



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE PREPARACIÓN DE LA FÁBRICA DE ALIMENTOS KERN DE GUATEMALA

Erick Estuardo Vásquez Corado

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, mayo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL
ÁREA DE PREPARACIÓN DE LA FÁBRICA DE
ALIMENTOS KERN DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ERICK ESTUARDO VÁSQUEZ CORADO

ASESORADO POR EL INGENIERO EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÀREA DE PREPARACIÒN DE LA FÀBRICA DE ALIMENTOS KERN DE GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 15 de enero de 2005.

ERICK ESTUARDO VÀSQUEZ CORADO

DEDICATORIA

A MI SEÑOR

El cual, siendo en forma de Dios, no estimó el ser igual a Dios como cosa a que aferrarse, sino se despojó a sí mismo, tomando forma de siervo, hecho semejante a los hombres y estando en condición de hombre, se humilló a sí mismo, haciéndose obediente hasta la muerte y muerte de cruz. Por lo cual, Dios, también, le exaltó hasta lo sumo y le dió un nombre que es sobre todo nombre. Y Dios habiéndonos dado a cristo, con el, nos dió todas las cosas, por esto, hoy mi Señor, te dedico el final de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

MI SEÑOR	Por permitirme llegar al final de mi carrera universitaria.
MIS PADRES ESPIRITUALES	Sergio y Leticia de Enríquez, por criarme y formarme bajo su sombra
MI MADRE	Eugenia Corado, por el esfuerzo y apoyo mostrado durante toda mi vida.
MIS AMIGOS Y PASTORES	Jorge y Ligia de Imeri, por ser la extensión paternal de mi apóstol hacia mi.
MINISTROS Y SIERVOS DE LA IGLESIA EBENEZER	Por estar dispuestos al servicio del Señor y de su pueblo.
MI ASESOR	Por el apoyo mostrado
MIS HERMANOS	Por ser parte de mi vida y un ejemplo para mi.
MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO	Por la ayuda durante mi carrera y el desarrollo de mi EPS.
MIS AMIGOS	Por la ayuda brindada.

MIS CENTROS DE ESTUDIO

USAC, Universidad de San Carlos.

INCV, Instituto Central para Varones.

INEB, San Rafael la Laguna.

Escuela nacional numero 437.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	X
INTRODUCCIÓN	XI

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

- 1.1. Descripción del Departamento de Mantenimiento
 - 1.1.1. Área de Kern
 - 1.1.2. Área de Ducal
 - 1.1.3. Área de Tetra Pak
 - 1.1.4. Área de Salsa

- 1.2. Descripción del área de Preparación
 - 1.2.1. Descripción del área de Fajas de Molienda
 - 1.2.2. Descripción del área de Evaporador
 - 1.2.3. Descripción del área de Aséptico
 - 1.2.4. Descripción del área de Serpentes de Preparación

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Análisis FODA sobre el área de preparación

2.1.1 Definición de estrategias

2.2 Procesos de preparación de producto en la industria alimenticia

2.2.1 Intercambiadores de Calor

2.2.2 Evaporadores

2.2.3 Serpentes de preparación

2.2.4 Tubería

3. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL ÁREA DE PREPARACIÓN

3.1 Fichas técnicas de los equipos

3.2 Rutinas de mantenimiento

3.3 Cronograma de mantenimiento

3.4 Estimación de stock de repuesto

3.5 Ordenes estandarizadas de trabajo

3.6 Rehabilitación de áreas abandonadas

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

01. Organigrama del departamento de mantenimiento	02
02. Diagrama general línea 21	04
03. Diagrama evaporador	14
04. Intercambiador de doble tubo	25
05. Intercambiador de calor de tubos y coraza	27
06. Intercambiador de calor 1-1	29
07. Intercambiador 1-2	30
08. Intercambiador de calor 2-4	31
09. Evaporador de simple efecto	34
10. Evaporador con alimentación hacia adelante	35
11. Evaporador con alimentación en retroceso	36
12. Evaporador de tubos largos flujo ascendente	39
13. Evaporador de circulación forzada	41
14. Evaporador de película agitada	42
15. Condensador barométrico	44
16. serpentín de agitación	47
17. Agitadores para líquidos de viscosidad moderada	50
18. Agitadores de alta eficiencia	51
19. Agitadores para líquidos de alta velocidad	52
20. Caja prensa estopa	60
21. Sello mecánico	61

22. Rutina lubricación del transportador	71
23. Listado de elementos de Fajas de Molienda	84
24. Listado general de Fajas de Molienda	85
25. Ficha técnica del motoreductor	86
26. Rutina de mantenimiento del motoreductor	87
27. Rutina de lubricación del área de fajas de molienda	88
28. Cronograma de mantenimiento de fajas de molienda	89

GLOSARIO

Retorta	Elemento del proceso del fríjol, el cual sirve para esterilizar el mismo.
Paletizadora	Elemento del proceso del fríjol que sirve para ordenar las latas de fríjol en bandejas.
Despaletizadora	Elemento del proceso del fríjol que Sirve para extraer las latas de las Bandejas de fríjol y enviarlas hacia La encajadora.
Aséptico	Proceso que sirve para evitar Bacterias o gérmenes en el producto.
Steri drink	Elemento del área de Tetra Pak que Sirve para esterilizar el producto.
Cherry Burrell	Elemento del área de Tetra Pak que Sirve para esterilizar el producto
Punto de ebullición	Temperatura a la cual el material inicia a tener ebullición

Contacto térmico

Es cuando dos elementos intercambia calor, o el calor de uno viaja hacia el otro

RESUMEN

El presente trabajo de investigación está conformado por tres grandes partes, una de ellas la constituye la descripción del área de mantenimiento, el área de preparación las cuatro Áreas en que se divide y el desglose del equipo; la segunda parte la constituye el marco teórico que incluye: intercambiadores de calor; los tipos de intercambiadores que existen, evaporadores; así mismo, qué es evaporación evaporadores de simple y múltiple efecto y los tipos de evaporadores que hay, serpentines de llenado; Agitadores, tipos de agitadores, turbinas, agitadores de alta eficiencia, etc. y tubería; diferencia entre tubo y tubería, tamaños, válvulas, sellos mecánicos, válvulas de retención, etc., La tercera parte la constituye la elaboración del manual de mantenimiento; fichas técnicas, rutinas de mantenimiento, rutinas de lubricación, órdenes estandarizadas, cronograma de mantenimiento, etc.

En consecuencia, este trabajo ilustra la utilidad del manual de mantenimiento preventivo en el área de preparación

OBJETIVOS

Generales

1. Hacer un análisis de la condición del área de preparación de la fabrica.
2. Aprovechar las condiciones en el departamento de mantenimiento para darle un buen servicio a la maquinaria elaborando un manual de mantenimiento preventivo
3. Capacitar a todo el personal de mantenimiento y darles a entender porque y como se debe aplicar el manual de mantenimiento

Específicos

1. Recaudar la mayor información posible para cada equipo
2. Estandarizar las ordenes de trabajo
3. Elaboración de rutinas de mantenimiento para el equipo
4. Capacitar al personal sobre el buen uso del manual de mantenimiento preventivo

INTRODUCCIÓN

Con la elaboración del presente trabajo se pretende dejar documentados los aspectos técnicos, como: fichas técnicas, rutinas de mantenimiento, órdenes estandarizadas de mantenimiento, rutinas de lubricación, stock de repuestos y cronograma de mantenimiento del área de preparación de la fábrica de alimentos kern.

El área de preparación de la fábrica de alimentos es en donde, inicialmente, se introduce la fruta y luego de un proceso largo dividido en cuatro áreas se obtiene el néctar o salsa, la primera parte de este proceso se llama área de Fajas de Molienda: aquí se introduce la fruta, principalmente piña, y luego de ser limpiada y molida es enviada como concentrado al área de evaporador, el cual quita la humedad del concentrado y lo envía hacia el área de aséptico en donde el concentrado lleva un proceso de esterilización para luego ser almacenado y, por último, se encuentra el área de serpentines en donde al néctar o salsa se le mezcla con los respectivos aditivos para luego ser procesada en las diferentes líneas de producción.

Los equipos más usados en este proceso son: intercambiadores de calor; se describe los tipos de intercambiadores.

Evaporador que, aunque es sólo uno, juega un papel muy importante; se describe los tipos de evaporadores que hay, los de único y múltiple efecto, Serpentes de preparación o tanques de agitación que son muy importantes en el proceso. Se describen los tipos de agitadores, hélices turbinas de alta eficiencia, etc. y la forma geométrica de un serpentín, así mismo, la tubería; diferencia entre tubería y tubo, tamaños, válvulas, sellos mecánicos, etc.

Y, por último, se describe la elaboración del manual de mantenimiento preventivo: la codificación, la elaboración de fichas técnicas, la elaboración de las rutinas de mantenimiento, la estandarización de órdenes de trabajo, la estimación del stock de repuestos y el cronograma de mantenimiento preventivo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del área de mantenimiento

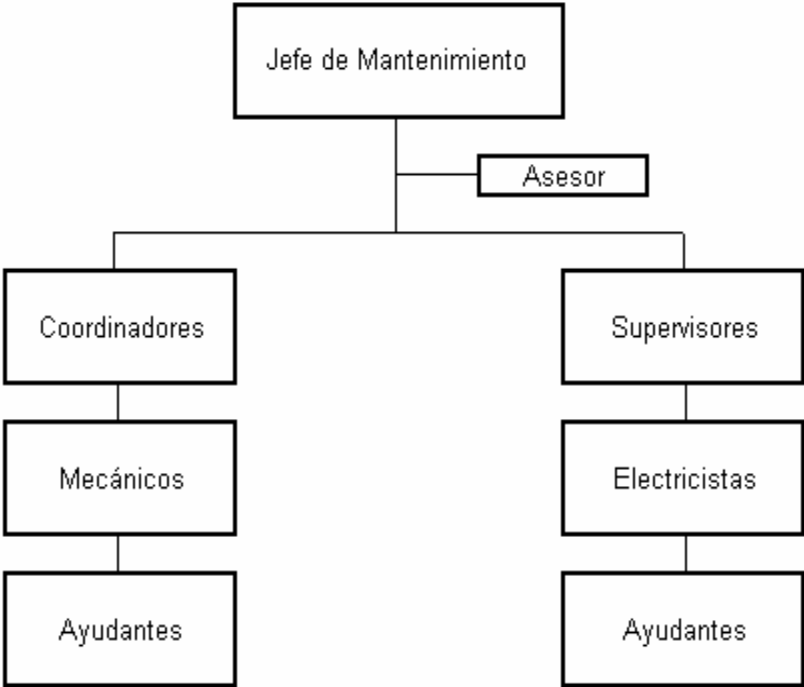
El departamento de mantenimiento esta formado por diferentes talleres, entre ellos tenemos: el taller eléctrico. Este taller contempla equipo especial y personal bien capacitado para brindar un buen servicio a la maquinaria, taller de tornos cuenta con: varios tornos, una prensa hidráulica, una fresadora, personal altamente capacitado para elaborar las diferentes piezas necesarias, el taller de soldadura cuenta con varios aparatos de soldadura eléctrica, autógena, mesas de trabajo, etc. aquí se elaboran diferentes piezas entre ellas podemos mencionar carrileras, sopladores de botella, gradas, elevadores y piezas especificas, también se encuentra el taller de mecánica automotriz, en el cual se le da mantenimiento a los montacargas y motores de combustión interna usados en la fabrica.

La producción en la planta se divide en cuatro áreas: área de Salsa, área de Ducal, área de Kern y área de Tetra Pak. Cada una de estas áreas se divide en líneas de producción es así como un área tiene varias líneas en donde se procesa determinado producto. De esta misma forma esta organizado el departamento de mantenimiento de la planta, principalmente por el jefe de mantenimiento quien es el encargado general el cual delega autoridad a coordinadores y supervisores, cada coordinador esta asignado a velar por la maquinaria de cada área de las antes mencionadas.

El coordinador de turno vela por el funcionamiento de toda la planta pero en cuanto a responsabilidad directa, conocimiento, reportes, mantenimiento preventivo, repuestos, asignar mecánicos, etc es responsabilidad del coordinador a cargo de cada área.

Una forma grafica de representar al personal de dicho departamento es a través del siguiente organigrama:

Figura 1. Organigrama



A diferencia del mantenimiento mecánico el mantenimiento eléctrico no está dividido en las diferentes áreas de la planta. Más bien en uno solo, a cargo seguidamente del jefe de mantenimiento de tres supervisores eléctricos. El jefe de mantenimiento los supervisores y los técnicos electricistas trabajan conjuntamente para que la planta esté en óptimas condiciones.

1.1.1 Área de Kern

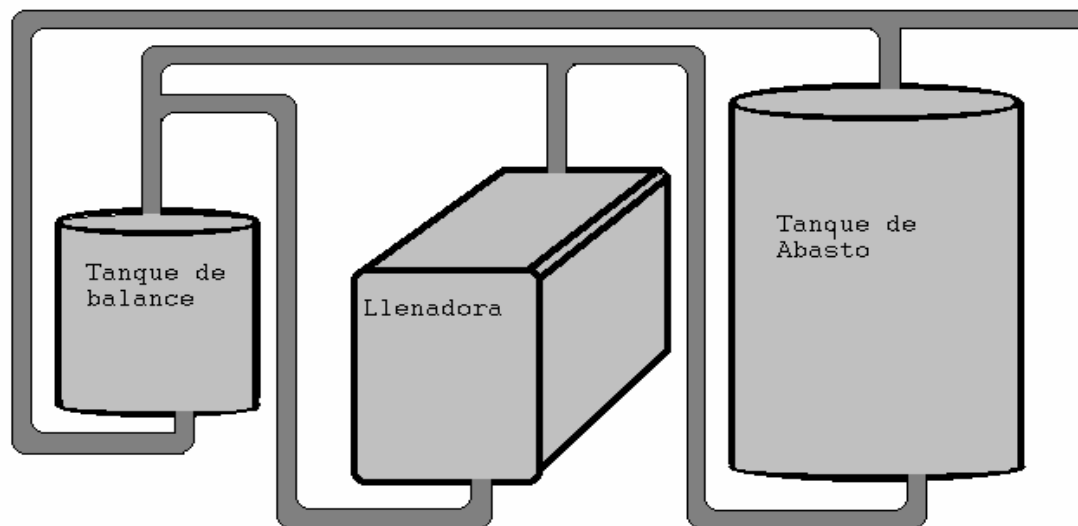
El área de Kern esta ubicada en el centro de la planta cuenta con dos líneas de producción: línea 21, línea 22. Y un área de serpentines de preparación la cual forma parte del área de preparación. En las líneas de producción se procesan los jugos y néctares en envasé metálico, en distintas presentaciones, cuenta con un mecánico asignado, quien vela por cada línea y es relevado en cada turno, dichos turnos son 3 de 8 horas aproximadamente, de esta forma se cubre las 24 horas del día. En dicha área trabajan aproximadamente 8 operadores incluyendo a quienes entariman el producto final.

El inicio del proceso de dicha área es en un serpentín de abasto en donde es acumulado y agitado el néctar a cierta temperatura, esta temperatura es específica y de no ser la indicada cuando el producto es enviado del serpentín de abasto hacia la llenadota. Es desviada a un tanque de balance el cual se encargara de enviarlo a los serpentines de preparación o al tanque de abasto según sea necesario, si la temperatura es la indicada el tanque de abasto alimenta a la llenadora. Al salir de la llenadora y con la misma velocidad con que sale el néctar debe pasar por la selladora para que le ponga tapa,. Por medio de bandas transportadoras el néctar es llevado al esterilizador.

El esterilizador cambia de temperatura en forma rápida, estos cambios de temperatura suceden a base vapor y de agua, sirve para eliminar cualquier tipo de bacterias que pudiesen ir en el néctar, luego pasa por el esterilizador un tiempo aproximado de 7 minutos, al salir del esterilizador el néctar pasa por los controladores de presión los cuales miden el rango de presión al que debe estar el néctar, de lo contrario el producto es desechado.

Al pasar por el controlador el néctar es transportado hacia la encajadora, la cual trabaja moviendo el néctar ordenándolo en filas, luego es encajado y sellado, por último el néctar es entarimado y enviado a la bodega de producto terminado.

Figura 2. Diagrama general línea 21



1.1.2 Área de ducal

El área de Ducal es la más grande de la planta, en ella se procesan los frijoles volteados en sus diferentes tamaños y presentaciones tiene un coordinador a cargo de ella, 1 mecánico de área y 10 operadores que laboran en los diferentes turnos, cuenta con 4 líneas de producción. Su proceso inicia cuando el fríjol es zarandeado asiendo así que toda la basura que pudiese tener se le extraiga, luego es enviado hacia el siguiente proceso de limpieza.

En este proceso se usa agua. Inicialmente se introduce en un recipiente lleno de agua que succiona en su parte baja todo el fríjol y todo lo que flota lo elimina. Seguidamente pasa por un proceso de agitación y con la ayuda de agua corre en el mientras es limpiado, luego es enviado hacia las retortas verticales en donde se cose durante cierto tiempo y se mezcla con los condimentos necesarios. Luego es enviado hacia los molinos que cumplen la función de colarlos para luego ser enviados hacia los serpentines de abasto los cuales suministran a las llenadoras, dichas llenadoras trabajan muy velozmente y al mismo tiempo lo tapan para que no este expuesto al ambiente.

Al llenar el bote lo envía hacia la paletizadora la cual ordena el bote en tarimas con una capacidad de 200 botes en cada una y 12 tarimas por grupo para luego introducirlo en las retortas horizontales en donde se le aplica un proceso de esterilización a los frijoles. Al salir el bote de las retortas horizontales es enviado hacia la despaletizadora, la cual hace la función inversa de la paletizadora y por ultimo el bote es enviado hacia las encajadoras y entarimado.

1.1.3 Área de Tetra Pak

El área de Tetra Pak cuenta con 3 líneas de producción: línea 51, línea 52 y línea 53 además cuenta con otras sub-áreas específicas: Área de Preparación, área de Steri drink, área de Cherry Burrell. En el orden del proceso primero se encuentran las sub-áreas y seguidamente las tres líneas de producción. Cada una de las líneas de producción cuenta con una llenadora, un aplicador de pajilla, una encajadora y por último una emplastadora, la cual sella el producto de las 3 líneas de producción. Junto con el área de aséptico el área de Tetra Pak están a cargo de un mismo coordinador.

En ella trabaja 3 técnicos por turno y aproximadamente 12 personas en la producción, cuenta con maquinaria muy actualizada para satisfacer la demanda de la producción. En el área de Tetra se procesan jugos y néctares, estos con un proceso muy diferente entre si. El caso del néctar la pulpa con la que se produce es procesada en el área de preparación general, en contraste con el jugo que inicia su proceso en la sub-área de preparación del área de Tetra pak. La sub-área de preparación del área de Tetra Pak cuenta con 5 serpentines de llenado: serpentín 1, serpentín 2, serpentín A, serpentín B y serpentín de abasto, cada uno de estos tiene diferentes capacidades y funciones. Esta área se encuentra en un área física especial y aislada para proteger el proceso.

Sub área de Preparación

La sub área de preparación es en donde inicia el proceso del jugo que se elabora en el área de Tetra Pak: inicia en el serpentín número uno, en donde se mezcla concentrado con agua durante un tiempo aproximado de 30 minutos, cuando se ha cumplido este tiempo el jugo es enviado por medio de una bomba al serpentín numero dos. En el serpentín dos se mezcla el jugo con los aditivos necesarios para darle consistencia, es así como el juego es enviado al tanque A, la función de dicho tanque es de almacenar el jugo para enviarlo al Steri drink según este lo necesite, esta misma función tiene el serpentín B que generalmente no se usa si no para emergencias por la demanda.

Steri drink

En este proceso de esterilización el jugo pasa por un intercambiador de calor de doble tubo. Este intercambiador de calor hace que el jugo tenga cambios de temperatura altos y rápidos, que sirven para eliminar cualquier bacteria que pudiese estar en el jugo.

Llenadoras

Al terminar el proceso de esterilización el líquido es enviado a las llenadoras, las que trabajan a una temperatura aproximada de 50 grados centígrados. Es la parte más moderna de la planta, cuenta con 1 operador para supervisar el buen funcionamiento de las mismas, se encuentra en un área física especial y cerrada para proteger el proceso. Seguidamente de esto los jugos son enviados por medio de transportadores hacia el aplicador de pajilla.

Aplicador de pajilla

El Aplicador de pajilla como su nombre lo indica su trabajo es pegar una pajilla a cada jugo esto lo hacen a la misma velocidad que trabaja la llenadora para que el proceso no se detenga, seguidamente de esto el jugo es enviado hacia las encajadoras las cuales se encargan de ordenar los jugos en una caja de cartón para luego enviarlos hacia la emplastadora, la cual le aplica un sello de plástico y por último las cajas de jugo son entarimadas y enviadas hacia la bodega de producto terminado.

A diferencia del jugo el néctar es hecho de pulpa de fruta y procesado inicialmente en el área de preparación general para luego enviarlo hacia el esterilización y continuar el mismo proceso que el descrito anteriormente: pasando por las llenadoras, el aplicador de pajillas, la emplastadoras, y por último ser entarimado

1.1.4 Área de salsa

El área de salsa como su nombre lo indica es el área en donde se procesan todos los tipos de presentaciones de salsa entre los que podemos mencionar: ranchera, criolla, tradicional, etc., dicha área se divide en 4 líneas: línea 11, línea 12, línea 31 y línea 32. En la línea 11 se procesa únicamente envase de vidrio en las diferentes presentaciones que existen, esta línea comparte parte de su equipo con la línea 12, con la única diferencia que la línea 12 se procesa en envase de plástico. Entre el equipo que comparte se puede mencionar: bandas transportadoras, el esterilizador ya que cuando en una línea se produce en la otra no

El proceso de llenado de la salsa es un poco complejo: inicia en el tanque de abasto, este tanque es alimentado por el área de preparación y mantiene la salsa agitándola para que no pierda su consistencia luego es enviado al Deareador este es un elemento especial que sirve para eliminar las burbujas de la salsa con la ayuda de un condensador barométrico y bombas de vacío, al eliminar las burbujas de la salsa esta lista para ser enviada a la llenadora. La llenadora funciona con un tanque de vacío llamado tanque pirex.

El tanque de vacío pirex sirve para evitar que la salsa se salga de su envase o se derrame de la boquilla de la llenadora. La salsa que succiona es enviada hacia el tanque de balance, dicho tanque de balance puede enviar la salsa dependiendo de su temperatura hacia el tanque de abasto o hacia el área de preparación. Este proceso es el mismo en las dos líneas, las diferencias se muestran cuando inicia el proceso de llenado.

Línea 11

La línea 11 inicia su proceso con mesas de acumulación en donde se deposita el envase luego de sacarlos de las cajas, e inicia su recorrido por bandas transportadoras para llegar primeramente a soplador de botella, este es un mecanismo en donde el envase se pone boca abajo y circula por medio de bandas empujadoras de botella, se le inyecta aire purificado para eliminar cualquier impureza que pudiese llevar, seguidamente el envase es calentado por medio de vapor, esto se debe a que la salsa que se le introduce esta a alta temperatura y si no tiene un precalentamiento el envase se quiebra al llenarlo, es así que el envase es llenado para luego ser tapado al estar tapado es sellado como medida de seguridad, seguidamente la salsa pasa por el pasteurizado por donde viaja durante un tiempo aproximado de 20 minutos al final de este proceso las botellas de salsa son secadas de residuos de agua por medio de sopladores de botella. Seguidamente pasan por un controlador de presión para medir si la presión de vacío está entre los estándares establecidos.

Luego es etiquetada por medio de un mecanismo, también se le pone la fecha de fabricación y la fecha de vencimiento por último las botellas se dirigen hacia la encajadora en donde por medio de un mecanismo se ordena la botella en filas y las encaja, al salir de la encajadora se le pone el código respectivo a la caja y por último por medio de carrileras las cajas son enviadas hacia el área de entarimado.

Línea 12

El proceso en la línea 12 inicia con la limpieza del bote en este caso de plástico de una forma manual es decir el operador con su mano toma el envase y lo pone de cabeza en la sopladora la cual le inyecta aire purificado para eliminar cualquier impureza que pudiese tener, seguidamente el envase pasa por la llenadora, esta llenadora funciona con 4 boquillas las cuales llenan envases por grupos a una velocidad de 20 envases por minuto. Seguidamente de la llenadora se encuentra la taponadora la cual tiene un mecanismo que pone la tapa y la enrosca, al final cuando la botella sale de la taponadora ya enroscada pasa por un sello, llamado sello inductivo el cual sella la botella haciendo un vacío en ella, esto hace que se alargue su tiempo de vida, al final de este proceso se usan las bandas transportadoras de la línea 11 y por ende viaja por el esterilizador durante un periodo aproximado de 20 minutos. Al final del esterilizador es secado por aire con boquillas que le soplan aire purificado, luego pasa por la etiquetadora.

Seguidamente el proceso continua con la engotelladora, la cual le pone un gollete que sirve de sello plástico para la tapa y pasa por un horno de resistencias eléctricas se produce calor para que el gollete selle la botella y así brindar mas seguridad. Al salir de este proceso la botella pasa por la impresora la cual le pone la fecha de fabricación y la fecha de vencimiento, por último es encajada y sellada de forma manual por parte de los operadores y enviada por medio de carrileras al área en donde es entarimada para luego enviarla a la bodega de producto terminado.

1.2 Descripción del área de preparación

El área de preparación es en donde se procesa inicialmente la fruta hasta llevarla a ser pulpa o concentrado de fruta, esta dividida en cuatro áreas específicas: Área de Fajas de Molienda, Área de Evaporador, Área de Aséptico o línea 93 y Área de Serpentes de Preparación o Tanques de agitación. El mantenimiento del área de preparación. Esta a cargo de 2 coordinadores, uno de ellos ve el área de Fajas de Molienda y el Área de Serpentes de Preparación pues es considerada como parte del Área de Kern, y la otra parte (Área de Evaporador y Área de Aséptico) están a cargo del coordinador que supervisa el Área de Tetra Pak.

El área de preparación ocupa un área cuadrada muy extensa, y juega un papel muy importante en la producción de la planta pues esta suministra toda la planta, aquí se procesan todos los néctares y la salsa que después finaliza su proceso en las diferentes áreas que conforman la planta.

1.2.1 Área de Fajas de Molienda

El área de Fajas de molienda es en donde inicia el proceso de llevar la fruta a concentrado, ocupa el área cuadrada más grande de las 3 restantes, es la que menos actividad tiene. inicialmente se introduce fruta y finalmente se produce concentrado.

Su proceso inicia con una **banda transportadora de caja llena** de una longitud de siete metros aproximadamente, en la cual como su nombre lo indica se deposita las cajas llenas de fruta, y las transporta hacia el **elevador de caja llena** este elevador de caja llena transporta las cajas hacia la **cadena vibradora**. La cadena vibradora o volteadora le da vuelta a las cajas llenas y al mismo tiempo vibra para evitar que quede alguna fruta en ella, las deposita en **el primer canal de lavado**, el cual tiene una longitud de 12 metros un ancho de 70 centímetros y una altura de 50 centímetros, este hace que la fruta circule con la ayuda de agua y al mismo tiempo la limpia, al final de este tanque la fruta llega hacia el **primer elevador de fruta** este saca la fruta del canal número uno con la ayuda de una banda de maya, de tal forma que solamente transporta fruta, seguidamente el elevador envía la fruta hacia el **canal de lavado 2** este canal de lavado cumple la misma función que el anterior y transporta la fruta hacia el **elevador de fruta numero 2** el cual también saca fruta del canal de lavado con la ayuda de una banda y la envía hacia el **canal de lavado número 3** o canal de lavado hacia tanque escaldado.

El **canal de lavado número 3** transporta la fruta hacia el **Tanque escaldado** dicho tanque tiene la función de limpiar la fruta atomizándole vapor el cual junto con el agua que se almacena continua con el proceso de limpieza, el tanque tiene un elevador de fruta que la transporta hacia la **banda seleccionadora**, esta banda tiene un ancho de 1.2 metros y una longitud de 3 metros en ella personal de la empresa selecciona la que este en condición de continuar el proceso. Seguidamente de esto la fruta es transportada por el **elevador hacia el tanque Hot Brake**. Este elevador pasa por encima de tanque Hot Brake pero la fruta no la lleva hacia él. Mas bien hacia el **molino de piña numero 1**, este molino tritura la fruta, al salir de este molino la fruta se encuentra en fracciones muy pequeñas.

Luego es transportada por **2 tornillos sin fin** hacia el **Pulpero número 1 de fajas de molienda** él reduce la fruta a concentrado. Seguidamente el producto es enviado hacia el tanque **Hot Brake** El cual con vapor y molinos lo tritura cada vez mas, al salir de este tanque el producto pasa por un **intercambiador de calor** y luego es enviado a **dos pulperos** que trabajan paralelamente y se encargan de eliminar toda la cáscara o pulpa produciendo concentrado, el cual es enviado a **2 serpentines de almacenamiento** en donde es almacenado para luego ser enviado a otra área para que continuase su proceso.

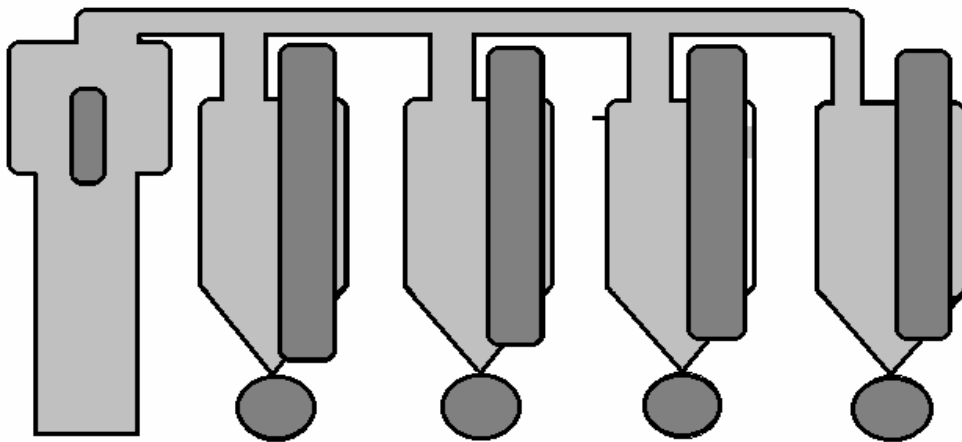
1.2.2 Área de Evaporador

En el de Evaporador continua el proceso que se inicio en el área de Fajas de Molienda, al cual se envía el concentrado, pero todavía con un cierto grado de humedad. Dicho evaporador es de circulación forzada y múltiple efecto, cuenta con 4 de ellos (llamados: efecto 1, efecto 2-1, efecto 2-2 y efecto 3) cada uno de estos efectos trabaja como un intercambiador de calor y usa una bomba de envío.

El concentrado inicialmente es enviado hacia el efecto uno (derecha) seguidamente por medio de bombas, el producto es enviado al efecto 2-1 luego al efecto 2-2 y por último al efecto 3 en la parte alta de estos están interconectados para que el vapor pueda ir de un efecto a otro, al final del proceso el vapor es succionado por medio de un condensador barométrico ilustrado al lado izquierdo del diagrama, el cual trabaja con bombas de vacío. Estos efectos (el evaporador) están hechos de acero inoxidable, tienen visores en los cuales se puede apreciar el nivel y el movimiento del producto por dentro mientras es procesado.

El evaporador trabaja conjuntamente con un intercambiador de calor principal el cual alimenta de vapor a los efectos del evaporador Su estructura es muy diferente al evaporador incluso el color es diferente y de esta forma es fácil distinguir uno del otro. Al final de este proceso el producto es enviado hacia el área aséptica o línea 93, para ser esterilizado y almacenado.

Figura 3. Diagrama evaporador



1.2.3 Área aséptica

El área aséptica llamada también línea 93 es la continuación del proceso que inició con fajas de molienda y el evaporador, lo que se persigue con esta área es almacenar el concentrado en envase especiales para luego usarlos cuando sea necesario. Dicha área es supervisada por el coordinador del área de Tetra Pak. Funciona cada vez que se deba de almacenar el concentrado. La mayoría del tiempo esta en reposo.

El inicio del proceso es un **serpentín agitador** a donde es enviado el concentrado inicialmente. Dicho serpentín cuenta con sensores de nivel, visores de nivel, un agitador, un motor reductor, etc. Aquí permanece el concentrado para mezclarlo con aditivos que le darán la consistencia necesaria para continuar su proceso, seguidamente es enviado por medio de una bomba centrífuga hacia la bomba pisto. **La bomba pisto** es muy importante por que es la encargada de empujar el concentrado por todo el esterilizador asta que llega a los enfriadores.

Esterilizador este esterilizador funciona como un **intercambiador de calor**. El cual cambia la temperatura del concentrado en el mismo, en base a un **circuito de agua caliente**, de tal forma que mientras en el esterilizador circula el concentrado en una dirección, en dirección opuesta pero en una tubería que envuelve la tubería del concentrado, circula el agua caliente que eleva la temperatura del concentrado.

Al salir del esterilizador el concentrado es enviado hacia 2 intercambiadores de calor pero en este caso **enfriadores**, dichos enfriadores se encuentran en serie, es decir el concentrado primero pasa por uno y luego el otro, La función de estos es de enfriar el concentrado que antes ha sido calentado como medida de seguridad. seguidamente el concentrado es enviado hacia la **llenadora** la cual se encargara de llenar los toneles de concentrado, cuenta con dos cabezas de llenado 2 carrileras motorizadas para movilizar los toneles y dos elevadores, que sirven para elevar el tonel a la altura de la cabeza de llenado.

1.2.4 Área de Serpentes de Preparación

El área de Serpentes o Tanques de agitación es la parte final del proceso que inició con Fajas de Molienda, el Evaporador y línea Aséptica, dicha área es alimentada por medio de los recipientes en donde se almacena el concentrado. A diferencia de las demás áreas que forman el Área de Preparación esta trabaja continuamente. Esto la hace ser muy importante para la producción de la planta.

Si alguna línea de producción tuviese falla el tiempo se puede ocupar en la producción de las otras líneas mientras se repara la dañada. Por ejemplo si parte del equipo de la línea 11 de salsa se daña y no es el que comparte con la línea 12, entonces se puede producir en la línea 12 mientras se repara la falla. Pero en el caso del Serpentes o Tanques de agitación es el área que alimenta toda la planta. Es tomada como parte del área de Kern y es el coordinador del área de Kern quien la supervisa, en ella laboran aproximadamente 4 operadores en la supervisión de la agitación y él envió del concentrado desde los recipientes hacia los serpentes.

Esta área cuenta con cinco serpentes en dos de ellos se prepara específicamente salsa, uno es para uso del área de Tetra Pak y los otros dos suministran néctar hacia las demás líneas, cada serpentín cuenta con un pulpero que sirve como molino o colador a la salida de él para luego ser enviado a las diferentes áreas de la planta, la mezcla del concentrado en el serpentín se hace por medio de un agitador de alta velocidad, por dentro del agitador circula vapor, esto se hace para que el producto no pierda la temperatura indicada para su agitación.

El serpentín número uno tiene una forma geométrica diferente a las de los demás, pues la de los restantes es en forma de cilindro y la del serpentín uno es en forma de cubo. Cada serpentín tiene diferente capacidad de almacenamiento. El agitador del serpentín número 5, que es el que alimenta el área de Tetra Pak: es diferente al de los restantes pues en vez de agitador de alta velocidad utiliza una turbina.

El área de serpentines de agitación Cuenta con un tanque anexo que sirve específicamente para la agitación de azúcar con agua llamado Tanque Súper Mixer, el cual tiene una capacidad de un metro cuadrado, tiene una forma cuadrada y cuenta con un agitador de alta velocidad en la parte baja de el.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Análisis FODA

FORTALEZAS

- La mayor parte del área de Preparación generalmente esta en reposo lo cual puede aprovecharse para dar mantenimiento preventivo.
- El personal técnico esta bien capacitado.
- La inversión económica en el mantenimiento es buena y se considera muy importante.

OPORTUNIDADES

- La gerencia podría decidir actualizar la maquinaria del área de preparación debido al interés e importancia del la misma.
- La gerencia podría decidir procesar mas fruta en el área de fajas de molienda.

DEBILIDADES

- Gran parte del Área de Preparación pasa mucho tiempo ociosa y por esto se descuida
- No ay un coordinador específico para el Área de Preparación.
- Con frecuencia ocurren paros inesperado por mantenimiento correctivo.
- En ocasiones no se encuentra el repuesto idóneo en bodega para determinado equipo y es necesario improvisar
- No se tiene información concreta sobre cada equipo del área (repuestos, manuales, historial, etc)

AMENAZAS

- La gerencia podría decidir que la parte de fajas de molienda que no se usa desaparezca
- La gerencia podría decidir que el área de fajas de molienda desaparezca debido a que solo trabaja con tres tipos de fruta.

2.1.1 Definición de estrategias

- 1 Se elaborará un manual de mantenimiento el cual contemplará cada uno de los cuatro puntos tomados anteriormente para mejorar y aprovechar los beneficios con que se cuenta el área de preparación.
 - 1.1 Se elaborará un listado de equipo para reconocerlo y poder tener en una base de datos cada uno de los equipos que conforman el área.
 - 1.2 Se elaborará fichas técnicas las cuales contemplarán la información específica de cada equipo, y con esto tener un control estricto sobre el equipo.
 - 1.3 Se generará rutinas de mantenimiento las cuales contemplarán la ruta de mantenimiento específica y detallada del mantenimiento y también llevar un control de cada cuanto ha de hacerse mantenimiento al equipo y a que equipo ya se le ha hecho su respectivo mantenimiento.
 - 1.4 Elaborar órdenes estandarizadas de mantenimiento de tal forma que una orden de trabajo pueda aplicar a varios equipos iguales o similares. Y hacer con las mismas un historial de la maquinaria.

- 1.5 Elaborar un cronograma de mantenimiento en donde se plasmarán las rutinas de mantenimiento por cada ciclo elaborado para tener un mejor control sobre el mantenimiento diario, quincenal mensual etc. de la maquinaria.
- 1.6 Se estimará un stock de repuestos para minimizar los tiempos muertos debido a paros por falla y que estos se alarguen por no tener repuestos en bodega.
- 1.7 Se capacitará al personal sobre el uso del manual para que cada persona que opere el mantenimiento de las maquinas pueda tener una total comprensión acerca de los estándares establecidos.

2.2 Procesos de preparación en la industria alimenticia

En los diferentes procesos de preparación en la industria alimenticia, se puede observar equipo similar entre ellos, y muy importante es así el caso de los intercambiadores de calor en los diferentes procesos se usan en cantidad, los evaporadores que juegan un papel muy importante, estos pueden ser de simple efecto o de múltiple efecto, dependiendo del caso, los serpentines de preparación o tanques de agitación los cuales son muy importantes pues en ellos se mezcla los productos y se le da la consistencia necesaria, también es importante el transporte de los fluidos esto por medio de tubería y sus respectivos accesorios.

2.2.1 Intercambiadores de calor

En los procesos de preparación con frecuencia se busca cambiar de temperatura los fluidos, generalmente para proteger el mismo de bacterias u otros organismos o para el mejor manejo del mismo en forma líquida o menos viscosa. El encargado de hacer este trabajo es un intercambiador de calor, existen intercambiadores de diferentes dimensiones, capacidades, diseños, etc, una forma muy básica de intercambiador y que ilustra de una forma muy sencilla su funcionamiento es: al mezclar en un recipiente cierta cantidad de agua caliente con otra cantidad de agua fría, en este ensayo el agua fría se calentará y el agua caliente se enfriará de tal forma que los dos fluidos tendrán una transferencia de calor entre sí y al final los dos alcanzarán la misma temperatura, en la actualidad en los intercambiadores los fluidos no tienen contacto entre sí y están separados por paredes muy sensibles al calor para que exista un contacto térmico.

Tipos de intercambiadores

Los intercambiadores de calor se pueden clasificar de acuerdo a la dirección de los fluidos que circulan en el. Como por ejemplo: en flujo paralelo cuando circulan en direcciones paralelas y con el mismo sentido, flujo encontrado cuando los fluidos circulan en paralelo pero en sentido contrario, en flujo cruzado cuando un fluido circula en Angulo recto con relación al otro fluido, estas diferentes direcciones de fluidos se pueden encontrar fácilmente en un intercambiador de tubo y coraza, el cual describiremos mas adelante, ahora analizaremos los factores mas importantes para el diseño o selección de un intercambiador:

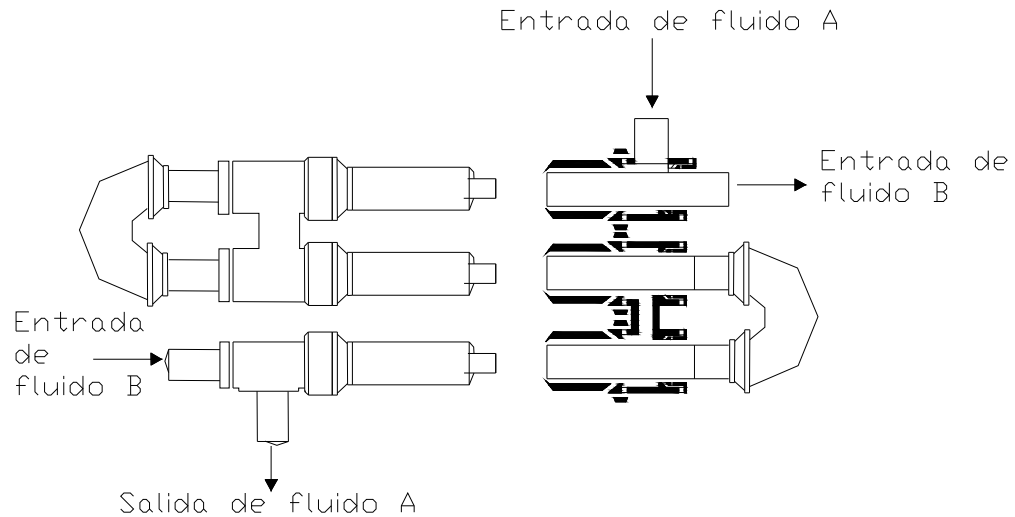
- El análisis térmico, consiste en evaluar el área de transferencia de calor, la velocidad de circulación de los fluidos, la viscosidad de los mismos y su temperatura.
- El diseño mecánico, consiste en evaluar las temperaturas y presiones de operación así como la corrosión de los materiales dependiendo de los fluidos, la dilatación de los materiales con la temperatura, las cualidades de los materiales y la relación del intercambiador con otro elemento del proceso.
- El costo del mismo, es necesario evaluar el costo del intercambiador las dimensiones del mismo y su acabado para comprobar que es una inversión necesaria.

Intercambiadores de calor de doble tubo

El intercambiador de doble tubo también llamado de tubos concéntricos es el de forma mas sencilla, esta hecho de dos tubos concéntricos de diferentes diámetros el de menor diámetro esta metido en el de mayor diámetro, uno de los fluidos circula en el tubo de menor diámetro y el otro fluido circula en el espacio anular formado por el tubo interior y el tubo exterior, estos pueden circular en paralelo en el mismo sentido o en sentido contrario, su diseño permite ensamblarlo en cualquier lugar teniendo a la mano las herramientas necesarias y contar con que las partes del intercambiador sean estándar, es muy útil para velocidades de fluidos bajas o líquidos viscosos.

Estos intercambiadores generalmente se ensamblan en longitudes de 3.6 a 6 metros, la longitud real es en la que existe transferencia de calor no así las distancias que por el diseño continua el tubo de diámetro inferior y no el de diámetro exterior, esto ocurre generalmente en los cruces o retornos de la tubería, cuando la longitud de cada paso supera los 6 metros de largo, el tubo interior que generalmente es mas delgado que el exterior para facilitar la transferencia de calor se flexiona deformando en la parte de en medio la forma anular que existe entre los dos tubos, provocando así, una mala distribución del flujo, la principal desventaja en el uso de estos intercambiadores es que la superficie de transferencia de calor es bastante limitada y que la limpieza del mismo es bastante laboriosa y por consiguiente ocupa bastante tiempo. En la figura siguiente (figura 4) se muestra un ejemplo de un intercambiador de doble tubo.

Figura 4. Intercambiador de doble tubo



Intercambiador de calor de tubos y corazas

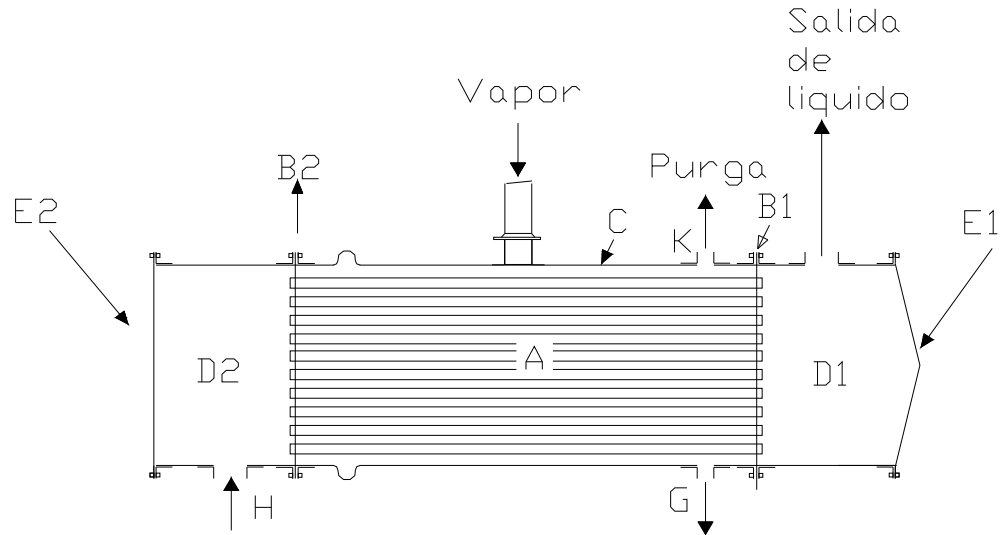
En los intercambiadores de doble tubo la superficie de transferencia es bastante limitada, por esto es necesario incrementar el área de transferencia de calor y la longitud recorrida por los fluidos o bien disminuir el diámetro de los tubos y aumentar el número de los mismos, esto se hace haciendo que el tubo exterior sea bastante grande con relación al tubo interior de tal forma que en el tubo exterior ahora llamado coraza puedan instalarse varios tubos interiores de diámetro muy pequeño y con varios pasos de circulación. Es así como en un intercambiador de tubo y coraza puede existir flujo en paralelo con la misma dirección, flujo en paralelo con contra flujo y flujo en ángulo recto, a continuación se da una explicación básica del diseño de un intercambiador de tubo y coraza.

Elementos básicos de un intercambiador de tubos y corazas

Para el diseño básico de un intercambiador de tubos y coraza se considera el ejemplo sencillo de un intercambiador de tubos y coraza simple como el de la figura 5. Consiste básicamente en un conjunto de tubos paralelos A, cuyos extremos terminan en las placas tubulares B1 y B2. El conjunto de tubos se encuentra dentro de la coraza cilíndrica C y esta provista de dos canales D1 y D2 una en cada extremo, y dos tapaderas E1 y E2. Vapor de agua, u otro vapor se introduce a través de la boquilla F en el espacio de lado de la coraza que rodea a los tubos, el condensado es retirado a través de la conexión G, y cualquier gas no condensable que pudiese estar presente al echar a andar el equipo.

Se retira del sistema a través de la purga K. la conexión G conduce a una trampa de vapor, que es un dispositivo que permite que el líquido fluya pero en cambio retiene el vapor. El fluido que ha de calentarse se bombea a través de la conexión H hacia el interior del canal D2. Fluye a través de los tubos hasta el canal D1 y finalmente descarga por la conexión J. Los dos fluidos están físicamente separados pero están en contacto térmico con las delgadas paredes metálicas de los tubos que los separan. el calor fluye a través de las paredes de los tubos desde el vapor condensante hasta el fluido mas frío que circula por los tubos.

Figura 5. Intercambiador de calor de tubos y coraza



Corazas

La coraza es el elemento que envuelve todos los tubos o la parte externa del intercambiador, en donde generalmente circula el vapor, se fabrican de acero hasta diámetros de 30 centímetros, en corazas de 30 a 60 centímetros los tubos internos tienen el mismo diámetro, el grueso para corazas de 30 a 60 centímetros es de 1 centímetro.

Tubos

Los tubos internos de los intercambiadores también son conocidos como tubos de condensador en donde circula generalmente el elemento a calentar o enfriar, muy parecidos a tubos de acero u otro tipo de tubería similar obtenida por extrusión a tamaños normales de tubería de hierro, el diámetro exterior de los tubos internos está estandarizado por tolerancias bastante estrictas.

Los tubos internos se fabrican de diferentes metales, por ejemplo: acero, cobre, latón, cobre-níquel, aluminio-bronce, aluminio y aceros inoxidable. Los orificios de los tubos no pueden taladrarse muy cerca uno de otro, ya que una franja demasiado estrecha de metal entre los tubos adyacentes, debilita estructuralmente el cabezal de los tubos o espejo. Los tubos se colocan en arreglos ya sea triangulares o cuadrados, la ventaja del espaciado cuadrado es que los tubos son accesibles para limpieza.

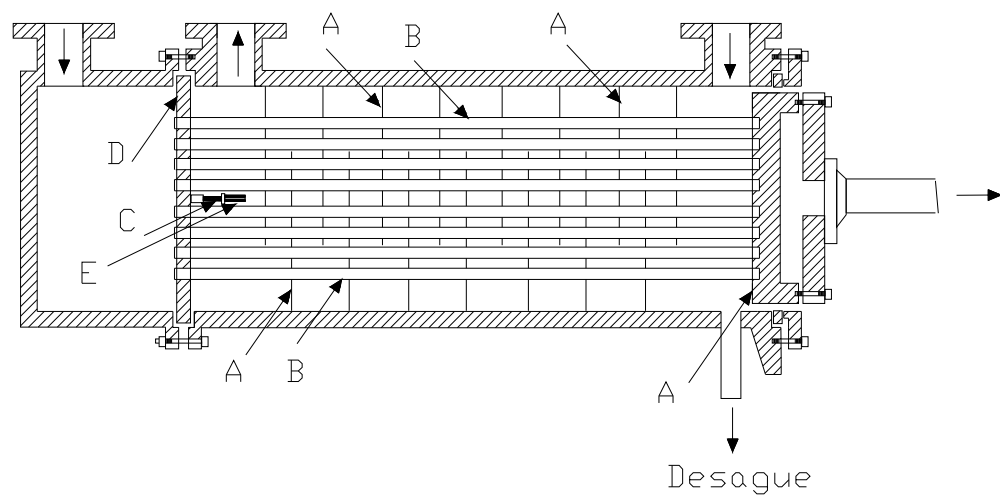
Placas deflectoras

Para aumentar la transferencia de calor entre fluidos, se provoca turbulencia en el fluido externo, debido a que con turbulencia la transferencia de calor es mas eficiente, esto se hace por medio de placas deflectoras provocando que el fluido externo circule en ángulo recto con relación al fluido interno y al mismo tiempo disminuye la cantidad de fluido externo usado en la transferencia provocando un ahorro en el fluido externo que repercute en lo económico, a la distancia que existe entre cada una de las placas deflectoras se le llama espaciado de deflectores, generalmente la distancia entre cada una de ellas no supera la quinta parte del diámetro interior de la coraza, la velocidad del fluido externo depende del diámetro interno de la coraza.

Intercambiador de calor de paso simple 1-1

En el intercambiador de paso simple 1-1 el fluido interno circula en un único paso es decir una sola dirección un solo sentido, y el fluido externo de igual forma circula en una dirección de un extremo del intercambiador hacia el otro extremo del mismo, aunque en su recorrido cambia de sentido constantemente debido a las placas deflectoras, las cuales tiene agujeros con un diámetro un poco mayor que el diámetro externo de los tubos para que puedan atravesar las mismas, están soportadas por una o más varillas guía C, que se fija entre las placas tubulares D y D' mediante tornillos de presión. Con el fin de fijar las placas deflectoras en un sitio, se introducen en la varilla C pequeños segmentos de tubo E, entre dichas placas. En el montaje de este tipo de intercambiadores primero se colocan las placas tubulares, luego las varillas de soporte, los espaciadores, las placas deflectoras y por ultimo los tubos internos.

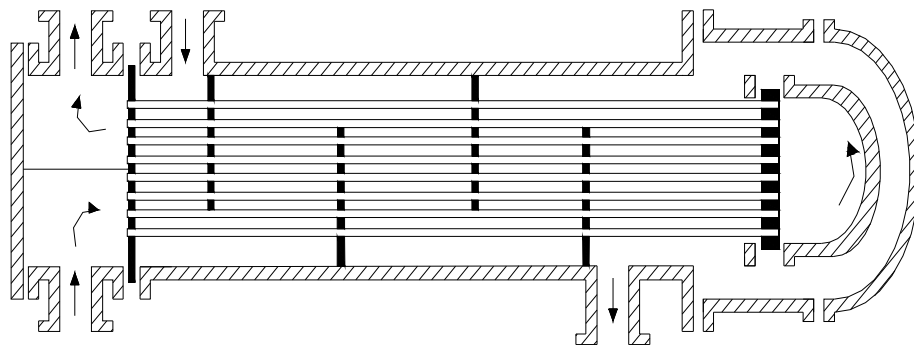
Figura 6. Intercambiador de calor 1-1



Intercambiadores 1-2

Cuando el flujo a calentar o enfriar entra en los tubos internos la velocidad del flujo disminuye considerablemente provocando así poca transferencia de calor es necesario entonces aumentar el recorrido del fluido en los tubos internos sin aumentar la distancia de los mismos esto se consigue por medio del intercambiador 1-2 en el cual el fluido externo circula normalmente con un solo paso y el fluido interno circula en dos pasos aumentando así la transferencia de calor, la desventaja de los mismos es que la dirección de los fluidos cambia en cada paso, generalmente se diseña de tal forma que en el primer paso los fluidos viajen en sentido paralelo y en el segundo paso en sentido contracorriente permitiendo una aproximación de temperatura entre si por lo menos a la salida.

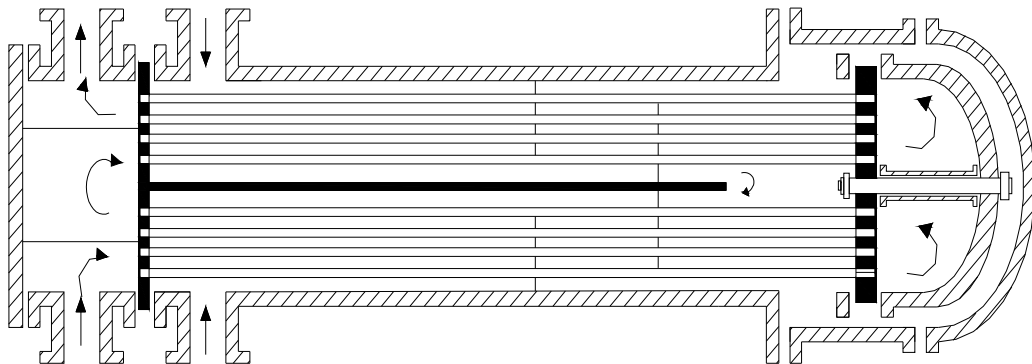
Figura 7. Intercambiador de calor 1-2



Intercambiador 2-4

Debido al cambio de sentido de flujo en el intercambiador 1-2 es necesario diseñar un intercambiador en donde tanto en la entrada como en la salida se pueda aproximar las temperaturas de los diferentes fluidos entre si, es de aquí que se diseñan otros intercambiadores como el 2-2 con dos pasos de cada fluido, pero siendo mas eficiente aun el intercambiador 2-4 en donde el flujo externo tiene dos pasos y el flujo interno tiene cuatro pasos, fluyendo a contracorriente tanto a la entrada de los fluidos como a la salida obteniendo así una aproximación de temperaturas entre si mas cercana, en la figura siguiente se puede observar un ejemplo de un intercambiador 2-4.

Figura 8. Intercambiador de calor 2-4



Elementos que disminuyen la transferencia de calor

Generalmente las superficies de transferencia de calor no permanecen limpias, mas bien se les adhiere suciedad, hollín, incrustaciones y otros depósitos los cuales se acumulan sobre las superficies de los intercambiadores, estos depósitos constituyen una resistencia adicional a la transferencia de calor y reducen la transferencia del mismo, por ejemplo, en ocasiones se origina crecimiento biológico de algas u otros organismos cuando se trabaja con agua fría en industrias biológicas o productos de corrosión que recubren la superficie del tubo, para evitar o aminorar estos problemas suele añadirse inhibidores químicos que reducen al mínimo la corrosión, la deposición de sales y crecimiento de algas.

2.2.2 Evaporadores

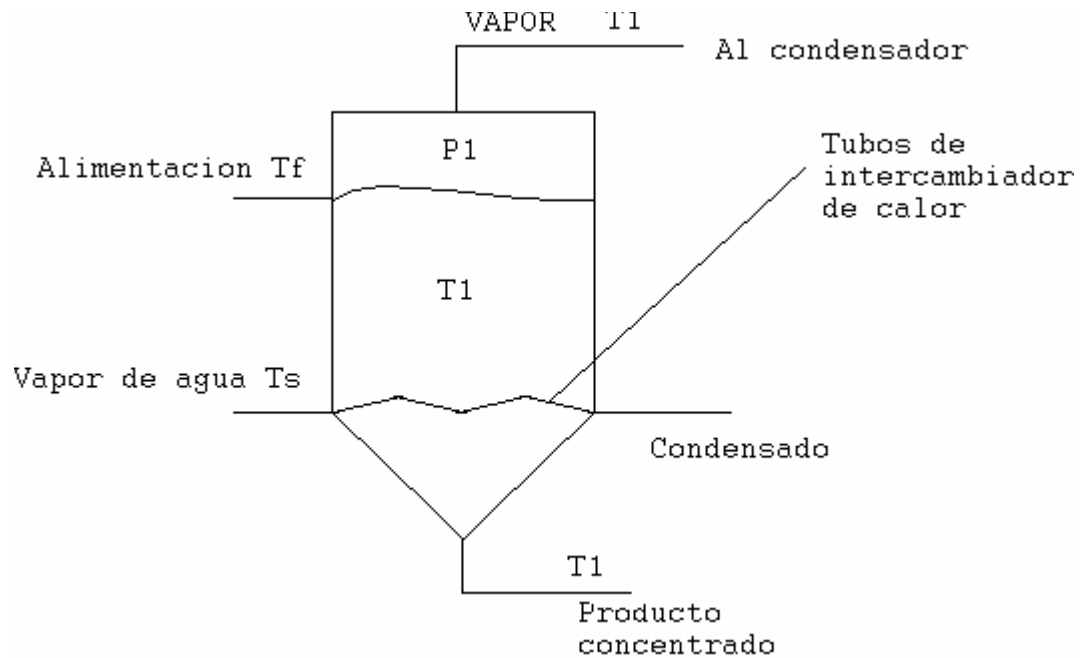
El objetivo de un evaporador es eliminar el vapor formado por la ebullición de una solución líquida obteniendo así una solución mas concentrada, generalmente se elimina agua de una solución acuosa, un ejemplo muy sencillo y que da a entender este principio es cuando: introducimos un tubo sobre un recipiente de agua de tal forma que el tubo este rodeado en su exterior por agua y por el interior circule vapor, al suceder esto se forman pequeñas burbujas en la superficie externa del tubo, el vapor que circula por dentro del tubo transmite calor al líquido exterior de tal forma que este calor en la parte externa viaja hacia las burbujas y cuando se ha desarrollado suficiente fuerza asensorial en la burbuja esta escapa a la superficie. En la evaporación también interviene las propiedades del líquido a evaporar, entre las principales tenemos: **la concentración en el líquido**: debido a que a medida que avanza la evaporación, la solución se concentra y su viscosidad puede elevarse notablemente, causando una disminución en la transferencia de calor, debe de existir entonces una circulación o turbulencia para evitarlo.

La solubilidad del liquido: debido a que a medida que se calienta la solución y aumenta la concentración, puede excederse el límite de solubilidad del material, y esto puede limitar la concentración. **La sensibilidad térmica del liquido:** en muchos productos principalmente los alimentos son bastante sensibles a la temperatura y pueden degradarse cuando esta sube o es calentada por mucho tiempo. **La formación de espuma:** en algunos casos los materiales forman espuma durante la ebullición y esta es arrastrada por el vapor que sale del evaporador. **La presión y temperatura:** el punto de ebullición de la solución está relacionado con la presión del sistema, cuando más elevada sea la presión de evaporación, mayor será la temperatura de ebullición. La formación de incrustaciones y los materiales de construcción: algunas soluciones depositan materiales sólidos llamados incrustaciones sobre las superficies de calentamiento. En la actualidad existen diversos tipos de evaporadores, y varios métodos de operación por ejemplo métodos de un solo efecto, de múltiple efecto y circulación hacia delante, circulación hacia atrás y circulación en paralelo.

Métodos de operación para evaporadores

Evaporadores de efecto simple: En la figura 9 se muestra un diagrama simplificado del evaporador de una sola etapa o de efecto simple. La alimentación entra a T_f y en la sección de intercambio de calor entra vapor saturado T_f . El vapor condensado sale en forma de pequeños chorros. Puesto que se supone que la solución en el evaporador está completamente mezclada, el producto concentrado y la solución en el evaporador tienen la misma composición y temperatura T_1 , que corresponde al punto de ebullición de la solución. La temperatura del vapor también es T_1 , pues está en equilibrio con la solución a ebullición, la presión es P_1 , la presión de vapor de la solución T_1 .

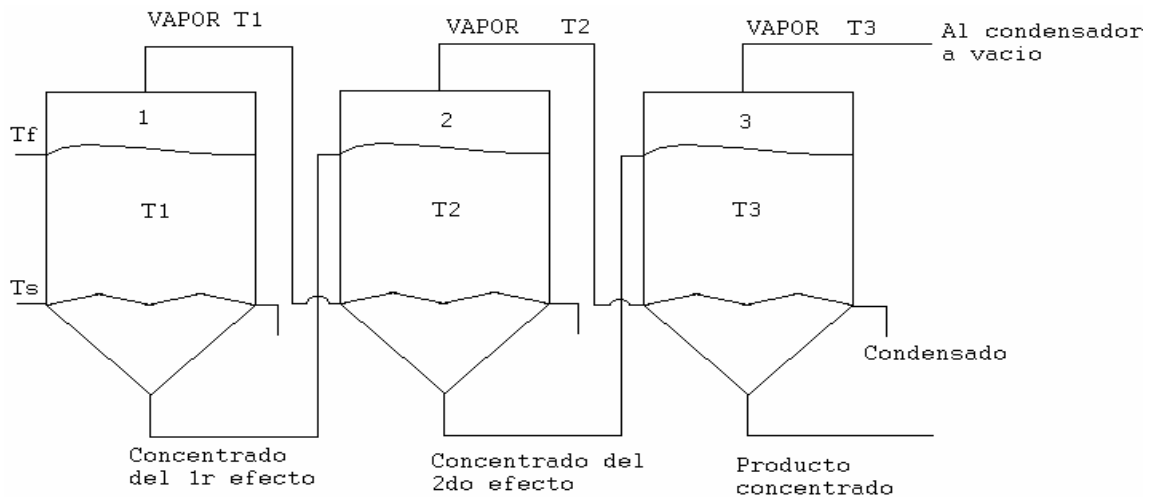
Figura 9. Evaporador de simple efecto



Si se supone que la solución que se va a evaporar es bastante diluida parecida al agua, 1 Kg de vapor de agua condensándose evaporara aproximadamente 1 Kg de vapor. Esto será cierto siempre que la alimentación tenga temperatura T_f , cercana al punto de ebullición. Generalmente estos evaporadores se usan cuando la capacidad de operación necesaria es bastante pequeña o el costo del vapor de agua es relativamente económico, pero en operaciones de gran capacidad los evaporadores de mas efectos reduce notablemente el costo económico debido al agua.

Evaporación de efecto múltiple con alimentación hacia delante. El vapor producido en un evaporador de un solo efecto no se vuelve a utilizar y este se desperdicia, no obstante en un evaporador de efecto múltiple en donde el vapor producido se vuelve a utilizar para calentar otro efecto, teniendo así ahorros significativos de energía y vapor, en la figura siguiente se muestra un ejemplo.

Figura 10. Evaporador efecto triple con alimentación hacia delante

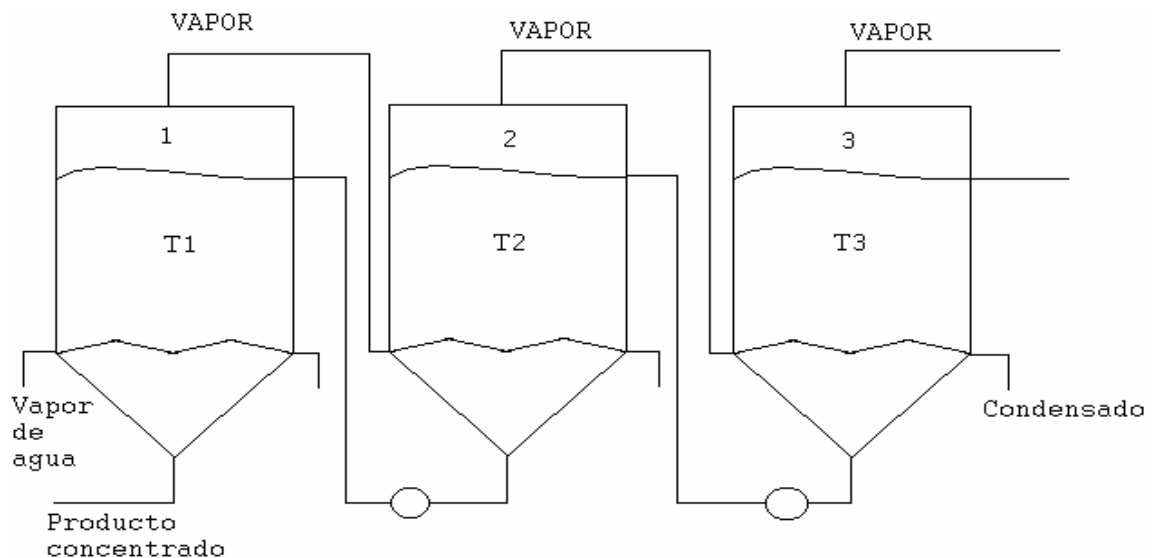


Si la alimentación del primer efecto esta a temperatura cercana al punto de ebullición y la presión de operación de dicho efecto, 1kg de vapor, evaporara casi 1 Kg de agua, el primer efecto opera a una temperatura suficientemente alta como para que el agua que se evapora en el mismo sirva como elemento de calentamiento del segundo efecto. Nuevamente en el segundo efecto se evaporara casi 1kg de agua, que se emplea como medio de calentamiento del tercer efecto. De manera aproximada, en un evaporador de triple efecto se evaporara 3 Kg de agua por cada Kg de vapor de agua usado.

En la operación de alimentación hacia delante que se muestra en la figura 11 la alimentación se introduce en el primer efecto y fluye hacia el siguiente en la misma dirección del flujo del vapor. Este es el método de operación que se emplea cuando la alimentación esta caliente o cuando el producto concentrado final pueda dañarse a temperatura elevadas, las temperaturas de ebullición van disminuyendo de efecto a efecto.

Evaporador de efecto múltiple con alimentación de retroceso: En la evaporación de alimentación en retroceso que se muestra para el evaporador de efecto triple, la alimentación entra al ultimo efecto, que es el que esta mas frío, y a continuación hacia atrás hasta que el producto concentrado sale del primer efecto. Este método de alimentación en retroceso tiene ventajas cuando la alimentación esta fría, pues la cantidad de liquido que debe calentarse a temperaturas más altas. Sin embargo es necesario usar bombas en cada efecto, pues el flujo va de baja a alta presión.

Figura 11. Evaporador triple con alimentación en retroceso



Evaporadores de efecto múltiple con alimentación en paralelo: La alimentación en paralelo en los evaporadores de efecto múltiple implica la adición de alimentación nueva y la extracción de producto concentrado en cada uno de los efectos. El vapor de cada efecto continua usándose para calentar el siguiente efecto.

Existen diversos evaporadores de un solo efecto y diversos evaporadores de múltiple efecto, entre los que se puede mencionar: evaporadores para plantas de fuerza, son los utilizados para proveer de agua a las calderas, las marmitas que es la forma mas sencilla de evaporador en la cual hierve el liquido en ocasiones calentada por fuego, evaporación solar de artesa abierta: el cual es un proceso muy antiguo pero que todavía se usa, se introduce agua salina en recipientes abiertos y de poca profundidad y se deja evaporar lentamente hasta que se cristalice. Los equipos mas utilizados son los evaporadores de tubos que trabajan con vapor de agua.

Evaporadores tubulares

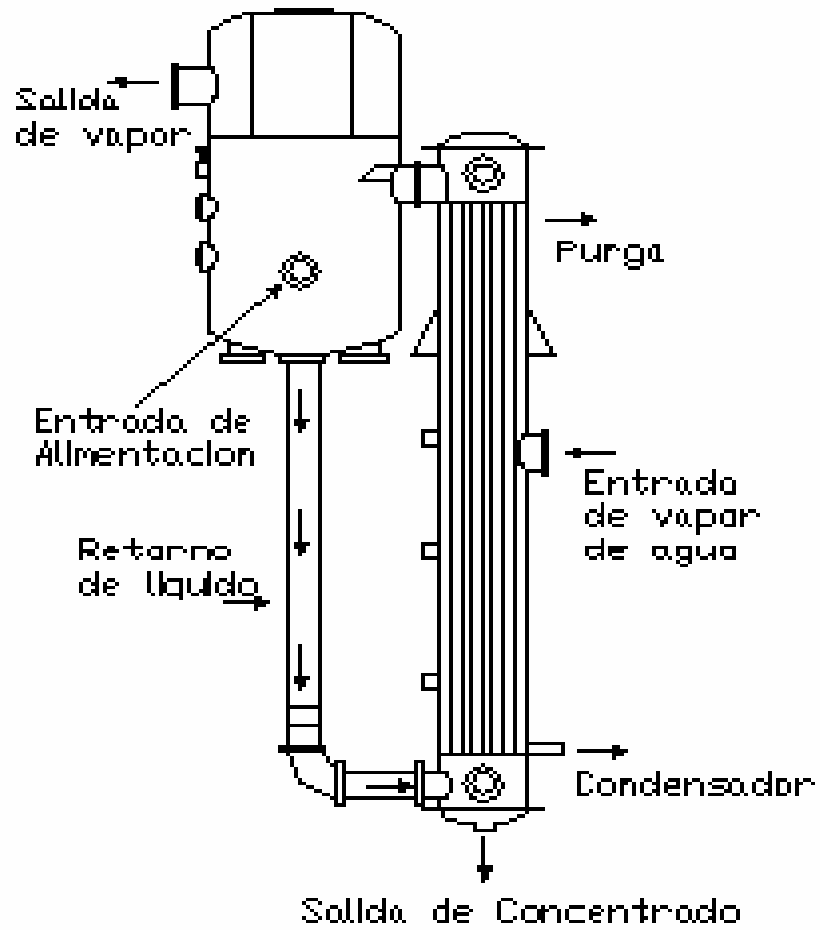
Los principales tipos de evaporadores tubulares calentados con vapor de agua son:

1. Evaporadores de tubos largos verticales
 - 1.1 Flujo ascendente
 - 1.2 Flujo descendente
 - 1.3 Circulación forzada
2. Evaporadores de película agitada

Evaporador de tubos largos con flujo ascendente

El evaporador de tubos largos con flujo ascendente está equipado con un intercambiador de calor, en donde el vapor de agua fluye en la coraza y el elemento a evaporar a través de los tubos, un separador o espacio de vapor para separar el líquido arrastrado por el vapor. Posee entradas para el líquido de alimentación y entrada para el vapor de calentamiento, además posee salidas para: la solución concentrada, el vapor condensado y los gases no condensables procedentes del vapor de calentamiento, poseen grandes tubos que por lo general miden de 25 a 50 mm de diámetro y 3 a 10 m de longitud, en su funcionamiento la alimentación diluida entra al sistema y en el proceso se mezcla con el calentador, entonces la solución es parcialmente vaporizada conforme sube a través de los tubos. Es entonces que la mezcla de líquido-vapor fluye desde arriba de los tubos por dentro de un separador de los mismos instalado en el evaporador, en donde su velocidad se reduce grandemente, al formarse gotas de condensado el vapor golpea sobre ellas para ayudar a eliminar las mismas, entonces pasa alrededor de placas deflectoras instaladas antes de la salida del separador, cuando se trabaja con materiales que tienen a formar espuma, esta se rompe cuando la mezcla de líquido-vapor choca contra las paredes deflectoras, estos evaporadores son especiales para concentrar líquidos que tienden a formar espuma, en la figura siguiente se puede apreciar un evaporador de tubos largos con flujo ascendente.

Figura 12. Evaporador de tubos largos con flujo ascendente



Evaporadores de tubos largos con flujo descendente

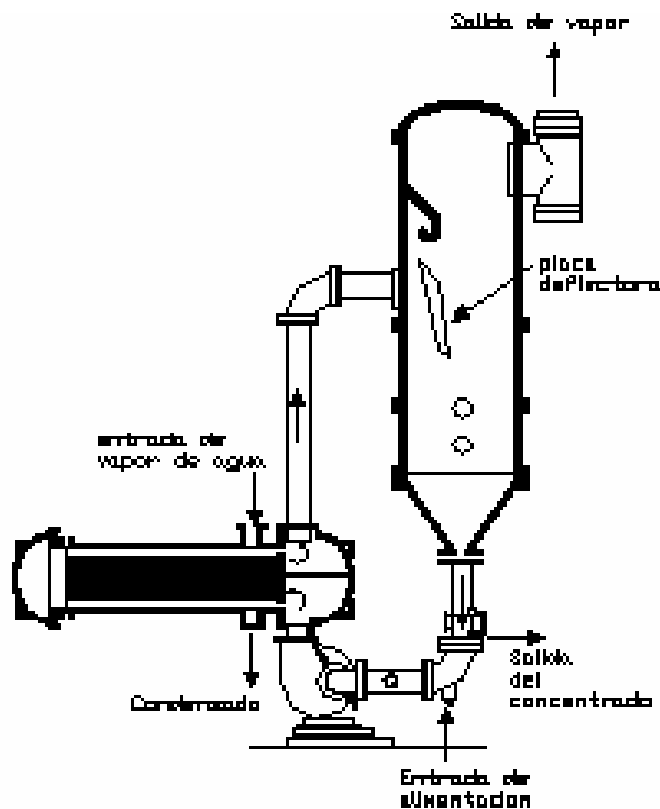
En materiales que son altamente sensibles al calor, como el jugo de piña y otros jugos de fruta, es necesario usar un tiempo muy reducido al exponerlos a una superficie caliente para no afectar la concentración del mismo, esto se logra por medio de evaporadores de tubos largos con flujo descendente, en donde el líquido ingresa por la parte superior del evaporador y desciende por el interior de los tubos, que son calentados por vapor de agua, y sale por el fondo de los mismos, estos tubos miden aproximadamente de 50 a 250mm de diámetro, el vapor que se forma en la concentración también desciende juntamente con esta y salen en el fondo de la unidad, dichos evaporadores parecen largos intercambiadores tubulares verticales con un separador de líquido y vapor en el fondo y un distribuidor de líquido en la parte superior del mismo. Durante la evaporación se reduce constantemente la cantidad del líquido mientras desciende, y si se reduce demasiado tiende a formar puntos secos en la parte inferior de los tubos, entonces la concentración que se puede alcanzar en un solo paso resulta limitada, los evaporadores de película descendente, sin recirculación y con tiempos de residencia cortos, son ideales para concentración de líquidos viscosos.

Evaporadores de circulación forzada

La velocidad a la que entra el líquido a los tubos es de 0.3 a 1.2 m/s en los evaporadores de circulación natural esta velocidad aumenta rápidamente mientras se separa el vapor del concentrado, de tal forma que la velocidad de la transferencia de calor es satisfactoria. Sin embargo la transferencia de calor en unidades de circulación natural, operando con líquidos altamente viscosos es demasiado baja desde el punto de vista económico, es necesario entonces utilizar bombas para impulsar el líquido a través de los tubos.

Un ejemplo de un evaporador de circulación forzada lo podemos apreciar en la figura siguiente, el cual cuenta con tubos horizontales y dos pasos de circulación de los tubo y de la coraza, ósea 2-2, sin embargo en otros diseños se utilizan intercambiadores verticales de un solo paso, en cualquiera de los dos casos se logra una transferencia de calor elevada principalmente con líquidos poco viscosos, pero los mejores resultados en la circulación forzada se obtienen en líquidos altamente viscosos, debido a que en líquidos poco viscosos, la transferencia de calor no compensa los costos adicionales debido a el bombeo del concentrado, en evaporadores de múltiple efecto los primeros de ellos pueden utilizarse como efectos de circulación natural y los siguientes como efectos de circulación forzada, debido a que un evaporador de circulación forzada debe circular a altas velocidades.

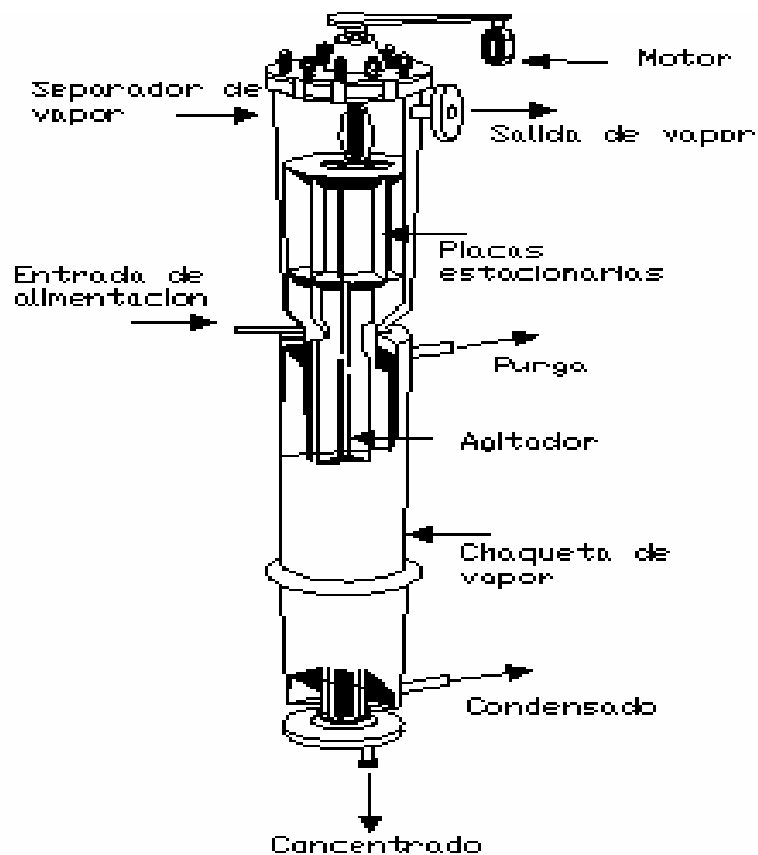
Figura 13. Evaporador de circulación forzada



Evaporador de película agitada

En la evaporación el elemento que mas limita la transferencia de calor del vapor hacia el liquido, se encuentra en las propiedades del liquido, especialmente la viscosidad, una forma de reducir esta limitación es agitando las partículas, esto se consigue por medio del evaporador de película agitada el cual por medios mecánicos logra su objetivo, por ejemplo el mostrado en la figura siguiente que cuenta con un solo tubo enchaquetado que contiene un agitador interno. La principal ventaja de los evaporadores de película agitada es conseguir elevadas velocidades de transferencia de calor con líquidos viscosos.

Figura 14. Evaporador de película agitada



Condensadores para evaporador

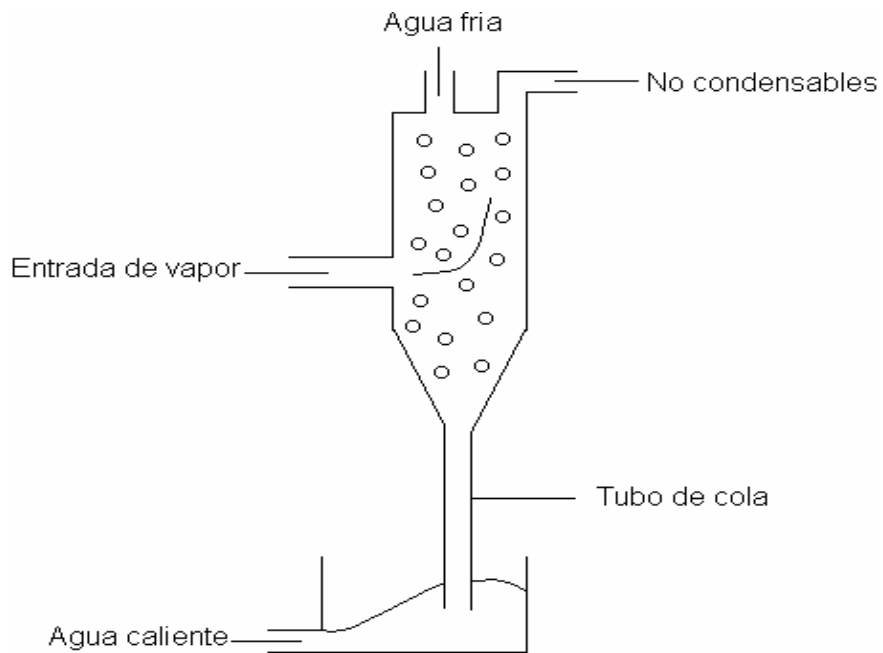
Por regla general, los vapores del ultimo efecto de los evaporadores salen a presiones inferiores a la temperatura atmosférica. Estos vapores deben sacarse y descargarse como liquido a presión atmosférica, lo que se obtiene condensando los vapores por medio de agua de enfriamiento. El condensador puede ser uno de superficie, donde el vapor a condensar y el liquido de enfriamiento están separados por una pared metálica, o un condensador de contacto en donde el vapor y el liquido de enfriamiento se mezclan directamente.

Condensador de superficie: Se emplea cuando no se desea que se mezcle condensado y liquido de enfriamiento. En general, son condensadores con el vapor en la coraza y el agua de enfriamiento en los tubos de pasos múltiples, las corrientes de vapor casi siempre contienen gases condensables, que pueden ser aire y pueden ser incorporados como gases disueltos en la corriente, los condensadores de superficie son muy costosos y utilizan una gran cantidad de agua para enfriamiento, por lo que no se emplean con mucha frecuencia.

Condensador de contacto directo: En este condensador el agua de enfriamiento se pone en contacto directo con el vapor para condensarlo. Uno de los tipos mas comunes de condensadores de contacto directo es el condensador barométrico. Este es de poco costo y económico en cuanto al consumo de agua. Los gases no condensables pueden eliminarse del condensador con una bomba de vació. El vapor de agua a alta presión que alimenta al evaporador entra a gran velocidad por una tobera y arrastra los gases no condensables por medio de vació.

Otro tipo de condensador es el condensador barométrico por chorros de agua: en donde varios chorros de agua a alta velocidad actúan no solo como condensadores de vapor, sino también como medio de arrastre de los no condensables, los condensadores de chorro requieren mas agua que los barométricos comunes y son mas difíciles de regular.

Figura 15. Condensador barométrico



2.2.3 Serpentes de preparación

En los diferentes procesos en la industria alimenticia se puede encontrar en cantidad el uso de agitadores y mezcladores para los fluidos, aunque la agitación y la mezcla suele confundirse no significan lo mismo. En la agitación por lo general se induce un fluido por medios mecánicos a correr en forma circular en el interior de un recipiente o serpentín. El mezclado en cambio se parte de dos fases individuales, tales como un fluido y un sólido pulverizado o dos fluidos, y lograr que ambas fases se distribuyan entre sí.

Entre los principales objetivos de la agitación de fluidos tenemos:

- Mezclado de dos líquidos miscibles, tales como alcohol etílico y agua.
- Disolución de sólidos en líquidos, tales como sal en agua.
- Dispersión de un gas en un líquido en forma de burbujas pequeñas, como en el caso del oxígeno del aire en una suspensión de microorganismos para la fermentación.
- Suspensión de partículas sólidas finas en un líquido.
- Agitación de un fluido para aumentar la transferencia de calor entre el fluido y un serpentín o una camisa en las paredes del recipiente.

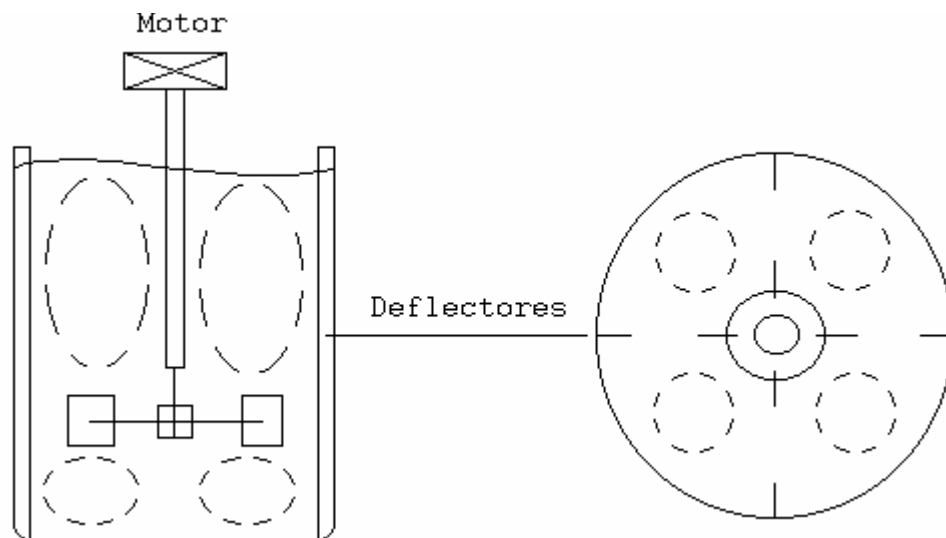
Tanques agitados

Por lo general los líquidos se agitan en un recipiente cilíndrico que puede estar cerrado o abierto, al cual llamaremos tanque de agitación, la altura del recipiente con frecuencia es mas grande que su diámetro, aunque la altura del liquido si debe medir en forma aproximada la de su diámetro, el fluido es agitado por un motor eléctrico que induce al propulsor agitador que esta montado en el eje. Dicho agitador puede ser móvil para introducirlo lateralmente en el tanque o puede estar montado en la pared de un tanque abierto en posición desplazada del centro. La trayectoria del fluido en el tanque depende mucho de las propiedades del fluido, de la geometría del tanque, del tipo de deflectores y del propio agitador. Cuando se monta el propulsor o agitador en la parte alta del tanque, en forma vertical y no se usan deflectores en el interior del mismo, se desarrolla una trayectoria de flujo de tipo de remolino. Lo cual es perjudicial porque atrapa aire, se desarrolla un remolino considerable, ocurre oleadas y otros efectos perjudiciales, principalmente cuando se trabaja a velocidades altas. Para disminuir estos efectos se usa una posición angular desplazada del centro en propulsores de bajo caballaje, no obstante en agitaciones vigorosas a potencias altas las fuerzas desbalanceadas resultan severas limitando el uso de dichas potencias.

Cuando se desea una agitación vigorosa con el uso de agitadores verticales, es muy beneficiosos el uso de deflectores reduciendo así considerablemente el remolino que se forma y se obtiene un mezclado eficiente. En la figura 16 se muestra un tanque agitador con deflectores montados sobre las paredes en posición vertical, generalmente se usan cuatro deflectores, con dimensiones aproximadas a $1/8$ del diámetro del tanque para turbinas y propulsores.

El impulsor de la turbina fuerza al líquido en dirección radial hasta las paredes donde se divide, en una porción que fluye hacia arriba, hasta tocar la superficie para regresar hacia el propulsor, mientras la otra porción fluye hacia abajo. Algunas veces, cuando se trata de tanques con grandes profundidades de líquido en comparación con el diámetro del tanque, se montan dos o tres propulsores en el mismo eje, y cada uno actúa como un mezclador individual. En un sistema de agitación, la velocidad volumétrica del flujo del fluido que mueve el impulsor, es un factor muy importante para asegurarse de agitar la totalidad del volumen del mezclador con tiempo razonable. Además, la turbulencia en la corriente de agitación es decir para el mezclado, puesto que arrastra al material hacia la corriente. Algunos sistemas de agitación requieren una alta turbulencia con velocidades de circulación bajas; otros se basan en turbulencias bajas con altas velocidades de circulación esto casi siempre depende de los tipos de fluidos que se mezclan y del grado de mezclado que se solicite.

Figura 16. Serpentin de agitación



Impulsores

Los agitadores de impulsor se dividen según sus características de agitación en dos clases, de flujo axial: son los que generan corrientes paralelas al eje del impulsor y de flujo radial: son los que generan corrientes en dirección radial o tangencial al eje. Existen tres tipos principales de impulsores para líquidos de baja o moderada viscosidad: hélices, turbinas e impulsores de alta eficiencia. Para líquidos muy viscosos se recomienda las hélices y los agitadores de anclaje.

Hélices

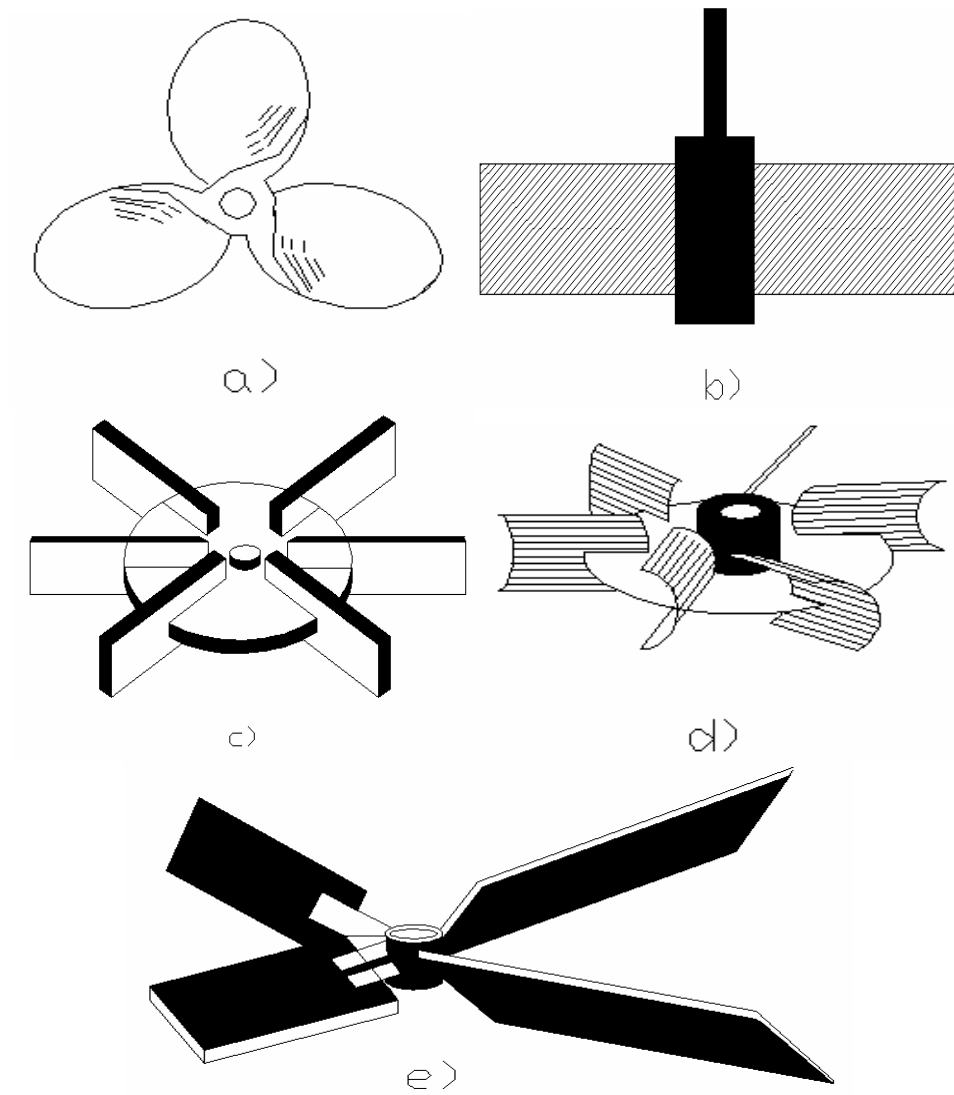
Las hélices son impulsores de tipo axial, trabajan a velocidades muy altas ideal para líquidos de baja viscosidad. Las hélices pequeñas no usan caja reductora de velocidad mas bien trabajan a la misma velocidad del motor entre un rango de 1150 a 1750 rpm; en cambio las hélices grandes si utilizan caja reductora, trabajando a una velocidad de entre 400 a 800 rpm. Generalmente se dispone al fluido en dirección de descenso, de tal forma que las corriente del fluido que salen del impulsor continúan hacia abajo hasta que chocan con el fondo del tanque. La columna altamente turbulenta de remolinos de líquido que abandonan el agitador, arrastra al moverse él líquido estancado, probablemente en mayor proporción que una columna equivalente de una boquilla estacionaria. Las palas de la hélice cortan o cizallan vigorosamente él liquido. Debido a la persistencia de las corrientes de flujo, los agitadores de hélice son eficaces en tanques muy grandes.

Cuando la hélice gira traza una hélice en el fluido de tal forma que si no existiese deslizamiento en el fluido, cuando el agitador da una revolución completa la hélice provocaría el desplazamiento longitudinal del líquido a una distancia fija, dependiendo del ángulo de inclinación de las palas de la hélice, las más comunes son las hélices marinas de tres palas aunque en ocasiones para propósitos especiales se utilizan las hélices de cuatro palas, dentadas y otros diseños. Las dimensiones de las hélices rara vez superan los 45 centímetros de diámetro independiente del tamaño del tanque. Por esta razón es posible instalar en tanques profundos dos o tres agitadores sobre el mismo eje que generalmente dirigen el líquido en la misma dirección. En la figura 17a se muestra un ejemplo de una hélice típica.

Turbinas

Una turbina es un impulsor que puede ser tangencial, axial o tangencial y axial a la vez, un ejemplo de estas se muestra en la figura 17, en donde se representa una hélice y cuatro turbinas, en el caso de la figura 17b es una turbina sencilla de palas rectas, la cual empuja el líquido en forma tangencial y axial a la vez, casi sin movimiento vertical al agitador, las corrientes generadas viajan hacia fuera hasta chocar contra la pared del tanque y luego estas viajan hacia arriba o ya sea hacia abajo, tales agitadores son llamados de paletas. En los tanques de proceso, los agitadores de paletas comunes giran a velocidades comprendidas entre 20 y 150 rpm. En el caso de la turbina de disco, con palas múltiples rectas instaladas en un disco horizontal como la mostrada en la figura 17c. Es especialmente útil para la dispersión de un gas en un líquido, evitando así las zonas de alta velocidad de corte, la turbina de disco de pala cóncava como la mostrada en la figura 17d se utiliza también con mucha frecuencia para la dispersión de gas, cuando la circulación es importante se utiliza una turbina de pala inclinada como la mostrada en la figura 17e.

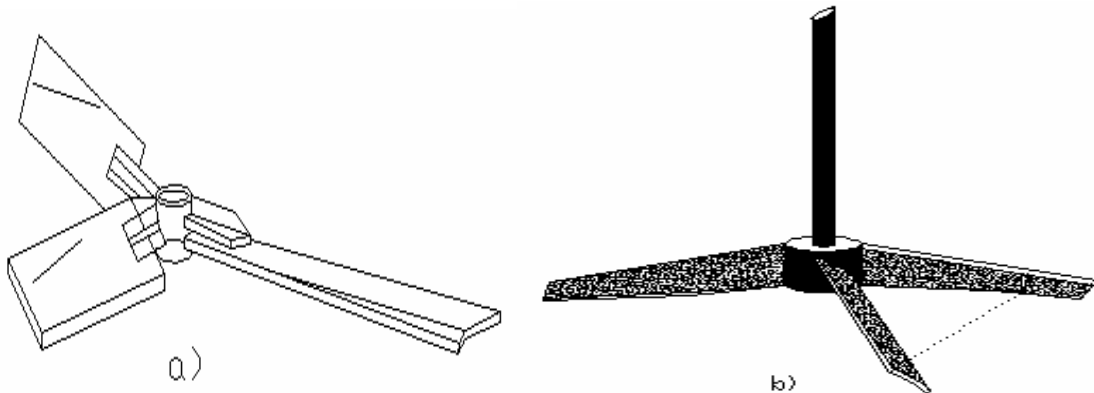
Figura 17. Agitadores para líquidos de viscosidad moderada



Agitadores de alta eficiencia

Las turbinas de palas inclinadas tienen ciertas variaciones que han sido desarrolladas para proporcionar un flujo axial más uniforme y para mejorar la mezcla, y también con la finalidad de reducir la potencia necesaria para cierta velocidad de flujo. Un ejemplo de esto es el agitador de alta eficiencia como el mostrado en la figura 18a el cual tiene tres palas inclinadas que se ondulan al decrecer el ángulo de la pala cerca de la punta. Otro ejemplo es el agitador de lamina de fluido como el mostrado en la figura 18b que utiliza palas con forma de fluido que se adelgazan y son más estrechas en la punta que en la base. Dichos agitadores son muy utilizados en mezcla de líquidos de baja y moderada viscosidad, pero no son recomendables para líquidos altamente viscosos y en dispersión de gases.

Figura 18. Agitadores de alta eficiencia

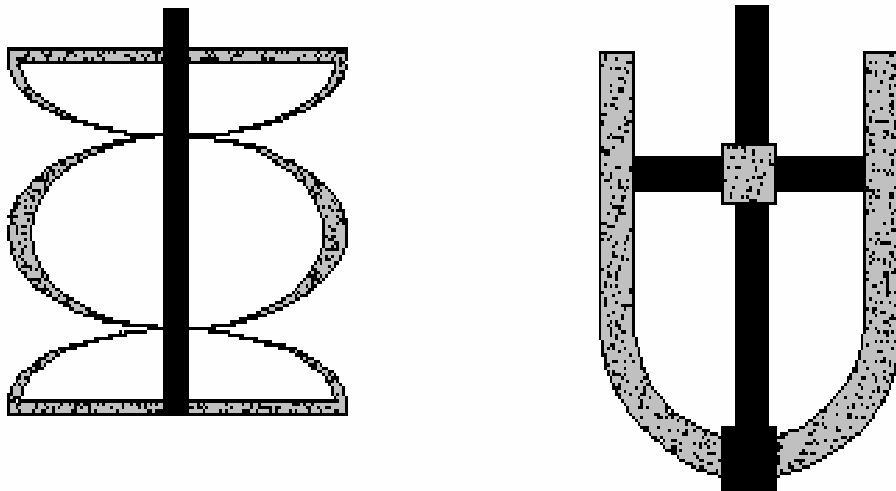


Agitadores para líquidos altamente viscosos

Para líquidos que presentan viscosidades altas hasta de 50 pa-s se recomienda los sistemas agitadores de turbina bien diseñados, en la figura siguiente 19a se muestra un agitador de cinta helicoidal el cual es muy efectivo para viscosidades superiores a los 20 pa-s, el diámetro de la hélice es muy próximo al diámetro interior del tanque lo cual garantiza que el movimiento de el liquido sea en todas las direcciones a la pared del tanque aun con materiales muy viscosos. Las cintas helicoidales se usan con mucho éxito en viscosidades de hasta 25 mil pa-s.

Cuando se necesita dar una agitación adecuada cerca del fondo del tanque es muy útil un agitador de ancla como el mostrado en la figura 19b este no crea movimiento vertical aunque es un agitador menos efectivo que el agitador helicoidal promueve buena transferencia de calor hacia o desde la pared del tanque, para esto se equipan las anclas y las cintas helicoidales con raspadores que remueven físicamente el liquido desde la pared del tanque.

Figura 19. Agitadores para líquidos de alta viscosidad: de cinta doble, de ancla



2.2.4 Tubería

Para transportar los diferentes fluidos en los procesos de preparación se utiliza la tubería, tanto para transportar el concentrado durante todo los equipos como para transportar el vapor que juega un papel muy importante en la transferencia de calor, es muy importante que aunque la tubería sea rígida, debe ser accesible desde el punto de vista que ha de estar formada por diferentes accesorios que permitan desmontar determinada área sin afectar el resto de ella.

Tubería y tubo

En el transporte de fluidos como los concentrados en las fabricas de alimentos, por lo general estos se transportan en tubería o tubos, los cuales tienen una sección transversal disponible en una variedad de tamaños, espesores de pared y materiales de construcción, y aunque son muy similares tienen diferencias notables, la tubería tiene pared gruesa y diámetros relativamente grandes, vienen en longitudes moderadas de 6 a 12 mt. El tubo tiene una pared delgada y generalmente viene en rollos de varios cientos de metros de longitud. En el caso de tuberías metálicas para enroscarlas se les hace una rosca en sus extremos, mientras que en los tubos no es necesario, las tuberías en sus paredes generalmente son rugosas, en cambio los tubos tienen paredes muy lisas, los tramos de las tuberías se unen por medio de collarines, tornillos o bien con accesorios soldados; por su lado las piezas de los tubos son mas delgadas que las de la tubería están conectadas por accesorios de compresión, accesorios flameados y también soldados en algunos casos, los procesos en los cuales se fabrica los tubos son: extrucción o laminación en frío, mientras que las tuberías metálicas se hacen por medio de soldadura, fundición o mediante molduras o prensas.

Los materiales de los cuales están compuestos tanto las tuberías como los tubos son muy diversos, entre los cuales podemos mencionar: metales y aleaciones, maderas, cerámica, vidrio y plásticos variados. Un material que es ampliamente utilizado como tubería en la conducción de agua es el PVC o cloruro de polivinilo, no obstante en las plantas de procesos el material mas común es el acero de bajo contenido de carbono, con el cual se fabrica la llamada tubería de hierro negro, en casos especiales también se usa con frecuencia la tubería de hierro forjado y de fundición.

Tamaños

Tanto las tuberías como los tubos son clasificados basándose en su espesor de pared y el diámetro de su sección transversal, los diámetros nominales estándar, están comprendidos en un intervalo de 0.32 a 76 centímetros, aunque en el caso de tubería con diámetros mayores de 30 centímetros, los diámetros nominales de su sección transversal se basan en los diámetros externos reales; para tuberías pequeñas el diámetro nominal no corresponde a ninguna dimensión real. En el caso de tuberías de 7.6 a 30 centímetros el valor nominal es cercano al diámetro interno real, aunque en tuberías demasiado pequeñas esto no se cumple estrictamente. Los diferentes fabricantes de tubería, fabrican la misma con el mismo diámetro exterior, según sus medidas o tamaño nominal, para facilitar la conexión entre ellas mediante las roscas que ay en sus extremos, aun las tuberías de diferente material al acero se fabrican con el mismo diámetro externo, para facilitar las instalaciones de tubería y el cambio de accesorios.

Aun que las tuberías pueden variar el espesor de la pared, independiente del material y las necesidades del mismo, este espesor esta estandarizado según medidas, al mismo espesor se le llama numero de norma, para los cuales se utilizan diez medidas estandarizadas: 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, y 160, sin embargo en el caso de tuberías en donde el diámetro no supera los 20 centímetros, solamente son comunes los numero: 40, 80, 120 y 160; en algunos casos estos espesores serán mas grueso o mas delgados en comparación con la tubería de acero, debido a las propiedades del material o los materiales en el caso de aleaciones. En el caso del acero su temperatura ordinaria de funcionamiento, la tensión permitida para trabajar es una cuarta parte de la resistencia máxima del metal. El tamaño del tubo esta indicado por el diámetro exterior, el valor nominal es el diámetro exterior real, dentro de tolerancias muy estrechas.

Accesorios en la tubería

En toda instalación de tuberías es indispensable el uso de accesorios, estos se utilizan para poder adaptar la tubería a la forma del edificio, lugar físico de instalación y para poder cumplir satisfactoriamente las necesidades del transporte de los fluidos. Entre los accesorios mas utilizados están:

Niples y uniones: los niples y las uniones son accesorios que sirven como enlace entre tubos del mismo diámetro. La unión posee rosca hembra mientras el niple tiene rosca doble macho. La rosca hembra es cuando esta se encuentra en el interior de la pared de la tubería, la rosca macho es cuando esta se encuentra en el exterior de la pared de la tubería, los niples y las uniones son de dimensiones pequeñas y tienen rosca de los dos extremos de tal forma que su uso esta limitado a la unión entre dos tubos.

Adaptadores: los adaptadores son elementos de unión que admite el enlace de tuberías con distintas roscas

Reducciones: este es un elementos que acoplan conducciones de diferentes diámetros, sirven para aumentar o disminuir el diámetro según sea la dirección del flujo.

Codos: un codo es un acoplamiento rígido que cambia la dirección del flujo a 30, 45, 60, o 90 grados, son usados cuando el espacio es limitado o cuando el diseño de la tubería lo amerite. Los codos pueden ser: codos iguales cuando poseen dimensiones iguales en sus extremos; y codos desiguales cuando hay variación de diámetros en sus extremos.

Tees: una tee es un elemento de conducción que sirve para acoplar tres tuberías; los diámetros de estas tuberías pueden ser iguales o desiguales según sean las características de la tee.

Cruces: son elementos de conexión, los cuales sirven para acoplar cuatro tuberías en un mismo plano, son utilizadas para hacer derivaciones de una línea. Las cruces pueden ser de cruz igual. Si poseen una misma dimensión en sus extremos o cruz desigual, si hay variación en uno o dos de sus extremos.

Tapones: son elementos roscados que impiden el paso del fluido hacia una dirección no deseada. Se les llaman tapones para tubos cuando poseen rosca hembra y, simplemente tapas cuando están provistos de rosca macho.

Tipos de juntas o uniones

Las instalaciones de tuberías se hacen mientras se trabaja, es decir que las secciones se cortan a la medida y se van empalmando en el lugar de la instalación, según se necesite. Las uniones son de tipo:

- Uniones roscadas
- Uniones soldadas
- Uniones o juntas por medio de bridas

Uniones roscadas: las uniones roscadas son usuales en tuberías de diámetro pequeño, la rosca en los tubos a diferencia de los tornillos tienen cierta conicidad lo que hace que al apretarlas queden juntas herméticas, sobre todo cuando previamente se aplican sellante (teflón, permatex, epoxicos. Es importante notar que cuando los tubos se unen mediante juntas roscadas, se deben de observar eliminar toda la rebaba interior que usualmente se forma al momento de hacer las roscas, por lo que se recomienda después del roscado aplicarle al tubo una pasada de rimer.

Uniones soldadas: el perfeccionamiento de la técnica de la soldadura ha dado lugar a la reducción de los costos de las uniones en las tuberías de acero haciéndolas soldadas, las cuales son aplicables con ventaja en cualquier tamaño de la tubería y ofrecen seguridad y una unión hermética, lo cual es muy importante en el transporte de gases, su única desventaja es que para separarlas es necesario romper las tuberías.

Uniones por bridas: en realidad es una variante tanto de juntas roscadas como de soldadas ya que de ambas maneras se pueden fijar a las secciones del tubo aunque mucho menos en el caso de bridas roscadas a tubo, además que se limitan a diámetros pequeños. Las bridas soldadas, para la instalación de tuberías en plantas industriales es cada vez mas usada ya que permite efectuar labores de mantenimiento y aplicaciones con facilidad dependiendo de la presión y la temperatura del fluido que se conduce así será el tipo de brida a colocar. De una forma muy general se puede decir que dos tipos de bridas son las que se seleccionan de acuerdo a la unión de las mismas sobre la tubería que son las deslizantes y las de unión a tope.

Bridas deslizantes: Son llamadas así debido a que el diámetro interior de las mismas coincide con el diámetro exterior de la tubería con cierta holgura lo que les permite deslizarse sobre la superficie exterior del tubo.

Bridas a tope: como su nombre lo indica se unen a la tubería a tope y su uso es para instalaciones donde el fluido tiene altas presiones.

Prevención de las fugas alrededor de las partes móviles

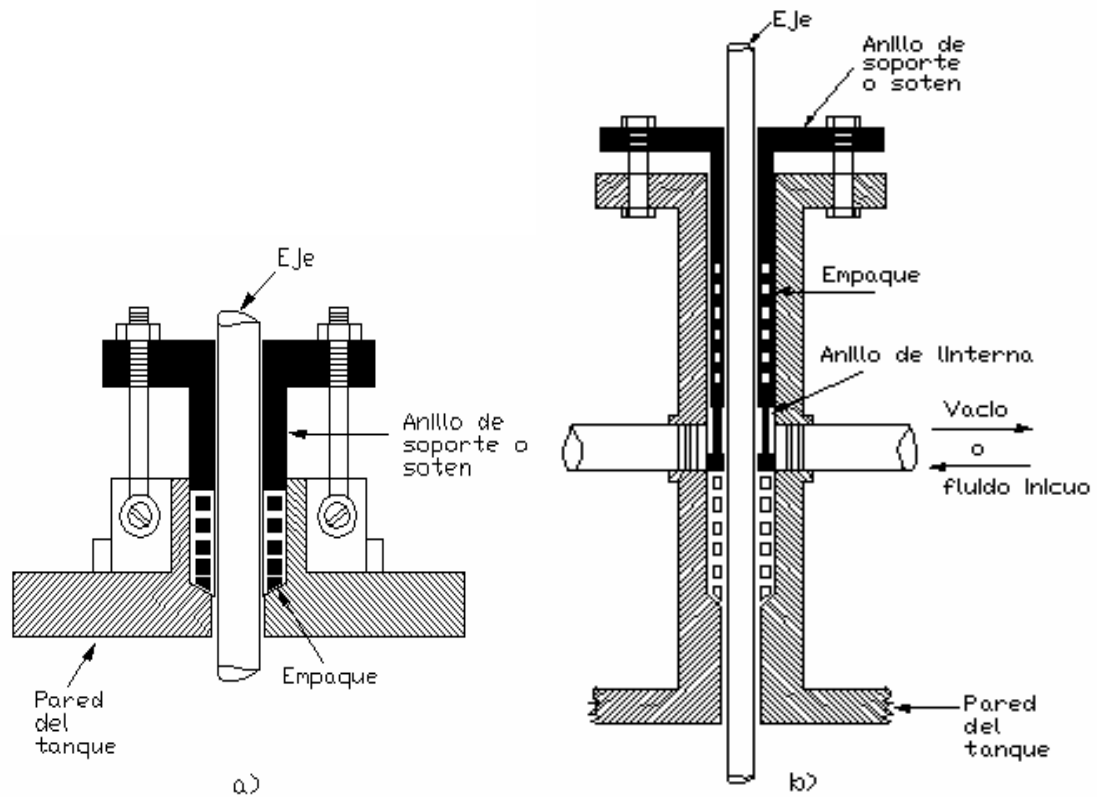
En muchas fabricas de procesos con frecuencia es necesario el movimiento de un equipo con relación a otro, en este caso se debe tener el debido cuidado que no exista una fuga excesiva de material, de tal forma que se busca minimizar la fuga lo máximo, esto por lo general ocurre en uniones de expansión empacadas y en válvulas donde el vástago debe entrar en el cuerpo de la válvula y tener libertad de giro sin permitir escapes de fluido en la válvula,. Entre los dispositivos mas comunes se encuentran los sellos mecánicos y las prensaestopas, aunque ninguno de los dos detiene la fuga por completo son muy eficientes y minimizan la fuga grandemente.

Cajas prensaestopas

Una caja prensa estopa es un elemento que sirve como sello alrededor de un eje en movimiento, también alrededor de un eje que además de movimiento rotacional puede tener movimiento axial, el diseño de la cámara es tal que tiene una cámara dentro del miembro estacionado, que rodea el eje o tubería, en la figura 20a se muestra un ejemplo de una caja prensa estopa, con frecuencia se forma una protuberancia en la cubierta o pared del recipiente para formar una cámara profunda, el espacio anular entre el eje y la pared de la cámara se llena mediante un empaque, que consiste en una cuerda o en anillos de un material inerte que contiene un lubricante como el grafito. Al comprimir el empaque fuertemente alrededor del eje. Se evita que el fluido salga a través de la caja prensaestopas permitiendo así que el eje gire hacia atrás y hacia delante, el empaque se comprime por medio de un anillo de soporte, o casquillo, que comprime la caja mediante la tapa embridad o tuerca empacada. El eje debe tener una superficie lisa de forma que no arrastre el empaque; inclusive, la presión del empaque aumenta en forma considerable la fuerza requerida para mover al eje. Aunque una caja prensaestopas, aun bajo condiciones ideales, no detiene por completo las fugas de fluido; de hecho, cuando la caja opera apropiadamente, las pérdidas son menores..

En un caso adicional cuando el uso del empaquetamiento y la pérdida de potencia en la caja prensaestopas sin el lubricante son demasiado grandes, es muy perjudicial especialmente cuando el fluido es toxico o corrosivo, entonces es necesario prevenir escapes desde el equipo por otros medios, esto se logra mediante casquillos que tienen la fusión de un prensaestopas adicional sobre el mismo eje, en la figura 20b se muestra un ejemplo del mismo, el cual tiene dos juegos de empaques separados por un único anillo.

Figura 20. Caja prensa estopa: a. Sencilla b. Con casquillo de linterna

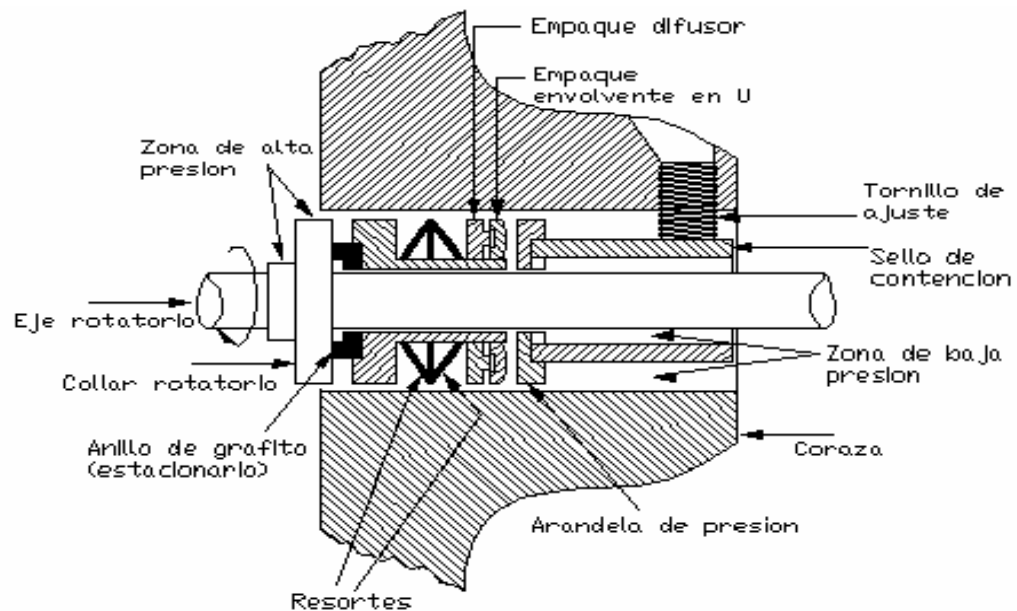


Sellos mecánicos

En el caso de un sello mecánico, esta diseñado de tal forma que el contacto deslizante esta entre un anillo de grafito y una cara de metal pulido, generalmente acero al carbono. Como el ejemplo mostrado en la figura 21. en donde se representa un sello típico. El anillo estacionario de grafito, que se mantiene en contacto con el collar rotatorio de metal, por medio de resortes, evita que el fluido en la zona de alta presión salga alrededor del eje.

En el espacio que existe entre el cuerpo del sello y la cámara que lo mantiene alrededor del eje, se colocó un empaque estacionario envolvente en forma de U de goma o de plástico; este evita las fugas del fluido a través de las partes del sello que no giran y permite que el anillo de grafito se mueva libremente en forma axial, de tal manera que presione con fuerza sobre el collar. Los sellos rotatorios requieren menor mantenimiento que las cajas prensaestopas y se utilizan bastante en equipos en los que se manejan fluidos altamente corrosivos.

Figura 21. Sello mecánico



Válvulas

En una planta de procesamiento común es normal encontrar una gran cantidad de válvulas, de diferentes tamaños formas y diferente fabricante, a pesar de que existen muchos diseños de las mismas, en todos los casos la función principal es disminuir o detener el flujo de un fluido, con la gran variedad de diseños que existen algunas son mas eficiente en determinada condición que otras, es así el caso que algunas válvulas funcionan mejor en cerrado-abierto, prendido-apagado, es decir totalmente abiertas o totalmente cerradas, otras en cambio están diseñadas para suprimir o reducir la presión y la velocidad del flujo de un fluido, existen también otras especiales en casos determinados como: algunas que permiten el flujo solo en una dirección o bajo ciertas condiciones de temperatura o presión, otro tipo de válvula muy especial es la trampa de vapor la cual permite que el agua y el gas inerte pasen a traes de ella mientras que retiene el vapor.

3. ELABORACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL ÁREA DE PREPARACIÓN

Listado del equipo

Primeramente se generó un listado de elementos (listado A) luego uno de elementos con sus respectivos equipos (listado B) del área de preparación de la fábrica. Se tomó como elementos a los equipos grandes en donde circula el producto durante su proceso y a los accesorios auxiliares que forman parte de estos elementos se les llamo equipos, es así como un elemento podría tener varios equipos, por ejemplo: el canal de lavado uno, es un elemento y cuenta con equipos auxiliares, uno de estos equipos auxiliares es la bomba de envío, que sirve para enviar el agua por el canal para que circule la fruta, también el motor eléctrico que impulsa la bomba, etc.

Codificación

La codificación se hizo primeramente asignando un código a los elementos y equipos iguales del área de preparación (código general), de esta forma para distinguir a los equipos se hace por medio de un código asignado, por ejemplo los intercambiadores tienen un código asignado solo para intercambiadores, los motores de igual forma y así toda el área. Seguidamente de esto se separaron las cuatro áreas del área general de preparación asignándole un código a cada una de ellas (código de área) por ejemplo al área de fajas de molienda se le asignó el código FM al área de evaporador se le asignó el código EV y así las demás áreas.

Seguidamente se asigno un código según el flujo del proceso tanto a elementos como a equipos (código según el flujo) es decir: al primer elemento que aparece según el flujo se le asigno el código uno, el elemento segundo según continua el proceso se le asigno el código numero dos y así en todo el proceso. Para codificar el equipo de toda el área se uso el listado de elementos de cada área (listado A), el listado general que contiene cada elemento con sus equipos (listado B), el código general, el código de área y el código según el flujo.

Primeramente se identifica el área con su código, seguidamente el código general del elemento, seguidamente el código según el flujo, de esta forma se distingue un elemento de otro, para distinguir a los equipos la codificación continua identificando al equipo con su código general y por ultimo el código del equipo según el flujo del proceso. Por ejemplo el código del motor-reductor de la cadena vibradora-volteadora del Área de Fajas de Molienda del Área de Preparación es:

Código: FM-601-03-305-03

- **FM:** las letras FM es el código que se le asigno al área de Fajas de molienda y de esta forma sirve para distinguir entre las diferentes áreas del Área de Preparación
- **601:** Él numero 601 es el código asignado a las cadenas vibradoras según el listado de equipo general.

- **03:** Él numero 03 es el código asignado al elemento cadena vibradora volteadora según el flujo, es decir es el elemento numero tres según el flujo del proceso.
- **305:** Él numero 305 es el código asignado a los motor-reductores según el listado de equipo general.
- **03:** Él numero 03 es el código asignado al equipo según el flujo, es decir el motor-reductor de la cadena vibradora-volteadora es él numero 3 de los motor-reductores según el flujo del proceso.

3.1 Fichas técnicas

Se elaboro una ficha técnica para cada uno de los elementos y equipos del área de preparación, recaudando la mayor información posible de cada uno de ellos, primeramente a cada ficha se le coloco el código que distingue a cada equipo de los demás, se tomo una fotografía a cada uno de ellos para tener una imagen física del equipo y de la condición del mismo.

La información recolectada para realizar las fichas se hizo con la ayuda (en algunos casos) de las placas de los equipos, de los manuales de operación, como lo es el caso de: del evaporador, pulperos, cabezas de llenado del área aséptica, etc con la ayuda también del conocimiento adquirido por los ingenieros a cargo de cada área, mecánicos y mediciones tomadas. Las fichas contienen información muy importante y especifica para facilitar entre otras cosas el cambio de piezas (en algunos casos), por ejemplo cambio de cojinetes, las revoluciones por minuto en el caso de los motores y reductores.

Si es necesario cambiar un accesorio o equipo se tienen todos los datos necesarios para hacer el cambio del mismo. También contiene datos como diámetros, tipo de poleas en el caso de motores y bombas, tubería de entrada y de salida en el caso de los serpentines de agitación, fecha de instalación y fecha de fabricación (en algunos casos), capacidad en litros de serpentines, etc.

En la pagina 92 de los apéndices se ilustra un ejemplo de una ficha técnica, el motor-reductor de la cadena volteadora (vibradora) de Fajas de Molienda: con código: FM 601 03 305 03, marca: Siemens, modelo: 2569-2568, serie: 2567-2569, potencia: 2 hp, voltaje: 220-440, corriente: 5.8-3.65 a, frecuencia: 60 hz, revoluciones por minuto: 1690-1720, etc.

3.2 Rutinas de mantenimiento

Las rutinas de mantenimiento se elaboraron generalizadas para que una misma sirva para todos los equipos iguales o similares, por ejemplo la rutina hecha para las bombas centrífugas, es una misma que aplica a todas las bombas centrífugas grandes y pequeñas.

Las rutinas se elaboraron desde lo mas general como una inspección visual, medición de temperatura, hasta lo mas especifico como el cambio de piezas (el cambio de piezas se especifica en las rutinas anuales en equipo que lo merezca). Un ejemplo de una rutina de mantenimiento es: el molino de fruta (los molinos de fruta son los que trituran la fruta durante el proceso de preparación, se encuentran ubicados en el área de Fajas de Molienda) el cual se describe a continuación:

1. Revisión del estado físico de las chumaceras:

Las chumaceras son las que sostienen los ejes de las cuchillas, ejes de poleas y motores, es muy importante revisar esto por que un juego en las chumaceras puede significar una inversión mas grande en el mantenimiento de ejes, motor o cuchillas, en la rutina se especifica el cambio de chumaceras si es necesario

2. Revisar el estado físico de fajas y poleas:

Las fajas y las poleas son las que transmiten el movimiento del motor hacia las cuchillas que cortan la fruta se usan para transmisiones de poca fuerza y alta velocidad. En las poleas no debe existir juego y no deben estar desalineadas, para que no dañen las fajas pues con poleas desalineadas o con juego se produce calor y se puede dañar: chumaceras, cojinetes, ejes, fajas, etc, provocando paros inesperados. En la rutina se especifica la corrección del error que pudieren tener las fajas o poleas

3. Chequear estado físico de los ejes:

El eje es el que sostiene las cuchillas, poleas, para que giren, es muy importante chequear el estado de este pues si no esta en optimas condiciones puede significar el daño de las demás piezas y paros inesperados, en la rutina se especifica la rectificación de los mismos si es necesario.

4. Revisión del estado de las cuchillas:

Las cuchillas son las que cortan la fruta, lo hacen a velocidad muy alta, es importante chequear el filo de las mismas así como su condición física y de instalación, para evitar daños grandes en el mecanismos, inversiones innecesarias y paros inesperados.

Se asignaron siete ciclos para las diferentes rutinas: semanal, quincenal, mensual, bimensual, trimestral, semestral, anual. Dependiendo de la necesidad que presente el equipo se elaboraron dos o tres ciclos de rutinas para dar un buen servicio al equipo.

Codificación

La codificación de las rutinas es muy similar a la codificación de los equipos, con la diferencia de que aquí no se separa las cuatro Áreas del Área general de Preparación pues las rutinas son generales, la codificación inicia con códigos que identifican el área en la que se está trabajando, seguido del código del equipo a que se refiere (código general) y seguido del código del ciclo. Por ejemplo el código de la rutina de mantenimiento del motor-reductor es el siguiente:

Código: 000-0000-305-07

- Los primeros dos códigos son específicos para identificar el área en la cual se está trabajando.
- **305:** El número 305 es el código que sirve para identificar los motor-reductores del listado general.
- **07:** El número 07 es el código asignado al ciclo de rutina anual.

Rutinas de lubricación

Uno de los pilares del mantenimiento de la maquinaria para alargar su vida es la lubricación, es tan importante que esta puede definir que una maquinaria falle rápidamente o que su vida sea muy larga y que el servicio prestado sea eficiente. Dicha rutina de lubricación no se incluye en las rutinas de mantenimiento por que se debe de supervisar a diario teniendo el debido cuidado. En estas rutinas se especifica lo siguiente:

- Nombre del elemento
El elemento del área al cual se le da servicio.

- Nombre de accesorios
El nombre de los diferentes accesorios que necesitan lubricación, entre los que se puede mencionar por ejemplo: chumaceras, sproket, cadenas, cajas reductoras, entre otros.

- El producto o lubricante
El lubricante utilizado en los diferentes puntos, se tomo en cuenta que unos lubricantes son mas eficientes en determinadas condiciones que otros, un ejemplo muy sencillo es que en el área de fajas de molienda se utiliza la grasa para cadenas y sproket pero para cajas reductoras se usa un lubricante muy diferente a este.

- Numero de puntos a lubrica
El numero de puntos a lubricar es igual de importante que los anteriores por que es posible que el encargado de lubricar se le pase por alto por ejemplo una chumacera que este muy escondida.

- Método de aplicación

El método de aplicación es importante por que aquí se especifica además del método el chequeo de la lubricación, por ejemplo no en todos los casos es necesario cambiar lubricante, en algunos casos solamente ay que chequear el nivel del mismo, entre algunos de los métodos de lubricación tenemos:

- Lubricación por goteo:

En este caso se llena un recipiente que proporciona una gota continua de aceite, por ejemplo: bombas, en este caso es muy importante chequear el nivel del aceite.

- Aceitera:

Se refiere que para la lubricación a de usarse la aceitera.

- Graser:

se refiere que para la lubricación a de usarse la graser.

- Inspección:

Se refiere a una inspección visual de los equipos para ver la condición de los mismos

- Chequear nivel:

Se refiere a chequear en los recipientes de aceite el nivel del mismo que este entre los estándares establecidos.

En el método de aplicación se especifica estos y otros métodos de aplicación, es importante notar que para facilitar la comprensión todos estos métodos de lubricación utilizan un código específico.

- **Capacidad:**
Se refiere al volumen de lubricante que se ha de aplicar, este volumen se especifica dependiendo del tipo de lubricante por ejemplo: en el caso de grasa aplicada con grasera se mide por medio de bombazos (un bombazo es presionar toda la carrera del elemento que comprime la grasera para que salga la grasa), en el caso del aceite esto se hace por medio de onzas, litros, dependiendo del equipo.

- **Cambio de ciclo:**
Se refiere a la secuencia que ha de hacerse cada ciclo de lubricación, entre algunos podemos mencionar por ejemplo: hora, día, semana, mes, etc, el ciclo que mas se aplique a las necesidades del equipo es el que se usa.

- **Estado de equipo:**
Se especifica si la maquinaria esta trabajando o en reposo, esto es muy importante por que se debe de aprovechar para dar mantenimiento cuando la maquinaria esta en reposo.

El siguiente es un ejemplo de lubricación, del elemento numero uno de fajas de molienda: Transportador de caja llena.

TRANSPORTADOR DE CAJA LLENA							
Accesorios	Producto	Numero de puntos	Metodo de aplicación	Capacidad	Cambio de	Maquina	
	utilizado				ciclo	parada	produccion
Chumaceras	molub 860	4	gras-11	2 bomb	SM		
Sproket	sentinel	2	em-13	2bomb	SM		
Cadenas	tibol spray	1	am15	1/16 onz	SM		
Caja reductora	geat 90	1	ckn-7	2lts	SM		

3.3 Cronograma de mantenimiento

En el mantenimiento preventivo es muy importante planificar y programar para trabajar conjuntamente con otros departamentos dentro de la empresa, esto porque en ocasiones la maquinaria puede parar y ocasiones que no, la forma de aprovechar al máximo el tiempo y la mano de obra con la que se cuenta es por medio de planificación, la cual se hace por medio de un cronograma de mantenimiento.

En el cronograma de mantenimiento preventivo se contemplan todos los equipos del área, los ciclos de mantenimiento de los mismos, el personal con el que se cuenta para realizar el mantenimiento y el tiempo disponible, se hace un equilibrio entre todos estos elementos para que en el transcurso del año se le de servicio a todo el equipo.

Un ejemplo de la programación es el área de Fajas de Molienda, en donde a partir de enero se inician los mantenimientos semestrales, dándole servicio a dos elementos con sus respectivos equipos por semana, esto para no afectar los cambios de formato, la producción y el mantenimiento de resto de la planta, durante la siguiente semana se le da mantenimiento a otros dos elementos con sus equipos y así sucesivamente a toda el área, y en término de 3 meses aproximadamente se le da mantenimiento a toda el área.

En julio nuevamente se inicia con los mantenimientos semestrales, de esta forma se le da servicio a toda la maquinaria durante el año. En la página 95 de los apéndices se muestra un ejemplo de los cronogramas de mantenimiento preventivo.

3.4 Estimación de stock de repuestos

En los procesos en serie debido al servicio que prestan las maquinas es muy importante estimar un stock de repuestos, para evitar paros inesperados o alargar de tiempo los mismos, en la estimación que se hizo se tomo en cuenta por ejemplos: cojinetes, engranes, poleas, chumaceras, bandas transportadoras, etc El trabajo de mantener un stock de repuestos se hace conjuntamente con los ingenieros a cargo de las áreas y el personal de bodega, los ingenieros deber de tomar en cuenta en los reportes de las ordenes de trabajo el cambio de repuestos y verificar constantemente que el personal de bodega tenga al día el stock de repuestos, en algunas rutinas anuales especifica el cambio de repuestos, por ejemplo el caso de la rutina anual de las bombas centrífugas en donde ha de cambiarse cojinetes. Con la estimación de un stock de repuestos se evita alargar los paros inesperados de producción.

3.5 Órdenes de trabajo estandarizados

Un manual de mantenimiento preventivo estaría incompleto sin ordenes de trabajo estandarizadas, las ordenes de trabajo sirven de instructivo al técnico para que elabore su trabajo, en las ordenes se describen los pasos que el técnico debe de seguir para darle mantenimiento preventivo a determinado equipo. Dicha orden esta elaborada de tal forma que el técnico no puede perderse al desarrollarla. En si una orden de trabajo es la misma rutina de mantenimiento del manual de mantenimiento preventivo con algunas diferencias en detalles para facilitar la supervisión del trabajo. Además las ordenes de trabajo tienen espacio para escribir cualquier tipo de observaciones vistas en el desarrollo del trabajo como cambio de piezas, anomalías o detalles y con esto se persigue elaborar un historial de la maquinaria para tener mas elementos en cuanto al conocimiento de la maquinaria para darles un buen servicio.

Contempla también: la fecha y la hora así como el tipo de rutina que es, es decir especifica si es anual, semestral, trimestral, bimensual, mensual, quincenal o semanal. El nombre del técnico que ejecutara la orden de mantenimiento, el Ingeniero quien asigna el mantenimiento, la hora en que fue asignado, la hora en que el trabajo se termino. Los repuestos que se utilizaron, no necesariamente un repuesto se debe de cambiar hasta que cumple un año de vida, si es necesario hacerlo al mes de haberlo instalados, se deberá cambiar.

3.6 Rehabilitación de áreas abandonadas

Se propone la rehabilitación de una sección del área Fajas de Molienda. Para esta propuesta se ha estudiado la sección y evaluado el equipo que hacen falta:

- Instalar la banda seleccionadora de fruta numero dos, la cual debe ser de un ancho de 90 centímetros y un largo de 6 metros.
- El motor-reductor que impulsa la banda seleccionadora el cual debe tener: una potencia de 2 hp. Una fase de 60 hz., un voltaje de 220 volts, una corriente de 6 amperios, velocidad de entrada de 1725 rpm y velocidad de salida de 50 rpm.
- Instalar la banda del elevador de fruta hacia el Hot Brake la cual ha de ser de cangilones con un ancho de 74 centímetros y un largo de 8 metros.

- El motor-reductor del elevador de fruta el cual debe tener una potencia de 2 hp. Una fase de 60 hz., un voltaje de 220 volts, una corriente de 6 amperios, velocidad de entrada de 1725 rpm y velocidad de salida de 50 rpm.
- Un motor eléctrico para el tanque Hot Brake el cual debe tener una potencia de 2 hp. Una fase de 60 hz., un voltaje de 220 volts, una corriente de 6 amperios, velocidad de 1725 rpm

CONCLUSIONES

1. Con el análisis hecho respecto de la condición del área de preparación, se conocieron las debilidades y fortalezas del servicio prestado por el departamento de mantenimiento en el área de preparación.
2. Con las estrategias desarrolladas en el área de preparación de la fábrica, se espera que la aplicación de las mismas, a través del manual de mantenimiento, venga a fortalecer debilidades y aprovechar fortalezas del mantenimiento en el área, mejorar la eficiencia de la maquinaria y alargar la vida de las mismas
3. Con la capacitación dada al personal de mantenimiento se espera que los procedimientos del mantenimiento preventivo se desarrollen de una forma precisa, rápida y confiable, obteniendo, también, menos tiempo muerto por mantenimiento preventivo.
4. La información acerca de los equipos en la planta es muy poca, con la elaboración de las fichas técnicas se logró ordenar y detallar la información recaudada
5. Al aplicar las rutinas de mantenimiento preventivo a cada uno de los equipos, se garantiza que los paros inesperados por mantenimiento sean minimizados y extender la vida de la maquinaria.

6. Con la estandarización de ordenes de trabajo se mejorará los procedimientos y la supervisión del mantenimiento preventivo en la planta.

7. Al aplicar la estimación del stock de repuestos se garantiza que el tiempo muerto de producción, debido a mantenimiento correctivo, no se alargue por falta de repuesto.

RECOMENDACIONES

A la gerencia.

1. Rehabilitar la sección abandonada del área de fajas de molienda del área de preparación, lo cual permitirá contar con dos líneas de proceso en la limpieza y selección de fruta y, así, mejorar la eficiencia del proceso, mejorando la rapidez del mismo.
2. Capacitar al personal de mantenimiento para no depender de los técnicos mas antiguos y obtener un rendimiento óptimo en la planta.

Al departamento de mantenimiento.

3. Seguir el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia y alargar la vida de la maquinaria.
4. Documentar los procesos de mantenimiento preventivo de toda la planta, lo cual es un requisito fundamental para la certificación de los procesos de la empresa por normas internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Perry, Robert H. Manual del ingeniero químico, 7a. ed.
2. Kern, Donald Q. Procesos de transferencia de calor. CIA Editorial Continental, S. A. De C. V., México,. 3ra. ed.
3. McCabe, Warren L. Smith, Julian C. y otros. Operaciones unitarias de ingeniería química, 6a. ed.
4. Geankoplis, Christie J. Procesos de transporte y operaciones unitarias, 2a. ed.
5. García Aldana, Julio Wenceslao. Transferencia de calor y sus aplicaciones en la ingeniería mecánica, Universidad de San Carlos, Ingeniería Mecánica, tesis
6. Manual de instalación y mantenimiento de pulpero Ing A. Rossi parma Italia.
7. Manual de instalación y mantenimiento de llenadora de línea aséptica, Ing A. Rossi Catelli.Manual.
8. Manual de instalación y mantenimiento del Evaporador Ing A. Rossi Catelli parma Italia.

APÉNDICE


Listado de elementos del área de Fajas de Molienda

ÍTEM	Listado de equipo de Fajas de Molienda	Código Equipo	Código Rutina
1	Transportador de caja llena	FM-435	PL-IN4-435
2	Elevador de caja llena	FM-410	PL-IN4-410
3	Cadena volteadora (vibradora)	FM-601	PL-IN4-601
4	Canal de lavado 1	FM-602	PL-IN4-602
5	Elevador de fruta 1	FM-410	PL-IN4-410
6	Canal de lavado 2	FM-602	PL-IN4-602
7	Elevador de fruta 2	FM-410	PL-IN4-410
8	Tanque escaldado 1	FM-433	PL-IN4-433
9	Banda seleccionadora 1	FM-403	PL-IN4-403
10	Elevador de fruta hacia Hot Barquee 1	FM-403	PL-IN4-403
11	Molino de piña	FM-424	PL-IN4-424
12	Gusano inclinado	FM-434	PL-IN4-434
13	Gusano horizontal	FM-434	PL-IN4-434
14	Pulpero 1 de fajas de molienda	FM-428	PL-IN4-428
15	Tanque Hot Barquee 1	FM-419	PL-IN4-419
16	Intercambiador de calor 1	FM-420	PL-IN4-420
17	Pulpero cónico 1	FM-428	PL-IN4-428
18	Pulpero cónico 2	FM-428	PL-IN4-428
19	Pulpero Roíz 1	FM-428	PL-IN4-428
20	Pulpero Roíz 2	FM-428	PL-IN4-428
21	Tanque Holding A	FM-432	PL-IN4-432
22	Tanque Holding B	FM-432	PL-IN4-432
23	Tanque escaldado 2	FM-433	PL-IN4-433
24	Banda seleccionadora 2	FM-403	PL-IN4-403
25	Elevador de fruta hacia Hot barquee 2	FM-403	PL-IN4-403
26	Tanque Hot Barquee 2	FM-419	PL-IN4-419
27	Intercambiador de calor 2	FM-420	PL-IN4-420
28	Panel de Control	FM-308	PL-IN4-308

Listado general del área de Fajas de Molienda

No	Listado de Equipo	Codigo
1	Transportador de caja llena con dos cadenas	FM-435-01
2	Moto reductor de trasportador de caja llena con dos cadenas	FM-435-01-305-01
3	Elevador de caja llena hacia cadena volteadora	FM-410-02
4	Moto reductor de elevador de caja llena hacia cadena volteadora	FM-410-02-305-02
5	Cadena volteadora (vibradora) 2	FM-601-03
6	Moto reductor de cadena volteadora vibradora	FM-601-03-305-03
7	Carrilera por gravedad para caja vacía	FM-602-04-406-01
8	Canal de lavado numero 1	FM-602-04
9	Tanque de acumulación de agua para canal 1	FM-602-04-433-01
10	Bomba centrífuga de canal de lavado	FM-602-04-404-01
11	Motor eléctrico de bomba centrífuga de canal numero 1	FM-602-04-306-01
12	Elevador de fruta numero 1	FM-410-05
13	Tanque de elevador de fruta numero 1	FM-410-05-433-02
14	Moto reductor de elevador de fruta numero 1	FM-410-05-305-04
15	Canal de lavado numero 2	FM-602-06
16	Tanque de acumulación de agua para canal 2	FM-602-06-433-03
17	Bomba centrífuga de canal de lavado numero 2	FM-602-06-404-02
18	Motor eléctrico de bomba centrífuga de canal de lavado numero 2	FM-602-06-306-02
19	Elevador de fruta numero 2	FM-410-07
20	Tanque de elevador de fruta numero 2	FM-410-07-433-04
21	Moto reductor de elevador de fruta numero 2	FM-410-07-305-05
22	Canal de lavado hacia tanque escaldado	FM-433-08-602-03
23	Tanque escaldado numero 1	FM-433-08
24	Bomba centrífuga de tanque escaldado numero 1	FM-433-08-404-03
25	Motor eléctrico de bomba de tanque escaldado	FM-433-08-306-03
26	Elevador de fruta de tanque escaldado numero 1	FM-433-08-410-03
27	Moto reductor de elevador de fruta de tanque escaldado numero 1	FM-433-08-305-06
28	Banda seleccionadora de fruta numero 1	FM-403-09
29	Moto reductor de banda seleccionadora de fruta numero 1	FM-403-09-305-07
30	Elevador de fruta hacia Hot brake numero 1	FM-403-10
31	Moto reductor de elevador de fruta hacia Hot Brake	FM-403-10-305-08

Formato de la ficha técnica del motor-reductor de la cadena vibradora

	PROCEDIMIENTO GENERAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código: FM-601-03-305-03 Versión:
ELABORADO POR : Coordinadores de Mantenimiento		APROBADO POR : Jefe de Mantenimiento
ALIMENTOS KERN DE GUATEMALA S.A. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FICHA TÉCNICA LÍNEA FM	CÓDIGO:
DATOS DEL EQUIPO		
NOMBRE: Moto reductor de cadena volteadora (vibradora)		
MARCA: Siemens		MODELO: -
SERIE: -		POTENCIA: 2 hp
VOLTAJE: 220 - 440		CORRIENTE: 5.8 - 3.65
FRECUENCIA: 60 - hz.		RPM: 1690 - 1720
COJINETE DE CARGA: -	COJINETE DE VENTILADOR: -	CAPACIDAD: -
DIÁMETRO TUBERÍA: -	FECHA FABRICACIÓN: -	FECHA INSTALACIÓN: -
OTROS: Reductor # mro55		
Elaborado por: _____	Página 1 de 1	Firma Aprobado: _____ Jefe de Mantenimiento

Rutina de mantenimiento del motor-reductor

	PROCEDIMIENTO GENERAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Código
		Versión:
ELABORADO POR : Coordinadores de Mantenimiento		APROBADO POR : Jefe de Mantenimiento

MANTENIMIENTO MENSUAL		RESPONSABLE
		Mecanico
1	Motor Electrico	
1.1	Chequeo y medicion de temperatura	
1.2	Chequeo y medicion de amperaje	
2	Caja Reductora	
2.1	Chequeo de nivel de aceite	
2.2	Revisar que no existan fugas de aceite	
2.3	Revisar desgaste y juego de eje	
2.4	Chequear temperatura de la caja	

MANTENIMIENTO SEMESTRAL		RESPONSABLE
		Mecanico
1	Caja reductora	
1.1	Cambio de aceite	
1.2	Revisar desgaste y juego de eje	

MANTENIMIENTO ANUAL		RESPONSABLE
		Mecanico
1	Motor Eléctrico	
1.1	Cambio de cojinetes	

ESTAS RUTINAS APLICAN PARA EL SIGUIENTES EQUIPO: MOTO REDUCTORES

Elaborado por: _____	Pagina 1 de 10	Firma Aprobado: _____ Jefe de Mantenimiento
----------------------	----------------	---

Esta tabla muestra parte de las rutinas de lubricación Del área de Fajas de Molienda

Alimentos Suro de Guatemala, S.A.		PROCEDIMIENTO GENERAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		Código:																																																																																	
Elaborador por: Coordinación de Mantenimiento		Aprobado por: Jefe de Mantenimiento		Versión:																																																																																	
LÍNEA FM		FECHA:	REALIZADO POR:	HORA RELEVO DE CALDERA:																																																																																	
CÓDIGOS, MÉTODOS DE APLICACIÓN																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">SAL</td> <td style="width: 10%;">1</td> <td style="width: 40%;">SIST. AUTO. LUBR.</td> <td style="width: 10%;">DES</td> <td style="width: 10%;">10</td> <td style="width: 10%;">DESARME</td> <td style="width: 10%;">MA</td> <td style="width: 10%;">19</td> <td style="width: 10%;">MEZCLAR AGENTES</td> </tr> <tr> <td>LA</td> <td>2</td> <td>LUBRICACION AREA</td> <td>GRAS</td> <td>11</td> <td>GRASERA</td> <td>BA</td> <td>20</td> <td>BAÑO DE AGENTE</td> </tr> <tr> <td>OCM</td> <td>3</td> <td>ACEITERIA</td> <td>EG</td> <td>12</td> <td>EMPAQUE GRASA</td> <td>PA</td> <td>21</td> <td>EMPAQUE DE AGENTE</td> </tr> <tr> <td>FL</td> <td>4</td> <td>LUBRIF. CADENAS</td> <td>LI</td> <td>13</td> <td>LUBRIF. HIPOTATICA</td> <td>PP</td> <td>22</td> <td>PRELUBRIFICACION DE AGENTE</td> </tr> <tr> <td>CKN</td> <td>5</td> <td>LUBRIF. CADENAS</td> <td>MS</td> <td>14</td> <td>LUBRIF. HIPOTATICA</td> <td>VS</td> <td>23</td> <td>PRELUBRIFICACION DE AGENTE</td> </tr> <tr> <td>UG</td> <td>6</td> <td>ACEITERIA NIVEL</td> <td>SDO</td> <td>15</td> <td>INSPECCION</td> <td></td> <td>24</td> <td>PRELUBRIFICACION DE AGENTE</td> </tr> <tr> <td>LS1</td> <td>7</td> <td>ACEITERIA NIVEL</td> <td>LN</td> <td>16</td> <td>INSPECCION</td> <td></td> <td>25</td> <td>PRELUBRIFICACION DE AGENTE</td> </tr> <tr> <td></td> <td>8</td> <td>ACEITERIA POR GOTEO</td> <td></td> <td>17</td> <td>INSPECCION</td> <td></td> <td></td> <td>SEÑALADO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9</td> <td>ACEITERIA POR GOTEO</td> <td></td> <td>18</td> <td>INSPECCION</td> <td></td> <td></td> <td>SEÑALADO</td> </tr> </table>	SAL	1	SIST. AUTO. LUBR.	DES	10	DESARME	MA	19	MEZCLAR AGENTES	LA	2	LUBRICACION AREA	GRAS	11	GRASERA	BA	20	BAÑO DE AGENTE	OCM	3	ACEITERIA	EG	12	EMPAQUE GRASA	PA	21	EMPAQUE DE AGENTE	FL	4	LUBRIF. CADENAS	LI	13	LUBRIF. HIPOTATICA	PP	22	PRELUBRIFICACION DE AGENTE	CKN	5	LUBRIF. CADENAS	MS	14	LUBRIF. HIPOTATICA	VS	23	PRELUBRIFICACION DE AGENTE	UG	6	ACEITERIA NIVEL	SDO	15	INSPECCION		24	PRELUBRIFICACION DE AGENTE	LS1	7	ACEITERIA NIVEL	LN	16	INSPECCION		25	PRELUBRIFICACION DE AGENTE		8	ACEITERIA POR GOTEO		17	INSPECCION			SEÑALADO		9	ACEITERIA POR GOTEO		18	INSPECCION			SEÑALADO				
SAL	1	SIST. AUTO. LUBR.	DES	10	DESARME	MA	19	MEZCLAR AGENTES																																																																													
LA	2	LUBRICACION AREA	GRAS	11	GRASERA	BA	20	BAÑO DE AGENTE																																																																													
OCM	3	ACEITERIA	EG	12	EMPAQUE GRASA	PA	21	EMPAQUE DE AGENTE																																																																													
FL	4	LUBRIF. CADENAS	LI	13	LUBRIF. HIPOTATICA	PP	22	PRELUBRIFICACION DE AGENTE																																																																													
CKN	5	LUBRIF. CADENAS	MS	14	LUBRIF. HIPOTATICA	VS	23	PRELUBRIFICACION DE AGENTE																																																																													
UG	6	ACEITERIA NIVEL	SDO	15	INSPECCION		24	PRELUBRIFICACION DE AGENTE																																																																													
LS1	7	ACEITERIA NIVEL	LN	16	INSPECCION		25	PRELUBRIFICACION DE AGENTE																																																																													
	8	ACEITERIA POR GOTEO		17	INSPECCION			SEÑALADO																																																																													
	9	ACEITERIA POR GOTEO		18	INSPECCION			SEÑALADO																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">No.</td> <td style="width: 65%;">IDENTIFICACION DE MAQUINA</td> <td style="width: 10%;">MAQUINARIA</td> <td style="width: 10%;">MAQUINARIA</td> <td style="width: 10%;">PRODUCTO</td> <td style="width: 10%;">NUMERO</td> <td style="width: 10%;">MÉTODO DE</td> <td style="width: 10%;">CAPACIDAD</td> <td style="width: 10%;">CAMBIO</td> <td style="width: 10%;">CHEQUEO</td> <td style="width: 10%;">OBSERVACIONES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Lubricación / Puntos de Inspección</td> <td>PARADA</td> <td>PRODUCCION</td> <td>UTILIZADO</td> <td>DE PUNTOS</td> <td>APLICACION</td> <td></td> <td>DE CICLO</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	No.	IDENTIFICACION DE MAQUINA	MAQUINARIA	MAQUINARIA	PRODUCTO	NUMERO	MÉTODO DE	CAPACIDAD	CAMBIO	CHEQUEO	OBSERVACIONES		Lubricación / Puntos de Inspección	PARADA	PRODUCCION	UTILIZADO	DE PUNTOS	APLICACION		DE CICLO																																																																	
No.	IDENTIFICACION DE MAQUINA	MAQUINARIA	MAQUINARIA	PRODUCTO	NUMERO	MÉTODO DE	CAPACIDAD	CAMBIO	CHEQUEO	OBSERVACIONES																																																																											
	Lubricación / Puntos de Inspección	PARADA	PRODUCCION	UTILIZADO	DE PUNTOS	APLICACION		DE CICLO																																																																													
TRANS-PORTADOR DE CAJA LLENA																																																																																					
ELEVADOR DE CAJA LLENA																																																																																					
CADENA VIBRADORA																																																																																					
CANAL DE LAVADO 1																																																																																					
ELEVADOR DE FRUTA 1																																																																																					
CANAL DE LAVADO 2																																																																																					
ELEVADOR DE FRUTA 2																																																																																					
TANQUE ESCALDADO																																																																																					
BANDA SELECCION																																																																																					

