

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**



**IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA LINEA DE
ELABORACION DE CHOCOLATE DE 9 Ton/dia DE
CAPACIDAD**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

EDWARD GONZALO INGA FERNANDEZ

PROMOCION 2007-I

LIMA-PERU

2010

CONTENIDO

PROLOGO	1
CAPITULO I INTRODUCCION	3
1.1 Antecedentes	4
1.2 Objetivo	4
1.3 Alcances	5
1.4 Limitaciones.....	5
CAPITULO II GENERALIDADES DE LA EMPRESA Y LA MAQUINARIA	6
2.1 Descripción de la empresa.....	6
2.1.1 Descripción de la planta de fabricación de chocolates.....	8
2.2 Descripción del proceso productivo del área de coberturas.....	9
2.3 Descripción de la maquinaria del área de coberturas	12
2.4 Clasificación de las maquinas en el área de coberturas.	15
CAPITULO III IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	16
3.1 Analisis de la situación actual	16
3.2 Planteamiento del problema.....	17
3.2.1 Elevadas fallas imprevistas	18
3.2.2 Elevado tiempo de operación correctiva.....	20
3.2.3 Materiales y repuestos usados de manera no planificada	24
3.2.4 Trabajos correctivos y/o regulaciones no reportadas.....	27
3.2.5 Tercerización del mantenimiento	29
3.2.6 Mantenimiento seudo preventivo	32

3.3	Costos del accionar del área de mantenimiento.....	33
3.3.1	Costo de las fallas imprevistas.....	33
3.3.2	Costos del tiempo de operación correctiva.....	38
3.3.3	Costo de los materiales y/o repuestos utilizados	39
3.3.4	Costos de la tercerización del mantenimiento	40
3.3.5	Costo del Mantenimiento Seudo-Preventivo Anual	41
3.4	Resumen.....	42
CAPITULO IV SOLUCION DEL PROBLEMA.....		47
4.1	Alternativas de solución.....	47
4.2	Implementación de un programa de mantenimiento preventivo	50
4.2.1	Formación del equipo de mantenimiento preventivo.....	50
4.2.2	Planteamiento de un nuevo flujograma de trabajo.....	52
4.2.3	Evaluación de las maquinas a ser consideradas en la implementación del mantenimiento preventivo.....	54
4.2.4	Determinación de las tareas de Mantenimiento preventivo	56
4.2.5	Determinación de las frecuencias y tiempos	63
4.2.6	Referencia de los materiales/repuestos y suministros.....	64
4.3	Programa de capacitación para el personal de mantenimiento preventivo.....	67
4.4	Costo anual del mantenimiento preventivo de las maquinas.....	70
4.5	Resumen.....	77
CONCLUSIONES.....		79
BIBLIOGRAFIA.....		80

PROLOGO

Hoy en día las empresas se encuentran obligadas a alcanzar altos niveles de producción, por tal motivo una adecuada Gestión de Mantenimiento ayuda a alcanzar las metas y objetivos de la empresa, porque garantiza una alta disponibilidad de la maquinaria y prolonga la vida útil de los equipos.

El presente trabajo está compuesto por 4 Capítulos:

En el Capítulo 1; se presenta la Introducción, donde se describe los antecedentes de la planta, los objetivos y alcances de este trabajo, así como también las limitaciones que se tiene para la realización del informe.

En el Capítulo 2; se presenta las Generalidades de la empresa y la maquinaria, en el cual se muestra la descripción de la empresa, una descripción resumida del proceso productivo, la descripción técnica y por último se muestra la clasificación de las máquinas involucradas en el proceso.

En el Capítulo 3, identificamos el problema mediante un análisis de la situación actual dando a conocer las fallas mas saltantes reportadas, los repuestos y materiales utilizados y la descripción de los servicios externos contratados, también se describen los costos del accionar del área de mantenimiento, obteniendo un resumen total de los costos de mantenimiento.

En el Capítulo 4, se propone la solución del problema, para la cual se plantea la estrategia de solución, luego los equipos son evaluados de acuerdo a ciertos criterios, y con los resultados de la evaluación, se determinan las tareas de mantenimiento, las frecuencias de trabajos, y la asignación de materiales o repuestos a ser utilizados.

Por último se muestra el costo total para la implementación del programa de mantenimiento preventivo.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En la actualidad las empresas se encuentran bajo una creciente presión de competencia, por ende, las empresas se encuentran obligadas a alcanzar altos indicadores de producción con exigentes niveles de calidad, cumpliendo con los plazos de entrega.

Actualmente existen varios programas y técnicas del mantenimiento, desde el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo, proactivo, de confiabilidad y el total productivo, Sin embargo, a nivel nacional podemos encontrar desde pequeñas plantas hasta las medianas, que no cuentan con un programa de mantenimiento preventivo, resistiéndose al cambio que involucra implementar dicha técnica. Adecuarse a estos cambios significa un cambio de enfoque a nivel de la administración, de manera que se involucre plenamente a fin de facilitar y procurar los medios necesarios para su implementación.

Por tal motivo, el presente informe plantea la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen en la línea productiva de elaboración de pasta de chocolate, con lo cual se quiere optimizar la productividad de las maquinas

1.1 Antecedentes

Los programas de mantenimiento que cuenta la línea de elaboración de la pasta de chocolate, son del tipo correctivo y un mantenimiento de intervención anual que denominaremos pseudo-preventivo.

Este mantenimiento pseudo-preventivo consiste en lo siguiente:

Cada comienzos del año, durante el mes de Febrero, la planta paraliza toda la producción de chocolates, donde el área de cobertura, empaque y moldeo dejan de operar por un lapso de 30 días, es cuando se aprovecha para realizar el mantenimiento anual de cada máquina, que consiste en el cambio de repuestos o insumos mas importantes, como aceites, retenes, rodamientos, sensores de temperatura, tuberías, válvulas, etc

Se resalta que las máquinas importantes que se ven involucrados directamente en el proceso de producción se encuentran en el área de coberturas y carecen de un programa de mantenimiento preventivo. Es en esta área, donde se encuentra la línea de elaboración de la pasta de chocolate la cual tiene una capacidad productiva de 9 toneladas por día.

1.2 Objetivo

Implementar un programa de mantenimiento preventivo para los equipos que intervienen directamente en la línea productiva de elaboración de pasta de chocolate, con el fin de mejorar la productividad de las maquinas, mantener permanentemente los equipos e instalaciones en su mejor estado, prolongar la vida útil de los equipos y evitar los tiempos de parada que aumentan los costos de producción.

1.3 Alcances

El presente informe está enfocado a la implementación de un programa de mantenimiento preventivo para las maquinas catalogadas como principales en el área de coberturas.

Cabe mencionar que el área de cobertura es el área donde comienza el ciclo productivo de la elaboración de chocolates.

1.4 Limitaciones

Entre las limitaciones que podemos resaltar son:

- La base de datos que se cuenta para elaborar los índices de gestión no es precisa.
- Existen trabajos correctivos y/o regulaciones de las máquinas que no han sido reportadas.
- No se cuenta con la totalidad de los manuales de las máquinas del área de coberturas

CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA Y LA MÁQUINARIA

2.1 Descripción de la empresa

Es una empresa industrial líder en servicios de manufactura del rubro de chocolates, golosinas y afines que brinda a sus clientes productos inocuos y servicios de calidad, constituyéndose en un socio estratégico de las empresas a las cuales provee de productos intermedios y/o terminados.

El área que ocupa la empresa es de aproximadamente 10,000 m² y está conformada de manera general por: La planta, los almacenes de productos terminados y materias primas, las oficinas administrativas, los talleres de mantenimiento y algunas instalaciones auxiliares.

Actualmente, la empresa se encuentra incursionando en el Mercado de Productos Orgánicos debido a que en los últimos años se han hecho muy populares los alimentos llamados orgánicos, demostrando el interés de mucha gente por un cambio positivo en la alimentación y también la desconfianza en la seguridad y producción de los alimentos convencionales

Entre las empresas que comparten el mismo rubro, tenemos:

- KRAFT FOODS PERU S.A
- FAB. DE CHOCOLATES LA IBERICA S.A
- COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES DE PERU S.A
- CONFIPERU S.A
- HELENA S.A.C
- FABRICA DE CHOCOLATES EL TIGRE S.A
- GOOD FOODS S.A
- MACHU PICCHU COFFEE TRADING S.A.C
- KARINTO S.A C

La gestión de la empresa se da en función a un comité ejecutivo conformado de acuerdo al organigrama que se muestra en la fig 2.1



Fig - 2.1 Organigrama de planta

2.1.1 Descripción de la planta de fabricación de chocolate

La planta cuenta con 3 áreas importantes bien definidas para la fabricación del chocolate, las cuales son

Área Coberturas

Es el área donde comienza la elaboración de la pasta de chocolate y se encuentran las máquinas para el estudio de la implementación del programa de mantenimiento

Área Moldeo

Es el área donde se encuentran las máquinas moldeadoras, que a través de sus moldes le dan forma a la pasta de chocolate, para luego ser desmoldadas y pasar mediante unas fajas transportadoras al área de empaque

Área Empaque

Esta área cuenta con máquinas empacadoras, encintadoras de cajas, impresoras o codificadoras a altas velocidades. En esta área se da la envoltura respectiva al producto y queda en condición de producto terminado y listo para ser distribuido

Cabe mencionar que la planta dispone diariamente de 2 turnos de 12 horas cada uno, y la capacidad de producción para la elaboración de pasta de chocolate, en el área de coberturas, es de 4.5 toneladas por turno

2.2 Descripción del proceso productivo del área de coberturas

A continuación describiremos el proceso productivo para la elaboración de la pasta de chocolate en el área de coberturas.

El área de coberturas cuenta con los siguientes procesos:

- Almacenamiento de la materia prima

Las máquinas sopladoras, llamadas exclusas, se encargan de transportar las materias primas, tales como: Licor de cacao, leche entera en polvo, y azúcar blanca a unos tanques de almacenamiento llamados Silos.

Es en estas máquinas donde las materias primas se almacenan para su posterior uso y tienen una capacidad máxima de 2.5 toneladas

- Mezcla de insumos

La mezcla de las materias primas principales, se agregan una por una según formulaciones; mediante un sistema de dosificación automatizada a la mezcladora. Gracias a este sistema de dosificación la materia prima es descargada de los silos a la mezcladora.

La mezcladora trabaja 30 minutos por cada 360 kg para la obtención de una mezcla homogénea de la materia prima. Una vez terminado el proceso de mezclado, la pasta cae a través de una tolva de alimentación a la pre-refinadora

- Pre-refinado de productos

Este proceso consiste en disminuir el tamaño de partícula, mediante una molienda ligera, en corto tiempo y en forma continua.

Al terminar el proceso de pre-refinado, la mezcla se transporta a la refinadora por medio de una faja transportadora.

- Refinado de productos

Este proceso se lleva a cabo por medio de cinco rodillos los cuales siguen disminuyendo el tamaño de partícula según las especificaciones del producto. Por lo tanto en este proceso se controla el tamaño de partícula.

Al terminar el proceso, se obtiene polvo refinado, el cual es transportado por medio de una faja transportadora hacia la concadora correspondiente. Terminando con ello el transporte del polvo refinado.

- Concado del producto

Esta etapa es importante para el proceso, porque tiene como fin: Disminuir la humedad, a través del efecto de corte por cizalla, producida por una paleta al tomar contacto con la pasta, con lo que se logra desarrollar el aroma y el sabor característicos del cacao, este proceso se lleva a cabo en la maquina denominada CONCADORA

En esta etapa también se agrega la manteca de cacao, manteca vegetal, producto de reproceso y vainillina, según sea el caso.

Cabe resaltar que el proceso de concado dura 6 horas y terminado dicho proceso se adiciona la lecitina de soya y se mantiene en agitación durante 30 minutos.

Al terminar el proceso de concado se obtiene recién la pasta de chocolate la cual es transportada, a través de una bomba de lóbulos, hacia los tanques de almacenamiento o direccionados hacia las máquinas moldeadoras.

- Almacenamiento o distribución.

La pasta de chocolate permanece en este tanque de almacenamiento hasta su posterior bombeo al camión cisterna o a las máquinas moldeadoras. En esta etapa se controla la temperatura que debe ser entre 45 °C a 70 °C.

En la Fig- 2.2 muestra un grafico didáctico del proceso productivo

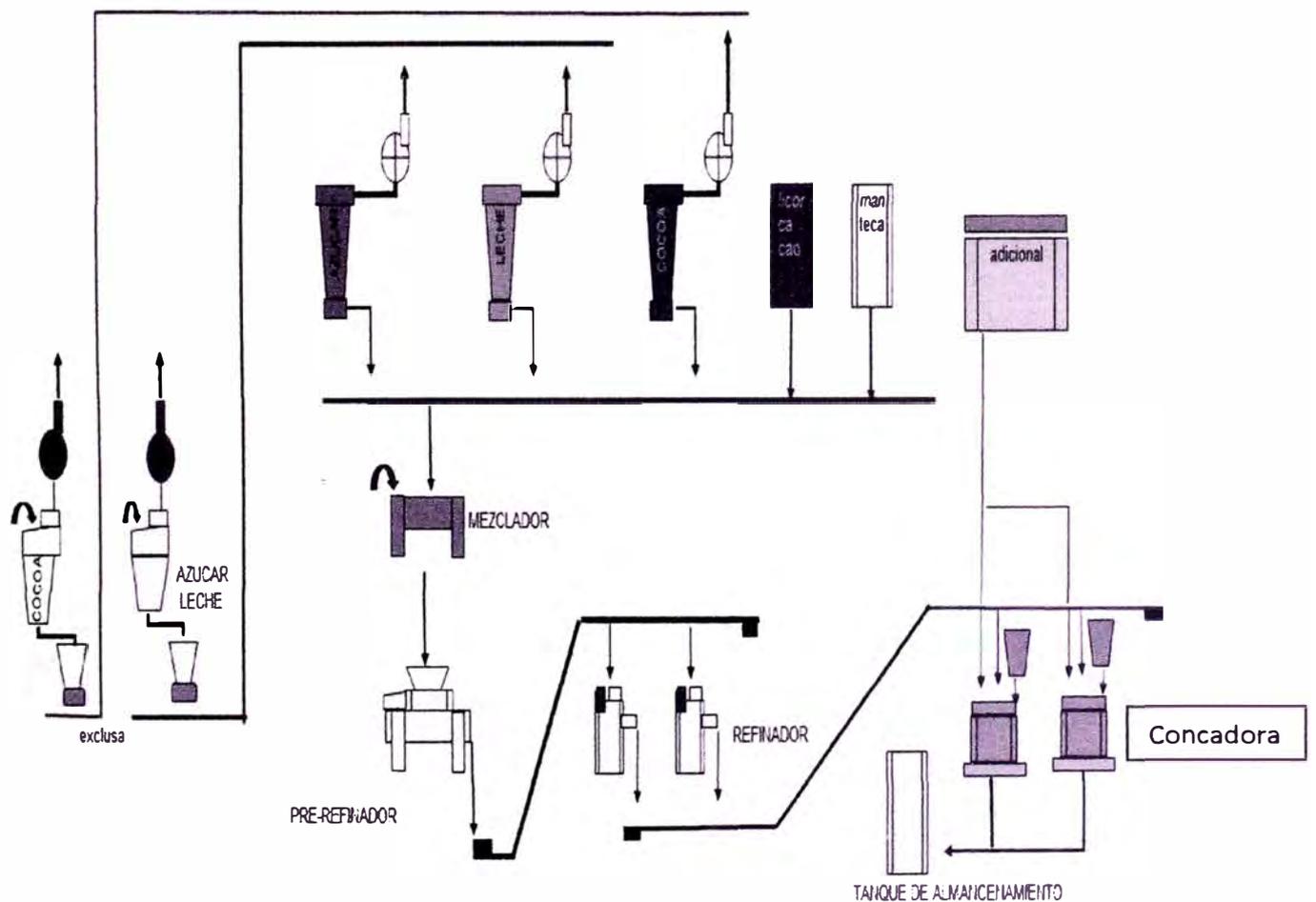


Fig – 2.2 Diagrama de flujo “Coberturas”

2.3 Descripción de la maquinaria y equipos del área de coberturas

Para el presente informe, se está tomando en cuenta las máquinas y equipos que conforman el área de cobertura tales como:

- Máquinas sopladoras de producto llamadas exclusas

Marca: Buhler

Año: 2001

Potencia: 8 kw

Voltaje: 220 v

Cantidad: 02

Exclusa de cocoa

Exclusa de azúcar y leche en polvo



Fig – 2.3 Exclusa

- Equipos de almacenamiento - Silos

Marca: Buhler

Año: 2001

Potencia: 3 kw

Voltaje: 220 v

Capacidad max: 2.5 toneladas

Cantidad 03

Silo de coca

Silo de azúcar

Silo de leche en polvo

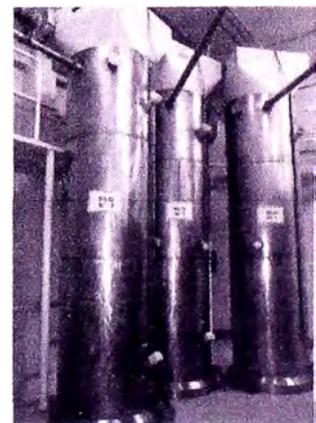


Fig – 2.4 Silos

- Mezcladora

Marca: Buhler

Año: 1994

Potencia: 22kw

Voltaje: 220 v

Velocidad: 1800 rpm

Capacidad: 850 kg

Cantidad: 01

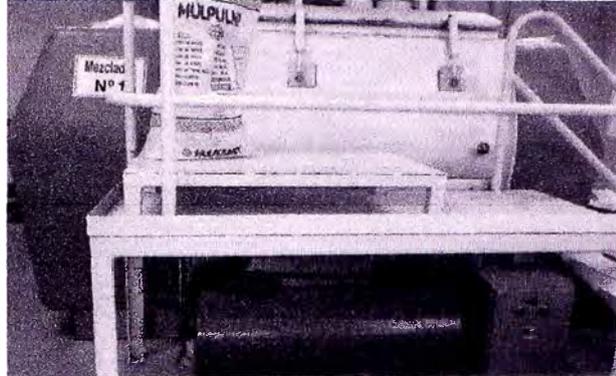


Fig – 2.5 Mezcladora

- Pre-refinador

Marca: Buhler

Año: 1995

Potencia: 50 kw

Voltaje: 220 v

Velocidad: 880 rpm

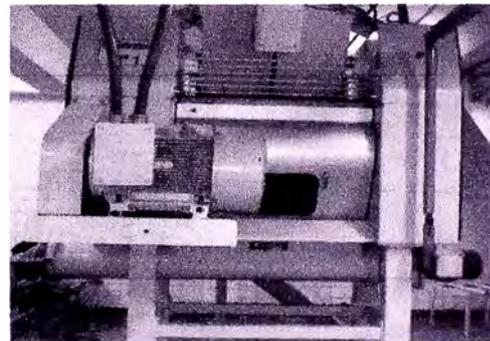


Fig – 2.6 Pre-refinador

- Refinadoras

Marca: Buhler

Año: 1994

Potencia: 80 Kw

Voltaje: 220 v

Velocidad: 1200 rpm

Capacidad: 400 kg

Cantidad: 02

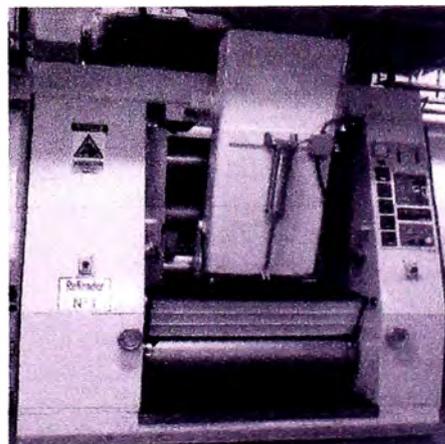


Fig – 2.7 Refinador

- Máquinas concadoras

Marca: Frisse Carle Montanari

Año: 1992

Potencia: 150 kw

Voltaje: 220 v

Velocidad: 1775 rpm

Capacidad: 4.5 toneladas

Cantidad: 02



Fig – 2.8 Concadora

- Equipos transportadores - Fajas

Marca: Carle Montanari

Año: 1994

Potencia: 4 kw

Voltaje: 220 v

Velocidad: 30 rpm

Cantidad: 02

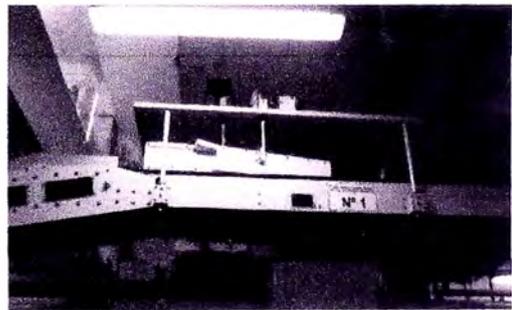


Fig – 2.9 Faja transportadora

- Tanques de almacenamiento

Potencia: 18.5 kw

Año: 1994

Voltaje: 220 v

Capacidad: 10 toneladas

Cantidad: 04

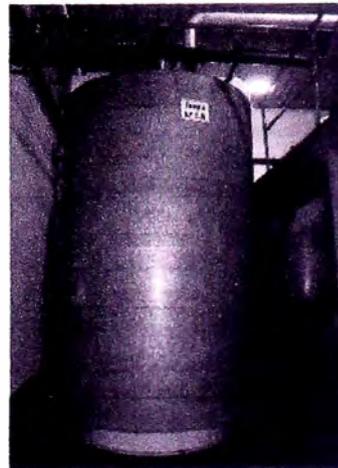


Fig – 2.10 Tanque de Almacenamiento

2.4 Clasificación de las máquinas y equipos en el área de cobertura

La línea donde se elabora la pasta de chocolates cuenta con distintas máquinas y equipos, las cuales podemos dividirlos en máquinas principales y secundarios.

Las máquinas y equipos principales serán aquellos que intervienen directamente en el proceso de elaboración y las máquinas secundarias son aquellos que sirven como soporte para el traslado y almacenamiento de la pasta de chocolate.

En la Tabla – 2.1 se indica qué máquinas o equipos están catalogadas principales o secundarias del área de cobertura.

TABLA 2.1 Clasificación de la maquinaria

MÁQUINAS DEL AREA DE COBERTURAS	
Máquinas y Equipos principales	Máquinas y Equipos secundarios
Exclusa de coca	Tanques de chocolate
Exclusa de azúcar y leche	Faja transportadora 1
Silo de cocoa	Faja transportadora 2
Silo de leche	
Silo de azúcar	
Mezcladora	
Pre refinadora	
Refinadora 1	
Refinadora 2	
Concadora 1	
Concadora 2	

CAPITULO III

IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

3.1 Análisis de la situación actual

La línea productiva para la elaboración de pastas de chocolate opera de forma continua las 24 horas. Esta forma de trabajo dificulta que las máquinas puedan ser revisadas por el personal de mantenimiento para anticipar o descartar una posible falla.

Sólo en el mes de Febrero el personal de mantenimiento dispone de 30 días para realizar un mantenimiento pseudo-preventivo anual a los equipos principales y secundarios, cabe señalar que el personal de mantenimiento se encuentra 15 días en el área de coberturas realizando los trabajos programados y los otros 15 días están realizando trabajos en las otras áreas de la planta.

Durante los meses de producción a partir de Marzo, el área de mantenimiento realiza un mantenimiento del tipo correctivo. Este tipo de mantenimiento conduce a las fallas imprevistas de las maquinas de cobertura, de tal manera que la línea productiva se ve forzada a detener la producción y dar solución al problema o falla.

Estas acciones disminuyen la productividad, por lo tanto la planta no cumple sus metas y objetivos propuestos para con los clientes.

3.2 Planteamiento del problema.

El principal problema de la planta de elaboración de pasta de chocolate es la baja productividad debido a diferentes causas. Entre las causas que afectan la productividad, describiremos las causas relacionadas al mantenimiento, y se muestran en el diagrama de Ishikawa.

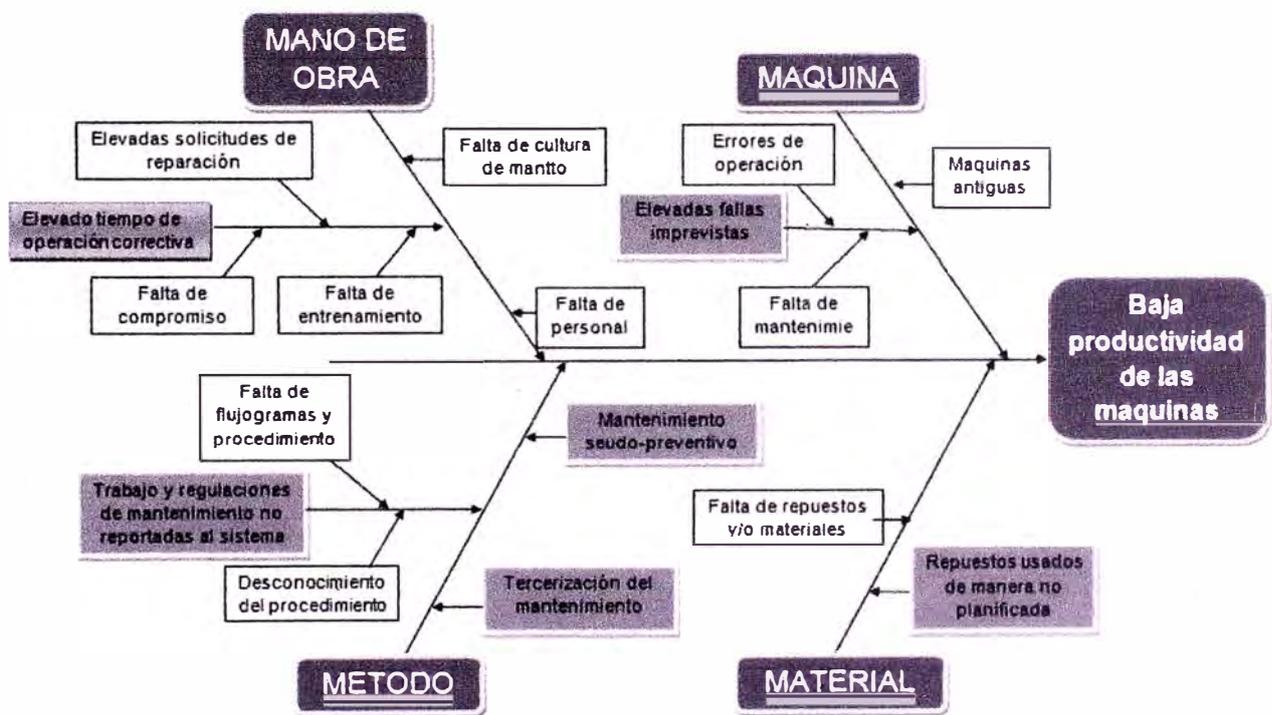


Fig – 3.1 Diagrama de Ishikawa

Entre las causas señaladas describiremos algunas causas de ellas, para luego cuantificarlas en este informe.

- Elevadas fallas imprevistas.
- Elevado tiempo de operación correctiva

- c) Repuestos usados de manera no planificada.
- d) Trabajos correctivos y/o regulaciones no reportadas.
- e) Tercerización del mantenimiento
- f) Realización de un Mantenimiento pseudo-preventivo

3.2.1 Elevadas fallas imprevistas

Las fallas imprevistas se deben principalmente a errores de operación y a la falta del mantenimiento en las maquinas. La solución de estas fallas traen consigo que las maquinas dejen de producir y de esta manera la planta no cumple con sus estándares de producción.

El área de mantenimiento cuantifica las fallas imprevistas mediante documentos denominados "Reportes de fallas" (ver Fig. 3.2), las cuales son emitidas por el supervisor de producción y completada por el personal de mantenimiento. Siendo este documento el inicio para comenzar con el mantenimiento correctivo

En este informe se han registrado todas las fallas ocurridas en el periodo Enero – Diciembre 2009 y se muestran en la Tabla 3.1, donde además se puede visualizar el tiempo perdido de producción.

Cabe señalar que el tiempo perdido de producción (TP), originado por la falla imprevista, es el tiempo que la maquina ha dejado de producir. Este tiempo es igual a la suma del tiempo empleado de reparación (TE) mas el tiempo de factores externos (ubicación del personal de mantenimiento, reporte o comunicación de la falla a su jefe inmediato, etc)

REPORTE DE FALLAS			
NOMBRE DE LA MAQUINA:		FECHA:	
AREA:			
DESCRIPCION DE LA FALLA		TIPO DE FALLA:	
		MECANICA	
		ELECTRICA	
		OTROS	
REPARADO POR:		INICIO	
		FIN	
ACCION CORRECTIVA O PREVENTIVA		Materiales usados	stock
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES			
V.B JEFE DE MANTENIMIENTO		V.B PRODUCCION	

Fig – 3.2 Formato Reporte de fallas

3.2.2 Elevado tiempo de operación correctiva

El tiempo de Operación correctiva, es el tiempo que el personal de mantenimiento demora en dar solución a la falla imprevista y contribuye a la baja productividad; porque al tener un elevado tiempo de operación correctiva por parte del personal de mantenimiento, se debe contar con más personal para atender todas las solicitudes de reparación de fallas imprevistas

El elevado tiempo de Operación correctiva se da por: Elevadas solicitudes de reparación de fallas imprevistas, falta de entrenamiento en fallas específicas, falta de compromiso, problemas emocionales, etc.

La tabla 3.1 muestra la base de datos de las fallas ocurridas con sus respectivos tiempos de operación correctiva

Cabe mencionar que el Tiempo operación correctiva (TC) es el resultado de multiplicar la cantidad de personas de mantenimiento, que participaron en la solución de la falla reportar, por el Tiempo de empleado (TE)

Tabla 3.1 Descripción de las fallas mas saltantes reportadas

Mes	Maquina	Tipo de falla	Descripción	Personal de mantto	Tiempo Empleado (TE) (horas)	Tiempo perdido (TP) (horas)	Tiempo Operación correctiva (TC) (horas)
Ene	Mezcladora	Mecánica	La maquina deja de mover las paletas	2	1,5	2	3
Ene	Refinadora 2	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1	1	1,5	1
Ene	Pre-refinador	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	1	1,5	2	1,5
Ene	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	3	3,5	6
Ene	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	1	3	3,5	3
Ene	Exclusa cocoa	Eléctrica	Motor vibrador no enciende	1	1	1,5	1
Ene	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	3	3,5	6
Ene	Refinadora 1	Eléctrica	Controlador de temperatura descalibrado	2	1	1,5	2
Ene	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	1,5	2	3
Ene	Mezcladora	Eléctrica	Sensor fotoeléctrico no detecta producto	1	1,5	2	1,5
Ene	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	1	3	3,5	3
Ene	Concadora 1	Mecánica	EL intercambiador de calor, deja de trabajar	6	2,5	3	15
Ene	Exclusa leche	Eléctrica	Se quema motor vibrador	2	1,5	2	3
Mar	Exclusa leche	Mecánica	Se sale cadena del engranaje	1	1	1,5	1
Mar	Mezcladora	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1	1	1,25	1
Mar	Mezcladora	Mecánica	Chumacera princ presenta ruido excesivo	2	1,5	2	3
Mar	Pre-refinador	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	1	1	1,25	1
Mar	Concadora 1	Eléctrica	Fuente de poder inoperativa	1	1	1,5	1
Mar	Concadora 2	Eléctrica	Falla eléctrica	1	1	1,5	1
Abr	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	2,5	3	5
Abr	Refinadora 1	Mecánica	Rotura de pernos de sujeción de la tolva	2	1	2	2
Abr	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	1	1,5	2	1,5
Abr	Mezcladora	Eléctrica	Tolva de alimentación esta en el máximo	1	2	2,5	2
Abr	Refinadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	1	1,5	2	1,5
May	Concadora 1	Mecánica	La tolva de dosificación no se abre	1	3	5	3
May	Concadora 2	Eléctrica	Se quema electrobomba	1	2	3	2
May	Refinadora 1	Eléctrica	Falsa lectura de la presión de aceite	1	1	1,5	1
May	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	0,5	1	0,5
May	Mezcladora	Eléctrica	Compuerta de descarga inoperativo	1	2	2,5	2
Jun	Concadora 1	Mecánica	Ruido excesivo entre motor principal y eje	4	4	4,5	16
Jun	Concadora 2	Eléctrica	Sobrecalent de cables de alimentación	4	3	3,5	12
Jun	Concadora 2	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	2	2,5	3	5

Continuación Tabla 3.1

Jun	Exclusa cocoa	Eléctrica	No prende la maquina	1	1	1,5	1
Jun	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	1	2,5	3	2,5
Jun	Exclusa cocoa	Eléctrica	La maquina deja de transportar producto	1	1	2	1
Jun	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	0,5	1	0,5
Jun	Mezcladora	Eléctrica	Se descalibra celda de pesado	2	2,5	3	5
Jun	Pre-refinador	Mecánica	Fuga de aceite de la bomba hidráulica	1	2	2,5	2
Jun	Refinadora 2	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	0,5	1	0,5
Jun	Exclusa leche	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	1	3	3,5	3
Jul	Refinadora 1	Eléctrica	Ventilador eléctrico deja de trabajar	2	2	2,5	4
Jul	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	3	3,5	6
Jul	Concadora 1	Eléctrica	Equipo de aire acondicionado inoperativo	2	3	3,5	6
Jul	Concadora 2	Eléctrica	Falsa lectura de temperatura	1	2	2,5	2
Jul	Refinadora 2	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	2	1,5	2	3
Jul	Pre-refinador	Eléctrica	Falla eléctrica	1	1	1,5	1
Jul	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	2,5	3	5
Jul	Concadora 1	Mecánica	Fuga de chocolate por las estopas	2	1	1,5	2
Jul	Faja transp	Mecánica	Se rompe faja transportadora	4	3	3,5	12
Jul	Concadora 2	Mecánica	Ruido excesivo entre b. de chocolate y eje	2	2,5	3	5
Jul	Exclusa leche	Mecánica	No hay transporte de producto	2	2	3	4
Jul	Exclusa leche	Mecánica	La maquina deja de transportar producto	1	1	1,5	1
Ago	Mezcladora	Mecánica	La maquina deja de mover las paletas	2	1,5	2	3
Ago	Refinadora 2	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1	1	1,5	1
Ago	Pre-refinador	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	1	1,5	2	1,5
Ago	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	3	3,5	6
Ago	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	1	3	3,5	3
Ago	Exclusa cocoa	Eléctrica	Motor vibrador no enciende	1	1	1,5	1
Ago	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	3	3,5	6
Ago	Refinadora 1	Eléctrica	Controlador de temperatura descalibrado	2	1	1,5	2
Ago	Concadora 1	Mecánica	La tolva de dosificación no se abre	1	3	3,5	3
Ago	Refinadora 1	Eléctrica	Falsa lectura de la presión de aceite	1	1	1,5	1
Ago	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	1,5	2	3
Ago	Mezcladora	Eléctrica	Sensor fotoeléctrico no detecta producto	1	1,5	2	1,5
Set	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	1	3	3,5	3
Set	Concadora 1	Mecánica	EL intercambiador de calor, deja de trabajar	6	2,5	3	15
Set	Exclusa leche	Eléctrica	Se quema motor vibrador	2	1,5	2	3
Set	Exclusa leche	Mecánica	Se sale cadena del engranaje	1	1	1,5	1
Set	Mezcladora	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1	1	1,25	1
Set	Mezcladora	Mecánica	Chumacera princ presenta ruido excesivo	2	1,5	2	3
Set	Pre-refinador	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	1	1	1,25	1

Continuación Tabla 3.1

Set	Concadora 1	Eléctrica	Fuente de poder inoperativa	1	1	1,5	1
Set	Concadora 2	Eléctrica	Falla eléctrica	1	1	1,5	1
Oct	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	2,5	3	5
Oct	Refinadora 1	Mecánica	Rotura de pernos de sujeción de la tolva	2	1	2	2
Oct	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	1	1,5	2	1,5
Oct	Refinadora 1	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1	1	1,5	1
Oct	Mezcladora	Eléctrica	Tolva de alimentación esta en el máximo	1	2	2,5	2
Oct	Exclusa cocoa	Eléctrica	La maquina deja de transportar producto	1	1	2	1
Oct	Refinadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	1	1,5	2	1,5
Oct	Concadora 2	Eléctrica	Se quema electrobomba	1	2	3	2
Oct	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	0,5	1	0,5
Oct	Mezcladora	Eléctrica	Compuerta de descarga inoperativo	1	2	2,5	2
Nov	Concadora 2	Mecánica	Ruido excesivo entre motor principal y eje	4	4	4,5	16
Nov	Concadora 2	Eléctrica	Sobrecalent. de cables de alimentación	4	3	3,5	12
Nov	Concadora 1	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	2	2,5	3	5
Nov	Exclusa cocoa	Eléctrica	No prende la maquina	1	1	1,5	1
Nov	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	1	2,5	3	2,5
Nov	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	0,5	1	0,5
Nov	Mezcladora	Eléctrica	Se descalibra celda de pesado	2	2,5	3	5
Nov	Pre-refinador	Mecánica	Fuga de aceite de la bomba hidráulica	1	2	2,5	2
Nov	Refinadora 2	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	0,5	1	0,5
Nov	Exclusa leche	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	2	3	3,5	6
Dic	Refinadora 1	Eléctrica	Ventilador eléctrico deja de trabajar	1	2	2,5	2
Dic	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	3	3,5	6
Dic	Concadora 1	Eléctrica	Equipo de aire acondicionado inoperativo	2	3	3,5	6
Dic	Concadora 2	Eléctrica	Falsa lectura de temperatura	1	2	2,5	2
Dic	Refinadora 2	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	2	1,5	2	3
Dic	Pre-refinador	Eléctrica	Falla eléctrica	1	1	1,5	1
Dic	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	2	2,5	3	5
Dic	Concadora 1	Mecánica	Fuga de chocolate por las estopas	2	1	1,5	2
Dic	Faja transp	Mecánica	Se rompe faja transportadora	4	3	3,5	12
Dic	Concadora 2	Mecánica	Ruido excesivo entre b, de chocolate y eje	2	2,5	3	5
Dic	Exclusa leche	Mecánica	El transporte de producto esta demasiado lento	2	2	3	4
Dic	Exclusa leche	Mecánica	La maquina deja de transportar producto	1	1	1,5	1
Total del tiempo empleado (horas)					192		
Total de tiempo perdido (horas)							249
Total de tiempo Operación correctiva (horas)							356

3.2.3 Materiales y repuestos utilizados de manera no planificada

El personal de mantenimiento para dar solución a una falla imprevista, retira los repuestos o materiales del almacén de repuestos, mediante un vale de consumo; que consta de los siguientes campos:

- N° de vale
- Fecha
- Descripción y Motivo

Luego el personal encargado del Almacén de repuestos ingresa cada insumo que fue retirado a la base de datos del sistema con él que trabaja la planta.

Esta base de datos se muestra en la Tabla 3.2 donde se observa: El nombre de la maquina, la descripción de la falla, el repuesto utilizado y el costo respectivo del repuesto

Cabe mencionar que el almacén de repuesto no siempre tiene todos los repuestos solicitados en stock; por tal motivo el almacén en situaciones críticas adquiere el repuesto por caja chica. Y esto incrementa el costo del repuesto, así como también el tiempo de solución del problema.

Tabla 3.2 – Descripción de los repuestos y materiales utilizados

Mes	Equipo	Descripción	Repuesto	Cantidad	Costo Repuesto Unitario (US \$)	Costos Repuestos Total (US \$)
Ene	Mezcladora	La máquina deja de mover las paletas	Faja SPB 2500	4	19,48	77,92
Ene	Refinadora 2	La tolva de dosificación no se abre	ElectroValvula 5/2, conexión 1/4. Micro	1	70,00	70,00
Ene	Pre-refinador	No hay ingreso de agua helada	Sensor de temp Pt100, bulbo 5x45mm	1	100,00	100,00
Ene	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Ene	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	tapa de bomba de chocolate	1	53,30	53,30
Ene	Exclusa cocoa	Motor vibrador no enciende	Contactador 12A, 220VAC	1	35,00	35,00
Ene	Concadora 2	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Ene	Refinadora 1	Controlador de temperatura descalibrado	Controlador de temp 96x96mm, 0-200C	1	600,00	600,00
Ene	Concadora 2	No hay ingreso de agua helada	Sensor de temp Pt100, bulbo 1/4"x3"	1	140,00	140,00
Ene	Mezcladora	Sensor fotoeléctrico no detecta producto	Sensor fotoelect 12- 24vdc, 18mm , PNP	1	50,00	50,00
Ene	Refinadora 1	El sistema hidráulico no trabaja bien	Reten hidráulico 45x65x12, Shell tellus 46	1	70,00	70,00
Ene	Concadora 1	Intercambiador de calor, deja de trabajar	Intercambiador de placas Marca alfa laval	1	3.000,00	3.000,00
Ene	Exclusa leche	Se quema motor vibrador	Motor vibrador, 220Vac , 1.5 Hp	1	150,00	150,00
Mar	Exclusa leche	Se sale cadena del engranaje	Lubricación grasa sanitaria texaco	1	10,00	10,00
Mar	Mezcladora	La tolva de dosificación no se abre	Regulacion del sensor magnet del pistón	1	2,00	2,00
Mar	Mezcladora	Chumacera princ presenta ruido excesivo	Chumacera de pie SKF 508	2	194,00	388,00
Mar	Pre-refinador	Salta térmico del motor reductor principal	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
Mar	Concadora 1	Fuente de poder inoperativa	Fusible 5ª	1	6,00	6,00
Mar	Concadora 2	Falla Eléctrica	Contactador trifásico 150A	1	391,00	391,00
Abr	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Abr	Refinadora 1	Rotura de pernos de sujeción de la tolva	Ajuste de tolva de producto	1	2,00	2,00
Abr	Concadora 2	No hay ingreso de agua helada	Controlador de temp 96x96mm, 0-200C	1	600,00	600,00
Abr	Mezcladora	La máquina no reconoce que la tolva de Alimentación esta en el maximo	Sensor fotoeléctrico 12- 24vdc, PNP, UXE 26421-071	1	100,00	100,00
Abr	Refinadora 2	No hay ingreso de agua helada	Solenoides 1-1/4" , 220VAc	1	128,00	128,00
May	Concadora 1	La tolva de dosificación no se abre	Kit de repuestos pistón neum diam 80mm	1	50,00	50,00
May	Concadora 2	Se quema electrobomba	rebobinado de mot eléctr de bomb agua	1	85,00	85,00
May	Refinadora 1	Falsa lectura de la presión de aceite	Cambio de presostato 20-40PSI /agua	1	37,00	37,00
May	Mezcladora	Motor principal no enciende	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
May	Mezcladora	Compuerta de descarga inoperativo	Se cambia sensor limitador de carrera	1	50,00	50,00
Jun	Concadora 1	Ruido excesivo entre motor principal y eje	Acomplamiento Marca CM UVV 00030-69	1	1.100,00	1.100,00
Jun	Concadora 2	Sobrecalent de cables de Alimentación	Cables de NYY 3x1x150mm2	10	50,00	500,00
Jun	Concadora 2	Se rompe una faja de la polea principal	Faja principal SBA 1100	4	65,00	260,00
Jun	Exclusa cocoa	No prende la máquina	Pulsador de arranque telemecanique	1	11,31	11,31
Jun	Refinadora 1	El sistema hidráulico no trabaja bien	Aceite hidráulico	1	50,00	50,00
Jun	Exclusa cocoa	La máquina deja de transport producto	Solvente dielectrico	1	30,00	30,00
Jun	Mezcladora	Motor principal no enciende	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
Jun	Mezcladora	Se descalibra celda de pesado	Calibración de celda	1	200,00	200,00
Jun	Pre-refinador	Fuga de aceite de la bomba hidráulica	Aceite hidráulico / reten hidráulico	1	50,00	50,00
Jun	Refinadora 2	Motor principal no enciende	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
Jun	Exclusa leche	Salta térmico del motor reductor principal	Cambio de rodamientos 6206-2rs	1	14,00	14,00
Jul	Refinadora 1	Ventilador eléctrico deja de trabajar	Cambio de ventilador del tab control 4"x4"	1	14,00	14,00
Jul	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Jul	Concadora 1	Equipo de aire acondicionado inoperativo	Tarjeta electronica para equipo de aire acondicionado codigo UVV 00062067	1	100,00	100,00
Jul	Concadora 2	Falsa lectura de temperatura	Sensor de temp Pt100, bulbo 1/4"x3"	1	140,00	140,00
Jul	Refinadora 2	Se rompe una faja de la polea principal	faja en V A130	1	75,00	75,00
Jul	Pre-refinador	Falla Eléctrica	Contactador trifasico 30ª	1	50,00	50,00
Jul	Concadora 2	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Jul	Concadora 1	Fuga de chocolate por las estopas	Empaquetadura ateflonada 10mm	2	100,00	200,00
Jul	Faja transp	Se rompe faja transportadora	Faja transport metalica 400x3000mm	1	200,00	200,00
Jul	Concadora 2	Ruido excesivo entre b, de chocolate y eje	Acople tipo sol de 8 puntas, 105mm	1	\$13,78	13,78

Continuación tabla 3.2

Jul	Exclusa leche	No hay transporte de productor	Regulacion de vibrador mecánico	1	2,00	2,00
Jul	Exclusa leche	La máquina deja de transportar producto	Faja variadora 1422-V240	1	19,55	19,55
Ago	Mezcladora	La máquina deja de mover las paletas	Faja SPB 2500	4	19,48	77,92
Ago	Refinadora 2	La tolva de dosificación no se abre	ElectroValvula 5/2, connexion 1/4. Micro	1	70,00	70,00
Ago	Pre-refinador	No hay ingreso de agua helada	Sensor de temp Pt100, bulbo 5x45mm	1	100,00	100,00
Ago	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Ago	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	tapa de bomba de chocolate	1	53,30	53,30
Ago	Exclusa cocoa	Motor vibrador no enciende	Contactador 12A, 220VAC	1	35,00	35,00
Ago	Concadora 2	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Ago	Refinadora 1	Controlador de temperatura descalibrado	Controlador de temperatura Marca Gefran 96x96mm, 0-200C	1	600,00	600,00
Ago	Concadora 1	La tolva de dosificación no se abre	Kit de repuesto pistón neum diam 80mm	1	50,00	50,00
Ago	Refinadora 1	Falsa lectura de la presión de aceite	Cambio de presostato 20-40PSI /agua	1	37,00	37,00
Ago	Concadora 2	No hay ingreso de agua helada	Sensor de temp Pt100, bulbo 1/4"x3"	1	140,00	140,00
Ago	Mezcladora	Sensor fotoelect no detecta producto	Sensor fotoelect 12- 24vdc, 18mm , PNP	1	50,00	50,00
Set	Refinadora 1	El sistema hidráulico no trabaja bien	Reten hidráulico 45x65x12, Shell tellus 46	1	70,00	70,00
Set	Concadora 1	EL intercambiador de calor, deja de trabajar correctamente	Intercambiador de placas Marca alfa laval	1	3.000,00	3.000,00
Set	Exclusa leche	Se quema motor vibrador	Motor vibrador, 220Vac , 1.5 Hp	1	150,00	150,00
Set	Exclusa leche	Se sale cadena del engranaje	Lubricación grasa sanitaria texaco	1	10,00	10,00
Set	Mezcladora	La tolva de dosificación no se abre	Regulacion del sensor magnet del pistón	1	2,00	2,00
Set	Mezcladora	Chumacera princ presenta ruido excesivo	Chumacera de pie SKF 508	2	194,00	388,00
Set	Pre-refinador	Salta térmico del mot reductor principal	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
Set	Concadora 1	Fuente de poder inoperativa	Fusible 5"	1	6,00	6,00
Set	Concadora 2	Falla Eléctrica	Contactador trifásico 150A	1	391,00	391,00
Oct	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Oct	Refinadora 1	Rotura de pernos de sujeción de la tolva	Ajuste de tolva de producto	1	2,00	2,00
Oct	Concadora 2	No hay ingreso de agua helada	Controlador de temperatura Marca Gefran 96x96mm, 0-200C	1	600,00	600,00
Oct	Refinadora 1	La tolva de dosificación no se abre	ElectroValvula 5/2, connexion 1/4. Micro	1	70,00	70,00
Oct	Mezcladora	La máquina no reconoce que la tolva de Alimentación esta en el máximo	Sensor fotoeléctrico 12- 24vdc, PNP, UXE 26421-071	1	100,00	100,00
Oct	Exclusa cocoa	La máquina deja de transportar producto	Solvente dieletrcico	1	30,00	30,00
Oct	Refinadora 2	No hay ingreso de agua helada	Solenoides 1-1/4", 220VAc	1	128,00	128,00
Oct	Concadora 2	Se quema electrobomba	rebobinado de mot eléct de bomb agua	1	85,00	85,00
Oct	Mezcladora	Motor principal no enciende	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
Oct	Mezcladora	Compuerta de descarga inoperativo	Se cambia sensor limitador de carrera	1	50,00	50,00
Nov	Concadora 2	Ruido excesivo entre motor principal y eje	Acomplamiento Marca CM UVV 00030-69	1	1.100,00	1.100,00
Nov	Concadora 2	Sobrecalent de cables de Alimentación	Cables de NYY 3x1x150mm2	10	50,00	500,00
Nov	Concadora 1	Se rompe una faja de la polea principal	Faja principal SBA 1100	4	65,00	260,00
Nov	Exclusa cocoa	No prende la máquina	Pulsador de arranque telemecanique	1	11,31	11,31
Nov	Refinadora 1	El sistema hidráulico no trabaja bien	Aceite hidráulico	1	50,00	50,00
Nov	Mezcladora	Motor principal no enciende	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
Nov	Mezcladora	Se descalibra celda de pesado	Calibración de celda	1	200,00	200,00
Nov	Pre-refinador	Fuga de aceite de la bomba hidráulica	Aceite hidráulico / reten hidráulico	1	50,00	50,00
Nov	Refinadora 2	Motor principal no enciende	Reposición de termomagnetico	1	2,00	2,00
Nov	Exclusa leche	Salta térmico del motor reductor principal	Cambio de rodamientos 6206-2rs	1	14,00	14,00
Dic	Refinadora 1	Ventilador eléctrico deja de trabajar	Cambio de ventilador del tab control 4"x4"	1	14,00	14,00
Dic	Concadora 1	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Dic	Concadora 1	Equipo de aire acondicionado inoperativo	Tarjeta electronica para equipo de aire acondicionado codigo UVV 00062067	1	100,00	100,00
Dic	Concadora 2	Falsa lectura de temperatura	Sensor de temp Pt100, bulbo 1/4"x3"	1	140,00	140,00
Dic	Refinadora 2	Se rompe una faja de la polea principal	faja en VA130	1	75,00	75,00
Dic	Pre-refinador	Falla Eléctrica	Contactador trifasico 30"	1	50,00	50,00
Dic	Concadora 2	Bomba de chocolate inoperativa	Reten 45x65x8 doble labio malogrado	8	4,00	32,00
Dic	Concadora 1	Fuga de chocolate por las estopas	Empaquetadura ateflonada 10mm	2	100,00	200,00
Dic	Faja transp	Se rompe faja transportadora	Faja transportadora metalica 400x3000mm	1	200,00	200,00
Dic	Concadora 2	Ruido excesivo entre b de chocolate y eje	Acople tipo sol de 8 puntas, 105mm	1	13,78	13,78
Dic	Exclusa leche	El transporte de producto esta demasia	Regulacion de vibrador mecánico	1	2,00	2,00
Dic	Exclusa leche	La máquina deja de transportar el producto	Faja variadora 1422-V240	1	19,55	19,55
Total Costo de Repuestos (US \$ dolares)						18 855,72

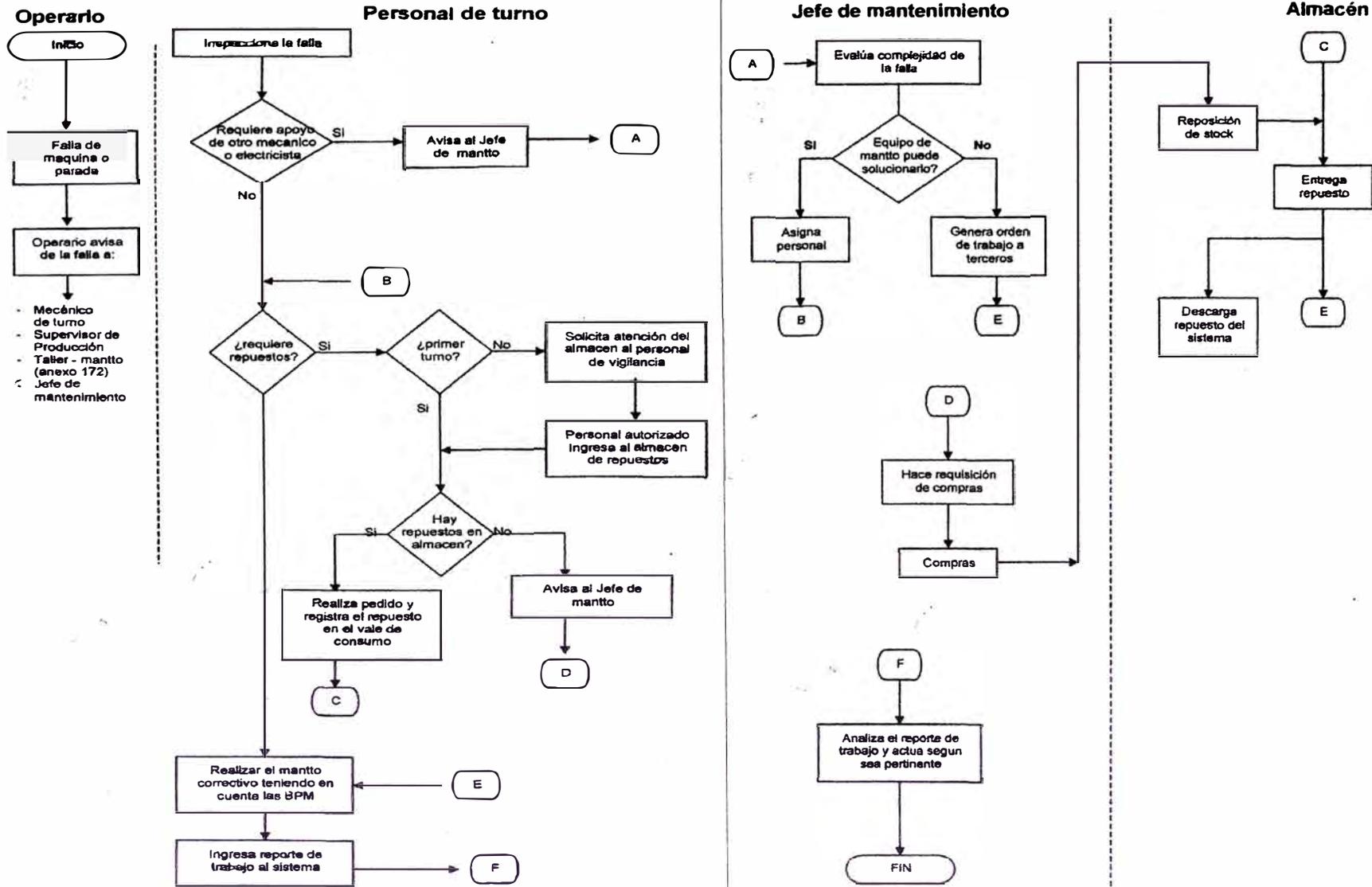
3.2.4 Trabajos correctivos y/o regulaciones no reportadas

Cuando ocurre una falla imprevista el personal de mantenimiento tiene la responsabilidad de tomar acción para la solución de la falla.

La Fig 3.3, muestra el procedimiento a seguir para reportar las fallas imprevistas . Como se puede observar el procedimiento es bastante completo, pero el exceso de reportes de fallas y una falta de capacitación, genera que no se cumplan todos los pasos del procedimiento, dando lugar a trabajos correctivos no reportados.

Estos trabajos correctivos no reportados tiene incidencia directa en el área de mantenimiento, porque no se tiene una data histórica confiable de las reparaciones de las maquinas.

Además la Planta de elaboración de pastas de chocolate, al ser una empresa maquiladora de productos alimenticios, esta sujeta a varias auditorias por parte de sus clientes, los cuales exigen los historiales de las maquinas bien actualizadas.



BPM : Buenas prácticas de manufactura

Fig - 3.3 Flujograma Mantenimiento correctivo

3.2.5 Tercerización del mantenimiento

De acuerdo al flujograma (ver Fig-3.3), el Jefe de mantenimiento determina la complejidad de la falla y decide contratar los servicios de personal externo, mediante un documento denominado Orden de Trabajo.

La Tabla 3.3 muestra la data histórica de todos los trabajos realizados por personal externo en el Área de coberturas.

Tabla 3.3 Tercerización de los trabajos de mantenimiento

Mes	Equipo	Descripción	Proveedor	Costos (US \$)
Ene	Refinadora 1	Reparación de 5 tapas, consiste en rellenar agujeros, abrir nuevos agujeros, acabado pintado	INDUST. MECZAR S.A	156,25
Ene	Concadora 2	Reparación de polea de transmisión en conca	INDUST. MECZAR S.A	566,67
Ene	Concadora 1	bomba de chocolate - consiste en. Extraer pemo en mal estado, cambio de 2 bocinas 55x45x31mm en bronce, recuperar partes en mal estado de la tapa posterior	INDUST. MECZAR S.A	166,60
Ene	Exclusa cocoa	Reparación de vibrador, consiste en embocinar agujeros.	INDUST. MECZAR S.A	126,93
Ene	Concadora 2	Reparación de 2 trinquetes	INDUST. MECZAR S.A	36,67
Ene	Mezcladora	Servicio de mantenimiento de 2 cilindros neumático de diam80, cambio de kit de repuestos	BRANMERTZ INGEN S.A	192,00
Mar	Faja transp	Fabricación de piñón de cadena Z=9, paso 1" con agujero central de 50mm y canal chavetero en acero 1045	INDUST. MECZAR S.A	71,88
Mar	Refinadora 2	Fabricación de regla porta cuchilla 35x1340 en material CHRONIT de 3.5mm de espesor	INDUST. MECZAR S.A	73,44
Mar	Concadora 1	Fabricación de 01 juego de bridas.	INDUST. MECZAR S.A	181,25
Mar	Refinadora 1	Reparación de porta cuchilla, consiste en rectificado de canal central.	INDUST. MECZAR S.A	14,06
Mar	Refinadora 1	Reparación de 4 toberas del refinador 2	INDUST. MECZAR S.A	106,67
Abr	Pre-refinador	Fabricación de 02 bocinas de 60x50x20mm	INTECO INGS S A	15,48
Abr	Pre-refinador	Suministro de 01 banda transportadora sanitaria de 1.5x3320x250mm a la salida del sin fin.	INDUST. MECZAR S.A	113,05

Continuación de la Tabla 3.3

Abr	Concadora 1	Bomba chocolate - Reparación de 01 tapa de la bomba de chocolate.	INDUST. MECZAR S.A	57,81
Abr	Concadora 2	Bomba chocolate - Reparación de tapa bomba wolf.	FASEEL S.A.C	60,29
Abr	Refinadora 2	Suministro de 1 ventilador del motor principal	INDUST. MECZAR S.A	57,52
Abr	Concadora 2	FABRICACION DE 2 TRINQUETES DE 40x25x117mm CON AGUJERO CETRAL DE DIAM 30MM	INDUST. MECZAR S.A	120,00
Abr	Exclusa leche	Reparación de eje dosificador de Exclusa	INDUST. MECZAR S.A	40,00
Abr	Pre-refinador	Suministro de 1 visor de nivel hidráulico s/muestra	INDUST. MECZAR S.A	28,33
Abr	Mezcladora	Fabricación de 8 rodillos de faja transportadora de diám72x20mm con alojamiento para rodamiento de 47mm en material cestilene	INDUST. MECZAR S.A	120,00
May	Refinadora 1	Reparación de tapa de tubo de refrigeración, consiste en embocinar y espichar agujeros y hacer nueva rosca M6.	INDUST. MECZAR S.A	28,13
May	Refinadora 1	Reparación de chaqueta de agua, consiste en colocar asiento de tubo 3" y soldar.	AISLA SISTEMAS S.A.C	25,00
May	Refinadora 2	Tanque de manteca - aislamiento térmico con lana de vidrio de 2",	INDUST. MECZAR S.A	503,30
May	Refinadora 2	Fabricación de limpiador de tubos en material ERTALON de 3x50x780mm de longitud con agujeros según muestra	INDUST. MECZAR S.A	30,00
May	Refinadora 2	fabricación de 2 suples hexagonales de 7/8"x75mm de longitud con rosca de 1/2x30mm de un extremo en acero 1020	INDUST. MECZAR S.A	32,00
Jun	Concadora 1	Bomba de chocolate - Reparación de 02 rotores,	INDUST. MECZAR S.A	31,25
Jun	Concadora 2	Bomba de chocolate - Fabricación de 02 tapas de 87x11mm espesor, con discos de diam 44x8mm y agujero central avellano.	INDUST. MECZAR S.A	34,38
Jun	Mezcladora	Servicio de calibración de balanzas.	GB TECHNOLOGY SERV S.A.C	250,00
Jun	Concadora 1	Servicio de Reparación de panel de operación.	INTECO INGS S.A	100,00
Jun	Pre-refinador	Fabricación de 01 banda transportadora Pv de 3320x250x1.5mm	INTECO INGS S.A	130,00
Jun	Silo de azúcar	Reparación de dosificador de azúcar	INDUST. MECZAR S.A	39,06
Jun	Faja transp	Faja transportadora Servicio de Reparación de motor eléctrico de 1.5 HP, 220/440V, 1130 RPM marca: WEG	FASEEL S.A.C	135,00
Jul	Concadora 1	Reparación de 02 manivelas, se rellena base central y máquina agujero a 16mm con agujero para pin de expansión	INDUST. MECZAR S.A	37,15
Jul	Faja transp	Remachador de faja - consiste en enderezar y fabricar 4 púñzales.	INDUST. MECZAR S.A	69,71
Jul	Concadora 2	fabricación de una base para motor reductor de 50x410x610mm con agujeros pasantes y roscados en material acero 1010	INDUST. MECZAR S.A	460,00
Jul	Pre-refinador	Reparación de sin fin, consiste en desmontar caja reductora, cambiar tuerca en un extremo y limpieza de alojamiento	INDUST. MECZAR S.A	260,00
Jul	Exclusa cocoa	Exclusa - Reparación de vibrador, consiste en embocinar agujeros.	INDUST. MECZAR S.A	126,93
Ago	Faja transp	Reparación de 7 rodillo para faja de Ø35 x 400mm	INDUST. MECZAR S.A	326,67
Ago	Refinadora 1	Reparación de 5 tapas, consiste en rellenar agujeros, abrir nuevos agujeros, acabado pintado	INDUST. MECZAR S.A	156,25
Ago	Concadora 2	Reparación de polea de transmisión en conca	INDUST. MECZAR S.A	566,67
Ago	Concadora 1	Bomba de chocolate - consiste en. Extraer pemo en mal estado, cambio de 2 bocinas 55x45x31mm en bronce, recuperar partes en mal estado de la tapa posterior	INDUST. MECZAR S.A	166,60

Continuación de la Tabla 3.3

Set	Concadora 2	Reparación de 2 trinquetes	INDUST. MECZAR S.A	36,67
Set	Mezcladora	Servicio de mantenimiento de 2 cilindros neumático de diam80, cambio de kit de repuestos	BRANMERTZ INGEN S.A	192,00
Set	Faja transp	Fabricación de piñón de cadena Z=9, paso 1" con agujero central de 50mm y canal chavetero en acero 1045	INDUST. MECZAR S.A	71,88
Set	Refinadora 2	Fabricación de regla porta cuchilla 35x1340 en material CHRONIT de 3.5mm de espesor	INDUST. MECZAR S.A	73,44
Set	Concadora 1	Fabricación de 01 juego de bridas.	INDUST. MECZAR S.A	181,25
Oct	Refinadora 1	Reparación de porta cuchilla, consiste en rectificado de canal central.	INDUST. MECZAR S.A	14,06
Oct	Refinadora 1	Reparación de 4 toberas del refinador 2	INDUST. MECZAR S.A	106,67
Oct	Pre-refinador	Fabricación de 02 bocinas de 60x50x20mm	INDUST. MECZAR S.A	15,48
Oct	Pre-refinador	Suministro de 01 banda transportadora sanitaria de 1.5x3320x250mm a la salida del sin fin.	INTECO INGS S.A	113,05
Oct	Concadora 1	Bomba chocolate - Reparación de 01 tapa de la bomba de chocolate.	INDUST. MECZAR S.A	57,81
Oct	Concadora 2	Bomba chocolate - Reparación de tapa bomba wolf.	INDUST. MECZAR S.A	60,29
Nov	Refinadora 2	Suministro de 1 ventilador del motor principal	CONSERFA SAC	57,52
Nov	Concadora 2	FABRICACION DE 2 TRINQUETES DE 40x25x117MM CON AGUJERO CETRAL DE DIAM 30MM	INDUST. MECZAR S.A	120,00
Nov	Exclusa leche	Reparación de eje dosificador de Exclusa	INDUST. MECZAR S.A	40,00
Nov	Pre-refinador	Suministro de 1 visor de nivel hidráulico s/muestra	INDUST. MECZAR S.A	28,33
Nov	Mezcladora	Fabricación de 8 rodillos de faja transportadora de diam72x20mm con alojamiento para rodamiento de 47mm en material cestilene	INDUST. MECZAR S.A	120,00
Nov	Refinadora 1	Reparación de tapa de tubo de refrigeración, consiste en embocinar y espichar agujeros y hacer nueva rosca M6.	INDUST. MECZAR S.A	28,13
Dic	Refinadora 1	Reparación de chaqueta de agua, consiste en colocar asiento de tubo 3" y soldar.	INDUST. MECZAR S.A	25,00
Dic	Refinadora 2	Fabricación de limpiador de tubos en material ERTALON de 3x50x780mm de longitud con agujeros según muestra	INDUST. MECZAR S.A	30,00
Dic	Refinadora 2	fabricación de 2 suples hexagonales de 7/8"x75mm de longitud con rosca de 1/2x30mm de un extremo en acero 1020	INDUST. MECZAR S.A	32,00
Dic	Concadora 1	Bomba de chocolate - Reparación de 02 rotores,	INDUST. MECZAR S.A	31,25
Dic	Concadora 2	Bomba de chocolate - Fabricación de 02 tapas de 87x11mm espesor, con discos de diam 44x8mm y agujero central avellano.	INDUST. MECZAR S.A	34,38
Dic	Mezcladora	Servicio de calibración de balanzas.	GB TECHNOLOGY SERV S.A.C	250,00
Dic	Pre-refinador	Reparación de sin fin, consiste en desmontar caja reductora, cambiar tuerca en un extremo y limpieza de alojamiento	INDUST. MECZAR S.A	260,00

3.2.6 Mantenimiento pseudo-preventivo

Una vez al año, en el mes de Febrero, el Departamento de mantenimiento dispone de 15 días para realizar trabajos de mantenimiento a las maquinas y equipos del área de cobertura.

Este mantenimiento pseudo-preventivo tiene como alcance las siguientes maquinas:

- Exclusa de leche y azúcar
- Silos de cocoa, leche y azúcar
- Mezcladora
- Pre refinador
- Refinadoras
- Concadoras

En el mantenimiento pseudo-preventivo se cambia la totalidad de los componentes internos, tales como rodamientos, retenes, aceites, empaquetaduras, válvulas, fajas, contactores, etc.

Entre otras actividades, se realizan: la limpieza integral de las maquina o equipos, la lubricación, mediciones del aislamiento de los motores principales, rectificaciones y/o embocinados de las partes mecánicas que presentan desgaste.

3.3 Costos del accionar del área de mantenimiento

Las causas descritas en el planteamiento del problema generan costos significativos para la empresa. Dichos costos son los siguientes:

- Costos de las fallas imprevistas – Pérdida de producción
- Costos del tiempo de operación correctiva – Horas hombre
- Costos de los materiales y repuestos utilizados
- Costos de la tercerización del mantenimiento
- Costos del mantenimiento pseudo-preventivo anual

Con la obtención de dichos costos, se sustentara las causas que afectan de manera significativa la baja productividad de las maquinas.

3.3.1 Costos de las fallas imprevistas

Al ocurrir una falla imprevista en las maquinas de la Planta, origina una pérdida de producción debido a que la maquina ha dejado de producir.

Esta pérdida de producción se ha cuantificado a través de los reportes de falla, donde señalan el tiempo que la maquina deja de producir.

Los costos de las fallas imprevistas tienen relación directa con la carga de trabajo de los equipos. Esta carga de trabajo se muestra en la tabla 3.4, donde

se aprecia el valor en dólares por cada hora que la máquina trabaja en la elaboración de la pasta de chocolate.

Por lo tanto el costo de las fallas imprevistas del periodo Enero – Diciembre del 2009 es el resultado de multiplicar la carga de trabajo (\$/H) por el tiempo que la maquina ha dejado de producir y se muestra en la tabla 3.5 y la tabla resumen 3.6.

Tabla 3.4 – Carga de trabajo de los equipos

CARGA DE TRABAJO DE LOS EQUIPOS	
Equipo	Carga de trabajo (\$/H)
Exclusa cocoa	80
Exclusa leche	80
Silo de azucar	50
silo de leche	50
Silo de cocoa	50
Mezcladora	100
Pre-refinador	510
Refinadora 1	750
Refinadora 2	750
Conchadora 1	820
Conchadora 2	820
Faja transp	200

Tabla 3.5 – Costos de las fallas imprevistas

Mes	Equipo	Tipo de falla	Descripción	Tiempo perdido (TP) (horas)	carga de trabajo (US\$/H)	Costos Perdidos (\$)
Ene	Mezcladora	Mecánica	La máquina deja de mover las paletas	2	100	200,00
Ene	Refinadora 2	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1,5	750	1.125,00
Ene	Pre-refinador	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	510	1.020,00
Ene	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Ene	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Ene	Exclusa cocoa	Eléctrica	Motor vibrador no enciende	1,5	80	120,00
Ene	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Ene	Refinadora 1	Eléctrica	Controlador de temperatura descalibrado	1,5	750	1.125,00
Ene	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	820	1.640,00
Ene	Mezcladora	Eléctrica	Sensor fotoelectr no detecta producto	2	100	200,00
Ene	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	3,5	750	2.625,00
Ene	Concadora 1	Mecánica	EL intercambiador de calor fuera de servicio	3	820	2.460,00
Ene	Exclusa leche	Eléctrica	Se quema motor vibrador	2	80	160,00
Mar	Exclusa leche	Mecánica	Se sale cadena del engranaje	1,5	80	120,00
Mar	Mezcladora	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1,25	100	125,00
Mar	Mezcladora	Mecánica	Chumacera princ presenta ruido excesivo	2	100	200,00
Mar	Pre-refinador	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	1,25	510	637,50
Mar	Concadora 1	Eléctrica	Fuente de poder inoperativa	1,5	820	1.230,00
Mar	Concadora 2	Eléctrica	Falla Eléctrica	1,5	820	1.230,00
Abr	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3	820	2.460,00
Abr	Refinadora 1	Mecánica	Rotura de pernos de sujeción de la tolva	2	750	1.500,00
Abr	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	820	1.640,00
Abr	Mezcladora	Eléctrica	La máquina no reconoce que la tolva de Alimentación esta en el maximo	2,5	100	250,00
Abr	Refinadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	750	1.500,00
May	Concadora 1	Mecánica	La tolva de dosificación no se abre	5	820	4.100,00
May	Concadora 2	Eléctrica	Se quema electrobomba	3	820	2.460,00
May	Refinadora 1	Eléctrica	Falsa lectura de la presion de aceite	1,5	750	1.125,00
May	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	100	100,00
May	Mezcladora	Eléctrica	Compuerta de descarga inoperativo	2,5	100	250,00
Jun	Concadora 1	Mecánica	Ruido excesivo entre motor principal y eje	4,5	820	3.690,00
Jun	Concadora 2	Eléctrica	Sobrecalent de cables de Alimentación	3,5	820	2.870,00
Jun	Concadora 2	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	3	820	2.460,00
Jun	Exclusa cocoa	Eléctrica	No prende la máquina	1,5	80	120,00
Jun	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	3	750	2.250,00
Jun	Exclusa cocoa	Eléctrica	La máquina deja de transportar producto	2	80	160,00
Jun	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	100	100,00
Jun	Mezcladora	Eléctrica	Se descalibra celda de pesado	3	100	300,00
Jun	Pre-refinador	Mecánica	Fuga de aceite de la bomba hidráulica	2,5	510	1.275,00
Jun	Refinadora 2	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	750	750,00
Jun	Exclusa leche	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	3,5	80	280,00
Jul	Refinadora 1	Eléctrica	Ventilador eléctrico deja de trabajar	2,5	750	1.875,00
Jul	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Jul	Concadora 1	Eléctrica	Equipo de aire acondicionado inoperativo	3,5	820	2.870,00
Jul	Concadora 2	Eléctrica	Falsa lectura de temperatura	2,5	820	2.050,00
Jul	Refinadora 2	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	2	750	1.500,00
Jul	Pre-refinador	Eléctrica	Falla Eléctrica	1,5	510	765,00
Jul	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3	820	2.460,00
Jul	Concadora 1	Mecánica	Fuga de chocolate por las estopas	1,5	820	1.230,00
Jul	Faja transp	Mecánica	Se rompe faja transportadora	3,5	200	700,00
Jul	Concadora 2	Mecánica	Ruido excesivo entre b, de chocolate y eje	3	820	2.460,00
Jul	Exclusa leche	Mecánica	No hay transporte de prodctor	3	80	240,00
Jul	Exclusa leche	Mecánica	La máquina deja de transportar producto	1,5	80	120,00
Ago	Mezcladora	Mecánica	La máquina deja de mover las paletas	2	100	200,00
Ago	Refinadora 2	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1,5	750	1.125,00
Ago	Pre-refinador	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	510	1.020,00

Continuación de la tabla 3.5

Ago	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Ago	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Ago	Exclusa cocoa	Eléctrica	Motor vibrador no enciende	1,5	80	120,00
Ago	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Ago	Refinadora 1	Eléctrica	Controlador de temperatura descalibrado	1,5	750	1.125,00
Ago	Concadora 1	Mecánica	La tolva de dosificación no se abre	3,5	820	2.870,00
Ago	Refinadora 1	Eléctrica	Falsa lectura de la presión de aceite	1,5	750	1.125,00
Ago	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	820	1.640,00
Ago	Mezcladora	Eléctrica	Sensor fotoeléctrico no detecta producto	2	100	200,00
Set	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	3,5	750	2.625,00
Set	Concadora 1	Mecánica	EL intercambiador de calor fuera de servicio	3	820	2.460,00
Set	Exclusa leche	Eléctrica	Se quema motor vibrador	2	80	160,00
Set	Exclusa leche	Mecánica	Se sale cadena del engranaje	1,5	80	120,00
Set	Mezcladora	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1,25	100	125,00
Set	Mezcladora	Mecánica	Chumacera princ presenta ruido excesivo	2	100	200,00
Set	Pre-refinador	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	1,25	510	637,50
Set	Concadora 1	Eléctrica	Fuente de poder inoperativa	1,5	820	1.230,00
Set	Concadora 2	Eléctrica	Falla Eléctrica	1,5	820	1.230,00
Oct	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3	820	2.460,00
Oct	Refinadora 1	Mecánica	Rotura de pemos de sujeción de la tolva	2	750	1.500,00
Oct	Concadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	820	1.640,00
Oct	Refinadora 1	Eléctrica	La tolva de dosificación no se abre	1,5	750	1.125,00
Oct	Mezcladora	Eléctrica	La máquina no reconoce que la tolva de Alimentación esta en el maximo	2,5	100	250,00
Oct	Exclusa cocoa	Eléctrica	La máquina deja de transportar producto	2	80	160,00
Oct	Refinadora 2	Eléctrica	No hay ingreso de agua helada	2	750	1.500,00
Oct	Concadora 2	Eléctrica	Se quema electrobomba	3	820	2.460,00
Oct	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	100	100,00
Oct	Mezcladora	Eléctrica	Compuerta de descarga inoperativo	2,5	100	250,00
Nov	Concadora 2	Mecánica	Ruido excesivo entre motor principal y eje	4,5	820	3.690,00
Nov	Concadora 2	Eléctrica	Sobrecalent de cables de Alimentación	3,5	820	2.870,00
Nov	Concadora 1	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	3	820	2.460,00
Nov	Exclusa cocoa	Eléctrica	No prende la máquina	1,5	80	120,00
Nov	Refinadora 1	Mecánica	El sistema hidráulico no trabaja bien	3	750	2.250,00
Nov	Mezcladora	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	100	100,00
Nov	Mezcladora	Eléctrica	Se descalibra celda de pesado	3	100	300,00
Nov	Pre-refinador	Mecánica	Fuga de aceite de la bomba hidráulica	2,5	510	1.275,00
Nov	Refinadora 2	Eléctrica	Motor principal no enciende	1	750	750,00
Nov	Exclusa leche	Eléctrica	Salta térmico del motor reductor principal	3,5	80	280,00
Dic	Refinadora 1	Eléctrica	Ventilador eléctrico deja de trabajar	2,5	750	1.875,00
Dic	Concadora 1	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3,5	820	2.870,00
Dic	Concadora 1	Eléctrica	Equipo de aire acondicionado inoperativo	3,5	820	2.870,00
Dic	Concadora 2	Eléctrica	Falsa lectura de temperatura	2,5	820	2.050,00
Dic	Refinadora 2	Mecánica	Se rompe una faja de la polea principal	2	750	1.500,00
Dic	Pre-refinador	Eléctrica	Falla Eléctrica	1,5	510	765,00
Dic	Concadora 2	Mecánica	Bomba de chocolate inoperativa	3	820	2.460,00
Dic	Concadora 1	Mecánica	Fuga de chocolate por las estopas	1,5	820	1.230,00
Dic	Faja transp	Mecánica	Se rompe faja transportadora	3,5	200	700,00
Dic	Concadora 2	Mecánica	Ruido excesivo entre b, de chocolate y eje	3	820	2.460,00
Dic	Exclusa leche	Mecánica	El transporte de producto esta lento	3	80	240,00
Dic	Exclusa leche	Mecánica	La máquina deja de transportar producto	1,5	80	120,00
Total Costo de fallas imprevistas (US\$ dolares)						143.110,00

De la tabla 3.5 se obtiene la siguiente tabla resumen 3.6

Tabla 3.6 – Resumen Costos de las fallas imprevistas

Equipo	Costo / Mes (US \$)												Total (US \$)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Exclusa cocoa	120,0	0,0	0,0	0,0	0,0	280,0	0,0	120,0	0,0	160,0	120,0	0,0	800,0
Exclusa leche	160,0	0,0	120,0	0,0	0,0	280,0	360,0	0,0	280,0	0,0	280,0	360,0	1.840,0
Mezcladora	400,0	0,0	325,0	250,0	350,0	400,0	0,0	400,0	325,0	600,0	400,0	0,0	3.450,0
Pre-refinador	1.020,0	0,0	637,5	0,0	0,0	1.275,0	765,0	1.020,0	637,5	0,0	1.275,0	765,0	7.395,0
Refinadora 1	3.750,0	0,0	0,0	1.500,0	1.125,0	2.250,0	1.875,0	2.250,0	2.625,0	2.625,0	2.250,0	1.875,0	22.125,0
Refinadora 2	1.125,0	0,0	0,0	1.500,0	0,0	750,0	1.500,0	1.125,0	0,0	1.500,0	750,0	1.500,0	9.750,0
Faja transp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	700,0	0,0	0,0	0,0	0,0	700,0	1.400,0
Conchadora 1	8.200,0	0,0	1.230,0	2.460,0	4.100,0	3.690,0	6.970,0	8.610,0	3.690,0	2.460,0	2.460,0	6.970,0	50.840,0
Conchadora 2	4.510,0	0,0	1.230,0	1.640,0	2.460,0	5.330,0	6.970,0	4.510,0	1.230,0	4.100,0	6.560,0	6.970,0	45.510,0
Total (US \$)	19.285,0	0,0	3.542,5	7.350,0	8.035,0	14.255,0	19.140,0	18.035,0	8.787,5	11.445,0	14.095,0	19.140,0	143.110,0

De las tablas, se pueden apreciar claramente el costo que involucra las paradas de las máquinas en forma inesperada, causadas por fallas imprevistas a lo largo de todo el año.

Se resalta que los costos Perdidos de Producción son los más significativos que tiene la planta.

Hay que tener en cuenta que la realización del mantenimiento pseudo-preventivo fue en el mes de Febrero y este tipo de mantenimiento también generó sus respectivos Costos Perdidos de Producción, los cuales han sido considerados para la obtención del Costo de mantenimiento pseudo-Preventivo Anual

3.3.2 Costo del Tiempo de Operación correctiva

Para la solución de las fallas imprevistas de las máquinas el personal de mantenimiento emplea un tiempo, el cual ha sido cuantificado mediante los reportes de fallas.

En la tabla 3.1 se observó el Tiempo de Operación correctiva, empleado para la solución de las fallas, así como también el número de personas de mantenimiento que intervienen en la solución de la falla.

Se debe tener en cuenta el costo Hora Hombre promedio es de US\$ 2.6 (Dos dólares con seis centavos)

Por lo tanto, el Tiempo de Operación correctiva y el costo Hora Hombre dan origen a la tabla 3.7, donde se muestra el costos anual del periodo de Enero – Diciembre 2009

Tabla 3.7 – Costo anual por Tiempo de Operación correctiva

Equipo	Costo / Mes (US \$)												Total (US \$)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Exclusa cocoa	2,60	0,0	0,0	0,0	0,0	5,20	0,0	2,60	0,0	2,60	2,60	0,0	15,60
Exclusa leche	7,80	0,0	2,60	0,0	0,0	7,80	13,00	0,0	10,40	0,0	15,60	13,00	70,20
Silo de azucar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Silo de cocoa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Silo de leche	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mezcladora	11,70	0,0	10,40	5,20	6,50	14,30	0,0	11,70	10,40	11,70	14,30	0,0	96,20
Pre-refinador	3,90	0,0	2,60	0,0	0,0	5,20	2,60	3,90	2,60	0,0	5,20	2,60	28,60
Refinadora 1	13,00	0,0	0,0	5,20	2,60	6,50	10,40	7,80	7,80	7,80	6,50	5,20	72,80
Refinadora 2	2,60	0,0	0,0	3,90	0,0	1,30	7,80	2,60	0,0	3,90	1,30	7,80	31,20
Faja transp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,20	0,0	0,0	0,0	0,0	31,20	62,40
Conchadora 1	62,40	0,0	2,60	13,00	7,80	41,60	36,40	31,20	41,60	13,00	13,00	36,40	299,00
Conchadora 2	23,40	0,0	2,60	3,90	5,20	44,20	31,20	23,40	2,60	9,10	72,80	31,20	249,60
Total (US \$)	127,40	0,0	20,80	31,20	22,10	126,10	132,60	83,20	75,40	48,10	131,30	127,40	925,60

3.3.3 Costos de los materiales y/o repuestos utilizados

Haciendo uso de la información de la tabla 3.2 y software que tiene la empresa, se consiguió los costos de los repuestos utilizados para la solución de las fallas imprevistas.

La tabla 3.8 se muestra el resumen de costos de los repuestos utilizados en el periodo Enero – Diciembre 2009.

Tabla 3.8 – Resumen Costo de los repuestos utilizados

Equipo	Costo / Mes (US \$)												Total (US \$)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Exclusa cocoa	35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,3	0,0	35,0	0,0	30,0	11,3	0,0	152,6
Exclusa leche	150,0	0,0	10,0	0,0	0,0	14,0	21,6	0,0	160,0	0,0	14,0	21,6	391,1
Silo de azucar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Silo de cocoa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Silo de leche	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mezcladora	127,9	0,0	390,0	100,0	52,0	202,0	0,0	127,9	390,0	152,0	202,0	0,0	1.743,8
Pre-refinador	100,0	0,0	2,0	0,0	0,0	50,0	50,0	100,0	2,0	0,0	50,0	50,0	404,0
Refinadora 1	670,0	0,0	0,0	2,0	37,0	50,0	14,0	637,0	70,0	72,0	50,0	14,0	1.616,0
Refinadora 2	70,0	0,0	0,0	126,0	0,0	2,0	75,0	70,0	0,0	128,0	2,0	75,0	550,0
Faja transp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	200,0	400,0
Conchadora 1	3.085,3	0,0	6,0	32,0	50,0	1.100,0	332,0	135,3	3.006,0	32,0	260,0	332,0	8.370,6
Conchadora 2	172,0	0,0	391,0	600,0	85,0	760,0	185,8	172,0	391,0	685,0	1.600,0	185,8	5.227,6
Total (US \$)	4.410,2	0,0	799,0	862,0	224,0	2.219,3	878,3	1.277,2	4.019,0	1.099,0	2.189,3	878,3	18.855,7

3.3.3 Costo de la tercerización del mantenimiento

El costo por la tercerización del mantenimiento, son los pagos que realiza la planta mediante una orden de trabajo, generada por el Jefe de Mantenimiento, hacia los diversos proveedores.

La tabla 3.9 muestra todos los costos de tercerización del mantenimiento en el periodo Enero – Diciembre 2009

Tabla 3.9 – Costo de tercerización del mantenimiento.

Equipo	Costo / Mes (US \$)												Total (US \$)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Exclusa cocoa	126,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	126,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	253,9
Exclusa leche	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	80,0
Silo de azucar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,1
Silo de cocoa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Silo de leche	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mezcladora	192,0	0,0	0,0	120,0	0,0	250,0	0,0	0,0	192,0	0,0	120,0	250,0	1.124,0
Pre-refinador	0,0	0,0	0,0	156,9	0,0	130,0	260,0	0,0	0,0	128,5	28,3	260,0	963,7
Refinadora 1	156,3	0,0	120,7	0,0	53,1	0,0	0,0	156,3	0,0	120,7	28,1	25,0	660,2
Refinadora 2	0,0	0,0	73,4	57,5	565,3	0,0	0,0	0,0	73,4	0,0	57,5	62,0	889,2
Faja transp	0,0	0,0	71,9	0,0	0,0	135,0	69,7	326,7	71,9	0,0	0,0	0,0	675,1
Conchadora 1	166,6	0,0	181,3	57,8	0,0	131,3	37,2	166,6	181,3	57,8	0,0	31,3	1.011,0
Conchadora 2	603,3	0,0	0,0	180,3	0,0	34,4	460,0	566,7	36,7	60,3	120,0	34,4	2.096,0
Total (US \$)	1.245,1	0,0	447,3	612,5	618,4	719,7	953,8	1.216,2	555,2	367,4	394,0	662,6	7.792,2

3.3.5 Costo del Mantenimiento Seudo-Preventivo Anual

Para la obtención de estos costos, se está considerando el Costo de los repuestos utilizados, los Costo Perdidos de Producción de las máquinas del área de cobertura, entregadas al Área de Mantenimiento y el Costo por intervención de operación.

La tabla 3.10, muestra el Costo del mantenimiento seudo-preventivo anual de las maquinas que pertenecen al área de cobertura.

Tabla 3.10 – Costo del Mantenimiento Seudo-Preventivo anual

Área	Equipo	Costo Anual (US\$)	Total general (US\$)
Cobertura	Exclusa cocoa	1.888,96	1.888,96
Cobertura	Exclusa leche	5.008,34	5.008,34
Cobertura	Silo de azúcar	1.030,17	1.030,17
Cobertura	Silo de cocoa	927,24	927,24
Cobertura	Silo de leche	927,24	927,24
Cobertura	Mezcladora	2.759,00	2.759,00
Cobertura	Pre-refinador	8.899,31	8.899,31
Cobertura	Refinadora 1	24.509,53	24.509,53
Cobertura	Refinadora 2	25.286,94	25.286,94
Cobertura	Faja transp	65,29	65,29
Cobertura	Concadora 1	27.304,26	27.304,26
Cobertura	Concadora 2	27.277,89	27.277,89
	Total general (US \$)	125.884,17	125.884,17

3.4 Resumen y evaluación de las causas

El tiempo de intervención de operación pseudo-preventivo es igual: Cantidad de personas de mantenimiento (4 pers) * Numero de horas al día (8horas)* Numero de días en el área de cobertura (15), siendo igual a 480 horas

Por lo tanto el tiempo de intervención operativa, es el resultado de sumar el tiempo de Operación correctiva (356 horas) mas el tiempo de intervención pseudo-preventivo (480 horas).

El Tiempo Perdido de producción, para la ejecución de los trabajos de mantenimiento pseudo-preventivo, es igual: Cantidad de maquinas del área de cobertura (12) *Numero de horas al día (8horas)* Numero de días (15dias), siendo igual a 1440 horas

Por lo tanto el tiempo total de perdida productiva, es el resultado de sumar el tiempo que las maquinas han dejado de producir por las fallas imprevistas (249 horas) mas el tiempo Perdido de producción por trabajos de mantenimiento pseudo-preventivo (1440 horas)

La tabla 3.11 muestra los tiempos encontrados del accionar actual del área de Mantenimiento.

Tabla 3.11 Tiempos del accionar del área de mantenimiento

Tiempo de intervención Operativa (horas)	Tiempo total de pérdida de producción (horas)
836	1689

En la tabla 3.12, se muestra el costo total del accionar del área de Mantenimiento, generados en el periodo Enero – Diciembre 2009

Tabla 3.12 Costo Total del accionar del área de Mantenimiento

	Costo / Mes (US \$)												Total (US \$)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Costos fallas imprevistas	19.285	0,0	3.543	7.350	8.035	14.255	19.140	18.035	8.788	11.445	14.095	19.140	143.110
Costos tiempo de operación correctiva	127	0,0	21	31	22	126	133	83	75	48	131	127	926
Costos de los materiales utilizados	4.410	0,0	799	862	224	2.219	878	1.277	4.019	1.099	2.189	878	18.856
Costos de tercerización del mantenimiento	1.245	0,0	447	612	618	720	954	1.216	555	367	394	663	7.792
Costos manito anual	0,0	125.884	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	125.884
TOTAL (US \$)	25.068	125.884	4.810	8.856	8.900	17.320	21.105	20.612	13.437	12.959	16.810	20.808	296.568

Gracias a la tabla 3.12 se genera el diagrama de Pareto para una mejor visualización de las causas que generan la baja productividad de las máquinas (ver figura 3.4). Por lo tanto, del Diagrama de Pareto se aprecia que las causas más significativas están representadas por los costos de las fallas imprevistas y el costo por el Mantenimiento Seudo Preventivo que se realiza en la planta de chocolate.

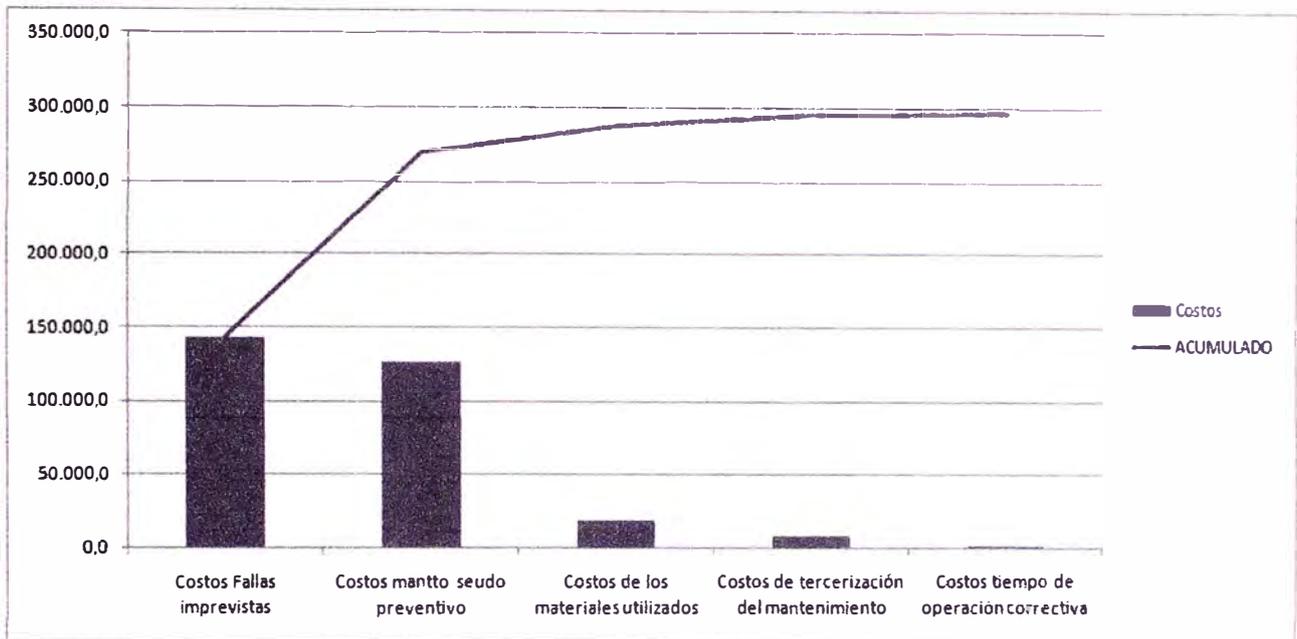


Fig - 3.4 Diagrama de Pareto - Causas cuantificadas

Cabe recordar que los “Costos de las fallas imprevistas” dependen del tiempo que las maquinas han dejado de producir

En la siguiente tabla (ver tabla 3.13) se aprecia el costo total del accionar del área de mantenimiento, por cada máquina que conforma la línea productiva para la elaboración de la pasta de chocolate en el área de cobertura

Tabla 3.13 Costo Total del accionar del Área de Mantenimiento por máquina

Equipo	Mes												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Exclusa cocoa	284,5	1.889,0	0,0	0,0	0,0	326,5	126,9	157,6	0,0	192,6	133,9	0,0	3.111,0
Exclusa leche	317,8	5.008,3	132,6	40,0	0,0	301,8	394,6	0,0	450,4	0,0	349,6	394,6	7.389,6
Silo de azucar	0,0	1.030,2	0,0	0,0	0,0	39,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.069,2
Silo de cocoa	0,0	927,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	927,2
Silo de leche	0,0	927,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	927,2
Mezcladora	731,6	2.759,0	725,4	475,2	408,5	866,3	0,0	539,6	917,4	763,7	736,3	250,0	9.173,0
Pre-refinador	1.123,9	8.899,3	642,1	156,9	0,0	1.460,2	1.077,6	1.123,9	642,1	128,5	1.358,5	1.077,6	17.690,6
Refinadora 1	4.589,3	24.509,5	120,7	1.507,2	1.217,7	2.306,5	1.899,4	3.051,1	2.702,8	2.825,5	2.334,6	1.919,2	48.983,5
Refinadora 2	1.197,6	25.286,9	73,4	1.689,4	565,3	753,3	1.582,8	1.197,6	73,4	1.631,9	810,8	1.644,8	36.507,3
Faja transp	0,0	65,3	71,9	0,0	0,0	135,0	1.000,9	326,7	71,9	0,0	0,0	931,2	2.602,8
Concadora 1	11.514,3	27.304,3	1.419,9	2.562,8	4.157,8	4.962,9	7.375,6	8.943,1	6.918,9	2.562,8	2.733,0	7.369,7	87.824,8
Concadora 2	5.308,7	27.277,9	1.623,6	2.424,2	2.550,2	6.168,6	7.647,0	5.272,1	1.660,3	4.854,4	8.352,8	7.221,4	80.361,1
Total (\$)	25.067,7	125.884,2	4.809,6	8.855,7	8.899,5	17.320,1	21.104,7	20.611,6	13.437,1	12.959,5	16.809,6	20.808,4	296.567,7

Gracias a la tabla 3.13 se genera el diagrama de pareto para una mejor visualización de las maquinas que representan los costos más significativos del accionar del area de mantenimiento por maquina (ver figura 3.5). Por lo tanto del Diagrama de Pareto se aprecia que las costos más significativos están representadas por las maquinas concadoras y refinadoras

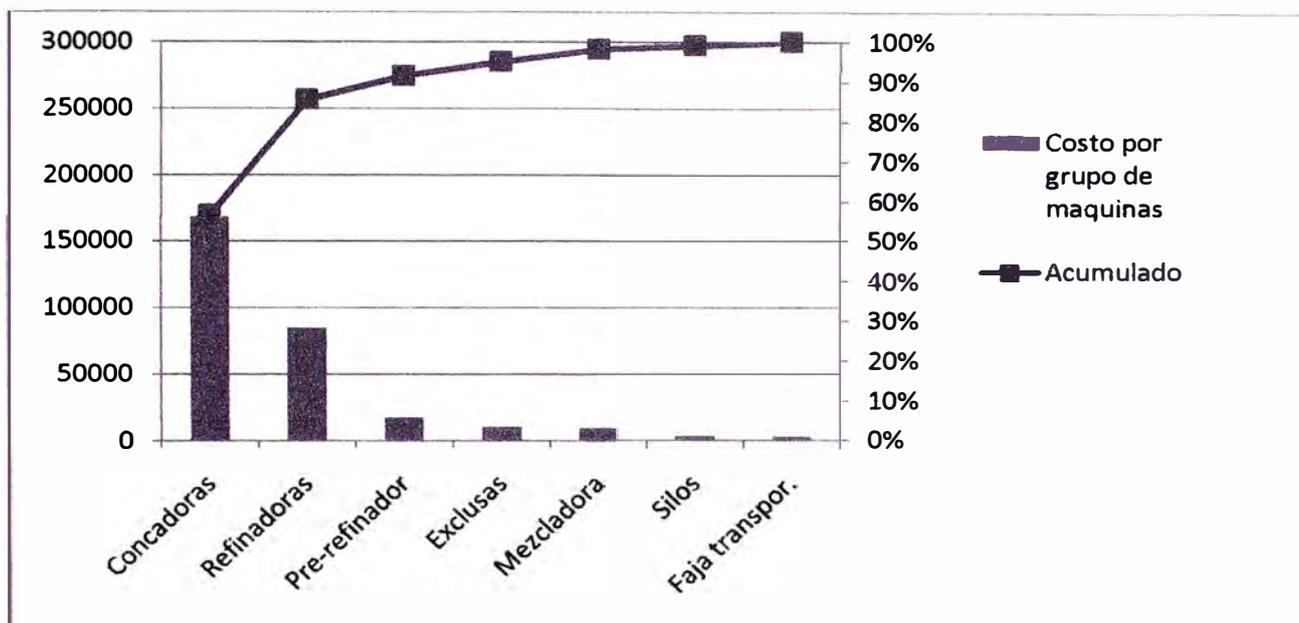


Fig - 3.5 Diagrama de Pareto – Costos del accionar del área de mantenimiento por grupo de maquinas

Por lo tanto, de las graficas de Pareto se llega a la conclusión que la baja productividad de las maquinas se debe principalmente a las fallas imprevistas de las maquinas y al mantenimiento pseudo-preventivo.

Asi mismo las maquinas concadoras y refinadoras deben tener un mejor programa de mantenimiento debido a que son las que influyen significativamente

CAPITULO IV

SOLUCION DEL PROBLEMA

4.1 Alternativas de solución

Para la solución de la baja productividad de las maquinas se ha identificado las principales causas mediante el diagrama de Pareto (ver figura 3.4). Donde las principales causas son las elevadas fallas imprevistas y el tipo de mantenimiento que se ejecuta.

Por lo tanto dichas causas tendrán una alternativa de solución, tal como se muestran en la Tabla 4.1

Tabla 4.1 Alternativas de solución

Problema	Causas principales	Sub causas 1	Solución
Baja productividad de las maquinas	Elevadas fallas imprevistas	Errores de operación	Implement. de un programa de mantenimiento y un programa de capacitación
		Falta de mantenimiento	
	Mantenimiento seudo preventivo	Falta de cultura de mantenimiento	
		Falta de presupuesto	

De la Tabla 4.1 se concluye que para la solución del problema, se debe implementar los siguientes programas:

1. Programa de mantenimiento
2. Programa de capacitación.

En la actualidad la planta de fabricación de chocolates no tiene un programa de mantenimiento implementado correctamente, por ende, en primera instancia, evaluaremos los recursos con los que cuenta la Planta para poder elegir el mejor sistema de gestión de mantenimiento a implementar.

Cabe resaltar que existen varios programas de mantenimiento, los cuales tienen por objetivo, optimizar la disponibilidad de los equipos, garantizar la vida útil, mejorar los costos de producción, etc.

Dentro de los programas de mantenimiento para mejorar nuestra situación actual podemos mencionar:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Proactivo
- Mantenimiento Total Productivo
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Para definir el mejor programa de mantenimiento, escogeremos un rango de valores del 1 al 5 con sus respectivos significados; como se muestra en la Tabla 4.2 Pesos ponderados

Tabla 4.2 Pesos ponderados

Escala	1	2	3	4	5
Significado	Malo/Bajo	Poco	Normal	Bueno	Excelente/Alto

Con estos valores evaluamos los diferentes recursos que cuenta la planta, para decidir el tipo de Gestión de mantenimiento a implementar. Esta evaluación se muestra en la Tabla 4.3

Tabla 4.3 Evaluación de las alternativas de solución

Se cuenta con:	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento Predictivo	Mantenimiento Proactivo	Mantenimiento Total Productivo	Mantenimiento Centrado en la confiabilidad
Personal técnico de mantenimiento capacitado	3	2	2	3	1
Ingenieros de mantenimiento capacitado	4	2	3	3	2
Capacidad operacional	3	2	2	4	2
Archivos técnicos de las maquinas	4	1	4	4	1
Historial de operación	3	2	3	2	1
Eq. de medición y control	4	2	2	2	1
Presupuesto para la implementación	3	1	3	2	1
Rapidez para la implementación del programa de mantenimiento	4	2	3	3	1
Confiabilidad de los equipos al realizar el mantenimiento	3	4	4	3	5
Puntaje	31	18	26	26	15

De esta tabla se observa que la implementación del mantenimiento preventivo tiene mayor puntaje (31 puntos) y se ajusta a las condiciones de la empresa. Por tal motivo será éste el tipo de mantenimiento que se desarrollará.

4.2 Implementación de un programa de mantenimiento preventivo

Para implementar un programa de mantenimiento preventivo se necesita realizar las siguientes acciones:

- Formar el equipo de mantenimiento preventivo
- Planteamiento de flujogramas de trabajos preventivos
- Evaluar las maquinas a ser consideradas para el mantto preventivo
- Determinar las tareas del mantenimiento preventivo
- Determinar las frecuencias y tiempos
- Referencia de los materiales, herramientas y repuestos a utilizar.

4.2.1 Formación del equipo de mantenimiento preventivo

Para la implementación del mantenimiento preventivo se debe formar un equipo de mantenimiento preventivo, donde en primera instancia se realizará un cambio del organigrama actual (ver Fig 3.1). Donde se incluye una unidad orgánica más, el cual vendría a ser el coordinador de mantenimiento preventivo, tal como se muestra en la Fig 4.1

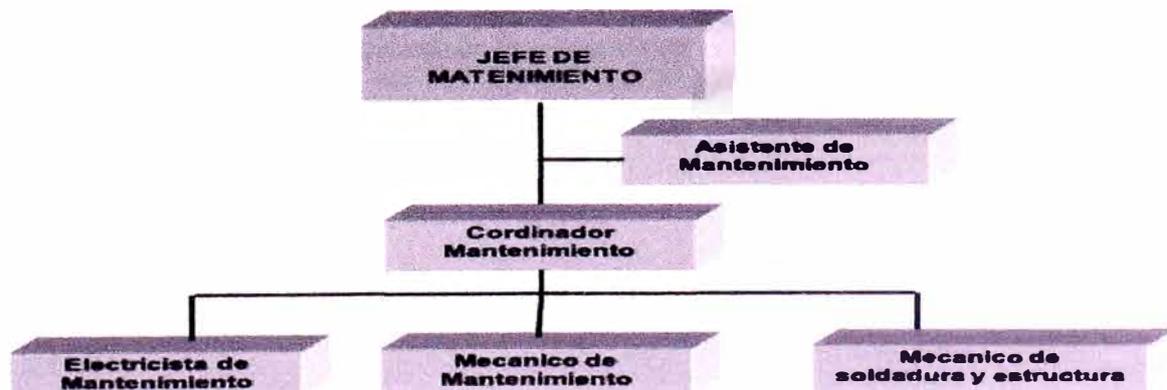


Fig 4.1

Planteamiento del nuevo organigrama

Por lo tanto el equipo de mantenimiento preventivo estará formado principalmente por el Jefe de mantenimiento, el Coordinador de mantenimiento preventivo y el personal operativo, los cuales tendrán las siguientes funciones:

- El Jefe de mantenimiento, como miembro del equipo de mantenimiento preventivo, tendrá las funciones de brindar las facilidades de trabajo tales como:

1. Programar la ejecución del mantenimiento preventivo, del tipo complejo, con las diferentes jefaturas de la planta de fabricación de chocolates
2. Generar ordenes de trabajo a terceros con el área de logística o compras
3. Hacer requisiciones de compra de repuestos para reposición de stock.

- El Coordinador de mantenimiento preventivo tendrá las funciones de:

1. Generar Ordenes de trabajo programado OTs
2. Capacitar y concientizar los beneficios del mantenimiento preventivo al personal de planta
3. Evaluar la complejidad de la falla
4. Asignar repuestos o materiales en caso fueran necesarios
5. Recoger las OTs y procesarlas para el cálculo de los indicadores de mantenimiento

6. Procesar los mantenimientos correctivos reportados, de tal manera que de tener actualizado el historial de maquinas
- El personal operativo de mantenimiento, serán los encargados de:
 1. Realizar las tareas asignadas por el Coordinador de mantenimiento.
 2. Realizar las pruebas después del trabajo efectuado
 3. Entregar la máquina a producción y devolver la orden de trabajo al coordinador de mantenimiento.

4.2.2 Planteamiento de un nuevo flujograma de trabajo

Se plantea un nuevo flujograma de trabajo, para que la realización del mantenimiento preventivo sea más efectiva. Dicho flujograma se muestra en la figura 4.2

Cabe mencionar que el personal de mantenimiento pasará por una capacitación previa para dar a conocer dicho flujogramas.

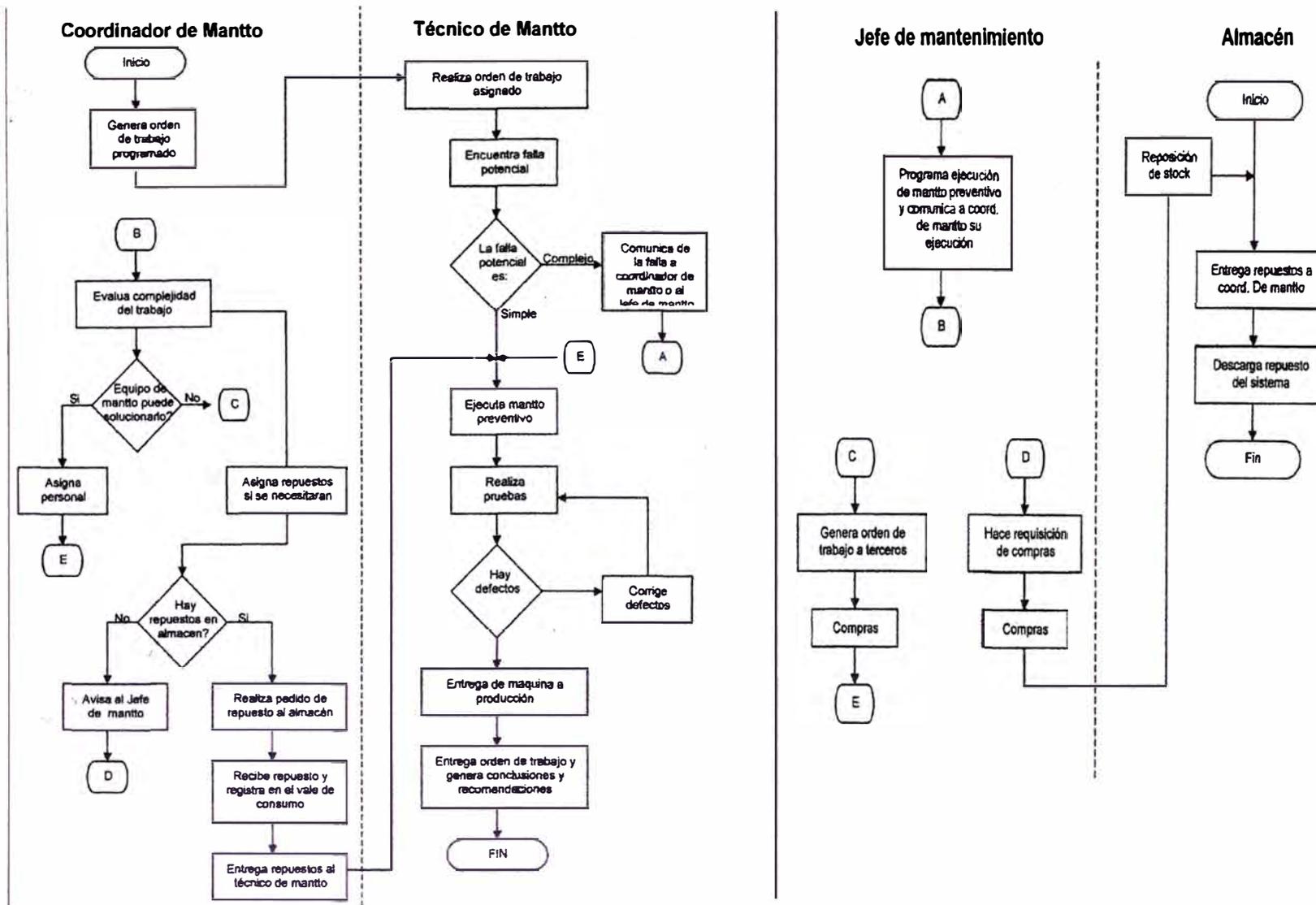


Fig 4.2 Flujograma del mantenimiento preventivo

4.2.3 Evaluación de las maquinas a ser consideradas en la implementación del mantenimiento preventivo

Las maquinas consideradas para la Evaluación son aquellas del area de coberturas que fueron catalogadas como principales.

Los criterios tomados en cuenta son:

- Efecto sobre el servicio al proceso.
- Valor técnico económico
- Nivel de antigüedad
- Las consecuencias de una falla imprevista en la maquina
- Probabilidad de falla
- Flexibilidad del equipo en el sistema
- Dependencia logística
- Dependencia de la mano de obra
- Facilidad de reparación (Mantenibilidad).

Con estos criterios procedemos a evaluar las maquinas consideradas en la implementación del mantenimiento preventivo, con el cual obtenemos el nivel de criticidad respectivo.

Los resultados de la evaluación de las maquinas, se pueden observar en la tabla 4.4 y la tabla 4.5. Estos resultados serán tomados en cuenta en la determinación de las tareas de mantenimiento preventivo.

Tabla 4.4 Evaluación de las maquinas

MAQUINAS				E	S	M	r	R	C	
MAQUINAS				x	i	e	e	e	c	
MAQUINAS				c	l	z	p	r	c	
MAQUINAS				i	i	c	r	e	c	
MAQUINAS				l	l	i	e	n	c	
MAQUINAS				s	s	a	d	a	a	
MAQUINAS				a	s	d	o	d	a	
MAQUINAS										
Item	Variables	Concepto	Puntaje	Observaciones	Puntaje					
EFECCIÓN SÓBRE EL SERVICIO A OPERACIONES Y MEDIO AMBIENTE										
1	PARA		4	Afecta al proceso o medio ambiente					4	4
	REDUCE		2		2	2	2	2		
	NO PARA		0							
VALOR TÉCNICO ECONOMICO										
2	Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento	ALTO	3	Más de US\$ 50. 000					3	3
		MEDIO	2				2	2		
		BAJO	1	Menos de US\$ 10. 000	1	1				
NIVEL DE ANTIGÜEDAD										
3	Tiempo que tiene la maquina desde su año de fabricacion	ALTO	3	20 Años (60000 a 15000 hrs)					3	3
		MEDIO	2	5 Años (15000 a 40000 hrs)	2	2	2	2		
		BAJO	1	6 Meses (1500 a 5000 hrs)						
LA FALLA AFECTA										
a.	Al equipo en Si	Si	1	Deteriora otros componentes?			1	1	1	1
		No	0		0	0				
b.	Al servicio	Si	1	Origina Problemas a otros equipos?	1	1	1	1	1	1
		No	0							
c.	Al operador	Riesgo	1	Posibilidad de accidentes al operador?			1	1	1	1
		Sin Riesgo	0		0	0				
d.	A la Seguridad en General	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos?	1		1	1	1	1
		No	0			0				
PROBABILIDAD DE FALLA (CONFIABILIDAD)										
5		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?					2	
		Baja	0		0	0	0	0		0
FLEXIBILIDAD DEL EQUIPOS EN EL SISTEMA										
6		Unico	2	No existe otro igual o similar			2	2		
		By Pass	1	El sistema puede seguir funcionando	1	1			1	1
		Stand By	0	Existe otro igual o similar no instalado						
DEPENDENCIA LOGÍSTICA										
7		Extrajero	2	Repuestos se tiene que importar						
		Loc. / Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente	1			1	1	1
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente		0	0			
DEPENDENCIA DE LA MANO DE OBRA										
8		Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros						2
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio	0	0	0	0	0	
FACILIDAD DE REPARACIÓN (MANTENIBILIDAD)										
9		Baja	1	Mantenimiento Difícil				1	1	1
		Alta	0	Mantenimiento Fácil	0	0	0			
ESCALA DE REFERENCIA				20	9	7	12	14	19	19
A	CRITICA	16 a 20								
B	IMPORTANTE	11 a 15								
C	REGULAR	06 a 10								
D	OPCIONAL	00 a 05								

Tabla 4.5 Resultados de la evaluación de las maquinas

MÁQUINA	PUNTAJE	RESULTADOS
Exclusas	9	Regular
Silos	7	Regular
Mezcladora	12	Importante
Pre-refinador	14	Importante
Refinador	19	Critica
Concadora	19	Critica

4.2.4 Determinación de las tareas de mantenimiento preventivo

La planificación de las táreas de mantenimiento se elabora mediante:

- Los manuales de las máquinas
- El resultado de la evaluación de las máquinas
- El matenimiento basado en la Inspección que realiza el personal de mantenienimiento preventivo
- Los resultados de las estadísticas de falla y los costos generados.

Gracias a los manuales, al conocimiento de las máquinas, se ha dividido las táreas de mantenimiento en Sistemas y Partes, asi como también se indica qué tipo de actividad (operación, parada o renovación) habrá que realizar en la respectiva máquina.

Se debe entender que Actividad tipo Operación, es una activad del personal de mantenimiento que se realiza con la maquina en funcionamiento.

Las actividades tipo Parada y Renovación, son actividades que se realizan con la máquina desenergizada

Cabe mencionar que de acuerdo al Diagrama de Pareto (ver Figura 3.5) se tendrá especial consideración con las máquinas concadoras y refinadoras a la hora de determinar las tareas de mantenimiento

En la tabla 4.6 se muestran las tareas de las exclusas

Tabla 4.6 Máquina Exclusa

Item	Sistema	Parte	ACTIVIDAD	Descripción de Actividad
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1. Revisión e Inspección del tablero
			Parada	1. Limpieza del tablero con limpia contacto 2. Ajuste de contactores
2	Sistema Soplador	Motor inyector de aire	Operación	1. Medición de amperaje del motor
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricación
			Renovación	1. Cambio de rodamiento. 6206 (2pz)
		Soplador de aire	Operación	1. Medición de amperaje del motor 2. Revisión faja variadora de velocidad
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricación 2. Limpieza del filtro de aire
			Renovación	1. Cambio de rodamiento 6306 (2pz) 2. Cambio de filtro de aire
3	Sistema Dosificador	Motor reductor	Operación	1. Medición de amperaje del motor
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricación
			Renovación	1. Cambio de rodamiento 6206 (2pz)
		Bancada de rotores de dosificación	Operación	1. Revisión de fuga o caída de producto
			Parada	1. Limpieza de rotores 2. Cambio de retenes 55x75x10 (6pz) 3. Lubricación interna de rotores
		Tolva de Alimentación	Operación	1. Verificación del tamiz de retención
			Parada	1. Reparación de tamiz de retención 2. Ajuste de pernos en tolva
Elemento Vibrador	Operación	1. Inspección		
	Parada	1. Revisión y mantenimiento del vibrador		
	Renovación	1. Cambio de rodamiento de la excéntrica 6001 (2pz)		

En la tabla 4.7 se muestran las tareas de los silos

Tabla 4.7 MaquinaSilos

SILOS				
Item	Sistema	Parte	ACTIVIDAD	Descripción de Actividad
1	Sistema de vacío	Turbinas de vacío	Operación	1. Revisión e Inspección de las turbinas
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y Lubricación
				2. Limpieza de motores con solvente dieléctrico ss25
				3. Limpieza de filtros de aire en la entrada de las turbinas
			Renovación	1. Cambio de rodamientos 6203-2rs
				2. Lubricación de los motores de las turbinas de vacío
2	Sistema de control	Panel de control	Operación	1. Revisión e Inspección del Panel
			Parada	1. Limpieza del Panel con limpia contacto
		Instrumentación Sensores - Actuadores	Operación	1. Revisión y calibración de instrumentos
			Parada	1. Limpieza de instrumentos
				2. Revisión de sensores y/o cambio
				3. Limpieza del controlador de temperatura

Podemos notar que ambas maquinas: La exclusiva y los silos tienen asignadas pocas tareas de mantenimiento y esto se debe a que en la evaluación de las maquinas el puntaje obtenido fue bajo y esto las catalogo como máquinas regulares, donde el mantenimiento preventivo no es tan exigente. Además en el diagrama de Pareto (ver figura 3.5) dichas maquinas no representan un valor significativo en cuanto a la baja productividad de las maquinas

En la tabla 4.8 se muestran las tareas de la mezcladora

Tabla 4.8 Maquina Mezcladora

MEZCLADORA				
Item	Parte o Sistema	Parte	ACTIVIDAD	Descripción de Actividad
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1. Revisión e Inspección del tablero
			Parada	1. Limpieza del tablero con solvente dieléctrico 2 Ajuste de contactores
2	Sistema de calefacción	Motor de bombeo de aceite	Operación	1. Medición de amperaje
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores
				2. Cambio de sello mecánico 5/8 3. Cambio de Aceite vegetal 18lts
		Tanque de aceite	Operación	1. Inspección visual
		Parada	1. Revisión de la resistencia Eléctrica	
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1. Revisión e Inspección del Panel
			Parada	1. Limpieza del Panel con limpia contacto
		Control carga	Operación	1. Inspección visual
			Parada	1. Limpieza de sensores 2. Calibración de los instrumentos
		Tolva de descarga	Operación	1. Control de fugas de aire 2. Limpieza del sensor de nivel
			Renovación	1. Cambio de kit de repuestos de pistón neumático diam 50mm
4	Sistema transmisión	Motor Eléctrico Principal	Operación	1. Medición de amperaje de motor principal. 2. Lubricación de rodamientos.
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores
		Polea y faja transmisora	Parada	1 Revisión y ajuste de tensión de la faja transmisora
			Renovación	1. Cambio de las 4 fajas en V 2500
		Chumaceras principales	Operación	1. Lubricación de chumaceras
			Renovación	1. Cambio de empaquetadura ateflonada
		Aspas de mezclado	Parada	1. Revisión del alineamiento
				2. Ajuste de pernos de sujeción

En la tabla 4.9 se muestran las tareas del Pre-refinador

Tabla 4.9 Maquina Pre refinador

PRE-REFINADOR				
Item	Sistema	Parte	ACTIVIDAD	Descripción de Actividad
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1. Revisión e Inspección del tablero
			Parada	1. Limpieza del tablero con solvente dieléctrico 2. Ajuste de contactores
2	Sistema de enfriamiento	Tubos de enfriamiento	Parada	1. Limpieza de tubos de enfriamiento 2. Revisión o cambio de sensor de temperatura PT100
			Válvula solenoides	Operación
		Parada		1. Revisión y limpieza de solenoide
		Renovación	1. Cambio de solenoides	
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1. Revisión e Inspección del Panel
			Parada	1. Limpieza del Panel con limpia contacto
		Instrumentación Sensores - Actuadores	Operación	1. Revisión y calibración de instrumentos
			Parada	1. Limpieza de instrumentos 2. Revisión o cambio de sensores
4	Sistema transmisión	Motor Eléctrico Principal	Operación	1. Medición de amperaje de motor principal. 2. Lubricación de rodamientos.
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores
		Polea y faja transmisora	Parada	1. Revisión y ajuste de tensión de la faja transmisora
			Renovación	1. Cambio de las 4 fajas transmisora PB 3000
		Chumaceras principales	Operación	1. Lubricación de chumaceras
			Renovación	1. Cambio de empaquetadura ateflonada
		Eje sin fin	Parada	1. Limpieza del eje sin fin
		Rodillos de refinado	Parada	1. Revisión del alineamiento y calibración
Parada	1. Limpieza de rodillos			
5	Sistema hidráulico	bomba hidráulica	Operación	1. Medición de amperaje 2. Nivel de aceite hidráulico
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores y tablero de control. 2. Cambio del reten hidráulico 15x26x7
				Renovación

En la tabla 4.10 se muestran las tareas del refinador

Tabla 4.10 Maquina refinador

REFINADOR				
Item	Sistema	Parte	Actividad	Descripción de Actividad
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1. Revisión e Inspección del tablero
			Parada	1. Limpieza del tablero con limpia contacto 1. Ajuste de contactores
2	Sistema de enfriamiento	Tubos de enfriamiento	Parada	1. Limpieza de tubos de enfriamiento 2. Revisión o cambio de sensor de temperatura PT100
			Valvula solenoides	Operación
		Parada		1. Revisión y limpieza de solenoide
		Renovación		1. Cambio de solenoides
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1. Revisión e Inspección del Panel
			Parada	1. Limpieza del Panel con limpia contacto
		Instrumentación Sensores - Actuadores	Operación	1. Revisión y calibración de instrumentos
			Parada	1. Limpieza de instrumentos 2. Revisión o cambio de sensores
4	Sistema transmisión	Motor Eléctrico Principal	Operación	1. Medición de amperaje de motor principal. 2. Lubricación de rodamientos.
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores
		Caja de engranajes	Operación	1. Verificación del nivel de aceite de Lubricación
			Parada	1. Cambio de aceite omala 220 de Lubricación
		Rodillos de refinado	Parada	1. Revisión del alineamiento y calibración 2 Limpieza de rodillos
5	Sistema hidráulico	bomba hidráulica	Operación	1. Medición de amperaje 2. Nivel de aceite hidráulico
				Parada

En la tabla 4.11 se muestran las tareas de la Concadora

Tabla 4.11 Maquina concadora

CONCADORA				
Item	Sistema	Parte	Actividad	Descripción de Actividad
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1. Revisión e Inspección del tablero
			Parada	1. Limpieza del tablero con solvente dieléctrico 2 Ajuste de contactores
2	Sistema de calefacción	Motor de bombeo de agua	Operación	1. Medición de amperaje
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores
			Renovación	1. Cambio de sello mecánico 5/8
		Intercambiador de calor	Operación	1. Inspección Visual.
		Renovación	1. Cambio del intercambiador ALFa LAVAL	
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1. Revisión e Inspección del Panel
			Parada	1. Limpieza del Panel con limpia contacto
		Instrumentación Sensores - Actuadores	Operación	1. Revisión y calibración de instrumentos
			Parada	1. Revisión o cambio de sensores 2. Mantenimiento de actuadores neumáticos
4	Sistema transmisión	Motor Eléctrico Principal	Operación	1. Medición de amperaje de motor principal. 2. Lubricación de rodamientos.
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores.
		Polea y faja transmisora	Operación	1. Inspección visual
			Parada	1 Revisión de la faja transmisora
			Renovación	1. Cambio de las 4 fajas transmisora
		Reductor de engranajes	Operación	1. Medir los niveles de aceite
			Renovación	1. Cambio de aceite shell omala 460 x5gl (5 baldes)
		Chumaceras principales	Parada	1. Lubricación de chumaceras 2 Ajuste de empaquetadura ateflonada
		Acoplamiento	Parada	1. Revisión de acoplamiento y rejilla de acople
			Renovación	1. Cambio de acoplamiento
5	Sistema de transporte de producto	Compuertas	Operación	1. Control de fugas de aire 2. Inspección del accionamiento mecánico
			Parada	1. Cambio de kit de repuestos de pistón neumático diam 63mm
		Bomba de chocolate	Operación	1. Medición de amperaje de motor principal. 2. Limpieza del filtro de chocolate
			Parada	1. Medición Aislam motores y Lubricación
				2. Revisión o cambio de retenes
				3. Lubricación de lobulos o tornillos

4.2.5 Determinación de las frecuencias y tiempos

De acuerdo a la criticidad de las máquinas, los manuales y los resultados estadísticos de las fallas reportadas, se determinó las frecuencias y los tiempos para la realización de los trabajos de mantenimiento en las máquinas elegidas para la implementación del mantenimiento preventivo.

En la tabla 4.12 se muestra las frecuencias y el tiempo asignado de ejecución para la realización de las Actividades planificadas del mantenimiento preventivo.

El coordinador de mantenimiento, tiene la función de programar los trabajos de mantenimiento en base a esta tabla de frecuencias y tiempos

Tabla 4.12 Frecuencias y tiempos

Maquina	Tipo Actividad	Frecuencia	Tiempo
Exclusa	Operación	Semanal	33 min
	Parada	Trimestral	5 hs y 30 min
	Renovacion	Anual	2 hs y 30 min
Sitos	Operación	Semanal	15 min
	Parada	Semestral	3 hs y 15 min
	Renovacion	Anual	1 hs
Mezcladora	Operación	Semanal	50 min
	Parada	Trimestral	4 hs y 30min
	Renovacion	Anual	2 hs y 15min
Pre-refinador	Operación	Semanal	47 min
	Parada	Bimensual	6 hs y 30 min
	Renovacion	Anual	3 -1/2 horas
Refinador	Operación	Semanal	47 min
	Parada	Mensual	4 hs y 15 min
	Renovacion	Anual	1 horas
Concadora	Operación	Semanal	1 hr y 30 min
	Parada	Bimensual	6 hs y 15 min
	Renovacion	Anual	3 hs

4.2.6 Referencia de los materiales/repuestos y suministros

Para la ejecución del mantenimiento preventivo, de las maquinas, será necesario la utilización de los materiales, equipos y/o herramientas descritos en las tablas subsiguientes.

Con el fin de un mejor planeamiento, los materiales han sido divididos en dos categorías: Eléctrica y Mecánica.

Cabe señalar que se está asumiendo un costo por depreciación de los equipos y herramientas por un valor igual al 25% de la mano de horas hombre.. De acuerdo a lo indicado en el capítulo 3.3.2 se refiere que el costo de la mano de horas hombre es igual a US\$ 2.6

Tabla 4.13 Referencia de los materiales en la máquina Exclusa

EXCLUSA					
Categoría	Material/repuesto	Cant	Costo considerado (US \$) (Herramienta)	Costo del material o repuesto (US \$)	Costo total (US \$)
Eléctrica	Solvente dielectrico SS25	1/4 gl	0,0	10,00	10,00
	Amperímetro digital	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Meghometro	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Limpia cotacto en spray	1 pz	0,0	3,00	3,00
	Herramientas Eléctricas	glb	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
Mecánica	Grasa sanitaria cignus	1/4 kg	0,0	6,00	6,00
	Filtro de aire	1 pz	0,0	236,50	236,50
	Reten doble labio 55x75x10	6 pz	0,0	19,50	19,50
	Rodamiento 6001	2 pz	0,0	7,00	7,00
	Rodamiento 6206	4 pz	0,0	28,00	28,00
	Rodamiento 6306	2 pz	0,0	12,00	12,00
	Herramientas Mecánicas	glb	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65

Tabla 4.14 Referencia de los materiales en la máquina SILOS

SILOS					
Categoría	Material/repuesto	Cantidad	Costo considerado (US \$) (Herramienta)	Costo del material o repuesto (US \$)	Costo total (US \$)
Eléctrica	Solvente dielectrico SS25	1/4 gl	0,0	10,00	10,00
	Amperímetro digital	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Meghometro	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.56
	Limpia cotacto en spray	1 pz	0,0	3,00	3,00
	Herramientas Eléctricas		0.56	0,0	0.65
Mecánica	Grasa sanitaria cignus de	1/4 kg	0,0	8,00	8,00
	Rodamiento 6306	2 pz	0,0	12,00	12,00
	Herramientas Mecánicas		(25% H-H) 0.65	0,0	0.65

Tabla 4.15 Referencia de los materiales en la máquina MEZCLADORA

MEZCLADORA					
Categoría	Material/repuesto	Cant	Costo considerado (US \$) (Herramienta)	Costo del material o repuesto (US \$)	Costo total (US \$)
Eléctrica	Solvente dielectrico SS25	1/4 gl	0,0	10,00	10,00
	Limpia cotacto en spray	1 pz	0,0	3,00	3,00
	Amperímetro digital	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Meghometro	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Herramientas Eléctricas		(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
Mecánica	Grasa sanitaria cignus	1/4 kg	0,0	12,00	12,00
	Shell omala 460x5gln	5 baldes	0,0	238,00	238,00
	Aceite vegetal	18 litros	0,0	182,00	182,00
	Sello mecanico 5/8 simple	1 pz	0,0	9,04	9,04
	Kit de repuestos para piston neumatico de diam 50mm	1 pz	0,0	55,71	55,71
	Faja en V B2500	4 pz	0,0	28,50	28,50
	Empaquet ateflonada de 12mm	1 mts	0,0	60,00	60,00
	Herramientas Mecánicas	1 pz	0.56	0,0	0.65

Tabla 4.16 Referencia de los materiales en la máquina Pre-refinador

PRE-REFINADOR					
Categoría	Material/repuesto	Cantidad	Costo considerado (US \$) (Herramienta)	Costo del material o repuesto (US \$)	Costo total (US \$)
Eléctrica	Solvente dielectrico SS25	1/4 gl	0,0	10,00	10,00
	Amperímetro digital	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Meghometro	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Limpia cotacto en spray	1 pz	0,0	3,00	3,00
	Sensor de temperatura Pt100	1 pz	0,0	80,00	80,00
	Valvula solenoide	1 pz	0,0	100,00	100,00
	Herramientas Eléctricas			(25% H-H) 0.65	0,0
Mecánica	Grasa sanitaria cignus texaco	1/4 kg	0,0	12,00	12,00
	Ac. hidraulico Shell Tellus 46	3 lts	0,0	50,00	50,00
	Empaqueta ateflonada 12mm	1 mts	0,0	60,00	60,00
	Reten hidraulico 15x26x7	1 pz	0,0	2,50	2,50
	Faja en V PB3000	4 pz	0,0	30,00	30,00
	Herramientas Mecánicas			(25% H-H) 0.65	0,0

Tabla 4.17 Referencia de los materiales en la máquina REFINADOR

REFINADOR					
Categoría	Material/repuesto	Cantidad	Costo considerado (US \$) (Herramienta)	Costo del material o repuesto (US \$)	Costo total (US \$)
Eléctrica	Solvente dielectrico SS25	1/4 gl	0,0	10,00	10,00
	Amperímetro digital	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Meghometro	1 pz	0.56	0,0	0.65
	Limpia cotacto en spray	1 pz	0,0	3,00	3,00
	Sensor de temperatura Pt100	1 pz	0,0	80,00	80,00
	Valvula solenoide	1 pz	0,0	100,00	100,00
	Herramientas Eléctricas			(25% H-H) 0.65	0,0
Mecánica	Grasa sanitaria cignus texaco	1/4 kg	0,0	6,00	6,00
	Aceite shell omala 220	1 gln	0,0	75,00	75,00
	Ac hidraulico Shell Tellus 46	3 lts	0,0	50,00	50,00
	Reten hidraulico 15x26x7	1 pz	0,0	2,50	2,50
	Herramientas Mecánicas			(25% H-H) 0.65	0,0

Tabla 4.18 Referencia de los materiales en la máquina CONCADORA

CONCHADORA					
Categoría	Material/repuesto	Cantidad	Costo considerado (US \$ (Herramienta))	Costo del material o repuesto (US \$)	Costo total (US \$)
Eléctrica	Solvente dielectrico SS25	1/4 gl	0,0	10,00	10,00
	Limpia cotacto en spray	1 pz	0,0	3,00	3,00
	Amperímetro digital	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Meghometro	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
	Herramientas eléctricas		(25% H-H) 0.65	0,0	0.65
Mecánica	Grasa sanitaria cignus de texaco EP2	1/2 kg	0,0	22,00	22,00
	Shell omala 460x5gln	5 baldes	0,0	238,00	238,00
	Sello mecánico 5/8 simple	1 pz	0,0	9,04	9,04
	Intercambiador alfa laval	1 pz	0,0	3.000,00	3.000,00
	Fajas en V B7100	4 pz	0,0	75,00	75,00
	Acoplamiento metálico especial en estrella	1 pz	0,0	88,77	88,77
	Kit de repuestos para pistón neumático de diam 63mm	1 pz	0,0	88,00	88,00
	Retenes 47x55x10	4 pz	0,0	5,00	5,00
	Herramientas mecánicas	1 pz	(25% H-H) 0.65	0,0	0.65

4.3 Programa de capacitación para el personal de mantenimiento preventivo

El programa de capacitación nace de la necesidad de concientizar al personal de mantenimiento la implementación de un programa de mantenimiento preventivo. Para tal efecto se requiere que el personal comprenda la necesidad, importancia y beneficios que trae consigo el mantenimiento preventivo.

El programa de capacitación mejorará el desempeño y la habilidad del personal, así como también aumentará las relaciones interpersonales para el trabajo en equipo.

El programa de capacitación consta de:

- Tema introductorio: MANTENIMIENTO PREVENTIVO, con una duración de 15 minutos por cada uno de los temas siguientes:
 1. Historia del mantenimiento
 2. Necesidad del mantenimiento preventivo
 3. Importancia del mantenimiento preventivo
 4. Beneficios del mantenimiento preventivo

- Temas específicos para los trabajos de mantenimiento, tales como:
 1. Flujograma del mantenimiento preventivo.
 2. Nivel de criticidad de las maquinas
 3. Tareas del mantenimiento preventivo de las maquinas
 4. Frecuencia de mantenimiento preventivo
 5. Referencia de materiales/repuestos a utilizar

Cabe mencionar que el coordinador de mantenimiento será el encargado de brindar las charlas y monitorear el plan anual de capacitación.

La Tabla 4.19 muestra los respectivos temas de capacitación para cada máquina del programa de mantenimiento preventivo con sus respectivos tiempos.

Tabla 4.19 Temas de capacitación para cada maquina

	Flujograma de mantenimiento preventivo	Nivel de criticidad de las maquinas	Tareas de mantenimiento	Frecuencia de tiempos	Referencia de materiales/repuestos a utilizar	
Maquinas	Tiempo (minutos)					Total (min)
Exclusas	10	10	30	10	10	70
Silos	10	10	30	10	10	70
Mezcladora	10	10	30	10	10	70
Pre refinador	10	10	30	10	10	70
Refinador	10	10	30	10	10	70
Concadora	10	10	30	10	10	70

La Tabla 4.20 muestra el cronograma de capacitación. Donde se observa 480 minutos (8 horas) de capacitación al mes. Por tal motivo el personal de mantenimiento tendrá al año 96 horas de capacitación.

Tabla 4.20 Cronograma de la capacitación

N° semana	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Total (min)
Semana 01		Mantenimiento preventivo				60
Semana 02		Capacitación - Exclusa		Capacitación - Silo		140
Semana 03		Capacitación - Mezcladora		Capacitación - Pre refinador		140
Semana 04		Capacitación - Refinador		Capacitación - Concadora		140
Total de min de capacitacion		270		210		480

4.4 Costo anual del mantenimiento preventivo de las maquinas

El costo del mantenimiento preventivo de las máquinas del Área de Cobertura se obtiene mediante todos los costos involucrados, en la realización de cada actividad planificada

Los costos involucrados para el cumplimiento del mantenimiento preventivo son, costos por: Mano de obra, depreciación de las herramientas, consumo de repuestos, la Pérdida de Producción, y por las charlas de capacitación.

Los costos por Perdida de Producción tienen relación directa con el tiempo empleado para la realización del mantenimiento preventivo y el tipo de actividad planificada.

Los tipos de actividades planificadas son: Operación, Parada y renovación

La actividad de Operación no genera un costo por Perdida de Producción, debido a que esta actividad se genera con la máquina en funcionamiento.

La actividad de Parada y Renovación generan costos por Perdida de Producción, ya que para la realización de los trabajos de mantenimiento, la máquina debe estar apagada y desenergizada.

El costo Anual del programa de mantenimiento preventivo de cada máquina se muestra, desde la tabla 4.21 hasta la tabla 4.26.

Tabla 4.21 Costo del mantenimiento preventivo – SILOS

N°	Parte o Sistema	Parte	Actividad	Descripcion de Actividad	Frec.	Tiempo (min)	Pers.	Mano Obra (A) (US \$)	Herram. (M) (US \$)	Repuesto (R) (US \$)	Perdida produc. (P) (US \$)	Sub-Total (T=A+M+R+P) (US \$)	Total Anual (US\$)
1	Sistema de vacio	Turbinas de vacio	Operación	1. Revision e inspeccion de las turbinas	Semanal	3.5	1	0,16	0,00	0,00	0,00	0,16	8,27
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricacion	Semestral	30	1	1,30	0,94	2,00	25,00	29,24	58,48
				2. Limpieza de motores con solvente dielectrico ss25	Semestral	30	1	1,30	0,94	6,00	25,00	33,24	66,48
				3. Limpieza de filtros de aire en la entrada de las turbinas	Semestral	30	1	1,30	0,94	0,00	25,00	27,24	54,48
			Renovación	1. Cambio de rodamientos 6203-2rs	2 años	30	1	1,30	0,94	7,14	25,00	34,38	17,19
			2. Lubricacion de los motores de las turbinas de vacio	2 años	30	1	1,30	0,94	6,00	25,00	33,24	16,62	
2	Sistema de control	Panel de control	Operación	1. Revision e inspeccion del Panel	Semanal	3.5	1	0,16	0,00	0,00	0,00	0,16	8,27
			Parada	1. Limpieza del Panel con limpia contacto	Semestral	15	1	0,65	0,00	3,00	12,50	16,15	32,30
		Instrumentación n Sensores - Actuadores	Operación	1. Revision y calibracion de instrumentos	Semanal	7	1	0,31	0,00	0,00	0,00	0,31	16,54
			Parada	1. Limpieza de instrumentos	Semestral	30	1	1,30	0,94	0,00	25,00	27,24	54,48
				2. Revision de sensores y/o cambio	Semestral	30	1	1,30	0,94	0,00	25,00	27,24	54,48
				3. Limpieza del controlador de temperatura	Semestral	30	1	1,30	0,94	0,00	25,00	27,24	54,48
TOTAL (US\$)											442,03		

Tabla 4.22 Costo del mantenimiento preventivo – EXCLUSAS

N°	Parte o Sistema	Parte	Actividad	Descripcion de Actividad	Frec.	Tiempo (min)	Pers.	Mano Obra (A) (US \$)	Herram. (M) (US \$)	Repuesto (R) (US \$)	Perdida produc. (P) (US \$)	Sub-Total (T=A+M+R+P) (US \$)	Total Anual (US\$)		
1	Sistema Eléctrico	Tablero electrico	Operación	1. Revisión e inspección del tablero	Semanal	7	1	0,312	0	0	0	0,312	16,54		
			Parada	1. Limpieza del tablero con limpia contacto	Trimestral	15	1	0,65	0	3	20	23,65	94,60		
				2. Ajuste de contactores	Trimestral	15	1	0,65	0,1625	0	20	20,8125	83,25		
2	Sistema Soplador	Motor inyector de aire	Operación	1. Medición de amperaje del motor	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,34		
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricación	Trimestral	15	1	0,65	0,1625	2	20	22,8125	91,25		
			Renovación	1. Cambio de rodamiento. 6206 (2pz)	2 años	30	1	1,3	0,325	14	40	55,625	27,81		
		Soplador de aire	Operación	1. Medición de amperaje del motor	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,34		
				2. Revisión faja variadora de	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	4,8	4,956	262,67		
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricación	Trimestral	15	1	0,65	0,1625	2	20	22,8125	91,25		
				2. Limpieza del filtro de aire	Trimestral	30	1	1,3	0,325	0	40	41,625	166,50		
			Renovación	1. Cambio de rodamiento 6306 (2pz)	2 años	30	1	1,3	0,325	12	40	53,625	26,81		
				2. Cambio de filtro de aire	2 años	30	1	1,3	0,325	236,5	40	278,125	139,06		
		3	Sistema Dosificado	Motor reductor	Operación	1. Medición de amperaje del motor	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,34
					Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricación	Trimestral	30	1	1,3	0,325	2	40	43,625	174,50
					Renovación	1. Cambio de rodamiento 6206 (2pz)	2 años	30	1	1,3	0,325	14	40	55,625	27,81
Bancada de rotores de dosificación	Operación			1. Revisión de fuga o caída de product	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,34		
	Parada			1. Limpieza de rotores	Trimestral	45	1	1,95	0,4875	0	60	62,4375	249,75		
				2. Cambio de retenes 55x75x10 (6pz)	Trimestral	45	1	1,95	0,4875	19,5	60	81,9375	327,75		
3. Lubricación interna de rotores				Trimestral	30	1	1,3	0,325	6	40	47,625	190,50			
Tolva de Alimentación	Operación			1. Verificación del tamiz de retención	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,34		
	Parada			1. Limpieza o reparación de tamiz de retención	Trimestral	45	1	1,95	0,4875	3	60	65,4375	261,75		
				2. Ajuste de pernos en tolva	Trimestral	15	1	0,65	0,1625	2	20	22,8125	91,25		
Elemento Vibrador	Operación			1. Inspección	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,34		
	Parada			1. Revisión y mantenimiento del vibrador	Trimestral	30	1	1,3	0,325	40	40	81,625	326,50		
	Renovación			1. Cambio de rodamiento de la excéntrica 6001 (2pz)	2 años	30	1	1,3	0,325	7	40	48,625	24,31		
TOTAL (US \$)												2.735,88			

Tabla 4.23 Costo del mantenimiento preventivo – MEZCLADORA

Nº	Parte o Sistema	Parte	Actividad	Descripción de Actividad	Frec.	Tiempo (min)	Pers	Mano Obra (A) (US \$)	Herram. (M) (US \$)	Repuesto (R) (US \$)	Perdida prodec. (P) (US \$)	Sub-Total (T=A+M+R+P) (US \$)	Total Anual (US \$)
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1.Revisión e inspección del tablero	Semanal	7.2	1	0,312	0	0	0	0,312	16,536
			Parada	1.Limpieza del tablero con solvente dielectrico	Trimestral	30	1	1,3	0,325	3	50	54,625	218,5
				2.Ajuste de contactores	Trimestral	30	1	1,3	0,325	0	50	51,625	206,5
2	Sistema de calefacción	Motor de bombeo de aceite	Operación	1. Medición de amperaje	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
			Parada	1.Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores	Trimestral	15	1	0,65	0,1625	0	25	25,8125	103,25
				2.Cambio de sello mecánico 5/8	Trimestral	30	1	1,3	0,325	9,04	50	60,665	242,66
		3.Cambio de Aceite vegetal 18lts		Trimestral	30	1	1,3	0,325	182	50	233,625	934,5	
		Tanque de aceite	Operación	1. Inspección visual	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1.Revisión de la resistencia eléctrica	Trimestral	15	1	0,65	0,1625	0	25	25,8125	103,25
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1.Revisión e inspección del Panel	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1.Limpieza del Panel con Empia contacto	Trimestral	15	1	0,65	0	3	25	28,65	114,6
		Control carga	Operación	1. Inspección visual	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1.Limpieza de sensores	Trimestral	7.2	1	0,312	0,078	0	12	12,39	49,56
	2.Calibración de los instrumentos	Trimestral		7.2	1	0,312	0,078	0	12	12,39	49,56		
	Tolva de descarga	Operación	1.Control de fugas de aire	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268	
		2.Limpieza del sensor de nivel	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268		
	Renovación	1.Cambio de kit de repuestos de piston neumático diám 50mm	1 año	45	2	3,9	0,975	55,71	75	136,585	136,585		
4	Sistema transmisión	Motor Eléctrico Principal	Operación	1. Medición de amperaje de motor principal	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
			2.Lubricación de rodamientos.	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	6	0	6,39	338,67	
		Parada	1.Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores	Trimestral	30	1	1,3	0,325	0	50	51,625	206,5	
			Parada	1.Revisión y ajuste de tensión de la faja transmisora	Trimestral	30	2	2,6	0,65	0	50	53,25	213
		Renovación	1.Cambio de las 4 fajas en V 2500	1 año	30	2	2,6	0,65	28,5	50	81,75	81,75	
		Chumaceras principales	Operación	1.Lubricación de chumaceras	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	6	0	6,195	328,335
			Renovación	1.Cambio de empaquetadura ateflonada	1 año	80	1	2,6	0,65	60	100	163,25	163,25
		Aspas mezclado	Parada	1.Revisión del alineamiento	Trimestral	15	1	0,65	0,1625	0	25	25,8125	103,25
2.Ajuste de pernos de sujeción	Trimestral			15	1	0,65	0,1625	0	25	25,8125	103,25		
TOTAL (US \$)												3.795,19	

Tabla 4.24 Costo del mantenimiento preventivo – PRE REFINADOR

Nº	Parte o Sistema	Parte	Actividad	Descripción de Actividad	Frec.	Tiempo (min)	Pers	Mano Obra (A) (US \$)	Herram. (M) (US \$)	Repuesto (R) (US \$)	Pérdida produ. (P) (US \$)	Sub-Total (T= A+M+R+P) (US \$)	Total Anual (US\$)
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1 Revisión e inspección del tablero	Semanal	7.2	1	0,312	0	0	0	0,312	16,536
			Parada	1 Limpieza del tablero con solvente dielectrico	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	3	127,5	131,3125	787,875
				2. Ajuste de contactores	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	0	127,5	128,3125	769,875
2	Sistema de enfriamiento	Tubos de enfriamiento	Parada	1 Limpieza de tubos de enfriamiento	Bimensual	30	1	1,3	0,325	0	255	256,625	1539,75
				2. Revisión o cambio de sensor de temperatura PT100	Bimensual	30	1	1,3	0,325	80	255	336,625	2019,75
		Valvula solenoides	Operación	1 Verificación de ingreso de agua	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1 Revisión y limpieza de solenoide	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	0	127,5	128,3125	769,875
			Renovación	1 Cambio de solenoides	2 años	30	1	1,3	0,325	100	255	356,625	356,625
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1 Revisión e inspección del Panel	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1 Limpieza del Panel con limpia contacto	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	2	127,5	130,3125	781,875
		Instrumentación Sensores - Actuadores	Operación	1 Revisión y calibración de instrumentos	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
			Parada	1 Limpieza de instrumentos	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	0	127,5	128,3125	769,875
4	Sistema transmisión	Motor Eléctrico Principal	Operación	1. Medición de amperaje de motor	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
				2. Lubricación de rodamientos.	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	6	0	6,39	338,67
		Parada	1 Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores	Bimensual	30	1	1,3	0,325	0	255	256,625	1539,75	
			Parada	1 Revisión y ajuste de tensión de la faja transmisora	Bimensual	30	2	2,6	0,65	0	255	258,25	1549,5
		Renovación	1 Cambio de 4 Fajas en V PB 3000	1 año	30	2	2,6	0,65	30	255	288,25	288,25	
			Operación	1 Lubricación de chumaceras	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	6	0	6,195	328,335
		Chumaceras principales	Renovación	1 Cambio de empaquetadura atefionada y lubricación	1 año	60	1	2,6	0,65	60	510	573,25	573,25
			Eje sin fin	Parada	1 Limpieza del eje sin fin	Bimensual	60	2	5,2	1,3	0	510	516,5
		Rodillos de refinado	Parada	1 Revisión del alineamiento	Bimensual	30	2	2,6	0,65	0	255	258,25	1549,5
			Parada	1 Limpieza de rodillos	Bimensual	30	2	2,6	0,65	0	255	258,25	1549,5
5	Sistema hidráulico	bomba hidráulica	Operación	1 Medición de amperaje	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,335
				2. Nivel de aceite hidráulico	Semanal	3.6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,335
			Parada	1 Medición de Aislamiento de motores	Bimensual	30	1	1,3	0,325	0	255	256,625	1539,75
				2. Cambio del reten hidráulico R526a7	Bimensual	30	1	1,3	0,325	2,5	255	259,125	1554,75
			Renovación	1 Cambio de Ac. hidráulico Shell tellus	1 año	30	1	1,3	0,325	50	255	306,625	306,625
TOTAL (US \$)												23.231,34	

Tabla 4.25 Costo del mantenimiento preventivo – REFINADOR

Nº	Parte o Sistema	Parte	Actividad	Descripción de Actividad	Frec.	Tiempo (min)	Pers.	Mano Obra (A) (US \$)	Herram. (M) (US \$)	Repuesto (R) (US \$)	Pérdida produc. (P) (US \$)	Sub-Total (T=A+M+R+P) (US \$)	Total Anual (US\$)
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1.Revisión e inspección del tablero	Semanal	72	1	0,312	0	0	0	0,312	16,536
			Parada	1.Limpieza del tablero con limpia contacto	Mensual	15	1	0,65	0,1625	3	187,5	191,3125	2295,75
				1.Ajuste de contactores	Mensual	15	1	0,65	0,1625	0	20	20,8125	249,75
2	Sistema de enfriamiento	Tubos de enfriamiento	Parada	1.Limpieza de tubos de enfriamiento	Mensual	30	1	1,3	0,325	0	375	376,625	4519,5
				2.Revisión o cambio de sensor de temperatura PT100	Mensual	30	1	1,3	0,325	80	375	456,625	5479,5
		Valvula solenoides	Operación	1.Verificación de ingreso de agua	Semanal	3,6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1.Revisión y limpieza de solenoide	Mensual	30	1	1,3	0,325	0	375	376,625	4519,5
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1.Revisión e inspección del Panel	Semanal	3,6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1.Limpieza del Panel con limpia contacto	Mensual	15	1	0,65	0,1625	2	187,5	190,3125	2283,75
		Instrumentación Sensores - Actuadores	Operación	1.Revisión y calibración de instrumentos	Semanal	72	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
			Parada	1.Limpieza de instrumentos	Mensual	15	1	0,65	0,1625	0	187,5	188,3125	2259,75
		2.Revisión o cambio de sensores		Mensual	15	1	0,65	0,1625	59	187,5	247,3125	2967,75	
4	Sistema transmisión	Motor Eléctrico Principal	Operación	1.Medición de amperaje de motor principal	Semanal	7,2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
				2.Lubricación de rodamientos.	Semanal	7,2	1	0,312	0,078	6	0	6,39	338,67
		Parada	1.Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores	Mensual	15	1	0,65	0,1625	0	187,5	188,3125	2259,75	
			Caja de engranajes	Operación	1.Verificación del nivel de aceite de lubricación	Semanal	3,6	2	0,312	0,078	0	0	0,39
		Parada		1.Cambio de aceite omala 220 de lubricación	1 año	30	2	2,6	0,65	75	375	453,25	453,25
		Rodillos de refinado	Parada	1.Revisión del alineamiento y calibración	Mensual	30	2	2,6	0,65	0	375	378,25	4539
2.Limpieza de rodillos	Mensual			15	2	1,3	0,325	0	187,5	189,125	2269,5		
5	Sistema hidráulico	bomba hidráulica	Operación	1.Medición de amperaje	Semanal	3,6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,335
				2.Nivel de aceite hidráulico	Semanal	3,6	1	0,156	0,039	0	0	0,195	10,335
			Parada	1.Medición de Aislamiento de motores	Mensual	15	1	0,65	0,1625	0	187,5	188,3125	2259,75
				2.Revisión o cambio del reten hidráulico 15x26x7	Mensual	15	1	0,65	0,1625	2,5	187,5	190,8125	2289,75
				3.Cambio de Ac.hidráulico Shell tellus 46	1 año	15	1	1,3	0,325	50	375	426,625	426,625
TOTAL (US \$)												39527,297	

Tabla 4.26 Costo del mantenimiento preventivo – CONCADORA

Nº	Parte o Sistema	Parte	Actividad	Descripción de Actividad	Frec.	Tiempo (min)	Pers.	Mao Obra (A) (US \$)	Herram (M) (US \$)	Repuest o (R) (US \$)	Perdida prodac. (P) (US \$)	Sub- Total (T=A+M+R+P) (US \$)	Total Anual (US \$)
1	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Operación	1. Revisión e inspección del tablero	Semanal	7.2	1	0,312	0	0	0	0,312	16,536
			Parada	1. Limpieza del tablero con solvente dielectrico	Bimensual	30	1	1,3	0,325	10	410	421,625	2529,75
				2. Ajuste de contactores	Bimensual	30	1	1,3	0,325	0	410	411,625	2469,75
2	Sistema de calefacción	Motor de bombeo de agua	Operación	1. Medición de amperaje	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores	Bimensual	30	1	1,3	0,325	0	410	411,625	2469,75
				Renovación	1. Cambio de sello mecánico 5/8	Bimensual	30	1	1,3	0,325	9,04	410	420,665
		Intercambiador de calor	Operación	1. Inspección Visual.	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Renovación	1. Cambio del intercambiador ALFA LAVAL	3 años	60	1	2,6	0,65	3000	820	3823,25	1146,975
3	Sistema de control	Panel de control	Operación	1. Revisión e inspección del Panel	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1. Limpieza del Panel con limpia contacto	Bimensual	15	1	0,65	0	3	205	208,65	1251,9
		Instrumentación Sensores - Actuadores	Operación	1. Revisión y calibración de instrumentos	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
			Parada	1. Revisión o cambio de sensores	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	0	205	205,8125	1234,875
				2. Mantenimiento de actuadores neumáticos	Bimensual	30	1	1,3	0,325	2	410	413,625	2481,75
			Motor Eléctrico Principal	Operación	1. Medición de amperaje de motor	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39
2. Lubricación de rodamientos.	Semanal	7.2		1	0,312	0,078	2	0	2,39	126,67			
Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y medición de puesta a tierra de motores.	Bimensual	30	1	1,3	0,325	6	410	417,625	2505,75			
4	Sistema transmisor	Polea y faja transmisora	Operación	1. Inspección visual	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Parada	1. Revisión de la faja transmisora	Bimensual	15	2	1,3	0,325	0	205	206,625	1239,75
			Renovación	1. Cambio de las 4 fajas transmisora	3 años	60	2	5,2	1,3	75	820	901,5	270,45
		Reductor de engrajes	Operación	1. Medir los niveles de aceite	Semanal	3.6	1	0,156	0	0	0	0,156	8,268
			Renovación	1. Cambio de aceite shell omala 460 xSql (5 baldes)	1 año	30	2	2,6	0,65	238	410	651,25	651,25
		Chumaceras principales	Parada	1. Lubricación de chumaceras	Bimensual	15	2	1,3	0,325	6	205	212,625	1275,75
				2. Ajuste de empaquetadura	Bimensual	30	2	2,6	0,65	0	410	413,25	2479,5
		Acoplamiento	Parada	1. Revisión de acoplamiento y rejilla de acople	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	0	205	205,8125	1234,875
Renovación	1. Cambio de acoplamiento		1 año	30	2	2,6	0,65	88,77	410	502,02	502,02		
5	Sistema de transporte de producto	Compuertas	Operación	1. Control de fugas de aire	Semanal	7.2	1	0,312	0	0	0	0,312	16,536
				2. Inspección del accionamiento mecánico	Semanal	7.2	1	0,312	0	0	0	0,312	16,536
			Parada	1. Cambio de lit de repuestos de piston neumático diam 63mm	Bimensual	30	1	1,3	0,325	88	410	499,625	2997,75
		Bomba de chocolate	Operación	1. Medición de amperaje de motor	Semanal	7.2	1	0,312	0,078	0	0	0,39	20,67
				2. Limpieza del filtro de chocolate	Semanal	15	1	0,65	0,1625	0	0	0,8125	43,0625
			Parada	1. Medición de Aislamiento de motores y lubricación	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	6	205	211,8125	1270,875
				2. Revisión o cambio de rotores	Bimensual	30	1	1,3	0,325	5	410	416,625	2499,75
				3. Lubricación de lobelos o tornillos	Bimensual	15	1	0,65	0,1625	6	205	211,8125	1270,875
TOTAL (US \$)												34642,428	

4.5 Resumen

Con la ayuda de la “tabla 4.12 – Asignación de frecuencias y tiempos”, se obtiene el tiempo de intervención operativa planificada y el tiempo perdido de producción.

Dichos tiempos se muestran en la tabla 4.27

Tabla 4.27 Tiempos de intervención operativa planificada y tiempo perdido de producción

Tiempo de Intervención Operativa planificada	Tiempo Perdido de producción
745 horas	320 horas

Cabe recordar la tabla 3.11 del capítulo 3.4, donde se muestra los tiempos del accionar del área de mantenimiento, los cuales fueron de:

- Tiempo de intervención operativa (horas) ; 836 horas
- Tiempo total de perdida de producción: 1689 horas

Por lo tanto la implementación del programa de mantenimiento preventivo disminuye un 11% el Tiempo de intervención operativa ($100\% - 745/836$) y un 81% el tiempo Perdido de producción ($100\% - 320/1689$)

La Tabla 4.28 muestra el costo anual del programa de mantenimiento preventivo de las maquinas del área de cobertura

Tabla 4.28 Costo anual del Programa de Mantenimiento Preventivo por maquina

MAQUINA	COSTO (US \$)
Exclusa azucar	2.735,88
Exclusa cocoa	2.735,88
Silo de leche	442,03
Silo de azucar	442,03
Silo de cocoa	442,03
Mezcladora	3.795,19
Pre-refinador	23.231,34
Refinador 1	39.527,30
Refinador 2	39.527,30
Concadora 1	34.642,43
Concadora 2	34.642,43
COSTO TOTAL (US \$)	182.163,84

Se debe tener en cuenta que para la implementación del programa de Mantenimiento preventivo, se creó el Puesto de Coordinador de Mantenimiento (ver Fig 4.1. Planteamiento de un nuevo organigrama) el cual significa para la empresa un costo anual de US\$ 13,000. Entonces el costo total para la implementación del programa de Mantenimiento preventivo para una línea de elaboración de pasta de chocolate seria igual a: US\$195,163.84 (US\$182,163.84 + US\$13,000.00)

Cabe resaltar que el costo del accionar actual del área de mantenimiento es US\$ 296,568.00 (ver Tabla 3.12)

Por lo tanto la implementación del programa de mantenimiento preventivo representa un ahorro igual a US\$ 101,403.86 (US\$ 296,568.00 - US\$195,163.84)

CONCLUSIONES

1. La implementación del programa de mantenimiento preventivo, disminuye en 11% el Tiempo de intervención operativa y en 81% el tiempo Perdido de producción (ver capítulo 4.5 Resumen)
2. El programa de mantenimiento preventivo significa para la empresa un ahorro de a US\$ 101,403.86 (ver capítulo 4.5 Resumen)
3. La implementación del programa de mantenimiento preventivo mejorará las habilidades técnicas del personal operativo de mantenimiento.
4. La implementación de este programa de mantenimiento preventivo permitirá dar cumplimiento al plan de producción.
5. La implementación del programa de mantenimiento preventivo mejora las condiciones de trabajo del personal de mantenimiento porque la mayoría de los trabajos se realiza de una forma planificada, evitando trabajar contra el tiempo.
6. Se minimizaran el stock de materiales repuestos e insumos del Almacén de repuestos

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Ing. Víctor Ortiz. *Gerencia de Mantenimiento*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- 2.- Ing. Pablo Pasache. *Diplomado Administración del mantenimiento Clase Mundial*. Instituto Peruano de Mantenimiento IPEMAN.
- 3.- Francisco Rey Sacristan. *Manual del mantenimiento integral en la empresa*.
- 4.- Paginas web:

<http://www.buhlergroup.com>

<http://www.carle-montanari.com>
- 5.- Manual Buhler: *Maquina Sopladora Exclusa*
- 6.- Manual Buhler: *Maquina Mezcladora de control automático*
- 7.- Manual Buhler: *Maquina Refinadora de cinco cilindros para chocolate*.
- 8.- Manual Carle Montanari: *Maquina concadora para chocolate de 4.5 TON*