillo, cal y floculante para aumentar su filtración, posteriormente se bombean hacia filtros rotatorios al vacío vea figura 1.4, donde se separan los sólidos del jugo resultante. En el filtro se aplica agua caliente con boquillas aspersores para minimizar la cantidad de sacarosa residual en la cachaza.

La materia solida o cachaza se conduce por gusanos transportadores a tolvas para vaciarlo en volteos, pasarla y disponer de ella en el campo usándola como estabilizadora de suelos pobres en materia orgánica.



Figura 1.4: Filtros de cachaza
(Fuente: Recopilación personal)

1.4.6.3 Evaporación

El jugo clarificado se recibe en los evaporadores con un contenido de sólidos de 16.5 % ° Brix, el objetivo de la evaporación es concentrar el jugo, elevando los grados Brix. En la CIA. Azucarera la Fe S.A de C.V. se realiza la concentración en evaporadores de múltiple efecto (cuádruple efecto figura 1.5), obteniéndose así meladura o jarabe que está concentrada a 69° Brix.



Figura 1.5: Cuádruple efecto
(Fuente: Cía. azucarera la Fe S.A. de C.V.)

1.4.6.4 Cristalización

La sacarosa contenida en la meladura se cristaliza llevándola hasta el nivel meta estable de sobresaturación por evaporación al vacío en evaporadores de simple efecto denominados tachos o cristalizadores vea la figura 1.6.

El material que resulta de los tachos es denominado masa cocida contiene liquido (miel) y cristales (azúcar).

El trabajo de cristalización se lleva a cabo empleando el sistema de tres cocimientos o templeas para lograr una mayor recuperación de sacarosa.



Figura 1.6: Tachos
(Fuente: Cía. azucarera la Fe S.A. de C.V.)

1.4.6.5 Centrifugación

En el área de centrifugas el objetivo es separar las mieles de los cristales, así como lavar los cristales. La masa cocida es vaciada a las canastas de las centrifugas hasta el nivel de trabajo de los equipos, vea figura 1.7, las canastas contiene telas que detiene el grano, es entonces mediante la fuerza centrífuga que generan los equipos separan las mieles de los cristales al mismo tiempo que se hace el lavado de los cristales con agua caliente.

La miel que sale de las centrifugas se bombea a tanques de almacenamiento para ser incorporada nuevamente al proceso. Como se trabaja el sistema de tres templeas con doble semilla, se realiza tres cristalizaciones sucesivas, obteniéndose la miel agotada o la miel final, esta se retira del proceso y se comercializa para la alimentación de ganado y /o como materia prima para la obtención del alcohol.



Figura 1.7: Centrifugas de A
(Fuente: Recopilación Personal)

1.4.6.6 Secado

El azúcar húmeda que sale de centrifugas de A, (1.0 a 2.0 % de humedad) se transporta por medio de un gusano a un elevador y del elevador a otro gusano que alimenta la secadora, esta es un tambor rotatorio inclinado vea figura 1.8, en el cual el azúcar se coloca en contacto con el aire caliente que entra en contracorriente.

El aire se calienta con vapor en intercambiadores de tipo radiador y se introduce a la secadora con ventiladores. El azúcar seca sale por el extremo opuesto de la secadora, donde se instala una malla clasificadora para mover los terrones de azúcar. En la salida del secador tiene una humedad de 0.035%.



Figura 1.8: Secador de azúcar
(Fuente: Cía. azucarera la Fe S.A. de C.V.)

1.4.6.7 Envase

El azúcar seca y fría se empaca en sacos de 50 y 25 kilogramos, esta es pesada por medio de básculas electrónicas triple, marca Acemex de alta velocidad cuenta con tres tolvas suspendidas de 3 celdas de carga estabilizadas, equipadas con mordazas automáticas con capacidad de 25 a 30 sacos por minuto la figura 1.9 el área de envase.



Figura 1.9: Envase
(Fuente: Cía. azucarera la Fe S.A. de C.V.)

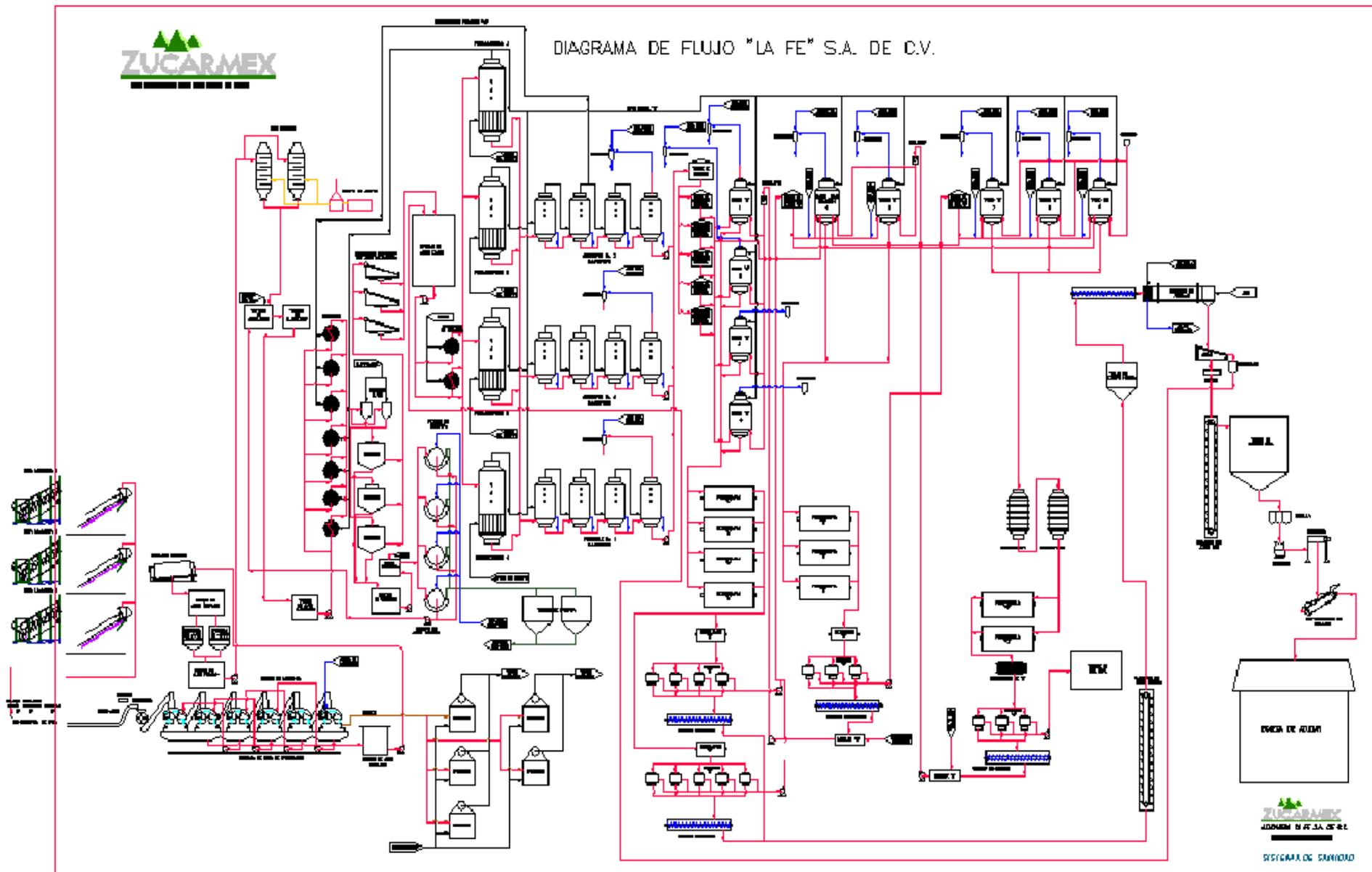


Figura 1.10: Diagrama de flujo de la Cía. Azucarera la Fe S.A de C.V.
 (Fuente: Cía. Azucarera la fe S.A de C.V.)

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 El mantenimiento

Es el conjunto de actividades que hay que ejecutar para conservar en óptimas condiciones la maquinaria, equipo e instalaciones de una empresa, con el fin de que esta opere con mayor eficiencia, seguridad y economía.

El objetivo fundamental del mantenimiento es conservar la maquinaria y herramienta en condiciones de funcionamiento.

La aplicación de un programa de mantenimiento equivocado puede pasar de ser rentable a una alta carga para la empresa. El nivel óptimo de mantenimiento depende de varios conceptos.

- El tipo de empresa
- El tamaño de la misma
- Antigüedad de la instalación
- La zona en donde está ubicada

La función del mantenimiento debe estar claramente orientada hacia el aseguramiento de la fiabilidad de los medios productivos, y al ahorro de costos que surgirán gracias a un adecuado programa de mantenimiento.

Como parte del procedimiento de mantener en buenas condiciones los bienes de una empresa el mantenimiento debe combinar de la mejor manera los factores siguientes:

- Calidad económica del servicio
- Duración adecuada del equipo
- Minimización de los costos de mantenimiento
- Minimización de los costos de producción

2.2 Tipos de mantenimiento

Gómez (1998:25) menciona, aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a este, así como a la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos, que en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que (como se ha visto) depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total

Ninguno de los anteriores es usado de forma exclusiva, la combinación de ellos proporciona mejores resultados.

2.2.1 Mantenimiento correctivo

En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento a rotura (break Down maintenance), solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

En la actualidad muchas industrias practican este tipo de mantenimiento, cuando en fallo en el equipo no afecta la interrupción de la producción, ni siquiera afecta la capacidad productiva de forma instantánea, las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de esta.

Cuatrecasas (2003:167) menciona, se entiende por mantenimiento de averías aquel que consiste en reparar el equipo después de que se haya averiado y cuyas pérdidas deberán intentarse que se limiten a los costes de reparación; para que esas pérdidas no se amplíen a pérdidas de producción Y/o de otro tipo.

2.2.2 Mantenimiento predictivo

Gómez (1998:28) dice, el mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según estado o según concisión, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costos de los métodos tradicionales correctivo y preventivo de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. De esta manera es posible, por un lado, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección innecesarias y, por otro lado, evitar las averías imprevistas, mediante la detección de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución

La aplicación del mantenimiento predictivo se soporta de dos pilares fundamentales:

- La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado de los equipos.
- La vigilancia continua de los equipos

Fernández et al (1998:13) menciona, el mantenimiento predictivo se puede definir como el seguimiento organizado con medición periódica o continua de variables de estado del sistema y su comparación con unos patrones preestablecidos, para la determinación del instante en que se debe producir la intervención de mantenimiento. Por lo tanto, consiste en subsanar el fallo cuando este aún se encuentra en estado incipiente.

2.2.3 Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado consiste en aplicar la combinación adecuada de los tipos de mantenimiento a una selección de equipos, Gómez (1998:25).

Cuatrecasas (2003:163) proporciona la siguiente definición de mantenimiento panificado: Es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente una planta productiva al objetivo que pretende el TPM (mantenimiento productivo total): cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes; este conjunto planificado de actividades se llevara a cabo por personal específicamente cualificado en tareas de mantenimiento y con avanzadas técnicas de diagnóstico de equipos, también como los objetivos del este tipo de mantenimiento, está claro, pues, que el mantenimiento planificado es una de las actividades clave para la implantación con éxito del TPM; sus objetivos son:

- Priorizar las actividades de mantenimiento de tipo preventivo (a priori) frente al mantenimiento basado en reparar los equipos con averías u otras perdidas (a posteriori).
- Establecer un programa de mantenimiento efectivo para equipos y procesos (eficacia en equipos y procesos).
- Lograr la máxima eficiencia económica para la gestión del mantenimiento, es decir que el mantenimiento y su costo se ajusta a cada equipo (rentabilidad económica)

Esta etapa convendrá evaluar los resultados obtenidos para comprobar que se ajustan a lo esperado o para corregir actuaciones.

El concepto de mantenimiento planificado engloba tres formas de mantenimiento:

- Mantenimiento basado en el tiempo

- Mantenimiento basado en las condiciones
- Mantenimiento de averías

2.2.4 Mantenimiento preventivo planificado (MPP)

Este sistema de mantenimiento implica la restauración de la capacidad de trabajo de los equipos según un plan elaborado con anterioridad derivado de un estudio realizado a partir de la máquina o equipo en cuestión

2.2.5 Mantenimiento preventivo

Gómez (1998:27) menciona, la finalidad última del mantenimiento industrial es asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones industriales, para obtener un rendimiento óptimo sobre la inversión total, ya será de los sistemas de producción como de los equipos y recursos humanos destinados al mantenimiento de los mismos.

El mantenimiento preventivo supone un paso importante para este fin ya que pretende disminuir o evitar en cierta medida la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y renovación de los elementos deteriorados.

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta elección del periodo de inspección. Un periodo demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un periodo demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El equilibrio se encuentra como solución de compromiso entre los costos procedentes de las inspecciones y los derivados de las averías imprevistas. Si bien los primeros pueden ser suficientemente cuantificados, la evaluación de los segundos no es

tarea fácil, por lo que la determinación del punto de equilibrio aludido es difícil y suele ajustarse en función de la propia experiencia.

Fernández et al (1998:9) menciona esta forma de mantenimiento surge debido a la necesidad de remediar los inconvenientes del mantenimiento correctivo (necesidad de bajar el costo del mantenimiento correctivo y todo lo que representa). A diferencia del anterior, la sustitución de las piezas o partes del sistema que pudieran causar averías se realiza con una cierta prioridad, determinada mediante criterios estadísticos. Así la sustitución de un elemento puede realizarse después de un tiempo pre programado, o al producirse una falla, si esta ocurre antes.

Debido a que toda avería tiene carácter esto clásico, es bastante improbable que las labores de mantenimiento preventivo realicen sustituciones de los elementos justo antes de que se produzca una avería, de este modo es evidente el desaprovechamiento de accesorios o partes de equipos, para ello en cualquier caso es necesaria la correcta aplicación de criterios estadísticos para determinar los tiempos óptimos de intervención y evitar costos innecesarios.

Cuatrecasas (2003:164) menciona, El mantenimiento preventivo, cuyo objetivo básico en la planificación de actividades de mantenimiento es que eviten problemas posteriores de cualquiera de los seis grandes tipos de pérdidas, se apoya en dos pilares: el TBM y el CBM.

La aplicación simultánea de estos dos tipos de mantenimiento conduce a una temprana detección y tratamiento de anomalías antes de que ocasionen pérdidas. El mantenimiento preventivo identifica y supervisa todos los elementos estructurales del equipo, así como sus condiciones presentes, para anticiparse a fallos que puedan provocar averías, detención de la producción, pérdidas de rendimiento, defectos de calidad o accidentes.

- Mantenimiento periódico o basado en el tiempo (TBM)

El trabajo de mantenimiento empieza con el mantenimiento periódico o basado en el tiempo (las siglas TBM significan Time Based Maintenance). Se trata de actividades básicas que facilitan un funcionamiento consistente y continuando del equipo, tales como inspeccionar, limpiar, reponer y restaurar piezas periódicamente para prevenir las averías. Las actividades TBM deben llevarse a cabo por el departamento de producción, como parte del mantenimiento autónomo, y por el departamento de mantenimiento, como soporte a las citadas tareas de mantenimiento autónomo. La estrecha colaboración entre ambos departamentos es un elemento clave para alcanzar los objetivos de mantenimiento

- Mantenimiento basado en condiciones (CBM)

Para hacer una planta más competitiva, es más eficiente la gestión basada en el mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en condiciones CBM (condition based maintenance), que el mantenimiento periódico TBM, siempre que se den las condiciones para hacerlo.

El mantenimiento predictivo se basa en la utilización de equipos de diagnóstico y modernas técnicas de procesamiento de señales que evalúan las condiciones del equipo durante la operación y determina cuando se precisa mantenimiento. Es un mantenimiento de alta fiabilidad basado en las condiciones reales del equipo y no en periodos de tiempo. También en este tipo de mantenimiento colaboran conjuntamente el departamento de producción, mediante inspecciones y exámenes diarios, el departamento de mantenimiento, utilizando técnicas complejas de mantenimiento y supervisando continuamente cualquier cambio de estado del equipo.

- Mantenimiento de fiabilidad (FM)

Como variante adicional del mantenimiento preventivo, podemos considerar también el mantenimiento de fiabilidad, se trata de una variante de gestión del mantenimiento que determinan las acciones necesarias para asegurar que el equipo o componente funcione de la forma prevista en su entorno operativo actual,

es un concepto ampliamente desarrollado y aplicado en el campo de la aviación civil en los estados unidos.

2.2.5.1 Actividades características del mantenimiento preventivo

Fernández et al (1998:10), El mantenimiento preventivo habitualmente comprende una serie de actividades características:

- Limpieza y revisión periódica
- Conservación de equipos y protección contra los agentes ambientales
- Control de la lubricación
- Reparación y recambio de los puntos del sistema identificarlos como puntos débiles
- Reparación y recambio planificados

2.2.5.3 Inconvenientes del mantenimiento preventivo

Las desventajas de esta forma de mantenimiento derivan de la dificultad que entraña estimular de forma correcta los tiempos necesarios para realizar las intervenciones: si se interrumpe el funcionamiento normal de un sistema y se altera su vida útil de forma innecesaria, su reserva de uso será totalmente desaprovechada, además de producir una acumulación inútil de actividades preventivas que aumentan el gasto y reducen la disponibilidad. Por otro lado, si la programación preventiva se retrasa con respecto a la avería, el mantenimiento correctivo sustituye al preventivo con lo que vuelven a aparecer inconvenientes.

El costo de desechar partes buenas se añade al costo del mantenimiento preventivo menciona Morrow (1974:115), el único caso que yo he oído que falle un programa de mantenimiento preventivo, se atribuye directamente a la falla del

ejecutivo de mantenimiento para poner al día las frecuencias y adoptarlas a una economía mejor.

Gómez (1998:28), dice, el grave inconveniente que presenta la aplicación exclusiva de este tipo de mantenimiento es el costo de las inspecciones, el desmontaje y la revisión de una máquina que está funcionando correctamente o la sustitución de elementos (lubricante, rodamientos, etc.) que no se encuentran en mal estado. Por otra parte, sea cual sea el periodo de inspección fijado, no se elimina por completo la posibilidad de una avería imprevista, si bien cuanto menor sea dicho periodo, en mayor grado se reducirá este peligro. Por lo tanto, el periodo de inspección se fija, en cualquier caso, asumiendo en alguna medida la posibilidad de la aparición de averías imprevistas durante el intervalo comprendido entre dos inspecciones consecutivas.

2.3 La planeación en la conservación industrial

Dounce (2009:124) Más de 90% de las empresas no tienen una planeación adecuada para atender la labores de conservación industrial, prácticamente todas utilizan un documento al que llaman “orden de trabajo”, que en realidad solo es una solicitud de trabajo que hace el personal de producción al de mantenimiento.

En general se desconoce la diferencia entre planeación y planificación, así como el uso del proceso administrativo para la primera y el uso del círculo de Deming para la segunda. A continuación se analiza los principios en que se basan estas dos actividades.

Existen un par de acciones humanas que debemos procurar que siempre formen una mancuerna, pues su relación es simbólica una se alimenta de la otra y viceversa, y es la base del kaisen de la mejora continua; estas son la estrategia y la táctica.

Se llama estrategia a las acciones realizadas en cualquier momento para obtener resultados futuros. Todo lo enfocado hacia resultados futuros y que ocupan nuestro tiempo actual es una función estratégica, estas actividades son propias de la dirección de la empresa y se relaciona con el proceso administrativo, y su herramienta más importante es la planeación con sus objetivos, políticas, procedimientos, programas y presupuestos.

Se le llama táctica a las acciones realizadas en cualquier momento para obtener resultados inmediatos. Las actividades que al momento de efectuarse obtengan resultados positivo o negativo se catalogaran dentro de las actividades tácticas, estas actividades se relacionan con el PDCA (Circulo de Deming), al cual en español se le conoce como PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar)

2.3.1 Planificación de la conservación

Dounce (2009:124) Planificar es trazar los planos para la ejecución de una obra, es el establecimiento de programas en los cuales se indican las diversas etapas que deben seguirse, así como la estructuración de organismos adecuados para su realización.

2.3.2 Planeación

Agustín reyes Ponce dice: la planeación consiste en fijar el curso concreto de acción que ha de seguirse, estableciendo los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones para realizarlo, y la determinación del tiempo y números necesarios para su realización. Toda planeación inicia con el deseo de conquistar un objeto, a continuación se deben estimar restricciones o limitaciones, es decir, el establecimiento de la políticas que es preciso considerar.

2.3.3 Objetivos

Este es el resultado final al que se desea llegar, el objetivo orienta los esfuerzos del dirigente y aclara el panorama, facilitando la previsión de las acciones que es preciso tomar para conseguirlo.

2.3.4 Políticas

Estas son normas que orientan las acciones generales; pueden ser escritas, verbales o simplemente sobreentendidas; su importancia está en la orientación que proporcionan a la administración para conquistar el objetivo dentro de los límites que imponen los recursos de la empresa considerados en la planeación.

2.3.5 Programas

Los programas son listas o graficas que muestran claramente la interrelación de los recursos humanos, físicos y técnicos, enlazados con el tiempo, nos proporcionan la línea de conducta que ha de seguirse para alcanzar el objetivo; en ellos también se indica quien debe hacer cada trabajo, cuando empezarlo y cuando terminarlo, por lo que facilita la coordinación de los recursos al equilibrarlos con la necesidades que se cubrirán. Los programas son producto de la planeación y serán más valiosos y exactos mientras esta sea ejecutada con más cuidado y esmero.

2.3.6 Presupuestos

Debe tenerse en cuenta que la planeación termina con la programación, pues en este momento ya podemos actuar según lo planeado, pero solo nos resta saber

qué pasa si desarrollamos ese plan. Ahora ya podemos presuponer, por ejemplo, cuanto y que tipo de personal necesitamos para atender este proyecto, y la clase y calidad de materiales que utilizar, su costo en fin podemos presuponer con mucha certeza los eventos algunos de los cuales pueden ser críticos.

2. 4 Implantación de un plan de mantenimiento

Gómez (1998:25) da a conocer su metodología para implantar un plan de mantenimiento.

2.4.1 Análisis previo a la implantación

Puede decirse sin temor a equivocarse que los beneficios que pueden derivarse, o dicho en otros términos, las pérdidas que se pueden evitarse, por una buena implantación exceden con mucho la inversión inicial, a mendo la dirección de los defectos o problemas en los equipos mediante un adecuado sistema de mantenimiento, genera en poco tiempo un ahorro de dinero muy superior al costo de la implantación del sistema.

Con frecuencia el fallo de un elemento, a primera vista insignificante, induce en una máquina una avería catastrófica de grandes proporciones. Los elevados costos en que se incurre por la reparación (perdida de producción, desmontaje, transporte a taller, soldaduras, recargues, mecanizado, ajuste, transporte a pie de máquina, montaje y puesta en marcha) justifican una inversión que, en algunos casos se recupera por sí misma la primera vez que el sistema se pone en funcionamiento.

A la hora de implantar un plan de mantenimiento, es necesario comprobar la probabilidad, la justificación y la viabilidad de cada una de las opciones previstas,

es decir, realizar un análisis minucioso de todos los detalles que implica la implantación para lograr resultados satisfactorios y evitar enfoques erróneos en cuanto al tipo de mantenimiento a aplicar a cada uno de los equipos o plantas, así como el alcance del mismo.

La implantación de un plan de mantenimiento requiere de profundos conocimientos y experiencias sobre la configuración y funcionamiento de cada equipo, máquina o instalación incluidos en el programa, si quiere obtenerse de un aprovechamiento óptimo.

Es recomendable comenzar por elaborar una base de datos, con una ficha técnica para cada equipo implicado, en la que se puede incluir la siguiente información

- Especificación de diseño y equipo
- Datos descriptivos relevantes del equipo, geométricos, limitaciones, tolerancias, materiales, etc.
- Sistemas auxiliares necesarios
- Lista de anomalías / avería esperadas
- Parámetros funcionales más significativos para la detección de desviaciones en el comportamiento normal.
- Magnitudes físicas y unidades de medida que se obtienen de las técnicas predictivas a utilizar.
- Valoración relativa de fiabilidad de elementos y probabilidad relativa de ocurrencia de averías
- Instrumentación existente en la fábrica
- Posibilidad de incluir otros parámetros de seguimiento funcional a los equipos
- Indicación de la necesidad (o de la posibilidad) de monitorización continua
- Otras observaciones complementarias

Cualquier cambio de diseño, reforma, eliminación del equipo o modificación en el seguimiento predictivo, debe actualizarse en la base de datos. Lo más valioso de

este tratamiento es la individualización de los equipos, permitiendo, dado el caso, la diferenciación de dos equipos iguales, tanto en sus características funcionales paramétricas como en su necesidad de vigilancia, mantenimiento, seguridad, fiabilidad y otros criterios importantes.

2.4.2 Selección de equipos

Una vez determinada la viabilidad económica e inversión óptima, habrá que decidir que equipos serán admitidos en el programa previsto. Se trata pues, de clasificar los equipos atendiendo principalmente a la significación funcional y a su repercusión económica.

En general para decidir los equipos implicados se establece el criterio de seleccionar aquellos cuyo fallo supone una parada de la instalación, una disminución de su capacidad productiva, una merma de calidad o un peligro inminente de ello (Valverde, 1996).

Aunque normalmente los equipos críticos de una planta son conocidos, puede ser conveniente realizar una ponderación de la significación funcional de los mismos atendiendo a su importancia en el proceso productivo. Para ello pueden seguirse distintos criterios de clasificación, en los que pueden intervenir factores como la fiabilidad de los equipos, su impacto en la producción, las particularidades de su mantenimiento. La seguridad y cualquier otro aspecto que pueda considerarse relevante en cada caso.

En primer lugar puede establecerse una clasificación entre los diferentes equipos de la planta en estudio, atendiendo a su efecto sobre el proceso productivo, de la siguiente manera:

- Equipos cuyo fallo provoca la parada del proceso productivo o afecta negativamente a la capacidad normal de producción.
- Equipos cuyo fallo no provoca efectos inmediatos sobre el proceso productivo.

Se han formulado distintas clasificaciones de los equipos con el fin de facilitar la selección de los equipos que deben incluirse en el plan de mantenimiento. El objetivo de estas clasificaciones no es otro que el de ponderar la importancia de cada uno de los equipos en el proceso productivo con el fin de establecer un orden de prioridad entre ellos. De este modo derivada de la división expuesta anteriormente puede utilizarse la clasificación ABC de los equipos.

- Categoría A: Equipos esenciales para la producción, su fallo provoca la parada o la pérdida inmediata de producción, o afectan seriamente a las condiciones de seguridad de la instalación.
- Categoría B: Equipos importantes para la producción, su fallo no provoca efectos inmediatos sobre la producción, pero , si el fallo persiste, sus efectos sí podrían resultar perjudiciales para la producción o la seguridad de la instalación
- Categoría C: El resto de los equipos.

Existen muchas otras clasificaciones una de las comunes es código máquina y trabajo ver anexo B

2.4.3 Periodicidad u alcance de las inspecciones

Como criterios generales la finalidad de cualquier inspección debe ser:

- Asegurar que el uso y régimen funcional del equipo responde a las especificaciones del diseño

- Examinar todos aquellos componentes que potencialmente presenten una mayor exposición al fallo.
- Identificar, si los hubiere, aquellos componentes que se encuentren deteriorados o fuera de sus condiciones operativas normales.
- Si se aprecia que algún elemento se encuentra en condiciones de fallo, estimar el tiempo útil de vida hasta la aparición del fallo, con el fin de prever su reparación o remplazo.

Como consecuencia de los puntos expuestos, se comprende que tanto las inspecciones como la vigilancia de los parámetros funcionales deben centrarse en los elementos más críticos del proceso productivo y especialmente en aquellos que presentan mayor exposición al fallo. Sin embargo, no existe ninguna fórmula mágica para determinar con exactitud cuáles deben ser los equipos a inspeccionar, cuales son los elementos a examinar, que parámetros funcionales son los más significativos y donde deben medirse, en la tabla 2.1 se exponen los componentes potencialmente expuestos al fallo.

Tabla 2.1 Componentes potencialmente expuestos al fallo.

Componentes estacionarios	Componentes rotativos	Componentes alternativos	Otros componentes
Bancada, Carcasa, elementos de fijación, tanques, vasijas a presión, tuberías, intercambiadores, separadores, distribuidores, colectores	Ejes, rotores, alabes, impulsores, volantes de inercia, engranajes, levas, accionamientos, acoplamientos, poleas y correas	Pistones, palancas, seguidor de leva, válvulas, cables y cadenas, diafragmas, muelles, guías y correderas.	Freno, embrague, cierres y sellos, rodamientos, cojinetes deslizamiento, circuitos de lubricación, circuitos de refrigeración, instrumentos de medida, circuitos eléctricos, conexiones

No obstante, la relación anterior responde a datos de tipo estadístico para la generalidad de los equipos, por lo que las particularidades, de cada instalación pueden hacer que algunos componentes no citados pudieran resultar más críticos.

Una vez determinada el alcance de las inspecciones, debe establecerse la periodicidad de las mismas.

Al igual que se comentó anteriormente, el indicador más relevante a la hora de decidir el periodo de tiempo entre inspecciones, o bien el tiempo que debe mediar entre una ruta de medida y la siguiente, es la propia experiencia en la misma instalación o en otras similares.

Existen múltiples estudios acerca del comportamiento y durabilidad de diferentes materiales, componentes o elementos, sin embargo las condiciones de cada instalación hacen que los estudios no sean acertados.

Por tanto, deben procurarse que los intervalos de tiempo entre inspecciones sucesivas se adapten a las exigencias de cada uno de los equipos bajo vigilancia. El criterio para determinar el periodo, en cada caso, dependerá de la experiencia concreta en cuanto a la evolución temporal de los diferentes parámetros funcionales examinados (desgaste de las superficies, oxidación, suciedad, niveles de vibración, ruido, nivel de lubricación, etc.). En aquellos equipos en los que la evolución hacia el fallo se produce normalmente de una forma gradual, los periodos serán mayores que en aquellos casos en los que la evolución hacia el fallo se produce en poco tiempo.

Morrow (1974:112) menciona, cuando se elabora una lista de renglones de mantenimiento preventivo, usted debe haber considerado en relación con la causa por la que usted necesita inspeccionar, la experiencia en planta no basta para diseñar un programa. Una de las mejores fuentes es el manual de servicio que

envía el fabricante del equipo, es una guía valiosísima sobre que inspeccionar, cuando hacerlos entre otras.

Es importante usar listas de verificación indica Morrow, ya que una lista de comprobación desenglosa para el inspector todos los puntos que deben comprobarse, se recomienda no dejar nada a la memoria.

Para establecer la frecuencia de las inspecciones es necesario analizar los equipos existentes, edad, condición y valor, la severidad del servicio que brinda, seguridad en la planta, horas de operación, susceptibilidad de deterioro, susceptibilidad de siniestro, y la susceptibilidad de perder el ajuste.

Cuatrecasas (2003:164) afirma, El personal de producción será quien, con su experiencia, trabajando con el equipo, informe sobre las necesidades y cuidados que este requiere previo a cualquier deterioro, lo que supone que las actividades propias del mantenimiento autónomo tendrán una gran importancia en la planificación del mantenimiento; esta información será de vital importancia a la hora de ajustar las frecuencias de las actividades de mantenimiento para cada equipo, las cuales, por otra parte, deben efectuarse fuera de los periodos de producción, de manera que si, por ejemplo tenemos un equipo trabajando a dos turnos, se programen las intervenciones de mantenimiento durante el tercer turno.

Por su parte el personal de mantenimiento se ocupara de recopilar esta información, estandarizar estas tareas, documentarlas, y en la medida de lo posible estandarizar y unificar los recambios a utiliza, y tenerlos disponibles en el momento de realizar las tareas previamente planificadas

2.5 Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en equipos existentes

Sacristán (2001:112) Menciona lo siguiente metodología para la construcción o diseño de un plan de mantenimiento preventivo.

La gestión del mantenimiento preventivo desarrollado a través del auto mantenimiento y el mantenimiento programado está basada en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo único para cada equipo o instalación existentes.

Un plan de mantenimiento preventivo se compone así de una lista exhaustiva de todas las acciones necesarias a realizar en una máquina o instalación en términos de:

- Limpieza
- Control
- Visita de inspección
- Engrase
- Intervenciones de profesionales de mantenimiento
- Etc.

Para mantenerla en su estado de origen o de referencia.

El plan de mantenimiento preventivo permite tener una visión global y concreta de todas las acciones de preventivo previstas para una instalación determinada. Asimismo, nos permite hacer los enlaces esenciales entre los diferentes órganos o componentes de una máquina que deben cumplir una misión dada y no como un conjunto de componentes, por lo que se planifican acciones de diferentes especialidades con las mismas funciones y con la misma frecuencia.

2.5.1 Inventariar los equipos existentes

Es conocer el número y características de los edificios, maquinaria e instalaciones, sea cual sea el equipo que se analice, la cantidad de datos que se podría consignar es prácticamente ilimitada, por lo que es necesario hacer una selección de los que más interesan desde el punto de vista de su mantenimiento. En general se denomina ficha de vida, de un equipo o máquina.

Datos básicos de maquinaria e instalaciones:

- Numero de referencia o código en la empresa
- Denominación usual
- Emplazamiento (línea de producción y centro de gastos).
- Año de adquisición
- Constructor, vendedor o representante más significativo.
- Referencia y número de serie del fabricante
- Características básicas (medidas, peso, etc.)
- Coste de adquisición o inversión aplicada
- Coste de los equipos complementarios para su buen funcionamiento
- Plan de mantenimiento preventivo y normas de revisión.
- Instrucciones del fabricante, lubricación
- Consumo de diferentes energías y características de los motores eléctricos
- Costes anuales de mantenimiento
- Datos históricos tomados de la experiencia.

Ha de emplearse exclusivamente el método de ficha técnica individual. La identificación de cada equipo exige una numeración o codificación, su posición en el fichero puede determinarse por tipo de máquina, numeración, equipos idénticos, agrupación, entre otras.

Como segundo datos debemos de disponer de todo el historial de averías y paradas de la máquina desde su implantación en la fábrica, al igual la información de sus costos.

2.5.2 Documentación técnica

Por último, hemos de disponer de la documentación técnica más completa en cuenta a instrucciones de mantenimiento se refiere, dictada por el propio fabricante del equipo y por la experiencia a través de normas de revisión o instrucciones de explotación internas sobre el citado equipo.

Un ejemplo de un buen dossier de documentación de una máquina puede ser lo siguiente:

- Descripción detallada del equipo
- Composición detallada y conexiones de todo tipo
- Procedimientos relativos al funcionamiento del equipo:
 - Puesta en servicio
 - Modos de marcha en automático a partir del pupitre general
 - Modo de marcha en manual
 - Ciclo de fabricación detallado
 - Parada del equipo
 - Consignas de utilización y seguridad
- procedimientos relativos a los sistemas:
 - Hidráulico
 - Neumático
 - Eléctrico-electrónico
 - Engrase
 - Otros procedimientos (cambio de útiles, herramientas, etc.).
- Lista de acciones preventivas:
 - Acciones de rutina

- Acciones de vigilancia
- Acciones sistemáticas
- Lista de acciones curativas:
 - Ayuda al diagnóstico
 - Precauciones a tomar en las intervenciones
 - Comprobación de fallos y problemas de calidad
 - Intervenciones recomendadas ante fallos
- listado de posibles averías e incidentes y su tratamientos
 - Gamas de mantenimiento preventivo (sistemático y programado)
 - Instrucciones para controlar e identificar piezas no conformes.

2.6 El ciclo PDCA (ciclo de Deming) en la gestión sistemática del plan de mantenimiento preventivo

Dounce (2009:157) menciona, en el funcionamiento y gestión sistemática del plan de mantenimiento preventivo podemos prácticas con la herramienta de la calidad total el ciclo PDCA o rueda de Deming asociado al mantenimiento global, a continuación cada una de sus fases;

P= Planificar

- Determinar lo que hay que hacer, es decir, construir el plan de mantenimiento preventivo
- Determinar la forma de hacerlo, es decir, elaborar gamas y las fichas de auto mantenimiento y mantenimiento programado.

D=Hacer; poner el plan en marcha realizando las tareas y acciones, así como situar los medios de medida.

- Realizar las tareas de las fichas de auto mantenimiento y mantenimiento programado de acuerdo a los estándares fijados sobre las gamas especificadas.

- Medir los indicadores de las máquinas. Ejemplos:
 - Rendimiento operacional
 - % de actividad de mantenimiento preventivo/correctivo.
 - % de realización de mantenimiento planificado
 - Costos de mantenimiento (preventivo, correctivo y total)

C=Verificar; evaluar los resultados y analizar las causas de las desviaciones.

- Seguir la evolución de los indicadores antes reseñados
- Analizar la adecuación y coherencia entre el mantenimiento preventivo y dicha evolución
- Estudiar mejoras y optimizar planes.

A=Acción: implantar las mejoras y nuevos estándares así como nuevas normas de trabajo.

- Asentar y mantener lo que marcha bien, capitalizando experiencias para incorporar en nuevos equipos y máquinas.
- Hacer evolucionar los que no marcha bien y optimizar y poner al día el plan de mantenimiento preventivo para actualizar nuevos estándares o referencias en fichas y gamas.

Un plan de mantenimiento preventivo exige un programación estricta, en la que no debe quedar ningún imprevisto por el cual haya de actuarse de una forma improvisada.

Los conceptos básicos como punto de partida para la construcción de un plan de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Disponer de los datos necesarios
- Establecer cuando y como deben hacerse las inspecciones e intervenciones.

- Medir la eficacia del servicio de mantenimiento y su repercusión en el presupuesto de la empresa, así como su evolución.

2.7 Sistemas de bombeo

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos.

Clasificación de las bombas

A continuación la figura 2.1 permite apreciar la gran diversidad de tipos de bombas

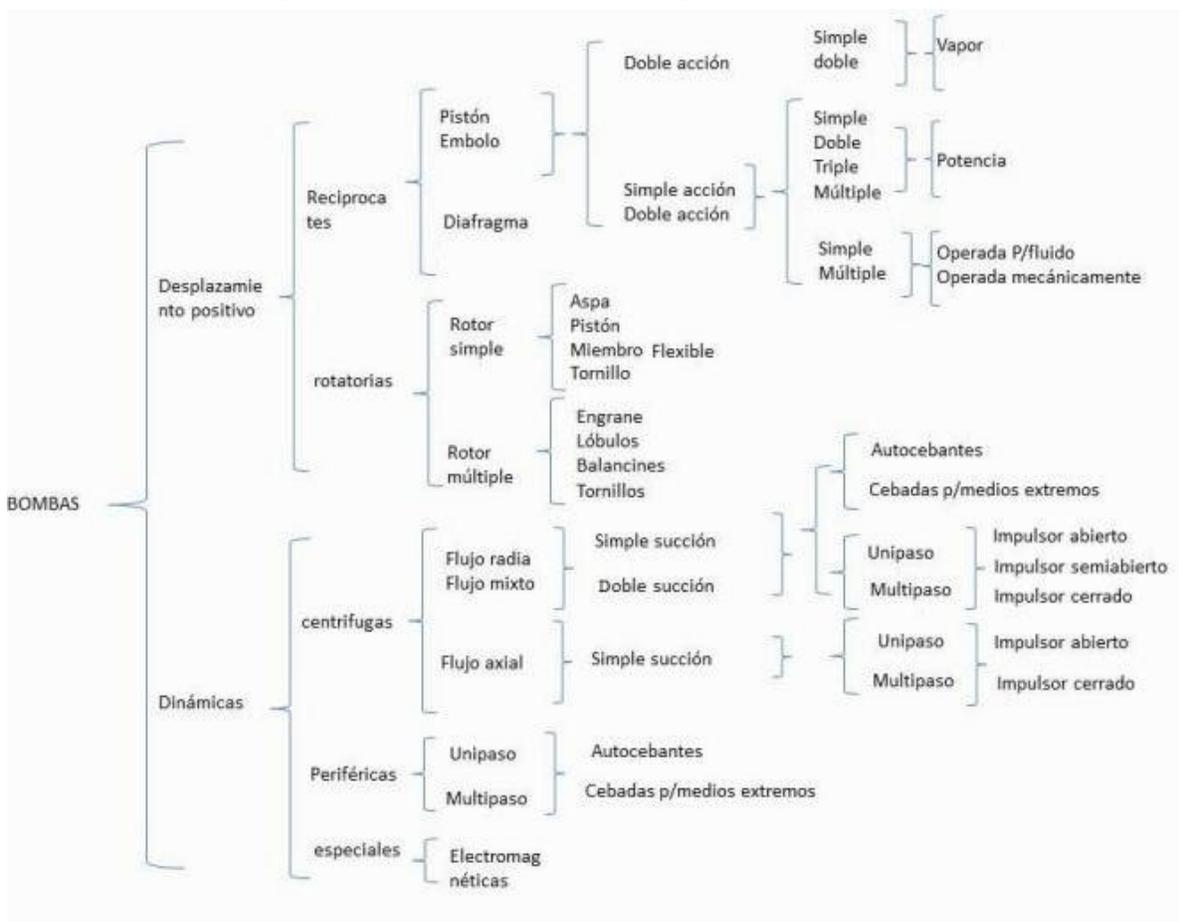


Figura 2.1 Clasificación de los tipos de bombas; (Fuente: Viejo, Álvarez, 2005:14)

2.7.1 Principales partes de una bomba

Viejo y Álvarez (2005:35) mencionan, “La definición de las partes constitutivas de una bomba centrífuga dependen de su construcción y tipo. Por esta razón existe una innumerable cantidad de piezas; viejo y Álvarez entresacaron del libro del instituto de hidráulica de los estados unidos de América la siguiente lista de nombres de las partes de una bombas que son más usadas vea Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Nombres de las partes de una bomba

Carcasa A: Mitad superior B: Mitad inferior	Prensa estopas	Cuña de la propela	Collarín axial
Impulsor	Balero (exterior)	Tapa de balero (exterior)	Espaciador de balero
Propela	Soporte de baleros	Buje del balero	Tubo de protección de la flecha
Flecha	Tuerca de la camisa	Deflector	Sello
Anillo de desgaste de la carcasa	Tuerca del balero	Cople (mitad motor)	Tazón de succión
Anillo de desgaste del impulsor	Tuerca del impulsor	Cople (mitad bomba)	Tubo de columna
Tapa de succión	Anillo de desgaste de la cabeza de succión	Cuña del Cople	Chumacera de conexión
Tapa del estopero	Anillo de la tapa del estopero	Buje del Cople	Tapa de balero
Empaque	Jaula de sello	Tuerca del Cople	Grasera de copa
Camisa de flecha	Alojamiento de balero (interior)	Perno del Cople	Tubería de sello
Tazón de descarga	Cuña del impulsor	Tapa de registro	
Balero (interior)	Alojamiento del balero (exterior)	Collarín de la flecha	

De las partes anteriores mencionadas se datan en la tabla 2.3, las partes que se encuentran en contacto con agua y las que son de soporte y transmisión.

Tabla 2.3 partes en contacto con agua y las de soporte y transmisión

Extremo líquido (todas las partes en contacto con el líquido):	Elementos de soporte y transmisión:
Carcasa	Soporte
Cabeza de succión	Flecha
Impulsor	Baleros
Anillos	Tapas, etc.
Camisa de flecha	Características de los equipos de bombeo
Jaula de sello	
Sello, etc.	

2.7.2 Materiales de los componentes de las bombas de pozo profundo

Las bombas de pozo profundo usadas para alimentación de agua usan los siguientes materiales.

- Tazones-ferro.
- Impulsores-Bronces.
- Flechas del impulso-Acero inoxidable 13% Cr.
- Chumaceras-Bronce
- Tuberías-acero.
- Cabezal de descarga-ferro o acero.

2.7.3 Condiciones que afectan la selección del material de la bomba

En general, las condiciones de servicio que afectan principalmente la selección de materiales son las siguientes:

- a) Corrosión del líquido manejado
- b) Acción electroquímica
- c) Abrasión de los sólidos en suspensión
- d) Temperatura de bombeo
- e) Carga de operación
- f) Vida esperada

En el caso de bombas para alimentación de agua potable, los factores anteriores no están presentes, a excepción de la abrasión que puede producirse con pozos donde exista arena.

2.7.4 Tipos de carcasa

La función de la carcasa en una bomba centrífuga es convertir la energía de velocidad impartida al líquido por el impulsor en energía de presión, en la figura 2.2 se muestra los tipos de carcasa

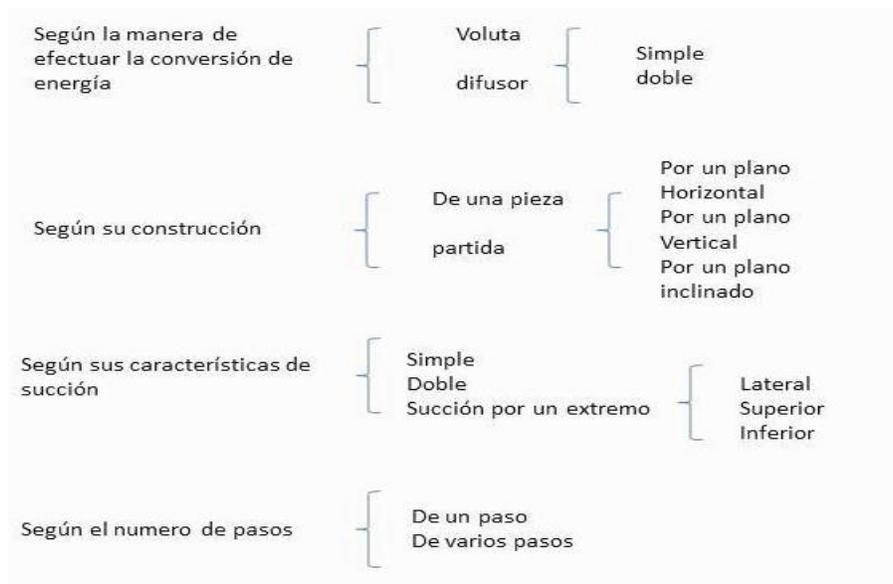


Figura 2.2 Tipos de carcasa; Fuente: Viejo, Álvarez (2005:38)

2.8 Centrífuga

La centrífuga consiste en una canasta cerrada perforada que gira a altas velocidades (1200-1800 RPM) según la masa a procesar, accionada por un motor de inducción de velocidad variable, enfriada por presión de una unidad de ventilación independiente del motor principal.

La canasta está unida a este motor mediante una flecha de acero forjado que la hace suspender libremente en una envolvente a donde salen las mieles todo el conjunto esta soportado por una estructura sobre la que descansa el soporte principal que contiene la caja de valeros que soportan y permiten el libre giro de la centrifuga. El mando se realiza por medio de un tablero principal en el que componentes eléctricos tales como: relevadores, contactores, timers, etc. Que permiten una secuencia lógica en las operaciones de alimentación, aceleración, proceso, frenado y descarga, controlado además todos los pasos intermedios.

El equipo neumático se utiliza para el accionamiento de válvulas y pistones que operan los mecanismos auxiliares que son compuerta de alimentación, arado, cubiertas, etc. El control del sistema neumático está montado en un tablero de control sobre la estructura de la centrifuga permitiendo al operario controlar en forma manual, semiautomática o automáticamente la centrifuga.

El centrifugado es una sedimentación acelerada, ya que la aceleración de la gravedad se sustituye por la aceleración centrífuga; su función en la industria azucarera es separar las mieles del grano cristalizado de azúcar y al mismo tiempo lavar el grano con agua caliente.

2.8.1 Principio de la fuerza centrífuga

En la mecánica clásica o newtoniana, la fuerza centrífuga es una fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación, o equivalentemente la fuerza aparente que percibe un observador no inercial que se encuentra en un sistema de referencia giratorio.

El calificativo de centrífuga significa que huye del centro. En efecto, un observador no inercial situado sobre una plataforma giratoria siente que existe una fuerza que

actúa sobre él, que le impide permanecer en reposo sobre la plataforma a menos que él mismo realice otra fuerza dirigida hacia el eje de rotación.

2.9 Evaporador

Hugot (1964:339) menciona, el evaporador de una fábrica de azúcar está constituido esencialmente por una calandria tubular que tiene la función de intercambiar temperatura: el vapor de calentamiento baña los tubos por el exterior y el jugo por evaporar se encuentra en el interior de esos tubos. Eliminar el agua es el objeto de la evaporación.

2.10 Tachos

Hugot (1964:438) menciona, el principio del tacho al vacío es análogo al de uno de los cuerpos de un evaporador. Sin embargo puede emplearse dos sistemas de calentamiento

- Serpentes
- Calandrias

Esta última es similar a la que se emplea en los evaporadores de múltiple efecto. En los tachos de calandria los tubos son más cortos y de mayor diámetro que en los evaporadores, existen diversas formas de calandria.

2.10.1 Equipo de vacío

El múltiple efecto y los tachos de una fábrica de azúcar trabajan al vacío. Por lo tanto, deben contar con un equipo apropiado para obtenerlo.

La distribución más común de este equipo se representa en la figura 2.3. El vacío se produce en un recipiente cerrado, el condensador se comunica con el cuerpo

que debe quedar al vacío. Por medio de una bomba, se manda agua fría al condensador para condensar el vapor que sale de los tachos, o del múltiple efecto. El condensador se coloca a una altura suficiente, para que el agua, después de condensar el vapor, escurra por gravedad, junto con el vapor condensado.

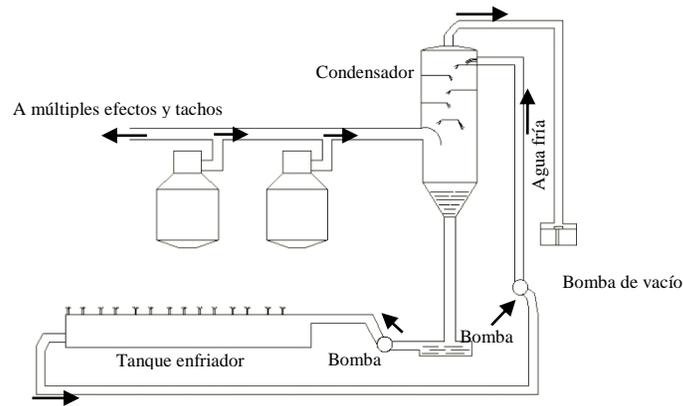


Figura 2.3. Sistema de vacío;
(Fuente: Hugot, E. 1964:561)

El condensador entonces es una cámara barométrica alargada en su base por medio de una columna barométrica que desahoga a la atmósfera y dentro de un pozo profundo.

El condensador es un recipiente cerrado dentro del cual se ponen en contacto el vapor por condensar y el agua de enfriamiento.

2.10.2 Condensador contracorriente

Son en los que el agua y el aire circulan en dirección opuesta. Un condensador de contracorriente es evidentemente de aire seco.

CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1 Descripción de las áreas

La compañía azucarera la Fe S.A de C.V. tiene dividida por departamentos el área de fábrica, cada departamento está a cargo de un superintendente, los departamentos son los siguientes: Elaboración, Eléctrico, Instrumentación, Maquinaria y taller y Mantenimiento. Se describirá el departamento de elaboración ya que es aquí donde se desarrollara el plan, este departamento tiene a su cargo transformar el jugo de la caña de azúcar a azúcar estándar, el jugo lo recibe desde molinos, una vez que tiene el jugo el departamento lo lleva a las distintas áreas donde se le hará una transformación al jugo, este departamento está dividido en áreas a continuación se mencionan: área de clarificación, área de evaporación, área de cristalización, área de centrifugas, área de secado y envase; el plan abarca los equipos que intervienen directamente en la producción en las áreas de evaporación y centrifugas.

3.1.1 Área de Evaporación

El área de evaporación se encarga de concentrar el jugo de la caña por medio de la eliminación del agua contenido en este.

Esta área la conforman equipos de producción: pre evaporadores, evaporadores de cuádruple efecto, y tachos (los tachos son del área de cristalización, pero como evaporan agua han sido tomados como parte de evaporación); equipos de servicio: bombas verticales, condensadores y bombas de vacío.

3.1.2 Área de centrifugas

El área de centrifugas se encarga de separar la miel del grano cristalizado por medio de la fuerza centrífuga, en estas también se lava el grano con el obtiene color.

Esta área está constituida por 9 centrifugas de bache del área A; 4 centrifugas continuas del área B; 3 centrifugas continuas del área C, esto por el sistema de tres templas con doble semilla.

3.2 Inventario de los equipos

A continuación se da una lista de los equipos que han sido considerados dentro del plan de mantenimiento preventivo.

3.2.1 Lista de equipos en ambas Áreas.

En la tabla 3.1 se muestra la lista de los equipos de cada área.

Tabla 3.1 Lista de equipos por área.

Lista de equipos en el área de centrifugas			
1. Centrifuga de bache VETEK VK-1500 1 de A	5. Centrifuga de bache C.B.I. 5 de A	9. Centrifuga de bache C.B.I. 9 de A	13. Centrifuga continua B.M.A
2. Centrifuga de bache VETEK VK-1500 2 de A	6. Centrifuga de bache C.B.I. 6 de A	10. Centrifuga continua VETEK VK-14 1 de B	13. Centrifuga continua VETEK VK-14 1 de C
3. Centrifuga de bache VETEK VK-1500 3 de A	7. Centrifuga de bache C.B.I. 7 de A	11. Centrifuga continua VETEK VK-14 2 de B	14. Centrifuga continua VETEK VK-14 2 de C
4. Centrifuga de bache VETEK VK-1500 4 de A	8. Centrifuga de bache C.B.I. 8 de A	12. Centrifuga continua VETEK VK-14 3 de B	16.- Centrifuga continua Roberts

Tabla 3.1 (Continuación) Lista de equipos por área.

Lista de equipos en el área de Evaporación			
1. Pre evaporador 1	13. Vaso 1 equipo C	25. Tacho 6 de B	38. Condensador Multijet-spray tacho 9
2. Pre evaporador 2	14. Vaso 2 equipo C	26. Tacho7 de B	39. Condensador Multijet-spray tacho 10
3. Pre evaporador 3	15. Vaso 3 equipo C	27. Tacho 8 de B	40. Bomba vertical 1
4. Pre evaporador 4	16. Vaso 4 equipo C	28. Tacho9 de C	41. Bomba vertical 2
5. Vaso 1 equipo A	17. Condensador a contra corriente equipo A	29. Tacho10 de C	42. Bomba vertical 3
6. Vaso 2 equipo A	18. Condensador a contra corriente equipo B	30. Condensador Multi jet-spray tacho 1	43. Bomba vertical 4
7. Vaso 3 equipo A	19. Condensador a contra corriente equipo C	31. Condensador Multi jet-spray tacho 2	44. Bomba de vacío 1 condensador contracorriente
8. Vaso 4 equipo A	20. Tacho1 de A	32. Condensador Multi jet-spray tacho 3	45. Bomba de vacío 2 condensador contracorriente
9. Vaso 1 equipo B	21. Tacho2 de A	33. Condensador Multi jet-spray tacho 4	46. Bomba de vacío 3 condensador contracorriente
10. Vaso 2 equipo B	22. Tacho 3 de A	34. Condensador Multi jet-spray tacho 5	47. Bomba de vacío 1 condensador Multi jet-spray
11. Vaso 3 equipo B	23. Tacho4 de A	35. Condensador Multi jet-spray tacho 6	48. Bomba de vacío 2 condensador Multi jet-spray
12. Vaso 4 equipo B	24. Tacho5 de A	36. Condensador Multi jet-spray tacho 7	48. Bomba de vacío 3 condensador Multi jet-spray
		37. Condensador Mlti jet-spray tacho 8	50. Bomba de vacío 4 condensador Multi jet-spray

3.3 Relación de los equipos.

A continuación se ilustra en la figura 3.1 la relación de los equipos de las áreas de evaporación y centrifugas.

Los pre-evaporadores reciben el jugo de clarificación lo calientan y lo envían a los evaporadores de múltiple efecto o cuádruple efecto el cuádruple efecto tiene la salida de vapor y la de meladura, en la conexión salida de vapor está conectado aun condensador contracorriente, este a una bomba de vacío y la de meladura conectada a tanques donde los tachos succionaran dicho material.

Los tachos de C descargan a las centrifugas de C, tales centrifugas separan la miel final del grano de C, el grano servirá para hacer templates de B mientras que la miel final se va a fábrica de alcohol; los tachos de B descargan a centrifugas de B, estas separan miel del grano la miel sirve para hacer templates de C y el grano sirve para semilla de templates de A; los tachos de A cargan semilla de B y meladura para procesar masa de A que esta se descargara a centrifugas de A donde separara las mieles del azúcar, la miel sirve para hacer templates de B y la azúcar se va al gusano para llevarlo al secador.

Para que los tachos operen necesitan de vacío, el cual lo obtienen del condensador, el condensador multi jet spray necesita agua para crear vacío, el agua es suministrada a los condensadores por medio de las bombas verticales

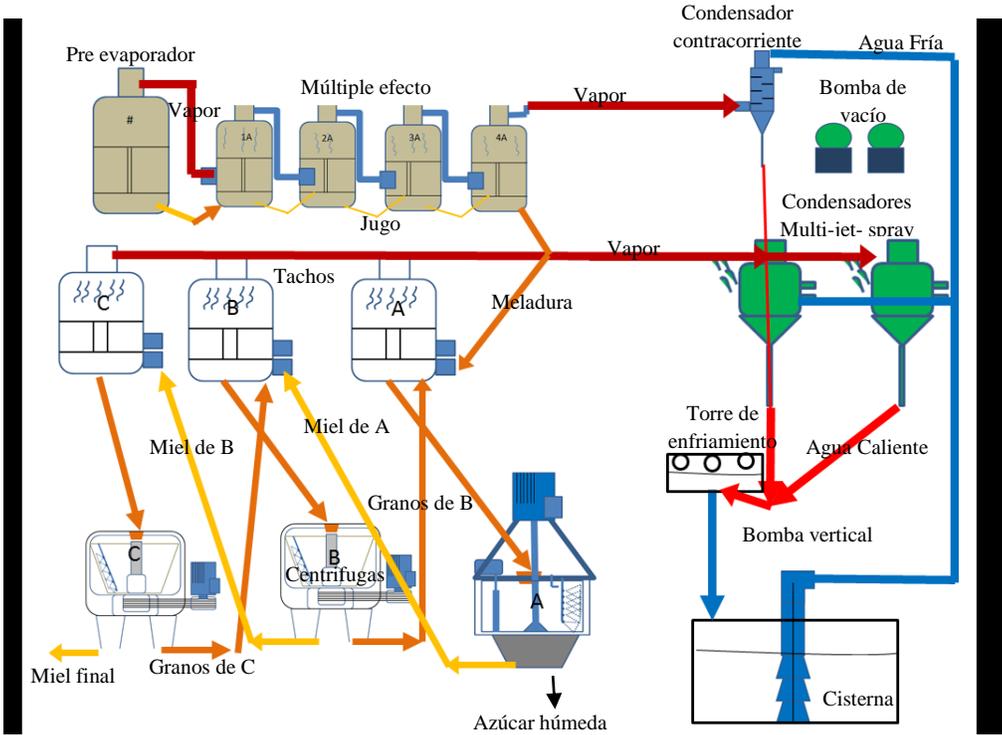


Figura 3.1: Esquema de la relación de los equipos de las áreas evaporación y centrifugas. (Fuente: Creación propia)

3.4 Sección técnica del plan

3.4.1. Pre- evaporadores

La figura 3.2 es una representación esquemática de un pre- evaporador con el nombre sus partes y conexiones.

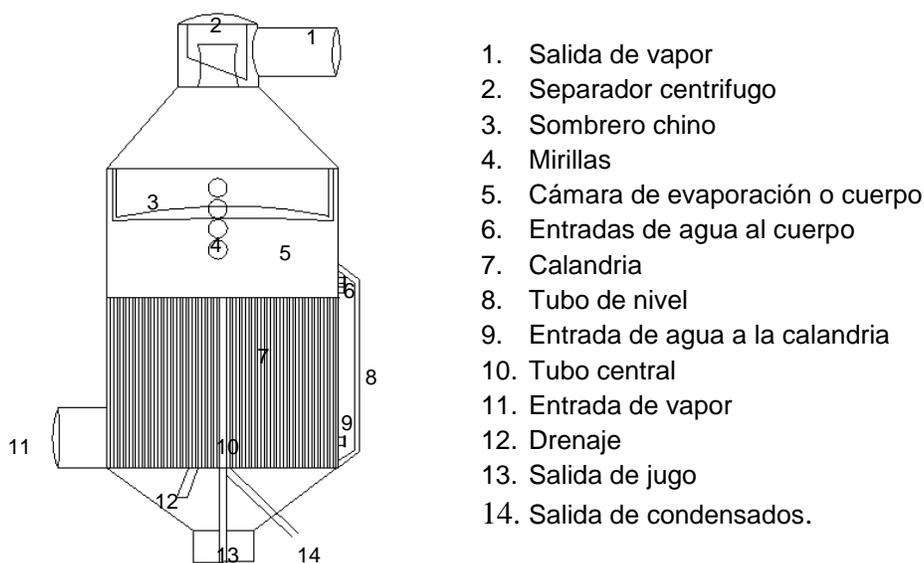


Figura 3.2: Esquematización de un Pre evaporador
(Fuente: Creación propia)

3.4.1.1 Función del pre- evaporador y sus componentes

En el proceso de fabricación de Azúcar el pre- evaporador tiene la función de elevar la temperatura del jugo claro así como también evaporar agua que contiene el jugo, el uso de este beneficia al equipo de cuádruple efecto, la tabla 4.2 contiene la función de cada uno de los componentes anteriores.

Tabla 3.2 Función de los componentes del pre-evaporador

Elemento	Función
Salida de vapor	Como su nombre lo indica está conectado por medio de la tubería hacia el condensador a contra corriente, con esto la bomba de vacío conectada al condensador succiona el vapor de los últimos 2 cuerpos. El vacío es esencial para realizar su operación, y también sus funciones de alimentación. Sin vacío el equipo no podría operar.
Separador centrifugo	El separador centrifugo tiene el objetivo de que no pasen pequeñas burbujas de jugo al condensador, pasaría hacia los condensadores, lo que provocaría que el agua se contamine.
Sombrero chino	Al igual que en los evaporadores evita que las pequeñas gotas de miel que se formen pasen al siguiente cuerpo.
Mirillas	Esta parte de es esencial para los Tacheros ya que pueden observar el nivel de material contenido en el vaso.
Cámara de evaporación o cuerpo	Esta parte compone el cuerpo, y es en donde se hace la evaporación y el trabajo de la masa.
Entradas de agua al cuerpo	Se usan cuando surge algún problema en el cocimiento o se requiere lavar el cuerpo.
Calandria	La calandria es la parte esencial del equipo ya que estas tienen la función de realizar la transferencia de calor del vapor al jugo.
Tubo de nivel	El tubo de nivel sirve como indicador del nivel de jugo en los fluxes de la calandria.
Entrada de agua a la calandria	Sirve para hacer las limpiezas de los cuerpos.
Tubo central	Se encuentran en medio de todos los fluxes, sirve para enviar el jugo a la salida de jugo.
Entrada de vapor	Esta conexión es la que hace que los equipos operen ya que suministra vapor para hacer la transferencia con el jugo.
Drenaje	Usado para liquidar materiales contaminados y agua usada para el lavado, entre otros.
Salida de jugo	Esta línea envía por medio de gravedad al siguiente cuerpo del cuádruple.
Salida de condensados.	Este tubo es esencial para retirar el agua que se condensa en la calandria, al retirar los condensados se mantiene la transmisión de calor.

3.4.2 Evaporadores de Múltiple efecto o cuádruple efecto

El equipo de cuádruple efecto está formado por 4 vasos con los mismos componentes y conexiones como el vaso de los pre-evaporadores, en la figura 3.3 se hace una representación gráfica de tal equipo.

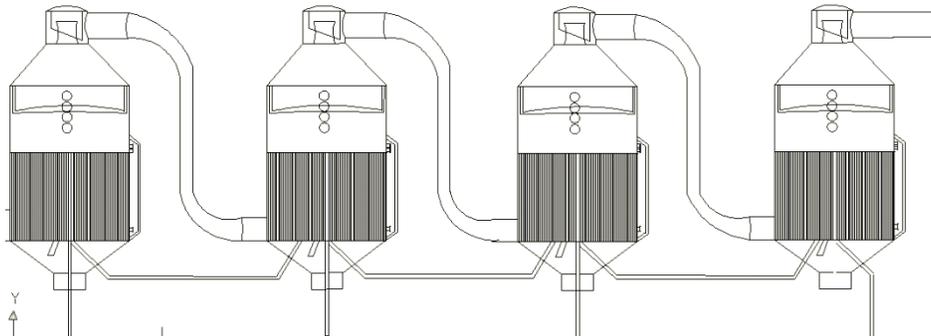


Figura 3.3: Esquematación del cuádruple efecto.
(Fuente: Creación propia)

3.4.2.1 Funcionamiento de un múltiple efecto, sus componentes y conexiones

Hugot (1964:346) menciona, el progreso más notable y más importante en la historia de la fabricación de azúcar es sin duda el descubrimiento del efecto hecho alrededor de 1830, en Louisiana, por Norbet Rillieux, americano de origen francés. En el tiempo de este descubrimiento ya se habían abandonado las marmitas a fuego directo y se comenzaba a evaporar el jugo calentándolo con vapor. La idea de Rillieux fue la siguiente: ya que es con vapor con lo que se calienta el jugo para evaporar el agua que contiene, ¿por qué no es posible utilizar el vapor así producido por el jugo para calentar otra fracción de él mismo o para terminar la evaporación iniciada con el vapor ordinario?

Al resolver este problema se encontró de inmediato con el siguiente obstáculo: con vapor de 110°C (430 g/cm^2 de presión) es posible calentar y evaporar jugo a la presión atmosférica. La temperatura del vapor del jugo hirviendo a la presión

atmosférica es de 100°C. Así con vapor de 100 °C de temperatura no es posible hacer hervir jugo a 100°: es necesaria una diferencia de temperatura entre el fluido que calienta y el fluido calentado.

Rillieux resolvió la dificultad poniendo al vacío el o los cuerpos siguientes al primero. El agua o el jugo hierven a 90°C a 23 cm de vacío; a 80°C a 40 cm de vacío; a 70°C a 52 m de vacío, etc. Es posible entonces, crear la diferencia de temperatura necesaria y utilizar el vapor del jugo producido por el primer cuerpo, para calentar el jugo encerrado en el segundo, el vapor producido por este para calentar el tercero y así sucesivamente.

Esta solución tiene el inconveniente de exigir las instalaciones necesarias para crear el vacío. Sin embargo, la ebullición al vacío tiene 2 grandes ventajas

- Aumenta la diferencia total de temperatura entre vapor y jugo en una cantidad igual a la caída del punto de ebullición del jugo entre la presión del primer cuerpo y la del último.
- Permite continuar la evaporación a temperaturas menos peligrosas desde el punto de vista de la inversión y de la coloración del jugo, cuando este está más concentrado y más viscoso.
- De lo anterior se puede resumir que al crear vacío en un cuerpo la temperatura de ebullición será menor, en las industrias azucareras el cuádruple efecto (llamado así por ser formado por 4 vasos, quíntuple si fueran 5) es un ahorro de vapor excepcional ya que economiza el vapor en sus 3 cuerpos restantes, además que evita que el jugo se caramelicé gracias al vacío que se crea en los últimos cuerpos, si esto no estuviese el jugo se quemaría y posteriormente se cristalizaría debido a la alta temperatura que se tendría que suministrar para evaporar el agua en una concentración de jugo para llevarlos a los ° Brix deseados.

Las funciones de sus componentes y conexiones son las mismas que en el pre evaporador vea tabla 3.2.

3.4.3 Cristalizadores o Tachos

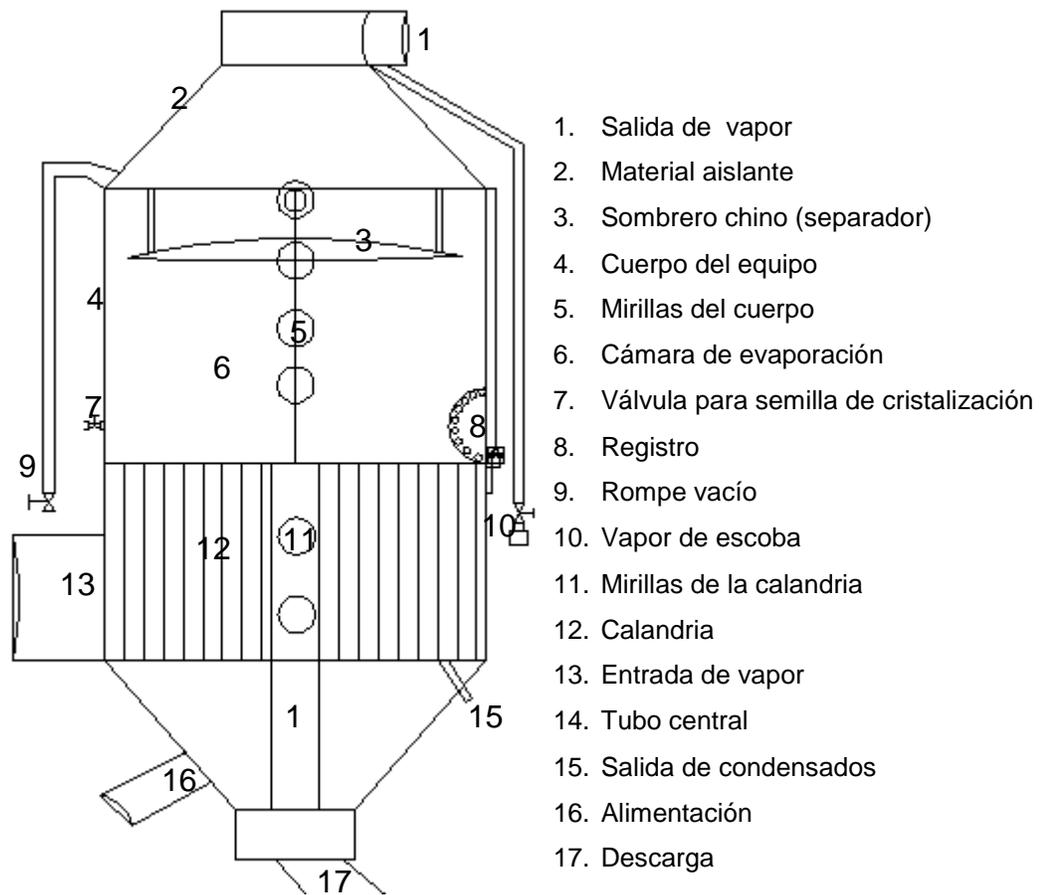


Figura 3.4: Partes de un tacho al vacío.
(Fuente: Creación propia)

3.4.3.1 Función del tacho y sus componentes

En La Cía. Azucarera la Fe S.A de C.V. utiliza el procedimiento de obtención de azúcar con el sistema de doble semilla o sistema de tres templas con doble semilla, por lo que se tienen tachos de A de B y C.

Tales tachos reciben el material jugo o miel depende del tipo de tacho, reciben semillas, las cuales deben de hacerlas crecer, o formar el grano de azúcar. En la tabla 3.3 se describen las funciones de cada una de las partes del equipo.

Tachos de A

Estos tachos son alimentados con meladura proveniente del cuádruple efecto, usan semillas de B. producen la azúcar estándar que se conoce comúnmente

Tachos de B

Son alimentados con miel A proveniente de centrifugas de A, también recibe meladura, usan semillas producidas en tachos de C. produce semillas para los tachos de A

Tachos de C

Son alimentados con miel de B y miel de A, proveniente de las centrifugas, usa semillas elaboradas en el laboratorio de elaboración. Produce semillas para los tachos de B.

Tabla 3.3 Función de los componentes de un tacho

Elemento	Función
Salida de vapor	Esta salida está conectada a un condensador multi jet spray el cual le genera vacío, que es necesario para que el tacho o cristalizador opere.
Material aislante	Evita que se pierda la temperatura además de evitar que la planta eleve la temperatura, en varias conexiones y equipos del área de evaporación que tienen temperaturas altas son aislados con esos fines.
Sombrero chino (separador)	Evita que el condensador succione o arrastre pequeñas burbujas de miel, evitando que se contamine el agua de los condensadores.
Cuerpo del equipo	En este se aloja todo el material (Templa) circulando por todo el cuerpo.
Mirillas del cuerpo	Sirve como guía para el operador ya que marca el nivel del equipo, usados para determinar cuando el material está listo para ser descargado.
Cámara de evaporación	Es la parte que queda de la última mirilla al sombrero chino y en esta se alojan las evaporaciones que sufre el material (Templa)
Válvula para semilla de cristalización	Al inicio de zafra aún no se tiene semilla en los semilleros, por tal motivo laboratorio fabrica semilla, la cuela se suministra en esta válvula para iniciar a hacer las templeas.
Registro	Este sirve para acceder al interior del cuerpo y hacerle limpieza o mantenimiento de la calandria.
Rompe vacío	Como su nombre lo indica, rompe el vacío que existe dentro del cuerpo, al quedar son vacío el cuerpo el tacho puede descargar la templa.
Vapor de escoba	Este sirve para hacer la limpieza interna del cuerpo de los tachos, esto se realiza cuando se ha descargado una templa y se iniciara una nueva
Mirillas de la calandria	Al igual que las mirillas del cuerpo indican el nivel del equipo, son usados para medir la cantidad de semilla
Calandria	Es una de las partes esenciales, ya que como los demás equipos en esta se realiza la transferencia de calor para que el agua se evapore o se concentre el material (templa)
Entrada de vapor	Como su nombre lo indica deja entrar vapor a la calandria.
Tubo central	En este tubo se realiza la circulación del material (Templa)
Salida de condensados	Ayuda a la calandria a depurar agua que ha sido condensada en la transferencia, ayudando a mantener la transferencia.
Alimentación	Esta conexión cumple con la función de alimentar el cuerpo ya sea de semilla proveniente de los semilleros o meladura proveniente de los tanques de meladura.
Descarga	Cumple con la función de realizar la descarga de la templa a los porta templeas.

3.4.4 Bombas de vacío

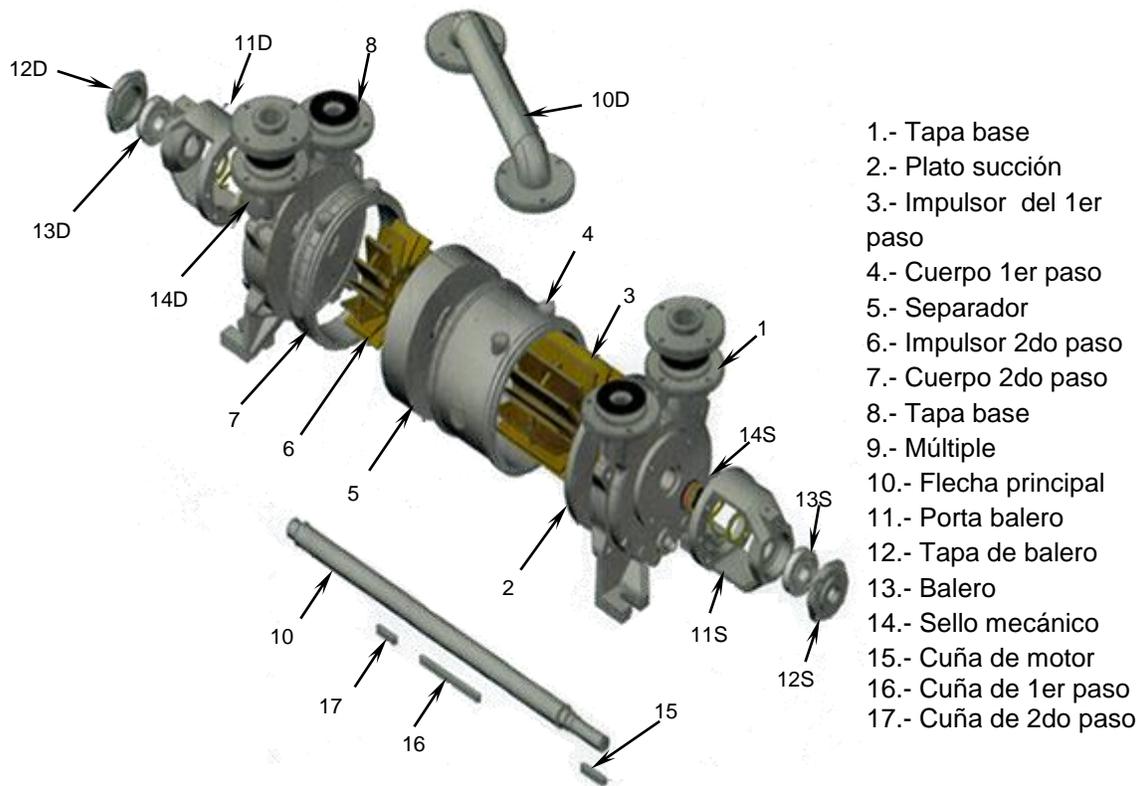


Figura 3.5: Bomba de vacío A-900 y sus componentes. (Fuente: http://www.bombasdevacio.com.mx/desgloce_partes.html)

3.4.4.1 Función de la bomba de vacío

Acoplado al condensador del cuádruple efecto crea vacío para evitar que el jugo se caramelize, además que extrae el jugo de los tres primeros vasos.

Acoplado al condensador Multi jet spray crea vacío, con tal vacío el tacho puede operar.

3.4.5 Bomba vertical o de pozo profundo

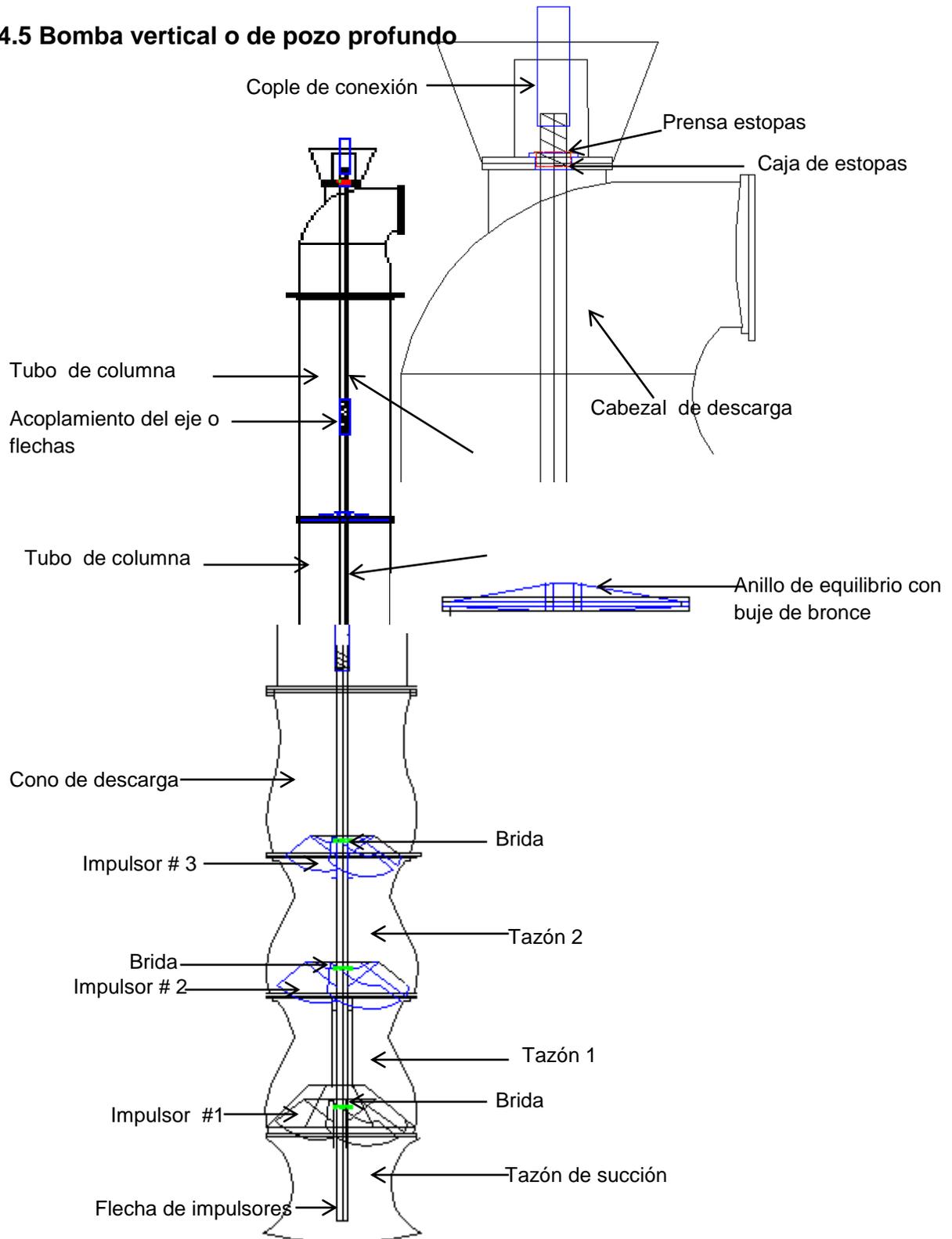


Figura 3.6: Esquematación de una bomba vertical y sus componentes.
(Fuente: Viejo 2005:48)

3.4.5.1 Función de la bomba vertical

La bomba vertical suministra agua los condensadores de los evaporadores y tachos.

3.4.6 Condensadores

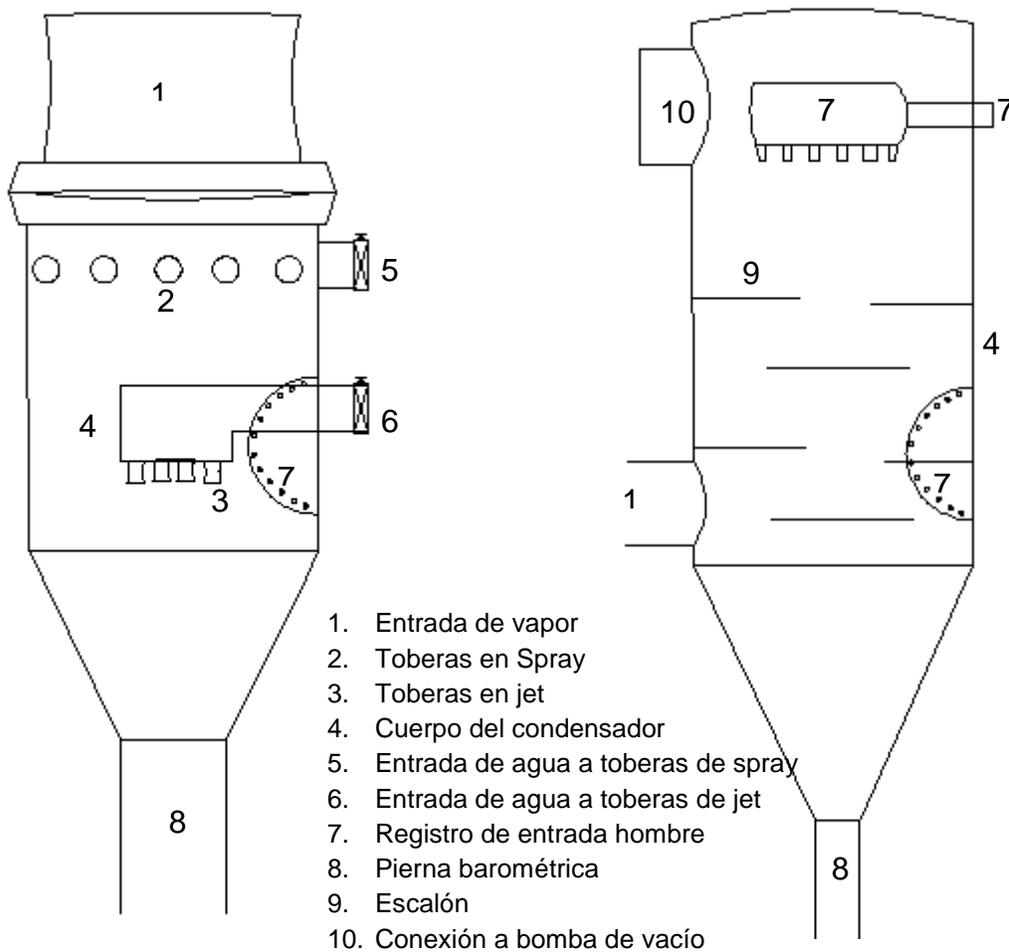


Figura 3.7: Esquemización de condensadores Multi jet spray y contracorriente:
(Fuente: Creación propia)

3.4.6.1 Función de los condensadores y sus componentes

Los condensadores como su nombre lo indican sirven para condensar líquidos evaporados en los cuerpos de evaporadores, en los tachos los condensadores Multi jet-spray crean vacío para que el tacho opere, en los evaporadores solo condensa el agua evaporada en cada uno de los cuerpos. En la tabla 3.4 se expone las funciones de cada uno de los elementos del condensador.

Tabla 3.4 Función de los componentes de los condensadores

Elemento	Función
Entrada de vapor	En esta conexión recibe el vapor
Toberas en Spray	Tiene la función de condensar el vapor que llega a la entrada de vapor
Toberas en jet	Junto con las toberas del spray forman vacío, succionando lo que se conecte con la entrada de vapor
Cuerpo del condensador	Sirve como aislamiento para que las toberas puedan hacer su función
Entrada de agua a toberas de spray	Suministran agua a las toberas del spray.
Entrada de agua a toberas de jet	Suministran agua a las toberas del jet.
Registro de entrada hombre	Sirve para introducirse dentro del cuerpo y así verificar el estado de las toberas ya que siempre sufren erosión debida a la presión con la que llega el agua.
Pierna barométrica	Su función es desalojar del cuerpo los condensados y el agua que llega a las toberas.
Escalón	Sirve para formar cascada y al mismo tiempo condensar el vapor que es succionado por la bomba de vacío.
Conexión a bomba de vacío	Comunica a la bomba de vacío, la cual está constantemente succionando el vapor del cuádruple efecto.

3.4.7 Centrifugas Vk 1500

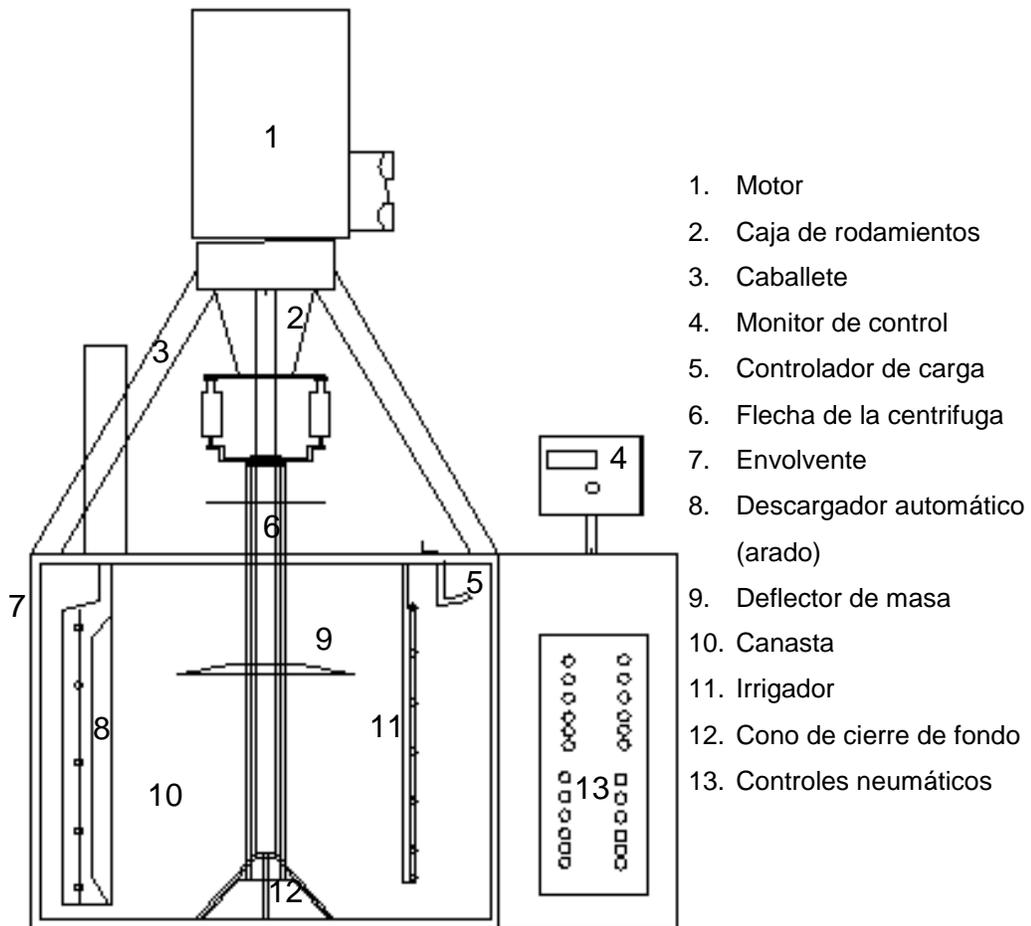


Figura 3.8: Esquema de los componentes de la centrifuga VK-1500;
(Fuente: Creación propia)

3.4.7.1 Función de la centrifuga y sus elementos

La centrifuga en la industria azucarera tiene la función de separar las mieles del grano, esto con el principio de la fuerza centrífuga, acelerando la sedimentación con tal principio, al mismo tiempo que lava el grano con agua caliente, durante el proceso la centrifuga está programada para hacer la separación de las mieles con el fin de reincorporarlas al proceso de producción, los clasifica en mieles ricas y pobres, las ricas forman parte de nuevo a la meladura mientras que las pobres

sirven para preparar semilla de A en los tachos de B, en la tabla 3.5 se describe la función de sus elementos de la centrifuga.

Tabla 3.5 Función de los componentes de la centrifuga

Elemento	Función
Motor	Hace que la canasta gire por medio de la flecha, el motor esta acoplado a una caja de rodamientos que
Parte superior del caballete	En esta parte se asienta la caja de rodamientos, así como también en esta parte se instala el freno mecánico.
Caja de rodamientos	Hace que por medio del motor gire la canasta
Caballete	Sirve para detener el motor, la caja de rodamiento, la flecha y la canasta.
Monitor de control	Este monitor controla el conjunto neumático y eléctrico que hace funcionar la centrifuga.
Controlador de carga	Durante el ciclo de carga, esta parte cumple con la función de limitar la carga de la centrifuga, se regula manual o automáticamente depende del tipo de templa. Este controlador cuenta con una paleta que está dentro de la centrifuga, durante la carga golpea con la masa que se llena en las paredes de la canasta, cuando alcanza el nivel deseado de carga, la masa hace que la paleta salga y mande a cerrar el ducto de alimentación.
Flecha de la centrifuga	Sirve para hacer girar la canasta de la centrifuga.
Envolvente	Aparte que tiene la función de recibir las mieles de la purga y el lavado sirve de protección para el operador, cuando ocurre algún desbalanceo o falla.
Descargador	Al término de la purga, lavado y secado la centrifuga ha terminado su labor entonces desacelera y por medio de los cilindros neumáticos abre el cono de descarga y entra el descargador a raspar toda la azúcar pegada en la canasta, direccionando el azúcar al espacio que hace el cono de descarga para enviarlos al gusano transportador de azúcar húmeda.
Distribuidor de carga	Al momento de llenar este distribuye uniformemente el material en toda la canasta. De este modo se evita que la masa se dirija hacia el cono de descarga.
Canasta	Contiene la tela y contrátela, la cuales evitan que el grano salga al momento de la aplicación de la fuerza centrífuga. Esta canasta se encuentra anillada, como protección debido al esfuerzo recibido.
Irrigador	Cumple con la función de lavar el grano de azúcar y lavar las telas de la canasta.
Cono de descarga	Por medio de un cilindro accionado neumáticamente el cono baja para

	que el azúcar se dirija al gusano transportador de azúcar húmeda.
Conjunto neumático	Está formado por electroválvulas, mangueras, cilindros y conexiones neumáticas. Por medio de estos elementos es posible accionar todas las partes mecánicas de la centrifuga.

3.4.8 Centrifuga C.B.I.

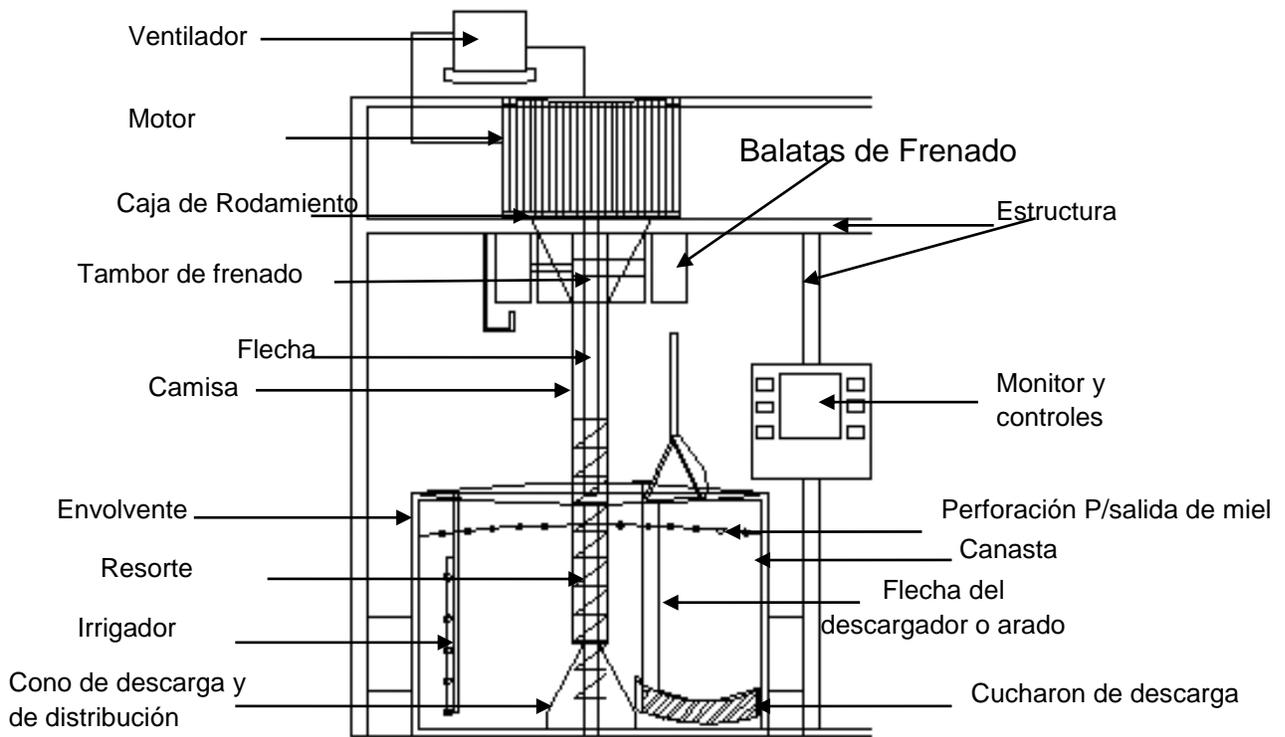


Figura 3.9: Esquematación de una centrifuga C.B.I con sus componentes;
(Fuente: Creación propia)

3.4.8.1 Función de la centrifuga C.B.I. y sus componentes

Esta centrifuga tiene la misma función que la anterior la diferencia es el diseño y la capacidad, se observa que se compone de los mismos elementos solamente que diseñados de distintas maneras, cabe mencionar que el sistema de frenado es

diferente la C.B.I utiliza balatas y contactores, mientras que la Vetek utiliza un variador de velocidad.

3.4.9 Centrifuga continua Vetek Vk-14

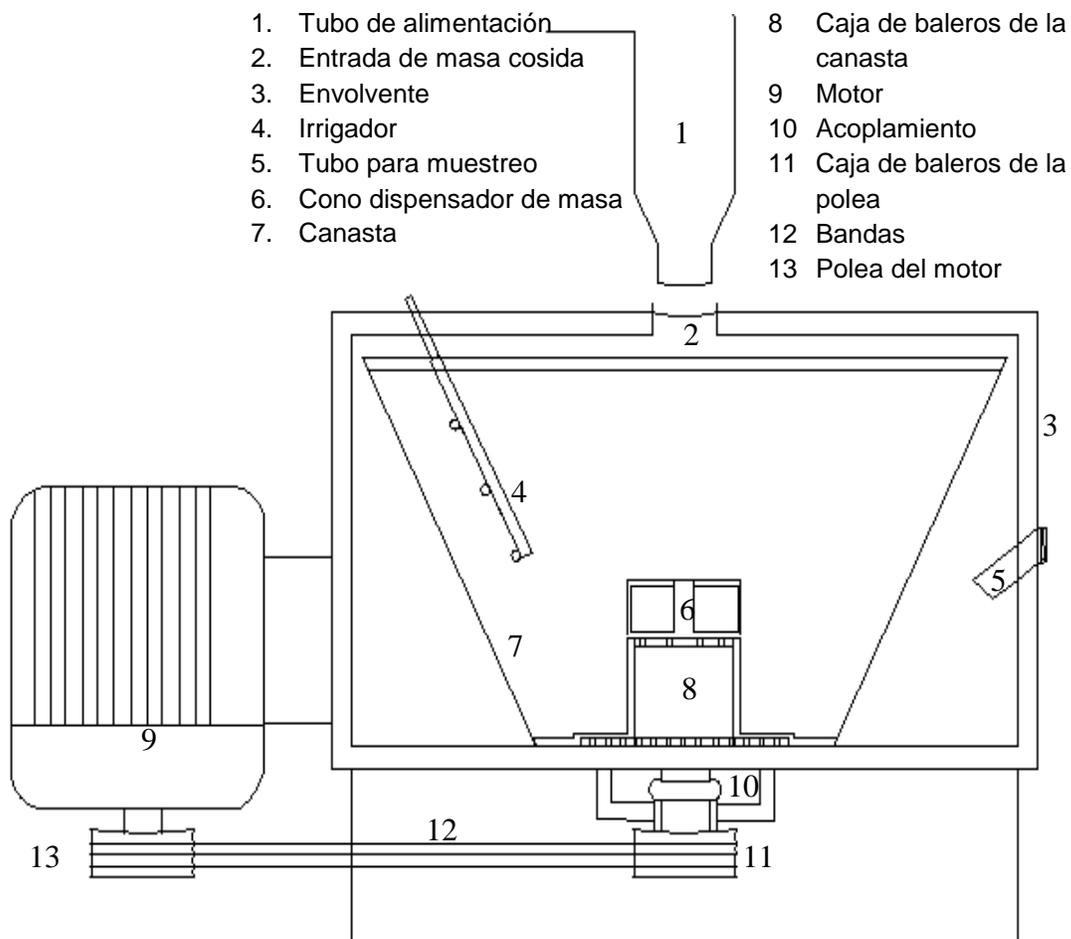


Figura 3.10: Esquematación de una centrifuga vk-14 y sus componentes;
(Fuente: Creación propia)

3.4.9.1 Función de la centrifuga y sus componentes

Al igual que las centrifugas de A estas centrifugas de B y C tienen la función de separar el grano de la miel, las diferencias son las siguientes: las centrifugas

continuas tienen la tela con perforaciones aún más pequeñas, como su nombre lo indica las continuas se mantienen en operación, la vk-14 es más simple su funcionamiento, cuenta con menos elementos. En la tabla 3.6 la función de los elementos de la centrifuga continua.

Tabla 3.6 Función de los elementos de la centrifuga Vk-14

Elemento	Función
Ducto de alimentación	Como su nombre lo indica alimenta constantemente la centrifuga.
Entrada de masa cocida	En este ducto deposita el ducto de alimentación la masa cocida para enviarlo al cono de distribución en esta entrada muchas veces se le agrega una porción de agua para ablandar la masa
Envolvente	Recibe la miel que se separa de la canasta así como también brinda protección a los operarios.
Irrigador	Cuando la centrifuga dejara de operar es necesario lavarla, en ese momento el irrigador lava la canasta.
Tubo para muestreo	Este sirve para obtener las muestras que se envían al laboratorio cada hora
Cono dispensador de masa	Al recibir la masa del ducto de alimentación este tiene la función de dispensarlo sobre toda la canasta.
Canasta	Recibe la masa cocida y separa la miel de los granos.
Caja de baleros de la canasta	Esta hace que la canasta gire, transmite la fuerza del motor
Motor	Hace girar la polea que se encuentra acoplada al mismo motor, y por medio de bandas trapezoidales hace que gire la caja de rodamientos de la centrifuga.
Acoplamiento	Acopla a la caja de baleros con la caja de baleros de la polea, además de que sirve como protección en caso de alguna falla en la canasta.
Caja de baleros de la polea	Esta acoplada con la caja de rodamientos de la canasta. Su función es transmitir el movimiento circular uniforme a la canasta.
Bandas	Se encarga de hacer girar la caja de baleros de la polea.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Sección operativa del plan

Plan de mantenimiento preventivo para equipos del área de evaporación y centrifugas.

4.1.1 Objetivo del plan

Proporcionar mantenimiento y preservación a los equipos del área de evaporación y centrifugas, con el fin de mantener los procesos y servicios de alta calidad, además evitar las pérdidas que provoca la no programación de actividades y/o averías de los equipos por falta de inspección.

4.1.2 Políticas de Mantenimiento

- El jefe de turno llenará los distintos formatos (hojas de verificación y registro) y realizar las anotaciones correspondientes.
- Los operarios del área deben llenar los chek list de limpieza.
- El mecánico debe informar el estado en la que se encuentra la máquina al momento de realizar un trabajo de mantenimiento, así como también requerir las herramientas, materiales y equipos para la realización efectiva y libre de accidentes cada actividad.
- Cada inicio de mes ajustar la programación basada a la programación anterior e imprimir la formatearía a usar.

4.1.3 Actividades de mantenimiento de las áreas

A continuación se describen las actividades de mantenimiento que se realizan en las áreas de la compañía.

4.1.3.1 Actividades en Evaporación

En esta área los pre-evaporadores y evaporadores de múltiple efecto tienen la misma estructura por lo que se describe es para ambos al igual para los tachos.

Limpieza de incrustaciones

Esta actividad se realiza en todos los evaporadores, el departamento de mantenimiento tiene una programación para la limpieza de los 26 Equipos del área, así como también un formato de inspección de limpieza vea la siguiente figura.



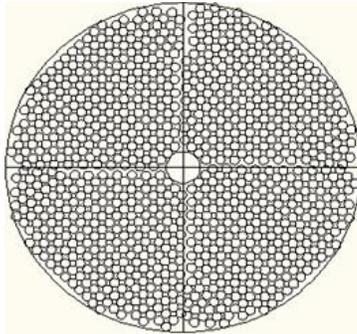
FCL-03 INSPECCIÓN DE LIMPIEZA EN TACHOS

Fecha:
Zafra:
Turno:

Tachos inspeccionado:

1

Masa: "A"



Inspección parte superior de la calandria

Mal Regular Bien % Limpio

Estado en que se encontraron los fluxes

Limpio Incrustados Cant. Fluxes incrustados

Observaciones:

Decima quinta limpieza

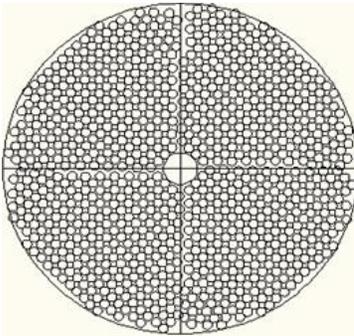
Fluxes
% de la longitud total del flux con incrustación

Cantidad de Fluxes incrustados



Inspección parte inferior de la calandria

Mal Regular Bien % Limpio



Estado en que se encontraron los fluxes

Limpio Incrustados Cant. Fluxes incrustados

Resultados generales de la limpieza

Mal Regular Bien %limpios

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

ENCARGADO DE LIMPIEZA

SUPERINTENDENTE DE ELABORACIÓN

SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO

4.1.3.2 Actividades de mantenimiento en centrifugas

Esta es un área de producto final, por tal motivo es necesario contar con los protocolos de seguridad y sanidad alimenticia, para realizar cualquier actividad.

Centrifugas para masa de A

Marca Vetek Modelo vk-1500

La rutina de verificación abarca los siguientes puntos:

- Revisar el control de carga revisar la paleta del palpador que no esté rota o dañada.
- Revisar que los tonillos que sujetan la paleta con la flecha de control de carga no se encuentren apretados.
- Revisar el sistema de descarga en su función vertical y horizontal
- Revisar que no estén flojas las vías del arado
- Verificar que se encuentren apretados los tonillos que sujetan el cucharón de descarga, se ajusta la entrada del arado con respecto a la tela y el piso de la canasta.

Revisión de la parte interna de la centrifuga

- Irrigador:

Se revisa que los tornillos que soportan el irrigador con respecto a la tapa no se encuentren rotos

Probar el funcionamiento del cilindro que actúa el irrigador

Se destapan las toberas tapadas y se realiza el cambio de las toberas que se encuentren dañadas

- Se revisa el estado de la tela
- De igual manera se revisa el buen estado de la contrátela

- Se revisa que la válvula de fondo selle con respecto al piso de la canasta de lo contrario se ajusta los cilindros de la válvula de descarga y si es necesario se cambia el sello de fondo.
- Se revisa el funcionamiento de la charola de goteo
- Se reaprieta toda la tornillería del deflector de carga así como las guías de la descarga
- Se quita o se remueve el exceso de grasa
- Se reaprieta la tornillería exterior
- Se revisa los sensores que no tengan juego axial
- Se revisa que no haya fugas en las líneas de aire (ya que la fuga de aire provoca el mal accionamiento de los elementos)
- Revisar las válvulas de agua (que no falte lubricación en estas) que estén lubricadas.

Centrifugas de bache marca C.B.I

Como este modelo contiene los mismos elementos que la centrifuga Vetek, entonces las actividades que se realizan en esta es similar a la anterior, a diferencia que el procedimiento es distinto ya que el fabricante diseña los modelos como ve conveniente.

Centrifugas continuas marca Vetek modelo vk-14

En estas centrifugas la rutina de verificación consiste en verificar los siguientes elementos:

- Checar teles que estén en buenas condiciones.
- Checar los tornillos del cono de distribución.
- Eliminar del interior del cono la materia extraña que se rezaga.

- Verificar que las uñas sujetadoras de y sus respectivos tornillos que la sujetan estén en. buena condiciones.
- Eliminar residuos de escoria que se encuentran en los platos sujetadores de telas.
- Verificar que no esté dañado el irrigador y limpieza de las espreas del mismo.
- Limpieza del aro deflector de la canasta eliminar el sarro acumulado en el aro deflector de la canasta.
- Verificar el buen estado de los ductos de lubricación de centrifugas lubricación forzada.
- Verificar el buen estado de las bandas de la transmisión para el movimiento de las canastas de centrifugas.
- Lubricar con inyector de grasa a presión las cajas de rodamientos.
- En las de lubricación forzada tal es el caso de la centrifuga 1 de B y 3 de C checar el sistema de lubricación forzada que no hayan escurrimientos.

4.1.4 Manuales de procedimientos para las actividades de mantenimiento

4.1.4.1 Manual de procedimiento para actividades de limpieza y cheque de válvulas de evaporadores y tachos

1. DESCRIPCION

El presente manual describe los pasos de las actividades de verificación y ajuste en los equipos del área de evaporación.

2. OBJETIVO

Proporcionar una guía de pasos que componen las principales actividades de mantenimiento para evaporadores y tachos.

3. DEFINICIONES

- **Sosa líquida:** Compuesto químico de óxido de calcio
- **° Baume:** Es una escala usada en la medida de concentraciones de ciertas soluciones (jarabes y ácidos)
- **Limpieza Hidromecánica:** Limpieza realizada por medio agua a alta presión y movimientos circulatorios a alta velocidad, se consigue lo anterior usando un equipo denominado hidrolavadora.
- **Expansor:** Herramienta de determinado diámetro, tiene la función de expandir un diámetro determinado.
- **Fluxería:** tubería de cobre de diámetros 1½" (evaporadores) 4" (tachos) y longitudes según el equipo que lo necesite.

4. PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES

4.1 LIMPIEZA INTERNA DE EVAPORADORES

La actividad de limpieza a calentadores, evaporadores y tachos se realiza conforme a una programación por el departamento de Mantenimiento. El procedimiento es el siguiente:

1. Retirar de operación el tren de evaporador (cuádruple).
2. Cerrar la alimentación de vapor al primer vaso.
3. Cerrar la alimentación de jugo al primer vaso.
4. Cerrar el agua de alimentación al condensador barométrico contracorriente y desenergizar la bomba de vacío.
5. Cerrar la válvula de extracción de vapor conocida como V3
6. Hacer cambio de salida de condensados (cerrando válvulas primario, secundario y contaminado) abriendo la válvula de drenaje.
7. Abrir las válvulas atmosféricas de cada cuerpo.
8. Liquidar los cuatro cuerpos al tanque de jugo claro.
9. Enjuagar el cuerpo con agua caliente para retirar el jugo pegado en las paredes del cuerpo y fluxería, abrir la válvula de agua caliente al cuerpo.
10. El enjuague se realiza a una temperatura de 95°C y, se deja que el líquido alcance la última mirilla del equipo, se abren las válvulas del drenaje para liquidar el agua del enjuague esta agua se conduce a una fosa de sedimentos (inspeccionada por personal del depto. control ambiental).
11. Abrir las válvulas de alimentación de sosa, cuerpo por cuerpo y se calienta la sosa a una temperatura de 90°C-100°C aproximadamente como 4 horas con 21° Baume.
12. Regresar la sosa al tanque y volver a enjuagar los cuerpos para enfriarlos con agua a una temperatura de 25°C-30°C.
13. Abrir la válvula de drenaje para liquidar el agua fría, esta agua es enviada a la planta de tratamientos del control ambiental.

14. Abrir los registros de entrada hombre para realizar la limpieza hidromecánica a alta presión flux por flux.
15. Poner en operación la hidrolavadora marca Garden Denver de 800-12000 libras de presión, se utiliza mangueras para alta presión, estas conectadas a lanzas flexibles seguidas por lanzas rígidas que utilizan boquillas rotatorias de 1.5" de diámetro.
16. Entran al cuerpo 2 personas de las 4 asignadas, estas hacen pasar las lanzas rígidas atreves de cada flux del equipo.
17. Lavar las paredes y los espejos de la calandria.
18. Hacer la prueba hidrostática a la calandria (intercambiador de calor) a una presión mayor de la que operan (25-27 libras- evaporadores, 14 libras- cuádruple efecto), para fines de la prueba se utiliza 2 kg/cm² y 1.5 kg/cm² de presión respectivamente en cada equipo.
19. Durante la prueba verificar la existencia de fugas: en la parte superior, inferior de la calandria, en los fluxes; si existen fugas en la parte de los espejos de la calandria seguir los pasos para reemplazar y ajustar fluxes 4.3.
20. Comprobando la no existen fugas en la calandria se procede a cerrar los registros de entrada hombre del equipo y hacerle la prueba hidrostática al cuerpo a una presión de 16 libras, pasando tal prueba el evaporador está listo para trabajar.

4.2 LIMPIEZA INTERNA DE TACHOS

1. Avisar al operador del tacho sobre la limpieza.
2. Abrir la válvula rompe vacío (Si el equipo se encuentra en operación)
3. Descargar el material al porta templeas (Si el equipo se encuentra en operación)
4. Cerrar el agua de alimentación del condensador Multi jet- spray (Si el equipo se encuentra en operación)

5. Verificar que la válvula de alimentación de meladura y semilla estén cerrada.
6. Verificar que la válvula de alimentación de Vapor este cerrada.
7. Realizar los pasos 4.1.9 al 4.1.17
8. Hacer la prueba hidrostática a la calandria (intercambiador de calor) a una presión mayor de la normal 14.7 lb/plg² (normal)- 16 lb/plg² (prueba).
9. En el caso de fluxes flojos o averiados seguir los pasos para reemplazo y ajuste de fluxes 4.3

4.3 REEMPLAZO Y AJUSTE DE FLUXES

La detección de filtración en la calandria se puede determinar en los análisis en laboratorio químico (debido a la variación de parámetros de operación) y en las pruebas hidrostáticas en la calandria.

1. Solicitar a un mecánico para que realice ajustes o cambios.
2. Si fue detectada la avería por medio de los análisis de laboratorio es conveniente realizar la prueba hidrostática a la calandria.
3. Destapar el registro hombre, el mecánico se introduce para marcar los fluxes que han sido afectados.
4. El mecánico y el Ingeniero Encargado del control de equipos de evaporación determinan si necesitan ajuste o remplazo la fluxería, y marcan los fluxes encontrados en mal estado.
5. Si es un flux flojo, el mecánico procede a usar un expansor para 1½” en el caso de evaporadores y pre-evaporadores, en el caso de un Tacho usar expansor de 4”.
6. Si el flux se encuentra dañado, el mecánico debe extraerlo
7. Para extraer un flux se introduce un cincel en los extremos del flux y el espejo de la calandria para quitarle la presión que se formó con el expansor. (se realiza en ambas partes de la calandria arriba y abajo)

8. Una vez flojo se hacen 2 agujeros en las paredes del flux, para sujetarlo a un polipasto y extraerlo.
9. Templar la fluxería de los extremos a una longitud de 20 cm.
10. Lubricar el flux e introducirlo al espejo de la calandria.
11. Una vez que se tiene al nivel que debe ir se utiliza el expansor de 1½” para dejarlo firme al espejo.
12. Eliminando las fugas se procede a realizar de nuevo la prueba, si siguen las fugas pasar al paso 4.3.4, si no existe fugas pasar al paso 4.1.20

4.4 VERIFICACIÓN Y AJUSTE DE VÁLVULAS DE COMPUERTA

Cuando los parámetros que controla determinada válvula se encuentran fuera del margen, es necesaria realizar una inspección a dicha válvula, o cuando los resultados de laboratorio persisten en lecturas que se encuentran fuera de parámetros amerita la acción.

1. Se hace el requerimiento de un mecánico de 2da para realizar la verificación y reparación de la válvula tipo compuerta.
2. Verificar que la línea a la que esta acoplada la válvula no tenga flujo alguno.
3. Desacoplar la válvula y llevarlo a un lugar estable
4. Aflojar la tornillería del cuerpo,
5. Quitar el volante
6. Aflojar la brida del prensa estopas y se extrae el cuerpo
7. Verificar el anillo de asiento, si presenta desgaste reemplazarlo
8. Aflojar la tornillería del prensa estopas y verificar el empaque, si es necesario reemplazar y empacar nuevamente.
9. Checar la cuña o galleta que se encuentre en buen estado (no presente desgaste a los lados o fracturas)

10. En el caso de alguna anomalía con la galleta se avisa al jefe de turno para tomar la decisión de reemplazar o realizarle arreglos a la misma.
11. Revisar el vástago que no esté dañada la rosca, si se localiza algún daño se manda al taller mecánico para hacerle ajustes.
12. Comprobado el buen estado de la galleta, empaque, anillo de asiento y vástago se procede a armar la válvula
13. Introducir la galleta en la caja de la válvula,
14. Verificar el estado de la junta del cuerpo si es necesario cambiarla
15. Ajustar la tornillería de la brida del prensaestopas y el prensa estopas
16. Apretar la tornillería del cuerpo de la válvula
17. Acoplar nuevamente la válvula.

4.1.4.2 Manual de procedimientos para realizar la rutina de inspección en centrifugas

1. DESCRIPCIÓN

El presente documento describe los pasos que se deben seguir para realizar las rutinas de chequeo en el área de centrifugas.

2. OBJETIVO

Describir de manera breve los pasos para realizar las rutinas de chequeo y mantenimiento

3. APLICACIÓN

Chequeo y ajustes en el área de centrifugas

4. PROCEDIMIENTOS

4.1 CENTRIFUGAS DEL AREA A

4.1.1 RUTINA CHEQUEO Y AJUSTE EN CENTRIFUGAS VK-1500 Y C.B.I

- 1 Avisar al ingeniero azucarero en turno que las centrifugas se detendrán para el realizar la rutina.
- 2 Avisar al operador para que saque de operación, lave y deje limpio el equipo.
- 3 Des energizar el tablero del cuarto de control

Revisión de la parte interna de la centrifuga

- 4 Revisar el control de carga
- 5 Revisar la paleta del palpador que no esté rota o dañada.
- 6 Revisar que los tonillos que sujetan la paleta con la flecha de control de carga no se encuentren flojos.
- 7 Revisar que no estén flojas las vías del arado
- 8 Verificar que se encuentren apretados los tonillos que sujetan el cucharon de descarga,
- 9 Ajustar la entrada del arado con respecto a la tela y el piso de la canasta.
- 10 Revisar que los tornillos que soportan el irrigador con respecto a la tapa no se encuentren rotos.
- 11 Destapar las toberas tapadas y se realiza el cambio de las toberas que se encuentren dañadas
- 12 Revisar el estado de la tela
- 13 De igual manera se revisa el buen estado de la contrátela
- 14 Se revisa que la válvula de fondo selle con respecto al piso de la canasta de lo contrario se ajusta los cilindros de la válvula de descarga y si es necesario se cambia el sello de fondo.
- 15 Apretar toda la tornillería del deflector de carga así como las guías de la descarga.

16 Se quita o se remueve el exceso de grasa

Revisión y pruebas en el exterior de la centrifuga

17 Ajustar la tornillería exterior

18 Revisar que no haya fugas en las líneas de aire (ya que la fuga de aire provoca el mal accionamiento de los elementos)

19 Revisar las válvulas de agua que estén lubricadas.

20 Revisar el sistema de descarga en su función vertical y horizontal

21 Probar el funcionamiento del cilindro que actúa el irrigador

22 Revisar el funcionamiento de la charola de goteo

23 Revisar que los sensores que no tengan juego axial

4.2 CENTRIFUGAS DEL ÁREA B Y C

4.2.1 Chequeo y ajustes de rutina de la centrifugas Vk-14

1 Avisar al ingeniero azucarero en turno que la máquina será inspeccionada

2 Detener y lavar la canasta

3 Una vez que se ha limpiado la canasta se abre la el registro y desde fuera el mecánico Checa las telas que estén en buenas condiciones.

4 Checar los tornillos del cono de distribución.

5 Se introduce en el registro y elimina del interior del cono la materia extraña que se rezaga.

6 Estando dentro Verificar que las uñas sujetadoras de la tela y sus respectivos tornillos que la sujetan estén en buena condiciones.

7 Eliminar residuos de escoria que se encuentran en los platos sujetadores de telas.

8 Verificar que no esté dañado el irrigador y limpieza de las espreas del mismo.

- 9 Limpiar el aro deflector de la canasta eliminar el sarro acumulado en el aro deflector de la canasta.

Una vez inspeccionada por dentro y no encontrar averías o problemas se inspecciona la parte exterior de la centrifuga.

- 10 Verificar el buen estado de los ductos de lubricación de centrifugas lubricación forzada.
- 11 Verificar el buen estado de las bandas de la transmisión para el movimiento de las canastas de centrifugas.
- 12 Lubricar con inyector de grasa a presión las cajas de rodamientos.
- 13 En el caso de las centrifugas de lubricación forzada verificar que no exista escurrimientos de aceite en el registro frontal.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE POSIBLES FALLAS

Aplicables para centrifugas Vetek vk-1500 y C.B.I.

<u>Falla</u>	<u>Consecuencias</u>	<u>Medidas de prevención DE POSIBLES FALLAS</u>
Cucharón del descargador: que se llegue a romper o fracturar el cordón de soldadura que sujeta el cucharón de descarga al brazo de descarga	Si la máquina se encuentra a baja velocidad el problema puede ser menor ya que solo se rompería la tela y contrátela. Si la máquina se encuentra trabajando en alta velocidad puede ocasionar un accidente de riesgo alto para la funcionalidad de la máquina y para la vida del operador.	Cada termino de ciclo de zafra se retira esta pieza de la centrifuga y se manda al laboratorio de mantenimiento preventivo, allí se le realiza el análisis de espesores y líquidos penetrantes en el cuerpo y soldadura, de acuerdo con el resultado que refleje dichos análisis se toma la decisión de instalar de nuevo el descargador,

		proceder a su reparación o cambiarlo si es necesario.
Telas y contrátelas: En el caso que se llegue a romper o rasgar la tela o contrátela en la centrifuga	Contrátelas: en el peor de los casos puede generar el desbalanceo de la centrifuga, o vibración de la centrifuga debido a que realizo una carga de material no uniforme. Por parte del material representa una pérdida económica en el proceso, ya que pasaría con las mieles con todo y el grano.	La revisión de la tela y contrátela se realiza de manera visual ya que esta siempre se encuentra expuesta para dicha revisión en el caso de estar dañada o rota se procede a reemplazar (procedimiento de empalme)
Palpador: que se llegue a desprender la paleta del control de carga o que se llegue a romper	Si se rompe o cae la paleta del control de carga y el operador no se da cuenta el derrame de la centrifuga puede ser excesivo, pues este material caería sobre el gusano de azúcar húmeda y detendría el proceso de producción para hacer la limpieza.	Revisar el material con el que ha sido fabricado la paleta del control de carga que no se encuentre fracturada para evitar ruptura, de igual manera se verifica que los tonillos que sujetan a la paleta con la flecha de control de carga se encuentren en buenas condiciones
Irrigador. Que se llegue a romper o tapar las toberas	Si cae rompería la tela y contrátela, se escucharía un fuerte golpeteo.	Verificar que los tonillos que sujeten al irrigador se encuentren en buen estado, así como la soldadura del mismo.
Irrigador (Toberas): si se llegara a tapar una de ellas	El ciclo de lavado seria pobre, el azúcar que se descargaría en tal ciclo tendría un color oscuro, subiría el nivel de impurezas y se revolvería con azúcar que ha sido lavada correctamente.	Verificar que cada una de las espreas estén destapadas, verificar que haya agua en las líneas de agua del equipo, verificar que se encuentren correctamente abiertas las válvulas de agua.
Cono de descarga: que no cierre correctamente	Al momento de la carga se fugaría material directo al gusano de azúcar húmeda	Verificar el buen funcionamiento (apertura y cierre del cono de descarga)

Fondo de descarga	Puede encontrarse roto o que este por debajo de piso de la canasta, la masa cocida pasaría al gusano y mancharía azúcar de las centrifugas de la batería, incluso si no se percata uno de esta falla el azúcar sucia puede llegar hasta el embace.	Verificar que el cono de descarga se encuentre por encima de la canasta (C.B.I) ay que de esta manera se reduce la posibilidad de que pueda pasar masa cocida o sin centrifugar al gusano de azúcar húmeda Monitorear con
-------------------	--	--

Aplicables para centrifugas Vetek Vk-14.

<u>Elemento</u>	<u>Causa</u>	<u>Falla</u>
Canasta cónica	- Elemento distinto a la masa cosida. -Desbalanceo de centrifuga vecina	-Ruptura de la tela o contrátela. -Desbalanceo de la misma canasta
Caja de rodamiento de la canasta	-Falta de grasa -Desbalanceo de la máquina - Polvo dentro de la caja.	-Posible amarre de rodamiento -Daño al rodamiento
Caja de rodamiento de la transmisión	-Mal acoplado -Falta de grasa -Ruptura de una banda	- Desestabilización - Amarre o daños a rodamientos. -Perdida de potencia
Envolvente		
Irrigador	-Agua en malas condiciones -Desbalanceo de la máquina	- Toberas tapadas -Posible ruptura del irrigador
Ducto de alimentación		
Bandas	-Desbalanceo -Daños a los rodamientos de las cajas	-Posible ruptura de las bandas

Motor	-Alteración de la corriente eléctrica.	-Pérdida de potencia -Paro inesperado
Controles	-Mala operación -Oprimir botones por confusión	-Avería del sistema de control -Productos con calidad distinta

4.1.4.3 Manual de procedimiento de actividades de mantenimiento en las bombas verticales y de vacío.

1. DESCRIPCIÓN

El presente documento describe la secuencia de pasos para realizar actividades de mantenimiento en las bombas verticales y de vacío.

2. OBJETIVO

Describir de manera breve los pasos que se deben seguir para realizar actividades de verificación y ajuste en las bombas verticales y de vacío.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Mantenimiento de bombas verticales y de vacío Vaco A-900

4. PROCEDIMIENTOS

4.1 Bomba vertical

4.1.1 Ajuste menor

1. Avisar al ingeniero azucarero en turno que se hará un ajuste a tal bomba.
2. Se pide al eléctrico en turno que desenergice el motor.
3. No es necesario desacoplar el motor.
4. Aflojar la tornillería del prensa estopas.
5. Acomodar el empaque graficado de 3/8"
6. Introducir el prensa estopas a la caja de estopas, se hace presión y se usa un martillo para dar golpes uniformes sobre el prensa estopas, se coloca otra sección de empaque si es necesario y se repite los golpes hasta que llegue a determinado punto, esto varia con la experiencia del encargado.
7. Apretar tornillería del prensa estopas.

4.1.2 Reparación mayor (ruptura de flecha o atasco de un impulsor u otra avería en la parte interna de la bomba)

En el caso de ruptura de la flecha

1. Desenergizar el motor y se da el aviso al encargado eléctrico para desacoplar el motor ya que será removida la bomba de la cisterna.
2. Asegurar el cabezal de descarga con un polipastos, aflojar la tornillería de la base y una vez floja la tornillería levantar la bomba hasta que se vea el tubo de columna 2,
3. Una vez que se ve las bases de asiento que tiene soldado el tubo de columna 2 en la parte exterior, se colocan dos viguetas a cada lado de la

bomba, se asienta las bases de asiento del tubo de columna 2 a ambas viguetas.

4. Se afloja la tornillería que une el cabezal de descarga con el tubo de columna.
5. Una vez que se ha quitado la tornillería levantar el cabezal de descarga y llevarlo a un lugar donde no obstruya el paso.
6. Aflojar el cople que une a la flecha 2 con la flecha1, quitar la flecha 2 (usar el polipasto).
7. El tubo de columna 2 tiene barrenos, allí se usan 2 sujetadores tipo oreja que tiene rosca para asegurarlos con tuercas al polipasto.
8. Levantar la bomba hasta ver las bases de asiento tiene el tubo de columna1, se acercan las viguetas nuevamente y se asientan las bases de asiento a tales viguetas.
9. Aflojar la tornillería que une ambos tubos de columna
10. Levantar el tubo de columna 2, se lleva a un lugar que no obstruya el paso
11. Asegurar el tubo de columna1 con los sujetadores y se levanta la bomba, al levantarla se puede ver los tazones, en el tazón de descarga tiene 2 cavidades en las paredes superiores, para poderlo asentar se utiliza 2 piezas de placa de 1/2", estas placas se introducen en las cavidades del tazón de descarga.
12. Aflojar la tornillería que une el tazón de descarga con el tubo de columna1
13. Se levanta el tubo de columna 1 y se lleva al lugar donde no obstruya el paso.
14. Desacoplar la flecha 1 con la flecha de impulsores.

Si se comprueba que las flechas se encuentran en condiciones de operar se procede al desarme de la bomba.

4.1.3 Procedimiento de desarme de la bomba vertical

1. Asegurar el cono de descarga con los agarres y sacar la bomba,

2. Transportarla al taller de bombas.

Desarmado de la bomba vertical

1. Colocarla en un lugar donde se pueda hacer uso de un polipasto
2. Aflojar la tornillería del cono de descarga con el tazón 2, se asegura el cono con los agarres y se quita el cono, en ese momento queda descubierto el impulsor 3.
3. Aflojar la tornillería de la brida que fija el impulsor tres, se quita la brida, y en seguida el impulsor. Para extraer el impulsor es necesario usar el polipasto.
4. Aplicar los pasos 2 y 3 para el siguiente tazón y finalmente para el tazón de succión.

Al llegar al tazón de succión se puede percatar que algún impulsor se atascó, de lo contrario se revisa cada tazón 1 y 2, tazón de succión y cono de descarga verificando que no exista obstrucción por materiales extraños.

Encontrado el problema, se sigue los pasos de manera inversa iniciando en la colocación de la flecha en el tazón de succión, se debe colocar anti zise en la tornillería y bridas de la bomba, ya que protegerá de corrosiones futuras.

Al igual al ir armando la bomba es necesario comprobar “la carrera” esta será el espacio que queda entre el impulsor y el tazón.

Una vez armada se lleva a la cisterna y se seguir los pasos inversos de reparación mayor de 1.2.14-1.2.1 de forma descendente

4.2 Bomba de vacío

4.2.1 Verificación o Ajuste menor (actividades que no requiere desacoplarlo del motor ni moverlo al taller).

El encargado debe avisar al ingeniero azucarero en turno de la operación a realizar.

Una vez autorizado se desenergiza el motor, se hace el reapriete de tornillería sometida a presión, vibración y tensión.

Si no existen fugas solamente verificar y apretar la turca de presión, en el caso de fugas. Realizar lo siguiente:

1. Avisar al encargado eléctrico para que desacople la bomba del motor
2. Desacoplar la polea de la flecha
3. Aflojar y quitar la tornillería del cabezal (tapa base) lado polea.
4. Reapretar el prensa estopas, si es necesario el remplazo del empaque hacer lo siguiente:
5. Aflojar tornillería de la caja de estopas.
6. Extraer el empaque metalizado
7. Introducir el nuevo empaque, para esto se usara grasa azul, se ajusta en su posición
8. Colocar la caja de estopas, y apretar la misma
9. Colocar el prensaestopas y se ajusta
10. Verificar que el tornillo de presión este en su posición de lo contrario ajustarlo para dejarlo en condiciones de operación.
11. Colocar el cabezal lado polea y se aprieta tornillería del mismo.
12. Acoplar de nuevo la polea con la flecha y se avisa al eléctrico que esta lista, para que acople la bomba al motor.
13. En el caso de fuga excesiva del empaque metálico realizar el reapriete del mismo.

4.2.2 En el caso de alguna avería interna (Ruptura de flecha, mal funcionamiento interno, entre otras).

1. Avisar al encargado de maquinaria, de lo sucedido
2. Avisar al eléctrico para que desacople la bomba del motor
3. Desatornillar la bomba de la base, se trae un medio de transporte, ya que la reparación se realizara en el taller de bombas.
4. Realizar la maniobra necesaria para introducirla a un carrito transportador
5. Llevar dicho equipo al taller de bombas.

4.2.3 Procedimiento de desarme de la bomba de vacío modelo A-900

1. Aflojar la tornillería que unen las barras de tensión, para este paso es necesaria una llave de corona medida: $\frac{3}{4}$ de pulgada.
2. Quitar las chumaceras de ambos lados
3. Quitar el rodamiento 22213 lado polea con el extractor y el rodamiento 22213 lado libre
4. Se extrae con una tuerca fijada al mango
5. Aflojar el preñse (prensa estopas.)
6. Realizar la maniobra necesaria para sentar la bomba por el lado polea a un banco diseñado para tal acción.
7. Quitar el cabezal lado libre
8. Quitar la parte llamada camisa que también se considera una envolvente
9. Extraer el impulsor chico
10. Extraer la tapa intermedia numero 12
11. De igual forma como la anterior se extrae la tapa numero 11
12. Quitar el impulsor Grande
13. Extraer la camisa grande o envolvente
14. Queda libre la flecha lado polea plato numero 10
15. Para extraer el plato numero 10 sacar el fijador de preñse

16. Desatornillar 2 tornillos con llaves Allen numero 10

Después de que la bomba queda totalmente desarmada se procede a verificar las siguientes partes de la bomba:

- Cabezal de entrada
- Cabezal de salida
- Taza numero 10
- Taza numero 11
- Taza numero 12
- Taza numero 13
- Flecha

Cada elemento se verifica que no tenga desgaste excesivo o fisura, de lo contrario se verá la conveniencia de cambiarlo.

Si el problema ha sido causado por el movimiento de algunos de los elementos antes mencionados, la avería se considerara resuelta, de lo contrario se verificara que los tubos de entrada, salida de agua y vacío no se encuentren obstruidas,

Una vez resuelto el problema se procede a armar la bomba siguiendo los pasos del procedimiento de desarme del 16 a 1 en forma descendente.

1. Realizar la maniobra necesaria para ponerla en el medio de transporte y llevarla al lugar que pertenece.
2. Realizar la maniobra necesaria para dejarla en su lugar asegurarla con la tornillería de la base.
3. Avisar al eléctrico que realice el acoplamiento con el motor
4. Una vez acoplada se avisar al jefe de turno azucarero que esta lista la bomba para operar se realiza la prueba y en el caso de que persista el fallo

comunicarse con el proveedor o taller externo, si es una avería menor seguir los pasos que requiera.

5.- Problemas y soluciones básicas

Vertical		
Problema	Causa	Solución
El motor no arranca	Bajo voltaje	
Trabaja pero no succiona	Bajo nivel del agua	Sol temporal cerrar parcialmente la válvula de descarga, aumentar el retorno de agua Sol permanente alargar la columna
Fuertes golpes a la válvula de retención	Dejar entrar aire a la columna durante el paro	Evitar que el aire entre a la columna, cerrado la válvula de descarga al momento de detener el motor
Función deficiente	Cojinetes lineales y el eje no estén bien alineados	Evitar fuerzas laterales y verificar la cimentación donde se asienta la bomba
Rápido desgaste del empaque	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de Sulfuros y sulfatos en aguas • tipo de empaque. • No emplear pre lubricación 	Muestrear agua de la cisterna y ver cómo reaccionan los tipos de empaques en tales.

Vacío		
Problema	Causa	Solución
La bomba no arranca	Bajo voltaje	
Cavitación	Líquido de servicio en exceso	Regular el paso de agua en la bomba
Vacío ineficiente	Suministro ineficiente de líquido. Baja velocidad. Fuga en la línea de succión.	Regular el paso de agua en la bomba

Calentamiento, vibración	Líquido de servicio muy caliente Líquido de servicio en exceso Desalineamiento del cople	Regular el paso de agua en la bomba. Suministrar líquido con temperatura baja
Alto consumo de potencia	Líquido en exceso. Desalineamiento del cople	Regular el paso de agua en la bomba. Alinear cople
Fuga en el prensa estopas	Líquido de servicio en exceso. Empaque del presa estopas desgastado	Cambiar prensa estopas. Lubricar empaque.

4.1.5 Programas de mantenimiento

Dounce (2007:18) menciona, la nueva filosofía del mantenimiento determina que solo hay dos estados de mantenimiento industrial:

1. El estado de mantenimiento preventivo; el satisfactorio está trabajando bien
2. El estado de mantenimiento correctivo, el satisfactorio no está trabajando bien.

Dounce da a conocer los conceptos de preservación y mantenimiento, la conservación se compone de 2 importantes ramas: la preservación y el mantenimiento; la primera será enfocada al equipo y la segunda enfocada al servicio que proporciona el equipo.

4.5.1 Programa de conservación para evaporadores y tachos

		Programa de preservación y mantenimiento mensual para el área de Evaporación y cristalización																											
		1							2							3							4						
Actividad		L	M	M	J	S	V	D	L	M	M	J	S	V	D	L	M	M	J	S	V	D	L	M	M	J	S	V	D
		Limpieza al área de evaporación	P	■			■			■			■			■			■			■			■			■	
	R																												
Limpieza al área de Tachos	P	■			■			■			■			■			■			■			■			■			
	R																												
Verificación del buen funcionamiento de evaporadores	P	■			■			■			■			■			■			■			■			■			
	R																												
Verificación del buen funcionamiento de Tachos	P		■					■				■				■				■				■				■	
	R																												
Chequeo de válvulas primordiales	P				■						■					■						■						■	
	R																												
Limpieza interna de Evaporadores y Tachos	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	R																												
Chequeo a condensadores	P	■									■											■						■	
	R																												

Actividad programada
 Sin actividad programada

4.5.2 Programa de conservación para centrifugas

		Programa de preservación y mantenimiento mensual para el área de centrifugas																											
		Mes:														Revisó:													
Actividad		1							2							3							4						
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Rutina de inspección A	P	■			■			■			■			■			■			■			■			■			
	R																												
Rutina de inspección B	P		■					■				■				■				■				■				■	
	R																												
Rutina de inspección C	P		■					■				■				■				■				■				■	
	R																												
Lubricación a presión A	P				■						■					■						■						■	
	R																												
Lubricación a presión B	P				■						■					■						■						■	
	R																												
Lubricación a presión C	P				■						■					■						■						■	
	R																												
Limpieza en A	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	R																												
Limpieza en B y C	P	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	R																												

Actividad programada
 sin actividad programada

4.5.3 Programa de conservación para bombas de servicio o suministro.

		Programa de preservación y mantenimiento mensual de las bombas de servicio a Tachos, evaporadores y condensadores																													
		Mes:														Revisó:															
Actividad		1							2							3							4								
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D		
Rotación de las bombas verticales	P	■			■			■				■				■				■				■				■			
	R																														
Limpieza en controles de bombas verticales	P	■					■				■					■					■					■					
	R																														
Chequeo del estado de las bombas verticales y de vacío	P			■				■				■				■					■					■					
	R																														
Limpieza en bombas de vacío	P	■					■				■					■					■					■					
	R																														
Reajuste a las bombas (verticales y vacío)	P				■						■					■					■					■					
	R																														

Actividad programada
 Sin Actividad programada

4.5.4 Programa de verificación para condensadores

		Programa de verificación para condensadores																												
		Bimestre:														Revisó:														
Actividad		1							2							3							4							
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	
Verificar el funcionamiento de las válvulas							■						■							■										
Posición de las válvulas																														
Registrar el vacío que proporciona		■						■																						
Registro de condensadores que se encuentran en uso		■																												
Registrar el número de bombas verticales que estén en servicio		■																												

Las programaciones anteriores abarcan actividades de limpieza, actividades de inspección y recopilación de datos; la limpieza ayuda a preservar el equipo, se evitan corrosiones, mal aspecto entre otros; las actividades de inspección se han programado de una manera aleatoria, que cumpla el objetivo de pronosticar o detectar fallas antes que estas se presenten; la recopilación de datos servirán como indicador para la toma de dediciones en un futuro, ya que se sabrá cuando inician las variaciones causadas por elementos dañados.

4.2 Sección administrativa del plan

Es necesario controlar y dirigir lo que se ha planeado para ello se han diseñado formatos que serán herramientas para verificar y monitorear el plan, a continuación se da a conocer los formatos propuestos para tales acciones.

4.2.1 Formato de orden de trabajo

El siguiente formato se propone con el fin de archivar y conseguir un historia de órdenes de trabajo.

Orden de trabajo	Fecha:		Departamento:	
Descripción de actividades.	personas	categoría	Horas necesarias	Costo por hora
observaciones				

4.2.2 Control de materiales

El siguiente es un formato propuesto para el control de materiales o insumos usados en cada área, con el objetivo de estandarizar los materiales usados en cada zafra.

Control de inventarios utilizados en zafra			
Del mes:	Equipo:	Área:	
Al:	Verificó:		
Material o insumo:	Usado en:	Piezas. necesaria por zafra:	

4.2.3 Presupuesto del mantenimiento

La siguiente figura es el formato de presupuesto de mantenimiento, esto con el fin de tener un estimado del costo de mano de obra en cada área durante un mes determinado.

	Presupuesto de mano de obra necesaria mensual	Mes:	
	Verifico:		
Área:	Categoría/ actividad	Días-Horas	

4.3 Medición del plan de mantenimiento

Ya que es necesario medir el programa de conservación con el fin de afinarlo y así aprovechar al máximo los recursos, muestra a continuación un formato para

CAPÍTULO 5. RECOMENDACIONES

- En el área de evaporación es conveniente realizar un análisis de incrustaciones para tener una programación de las limpiezas aún más eficaz y eficiente.
- Hacer las modificaciones correspondientes a las programaciones, hojas de verificación y bitácoras propuestas, con el fin de adaptación a la empresa y seguirlas con disciplina y constancia.
- Seguir un historial o bitácora adecuado con el fin de obtener datos pasados que sirvan para tener bases para la toma de decisiones.
- Promover un ambiente de trabajo en equipo, ya que la empresa es uno solo, cada departamento forma parte de la empresa.
- Dar a conocer la nueva filosofía del mantenimiento (conservación industrial)
- Enfocarse a corregir las causas y no los efectos de un evento.
- Afinar el plan propuesto con la herramienta mantenimiento basado en las condiciones para ser más certero en las inspecciones y actividades de mantenimiento y preservación.

CONCLUSIÓN

Al desarrollar un proyecto de nivel profesional se enfrenta con la realidad del grado de dificultad que tiene la aplicación de las herramientas aprendidas y usadas dentro del salón de clases, pareciera ser que es muy fácil desarrollar una de ellas en cualquier empresa, pero esta necesita de mucha investigación así como empeño perseverancia y perfecto conocimiento de la empresa.

Al desarrollar el plan de mantenimiento preventivo me percate de la importancia que tiene realizar el mantenimiento en una empresa y más como lo es la Cía. azucarera la fe S.A de C.V.; en algunas empresas los gerentes o dueños de ellas ven al mantenimiento como un gasto, pues tienen un concepto equivocado del mantenimiento ya que este es una inversión a largo plazo.

Durante la estancia en la compañía, los conocimientos que he adquirido son muchos y buenos, la generosidad del personal sindicalizado y no sindicalizado ha logrado tal suceso, con seguridad puedo decir que conozco el departamento de elaboración no del todo como lo conoce un ingeniero azucarero o auxiliar del área.

El mantenimiento ha ido evolucionando conforme las necesidades de las empresas, cada una tiene diferente estructura, tamaño y procesos, es por ello que hay una clasificación amplia del mantenimiento.

se puede decir que esta investigación y diseño aún puede ser mejorada a detalle empleando el mantenimiento basado en las condiciones ya que ese tipo de mantenimiento adecuara las actividades en el tiempo necesario y no como lo recomiende el fabricante, aunque la experiencia del operario y los encargados del área también ha sido buena referencia para realizar la programación.

GLOSARIO

- **Grados Brix:** Los grados Brix (símbolo °Bx) sirven para determinar el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido. Dicho de otro modo, en 100 g de solución hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua.
- **Múltiple efecto:** El acoplamiento de una serie de cuerpos del evaporador en un sistema de múltiple efecto es una cuestión de tuberías de interconexión y no de la estructura de las unidades individuales. La numeración de los efectos es independiente del orden en el que las disoluciones entren como alimentación de los mismos.
- **Evaporador:** Se conoce por evaporador al intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica.
- **Fuerza centrífuga:** Es la fuerza que se pone de manifiesto en los movimientos rotatorios y que tiende a impulsar al objeto hacia el extremo de la curva. Aumentando la velocidad de rotación del cuerpo, su valor tiende a crecer.
- **Templa:** Producto que se obtiene de cristalizadores, la templa contiene cristales de azúcar y licor madre o mieles.
- **Escala Baume:** La escala Baume es una escala usada en la medida de las concentraciones de ciertas soluciones (jarabes, ácidos
- **Lubricación:** La lubricación o lubricación es el proceso o técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra, interponiendo para ello una sustancia entre ambas denominada lubricante que soporta o ayuda a soportar la carga (presión generada) entre las superficies enfrentadas.
- **Mantenimiento preventivo:** En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza

en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

- **Plan:** Programa detallado de la realización de una cosa y conjunto de medios para llevarla a cabo: plan económico de desarrollo; el plan quinquenal de la antigua Unión Soviética pretendía alcanzar determinados logros de progreso económico en periodos de cinco años.
- **Programa:** Programación es la acción y efecto de programar. Este verbo tiene varios usos: se refiere a idear y ordenar las acciones que se realizarán en el marco de un proyecto; al anuncio de las partes que componen un acto o espectáculo; a la preparación de máquinas para cumplan con una cierta tarea en un momento.
- **Manual:** Un manual es una publicación que incluye lo más sustancial de una materia. Se trata de una guía que ayuda a entender el funcionamiento de algo. Un usuario es, por otra parte, la persona que usa ordinariamente algo o que es destinataria de un servicio.
- **Cristalización:** La cristalización es la etapa más importante del proceso. La cristalización es una operación básica utilizada para purificar, clasificar por tamaño o para obtener un producto final mejorado. Para la obtención del azúcar, la cristalización se realiza en evaporadores llamados tachos, donde a su vez existen una serie de etapas: tacho preparado, carga, concentración I, concentración II, siembra, estabilización, cocción, apretado, espera, ruptura de vacío, descarga y limpieza/lavado.
- **Condensadores térmicos:** Es un intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, pasando de estado gaseoso a estado líquido, el otro se calienta. Se fabrican en tamaños y disposiciones diversas para ser empleados en numerosos procesos térmicos.
- **Ingenios azucareros:** Se denomina ingenio azucarero o simplemente ingenio a una antigua hacienda colonial americana (con precedentes en las Islas Canarias) con instalaciones para procesar caña de azúcar con el objeto de obtener azúcar, ron, alcohol y otros productos.

Tiene su antecedente en el trapiche, cuya escala de producción era muy pequeña y, a su vez, el ingenio vino a ser sustituido por las grandes centrales azucareras modernas que se desarrollaron en el siglo XX. Aunque la caña de azúcar no es un cultivo autóctono americano, y fue introducido en América por los españoles, portugueses y otros europeos, se adaptó rápidamente a las tierras intertropicales americanas, hasta el punto de que los mayores productores mundiales de azúcar se encuentran en este continente (Brasil, especialmente).

- **Sistema de 3 templeas con doble semilla:** proceso de fabricación de granos de azúcar con el objetivo de elevar las purezas de la sacarosa por medio de 3 cocimientos, en tres tipos de tachos A, B y C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cuatrecasas, Luis, (2003); “TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción”; Editorial. Gestión 2000; Barcelona, España; Pp. 163-181.

Dounce, Villanueva E.; (2009); “La Productividad en el Mantenimiento Industrial” Editorial Patria; México, D.F.; Tercera edición; Pp. 124,154-157.

Gómez, de León C. E.; (1998); “Tecnología Del Mantenimiento Industrial”; Editorial Murcia; España; Pp.25-36.

Hugot, E. ;(1964); “Manual para Ingenieros Azucareros”; Editorial Cecsa; México D.F.; Segunda edición; Pp. 346-350,438, 561-570.

Morrow, L. C. (1974); “Manual de Mantenimiento Industrial”; Editorial. McGraw Hill; México; Pp. 105-110, 347-350.

Sacristán, Rey F. ;(2001); “Manual De Mantenimiento Integral En La Empresa”; editorial FC EDITORIAL; España; Pp. 112-119.

Viejo, Zubicara M. y Álvarez, Fernández J.; (2005); “Bombas teoría, diseño y aplicaciones”; Editorial Limusa S.A de C.V.; México D.F.; Pp. 14, 36-52

Páginas en internet

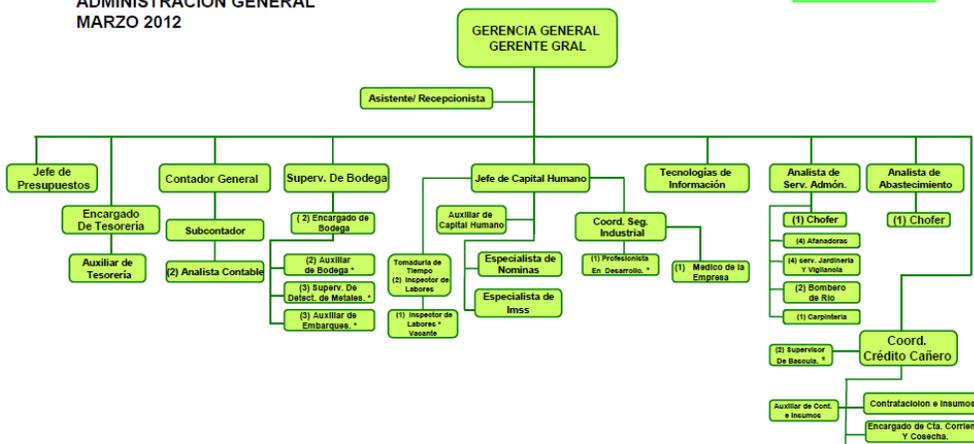
- <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Errores+habituales+en+la+elaboracion+de+planes+de+mantenimiento>
- <http://es.scribd.com/doc/49770142/TRABAJO-CRISTALIZACION>
- <http://www.mantenimientogeneral.com/Manual/Desarrollo.htm>

- http://www.bombasdevacio.com.mx/desgloce_partes.html
- http://www.ecured.cu/index.php/Mantenimiento_preventivo_planificado
- <http://ebookbrowse.com/tabla-codigo-maquina-y-codigo-trabajo-doc-d261163569>

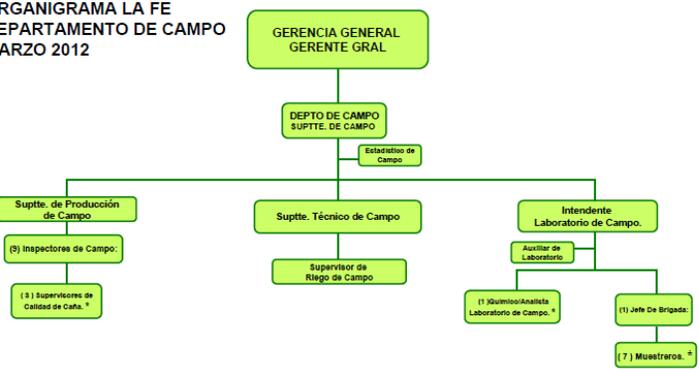
ANEXOS

Anexo A Organigrama de las áreas de la Cía. Azucarera la FE S.A de C.V

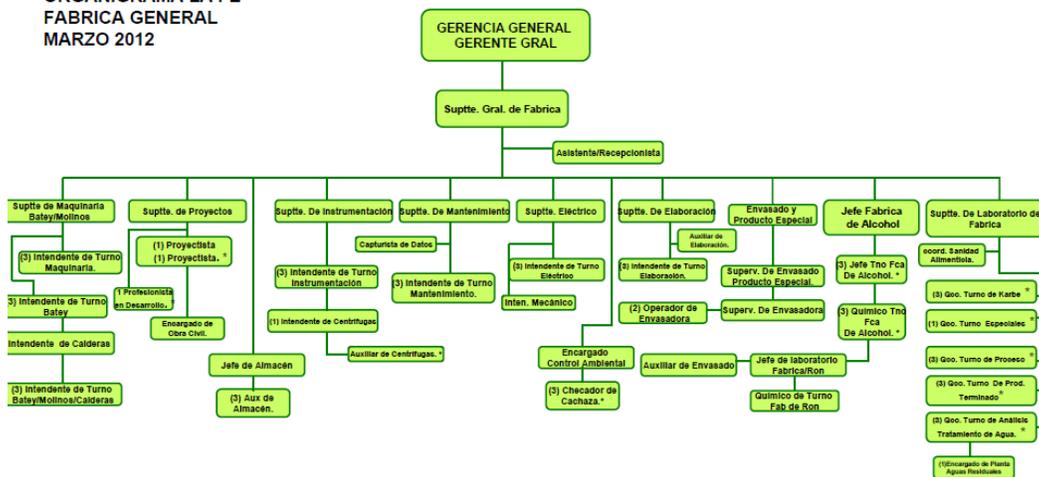
ORGANIGRAMA LA FE
ADMINISTRACION GENERAL
MARZO 2012



ORGANIGRAMA LA FE
DEPARTAMENTO DE CAMPO
MARZO 2012



ORGANIGRAMA LA FE
FABRICA GENERAL
MARZO 2012



Anexo B Tablas del código máquina y código trabajo

CÓDIGO MÁQUINA	CONCEPTO
10	Recursos vitales: Aquellos que influyen en más de un proceso, o cuya falla origina un problema de tal magnitud que la alta dirección de la empresa no está dispuesta a correr riesgos. Por ejemplo: líneas de distribución de vapor, gas, aire, calderas, hornos, o subestación eléctrica.
9	Recursos importantes: Aquellos que, aunque están en la línea de producción, su función no es vital, pero sin ellos no puede operar adecuadamente el equipo vital y además, no existen máquinas redundantes o de reserva, como polipasto, grúas, frigoríficos, transporte de material hacia las líneas de producción, etc.
8	Recursos duplicados situados en la línea de producción: Similares a los anteriores (9), pero de los cuales existe reserva.
7	Recursos que intervienen en forma directa en la producción: Como dispositivos de medición para control de calidad, equipos de prueba, equipos para manejo de materiales, y máquinas de inspección, entre otros.
6	Recursos auxiliares de producción sin reemplazo: Tales como equipo de aire acondicionado para el área de pruebas, equipos móviles, equipo para surtimiento de materiales en almacén.
5	Recursos auxiliares de producción con reemplazo. Similares al punto anterior, (6), pero que sí tienen reemplazo.
4	Recursos de embalaje y pintura: Como compresoras, inyectoras de aire, máquinas de pintura de acabado final, y todo aquello que no sea imprescindible para la producción y de lo que además, se tenga reemplazo.
3	Equipos generales: Unidades de transporte de materiales o productos, camionetas de carga, unidad refrigeradora, equipos de recuperación de desperdicios, etc.
2	Edificios para la producción y sistemas de seguridad: Alarmas, pasillos, almacenes, calles o estacionamientos.
1	Edificios e instalaciones estéticas: Todo aquello que no participa directamente en la producción, jardines, campos deportivos, sanitarios, fuentes, entre otros.

CÓDIGO TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS
10	Paros: Todo aquello que se ejecute para atender las causas de pérdida de servicio de la calidad esperada, proporcionado por las máquinas, instalaciones y construcciones, vitales e importantes; o aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdidas de vidas humanas o afectaciones a la integridad física de los individuos.
9	Acciones preventivas urgentes: Todo trabajo tendente a eliminar los paros o conceptos discutidos en el punto anterior (10) que pudieran seguir en inspecciones, pruebas, avisos de alarmas, etc.
8	Trabajos de auxilio a producción: Modificaciones tendentes a optimizar la producción, o surgidas por cambio de producto, o para mejorar el mismo.
7	Acciones preventivas no urgentes: Todo trabajo tendente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto (10), tales como lubricación, atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir la labor repetitiva, entre otros.
6	Acciones preventivas generales: Todo trabajo tendente a eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes, y donde no se hayan visualizado posibles fallas.
5	Acciones rutinarias: Trabajos en máquina o equipos de repuesto, en herramientas de conservación y en rutinas de seguridad.
4	Acciones para mejoría de la calidad: Todo trabajo tendente a mejorar los resultados de producción y de mantenimiento.
3	Acciones para la disminución del costo: Todo trabajo tendente a minimizar los costos

	de producción y conservación que no esté considerado en ninguna de las anteriores categorías (mejora del factor de potencia eléctrica en la fábrica, disminuir la temperatura de la caldera del suministro de agua caliente en verano, etc.)
2	Acciones de salubridad y estética: Todo trabajo tendente a asegurar la salubridad y conservación de muebles e inmuebles donde el personal de limpieza no puede intervenir, debido a los riesgos o delicadeza del equipo por atender (pintura, aseo o desinfección de lugares como subestación eléctrica y salas de computación, entre otros).
1	Acciones de aseo y orden: Trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento de mantenimiento.

Anexo C Fotos del de ayuda para la descripción del proceso de fabricación de azúcar



1. Plantío de caña
2. Corte de caña
3. Alce de caña
4. Acarreo de la caña
5. Alimentación a la fabrica
6. Alimentación al molino
7. Molino
8. Calentadores
9. Clarificadores
10. Evaporadores
11. Tachos
12. Centrifugas
13. Secador
14. Embazado
15. bodega

Anexo D

Formatos de hojas de verificación y registro de datos del área de centrifugas

	Chek list para la limpieza de cuádruples y tachos												Mes						
Reviso:																			
Actividad a verificar	03/12/2012		06/12/2012		09/12/2012		12/12/2012		15/12/2012		18/12/2012		21/12/2012		24/12/2012		27/12/2012		30/12/2012
<i>Evaporación</i>																			
Limpieza de los pasillos																			
Limpieza de comedor																			
Limpieza de derrames en equipos																			
Limpieza de válvulas esenciales																			
<i>Tachos</i>																			
Limpieza de los pasillos																			
Limpieza de muestrero																			
Limpieza de comedor																			
Limpieza de mingitorio																			
Limpieza parcial de los tachos																			
Limpieza de derrames en equipos																			
Limpieza de válvulas esenciales																			

- A Limpios
- B Limpieza baja
- C Sin limpieza

Actividad \ Fecha	03/12/2012		06/12/2012		09/12/2012		12/12/2012		15/12/2012		18/12/2012		21/12/2012		24/12/2012		27/12/2012		30/12/2012
Recoleccion de parametros de operación																			
Ajuste de parametros si es necesario																			
Comprobación de cantidad de jugo en los fluxes (1/3)																			
Recoleccion de datos de jugo y meladura																			
verificar los parametros operación de las bombas de																			

- V Verificado y ajustado
- / Mantenimiento correctivo
- x No revisado
- R Realizado

Recoleccion de parametros de operación							Mes:			
Fecha	03/12/2012	06/12/2012	09/12/2012	12/12/2012	15/12/2012	18/12/2012	21/12/2012	24/12/2012	27/12/2012	30/12/2012
Temperatura en cuerpo										
Temperatura en calandria										
Vacio o Presion										
Porcentaje de su capacidad										

Revisó:		Mes:														
Actividad \ Fecha		03/12/2012	08/12/2012	12/12/2012	17/12/2012	21/12/2012	26/12/2012									
Recoleccion de parametros de operación																
Comparacion de parametros recopilados con ideales (ajustar si es necesario)																
Recopilar los tiempos que se ha empleados para el cocimiento																
Verificacion de flujo de vapor																
verificar los parametros operación de las bombas de vacio																
		V	Verificado y ajustado													
		/	Mantenimiento correctivo													
		x	No revisado													
		R	Realizado													

Recoleccion de parametros de operación						Tacho:	
Fecha	03/12/2012	08/12/2012	12/12/2012	17/12/2012	21/12/2012	26/12/2012	
Temperatura en cuerpo							
Temperatura en calandria							
Vacio							
El material esta en la Mirilla							

		Hoja de verificación del buen funcionamiento y estado de valvulas primordiales tachos				
Revisó:						Mes:
Valvula\ Fecha	07/12/2012	13/12/2012	20/12/2012	25/12/2012	29/12/2012	Observaciones
Tacho:						
Entrada de vapor						
Valvula de pie de alimentacion						
Entrada de agua a la calandria						
Entrada de agua al cuerpo						

		Hoja de verificación del buen funcionamiento y estado de valvulas primordiales evaporadores				
Revisó:						Mes:
Valvula/ Fecha	07/12/2012	13/12/2012	20/12/2012	25/12/2012	29/12/2012	Observaciones
Evaporador:						
Salida de gases incondensables						
Salida de condensadors						
Alimentacion						
Entrada de vapor						

V Verificado y ajustado
/ Mantenimiento correctivo

	Registro de parametros de operación y accionamiento de valvulas automaticas y manúales de condensadores multi jet spray						
	Del mes:		al		Revisó:		
Actividad	04/12/2012	08/12/2012	13/12/2012	20/12/2012	25/12/2012	29/12/2012	Observaciones
Registro del vacio.							
Condensador 1							
Condensador 2							
Condensador 3							
Condensador 4							
Condensador 5							
Condensador 6							
Condensador 7							
Condensador 8							
Condensador 9							
Condensador 10							
Comprobacion del funcionamiento de valvulas							
Condensador 1							
Condensador 2							
Condensador 3							
Condensador 4							
Condensador 5							
Condensador 6							
Condensador 7							
Condensador 8							
Condensador 9							
Condensador 10							

Actividad	Programa de verificación para condensadores																																															
	Bimestre:														Revisó:																																	
	1				2				3				4				1				2				3				4																			
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D						
Verificar el funcionamiento de las válvulas																																																
Posición de las válvulas																																																
Registrar el vacío que proporciona																																																
Registro de condensadores que se encuentran en uso																																																
Registrar el número de bombas verticales que estén en servicio																																																

Fecha	Registro de datos condensadores														
	04/12/2012			11/12/2012			18/12/2012			25/12/2012			31/12/2012		
	RVP	RCU	BS	RVP	RCU	BS	RVP	RCU	BS	RVP	RCU	BS	RVP	RCU	BS
Tacho 1															
Tacho 2															
Tacho 3															
Tacho 4															
Tacho 5															
Tacho 6															
Tacho 7															
Tacho 8															
Tacho 9															
Tacho 10															
Cuadruple A															
Cuadruple B															
Cuadruple C															

RVP Registrar el vacío que proporciona
RCU Registro de condensadores que se encuentran en uso
BS Registrar el número de bombas verticales que estén en servicio

V Verificado y ajustado
/ Mantenimiento correctivo
x No revisado
R Realizado

Formatos de hojas de verificación y registro de datos del área de centrifugas

Hoja de Verificación para la Rutina de Mantenimiento en Centrifugas de A															
Revisó:															
Mes:						Centrifuga:									
Actividad / Fecha						03/12/2012	06/12/2012	09/12/2012	12/12/2012	15/12/2012	18/12/2012	21/12/2012	24/12/2012	27/12/2012	30/12/2012
Control de carga															
Revisar la paleta del palpador															
Checar la tornillería que sujeta la flecha y paleta del ctrl de carga															
Descargador															
Revisar el sistema de descarga función vert. y horiz.															
Checar que no se encuentren fugas las vías del arado															
Verificar tornillería que sujetan el cucharón de descarga															
Ajustar el cucharón conforme a la tela y el piso															
Irrigador															
Revisar la tornillería que sujeta el irrigador con respecto a la tapa															
probar el cilindro que actúa al irrigador															
Destapar toberas															
Cambiar toberas dañadas															
Revisión de la parte interna de la centrifuga															
Revisión de tela															
Cono de descarga															
Revisión de la válvula de fondo cello con respecto al piso de la canasta															
Ajuste de los cilindros del cono de descarga															
Otros de la centrifuga															
Revisión de funcionamiento de la charola de goteo															
Reapriete de la tornillería del deflector de carga															
Reapriete de la tornillería de las guías de descarga															
Exterior															
Se quita o remueve el exceso de grasa															
Revisión de sensores (no tengan juego axial)															
Revisión de las líneas de aire (permanescan sin fugas)															
Revisar las válvulas de agua (no les falte lubricación)															

- V** Verificado y ajustado
- /** Mantenimiento correctivo
- X** No revisado
- R** Realizado

	Lista de chequeo para la limpieza del area centrifugas de A y									
	Mes:									
	1						4			
Programado	03/12/2012	06/12/2012	09/12/2012	12/12/2012	15/12/2012	18/12/2012	21/12/2012	24/12/2012	27/12/2012	30/12/2012
<i>Área de las Vetek Vk-1500</i>										
Limpieza del pasillo										
Limpieza de tapa de c/centrifuga										
Limpieza de accionadores										
Limpieza de caballete										
Limpieza de cubículo										
Limpieza de tablero de control										
limpieza de cabina de control										
<i>Área de las C.B.I.</i>										
Limpieza del pasillo										
Limpieza de tapa de c/centrifuga										
Limpieza de accionadores										
Limpieza de cubículo										
Limpieza de tablero de control										
limpieza de la cabina de control										
Limpieza de escaleras y pasillo										

- A Limpios
- B Limpieza baja
- C Sin limpieza

		Lista de chequeo para la limpieza del area centrifugas de A y controles								
Mes:										
Revisó:										
Programado	04/12/2012	07/12/2012	10/12/2012	13/12/2012	16/12/2012	19/12/2012	22/12/2012	25/12/2012	28/12/2012	
	M	V	L	J	D	M	S	M	V	
Area de centrifugas continuas de B y C										
Limpieza del pasillo principal										
Limpieza de tapa de c/centrifuga										
Limpieza de c/envolvente										
Limpieza de cubiculo										
Limpieza de tablero de control										

- A Limpios
- B Limpieza baja
- C Sin limpieza

Formatos de hojas de verificación y registro para bombas verticales y de vacío

		Programa de rotacion de las bombas verticales																								Fecha:			
Bomba	Fecha	03/12/2012	04/12/2012	05/12/2012	06/12/2012	07/12/2012	08/12/2012	09/12/2012	10/12/2012	11/12/2012	12/12/2012	13/12/2012	14/12/2012	15/12/2012	16/12/2012	17/12/2012	18/12/2012	19/12/2012	20/12/2012	21/12/2012	22/12/2012	23/12/2012	24/12/2012	25/12/2012	26/12/2012	27/12/2012	28/12/2012	29/12/2012	30/12/2012
Vertical 1		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vertical 2		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vertical 3		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vertical 4		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Programado		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Verificacion del empaque		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

En operacion
 Stan bye

		Hoja de verificacion para la limpieza de controles de bombas verticales																								Fecha:			
	Fecha																												
Limpiar el arrancador de las bombas																													
Limpiar el tablero de control de las bombas																													
Limpieza superficial de los motores de las bombas																													

- A Limpios
- B Limpieza baja
- C Sin limpieza

		Hoja de registro de las condiciones para bombas verticales y de vacio																								Fecha:				
Actividad	Fecha	Revisó:																												
Fluido filtrado del prensa estopas	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	
	v4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2
	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2
	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4
Verificacion de la capacidad en uso	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	
	v4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2
	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2
	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4
Estado de la bomba	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	v3	v1	v2	
	v4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2	vc4	vc1	vc2
	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2	vc3	vt1	vt2
	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4	vt3	vt4

v Vertical
 vc Vacio cuadruple
 vt Vacio tacho

