



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

**ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
SAP EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA EN EL INGENIO PANTALEÓN**

David Alejandro Oseida Vicente

Asesorado por el Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA
SAP EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA EN EL INGENIO PANTALEÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DAVID ALEJANDRO OSEIDA VICENTE

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paíz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SAP EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA EN EL INGENIO PANTALEÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha febrero de 2012.


David Alejandro Oséida Vicente



Guatemala, 13 de noviembre de 2012
REF.EPS.DOC.1500.11.12.

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León De de León.

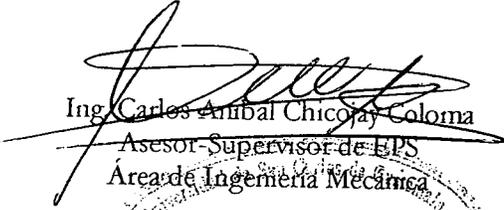
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **David Alejandro Oseida Vicente** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200714518, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SAP EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA EN EL INGENIO PANTALEÓN"**.

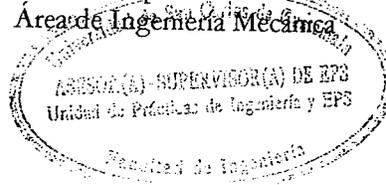
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Carlos Anibal Chicojaj Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
CACC/ra



Guatemala, 13 de noviembre de 2012
REF.EPS.D.969.11.2012

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

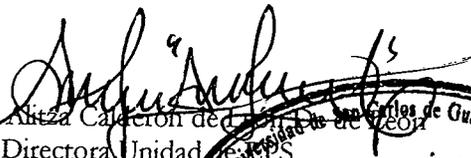
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SAP EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA EN EL INGENIO PANTALEÓN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **David Alejandro Oseida Vicente** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigríd Alitzá Calderón de
Directora Unidad de EPS



Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SACde LDdL/ra

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SAP EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA EN EL INGENIO PANTALEÓN del estudiante **David Alejandro Oseida Vicente**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, noviembre de 2012

JCCP/behdei

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 173 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SAP EN PROCESO DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA EN EL INGENIO PANTALEÓN**, presentado por el estudiante universitario: **David Alejandro Oseida Vicente**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 6 de marzo de 2013

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios Sobre todas las cosas, por estar siempre a mi lado, dándome la fuerza, el entendimiento e iluminando mi mente para alcanzar este anhelado triunfo.

Mis padres Este éxito es más suyo que mío, ni palabras, ni muchos de estos logros compensará lo que ustedes han hecho por mí, los amo.

Mis hermanos Dos hermosos regalos que Dios me dio, por haberme apoyado en todo momento.

Mi familia Abuelos, tíos y primos, por su apoyo incondicional y ser una importante influencia en mi carrera.

Mis amigos Por las experiencias vividas y compartidas.

A quienes no he nombrado, sepan que aunque permanezcan anónimos en el trabajo no lo son, para mí son apreciados más de lo que suponen.

¡QUÉ DIOS LOS BENDIGA!

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudio que me abrió las puertas y brindó los conocimientos para formarme académicamente.
Facultad de Ingeniería	Por sus lecciones brindadas día con día, dando el conocimiento elemental para llegar alcanzar el objetivo final.
Ingenio Pantaleón	Por haberme dado la oportunidad de realizar el presente trabajo e iniciar mi desarrollo profesional con los conocimientos adquiridos en dicha industria.
Equipo de trabajo	Proceso extracción de jugo, fábrica Ingenio Pantaleón, por su apreciable apoyo, colaboración y amistad brindada en todo momento.
Todas las personas	Que de una u otra forma contribuyeron para la culminación de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Identificación de la empresa	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Visión	4
1.1.3. Misión.....	4
1.1.4. Valores.....	4
1.1.5. Estructura organizacional	5
1.1.6. Ubicación	7
2. FASE DE INVESTIGACIÓN (DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DENTRO DEL INGENIO).....	9
2.1. Proceso industrial Pantaleón S.A.	9
2.1.1. Báscula y <i>core sampler</i>	10
2.1.2. Proceso preparación de caña.....	10
2.1.3. Extracción de jugo de caña	12
2.1.4. Generador de vapor.....	14
2.1.5. Generación eléctrica.....	15
2.1.6. Sulfitación y alcalinización	16

2.1.7.	Clarificación del jugo.....	17
2.1.8.	Filtración de cachaza.....	19
2.1.9.	Evaporación.....	19
2.1.10.	Clarificación de meladura	20
2.1.11.	Tachos y centrifugas	21
2.1.12.	Secado (secadora)	22
2.1.13.	Envasado.....	23
2.1.14.	Refinería	24
2.1.15.	Destilería.....	24
2.1.16.	Procesos de apoyo	24
2.1.17.	Diagrama de flujo del proceso.....	25
2.2.	Descripción de equipo instalado en área extracción de jugo... 26	
2.2.1.	Grúas de volteo	27
2.2.2.	Mesas alimentadoras de caña.....	29
2.2.3.	Troceadoras de caña.....	31
2.2.4.	Conductores de caña.....	32
2.2.5.	Picadoras de caña	34
2.2.6.	Tándem de molinos	36
2.2.7.	Molinos.....	38
2.2.7.1.	Función del molino de caña	42
2.2.8.	Conductores intermedios.....	44
2.2.9.	Motores	45
2.2.9.1.	Motores DC o de corriente continua	45
2.2.9.2.	Motor eléctrico	47
2.2.9.3.	Motor hidráulico	47
2.2.10.	Reductores de velocidad	49
2.2.11.	Bombas.....	53

3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL (LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS PARA EL SISTEMA SAP)	61
3.1.	Tipos de mantenimiento.....	61
3.1.1.	Mantenimiento correctivo operación.....	62
3.1.1.1.	Hojas de ruta extracción correctivo operación.....	63
3.1.2.	Mantenimiento programado no operación.....	84
3.1.2.1.	Hojas de ruta extracción programado no operación.....	85
3.1.3.	Mantenimiento preventivo programado operación	115
3.1.3.1.	Hojas de ruta mantenimiento programado preventivo operación	116
3.1.4.	Mantenimiento programado basado en condición.....	144
3.1.4.1.	Hojas de ruta mantenimiento programado basado en condiciones ..	145
3.1.5.	Mantenimiento programado basado en contadores	147
3.1.6.	Mantenimiento de emergencia	149
3.2.	Inventario de equipo instalado en área de extracción de jugo PSA	150
3.2.1.	Listado de equipo instalado en proceso de extracción de jugo PSA, a cargo de mantenimiento extracción y mecánicos molinos ...	151
4.	FASE DE ENSEÑANZA.....	165
4.1.	¿Qué es SAP?	165
4.2.	Historia SAP	165

4.3.	Características de SAP.....	166
4.4.	Módulos de SAP	166
4.5.	Equipo	167
4.6.	Terminología en mantenimiento	168
4.7.	Estructura organizativa de mantenimiento PM.....	169
CONCLUSIONES.....		171
RECOMENDACIONES		173
BIBLIOGRAFÍA.....		175
ANEXOS.....		177

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Comienzos de la finca Pantaleón	2
2.	Planta productora Ingenio Pantaleón	3
3.	Organigrama organizacional de materiales.....	6
4.	Organigrama proceso extracción de jugo.....	7
5.	Ubicación del Ingenio Pantaleón.	8
6.	Lavado de caña en mesas recibidoras.....	11
7.	Pantalla de interface sistema de control molienda de caña	12
8.	Vista panorámica tándem A.....	14
9.	Caldera acuotubular para bagazo de caña	15
10.	Torre de sulfitación	17
11.	Clarificador de jugo de caña	18
12.	Evaporadores de múltiple efecto	20
13.	Jumbo al llenarse en tolva de descargue	23
14.	Diagrama de flujo del proceso del azúcar	26
15.	Diagrama de flujo del proceso extracción de jugo	27
16.	Grúa de volteo	29
17.	Mesas recibidoras de caña.....	31
18.	Troceadora de caña.....	32
19.	Duelas y cadenas de conductores de caña.....	33
20.	Conductor de caña 1 TB.....	34
21.	Prepicadora tándem A.....	35
22.	Picadora con cuchillas <i>Swing Back</i>	36
23.	Vista panorámica tándem B.....	37

24.	Molino visto en corte.....	39
25.	Conjunto motor DC, reductor de alta y baja molino 3 TA.....	40
26.	Representación de mazas, peines y cuchillas del molino.....	42
27.	Conductor intermedio 3 TA.....	45
28.	Motores eléctricos DC	46
29.	Conjunto sistema hidráulico	48
30.	Motor hidráulico molino 6	48
31.	Representación de motor y reductores para molinos	50
32.	Representación motor DC acoplado con reductor de alta	51
33.	Reductor de baja velocidad	51
34.	Reductor de alta TA, eje, catarina y piñón	52
35.	Representación eje, catarina y piñón	52
36.	Reductor de picadora con su respectivo sistema de enfriamiento	53
37.	Partes de bomba centrífuga	55
38.	Sistema de bombeo agua de imbibición y agua de asepsia TA	56
39.	Partes bomba de maceración.....	57
40.	Partes bomba de asepsia	58
41.	Partes de una bomba de jugo diluido.....	59
42.	Estructura de mantenimiento PM	170

TABLAS

I.	Tabla comparativa TA y TB	37
II.	Tabla comparativa TA y TB	43
III.	Hoja de ruta típica.....	64
IV.	Equipo instalado en extracción de jugo de caña.....	151

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ATS	Análisis de trabajo seguro
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
HP	Caballos de fuerza
CC	Conductor de caña
DC	Corriente continua
Hrs	Horas
MBR	Motores, bombas y reductores
PSA	Pantaleón, Sociedad Anónima
PDT	Permiso de trabajo
“	Pulgadas
RPM	Revoluciones por minuto
TA	Tándem A
TB	Tándem B

GLOSARIO

Alcalizado	Proceso mediante el cual se le agrega al jugo extraído de la caña, cierta cantidad de una dilución de cal con agua para neutralizar la acidez del jugo.
Asepsia	Es la higienización de los equipos que intervienen en el proceso de extracción de jugo, para mantener bajo control la proliferación de microorganismos que provocan pérdidas de sacarosa, dentro de estos equipos los conductores de caña y molinos.
Bagazo	Fibra esponjosa que se obtiene del producto de la trituración y extracción del jugo que sale del último molino.
Bancazo	Base sobre la cual van montadas y amarradas virgen contra virgen.
Botas	Sello que va colocado a un costado del molino, encima de la cuchilla central e intermedio de la 4ta. maza y maza superior.

Brix	El Brix sirve para determinar el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 grados Brix contiene 25 gramos de azúcar por 100 gramos de líquido.
Cabezote	Pistón hidráulico que sirve para ejercer presión a la maza superior.
Cachaza	Pasta con alto grado de densidad que se forma en el proceso de clarificación, por la sedimentación de los sólidos en suspensión, contenidos en el jugo clarificado.
Calandria	Consiste en un haz de tubos verticales, cortos usualmente de no más de 6" de altura, colocados entre dos espejos que se remachan en las bridas del cuerpo del evaporador.
Canoa	Es la pieza que sirve para distribuir el agua de imbibición.
Conductor intermedio	Equipo que transporta bagazo entre dos molinos.
Distribuidor de jugo	Accesorios que se utilizan para distribuir el jugo de la maceración a la salida de los molinos.

Entredós	Pieza que va entre el cabezote hidráulico y el muñón de la maza superior.
Evaporador	Intercambiador de calor que utiliza vapor para extraer el exceso de humedad contenida en el jugo, es en éste donde se forma la meladura.
Extracción	Proceso mediante el cual se separa el jugo de la caña de la fibra de la caña, por medio de la molienda.
Faldones	Existen superiores e inferiores, estos van instalados a un costado del molino, estas piezas sirven para que el jugo no salpique y se pueda derramar.
Flanchon fijo	Son accesorios que están amarrados a la virgen cuya función es no dejar salir bagazo hacia los costados de la maza, están colocados a todo el rededor del eje de la maza superior.
Gavilanes	Sellos metálicos que se colocan en las mazas inferiores para que no haya filtración de jugo.
Grúa de Volteo	Equipo que se utiliza para descargar la caña de las jaulas a las mesas de caña.

Guitarra	Brazo ajustador para la cuchilla central.
Housin	Es la casa donde van los cojinetes y el aceite para lubricar la bomba.
Imbibición	Proceso mediante el cual se aplica cierta cantidad de agua a una temperatura determinada al bagazo que sale del penúltimo molino para poder extraer de esta manera la mayor cantidad de azúcar contenido en éste.
Jugo diluido	Es el jugo de la primera y segunda extracción.
Manguitos de fijación	Son accesorios que sirven para apretar o ajustar los rodamientos y rodos, estos van colocados entre eje y rodamiento.
Maza	Rodillo ranurado de hierro fundido o acero, que sirve para comprimir el bagazo y extraer el jugo.
Mechartes	Son raspadores que sirven para limpiar las mazas cañeras.
Mesa de caña	Es el equipo en donde se descarga la caña y se efectúa el lavado con agua para eliminar los residuos de suelo.

Molienda	Proceso de extracción del jugo de caña en los molinos.
Molinos	Equipo que se utiliza para extraer el jugo de la caña, conformado por cuatro mazas.
Monitos cuarta maza	Tapaderas laterales de la 4ta. maza en las vírgenes.
Monos	Tapas laterales de las vírgenes.
Peine	Pieza de Hierro Fundido o acero, que sirve para limpiar el bagazo comprimido de las mazas.
Presión hidráulica	Es la presión producida introduciendo aceite a presión en los pistones de los cabezotes sobre la maza superior de los molinos.
<i>Setting</i>	Medida de ajuste para alcanzar la máxima extracción de sacarosa en molinos.
Tándem	Conjunto de molinos colocados en serie.
<i>Trash</i>	Consiste en materia orgánica e inorgánica, como hojas y tierra, que puedan ir entre la caña.

Virgen

Soporte mecánico de todo el conjunto de un molino, que permite la fijación de la posición de las mazas.

Zafra

Tiempo de cosecha de la caña de azúcar, además del procesamiento de la misma para la producción de azúcar en los ingenios azucareros.

RESUMEN

Como primer paso se realizó una investigación de campo en toda la planta de producción, para conocer el proceso de obtención de azúcar y generación de energía, dando énfasis en el área de extracción de jugo donde se llevó a cabo el presente proyecto, para dicho efecto se estudiaron registros, programas, equipo, subequipo, proceso y función que se realiza para proceder al levantamiento de los datos maestros que se utilizaron para la implementación de un sistema centralizado de mantenimiento industrial.

Se procedió a crear e ingresar la información que previamente fue investigada a las bases de datos, creando las rutas de tareas y mantenimiento que el sistema de gestión SAP utilizará como datos maestros para su posterior función en la planta, asimismo, se creó la base de datos de los equipos instalados en el proceso de extracción que de igual manera son claves para la implementación de dicho sistema.

Se capacitó al equipo de trabajo, supervisores y mecánicos para la introducción del sistema SAP en la empresa, esto debido a que los supervisores serán los encargados de manejar dicho programa para las labores de operación y gestión de mantenimientos preventivos, correctivos y en reparación por lo cual deberán de entender y manejar el programa, para optimizar tiempos y costos con la nueva innovación del Ingenio Pantaleón.

OBJETIVOS

General

Contar con datos maestros para la implementación de un sistema centralizado que vendrá a innovar con tecnología de punta en cuestiones de sistemas de mantenimiento industrial. Además con esto se optimizará mejor el tiempo y equipo, el sistema contará con historial de mantenimientos y reparaciones que se estarán ingresando por medio de una base de datos iniciando con los registros de mantenimiento de la zafra 2011-2012.

Específicos

1. Crear el levantamiento de datos maestros para el área de Extracción de Jugo, que posteriormente serán utilizados para la implementación del sistema centralizado de mantenimiento industrial.
2. Realizar un estudio del proceso de extracción de jugo, en cuanto a equipo y proceso industrial para la obtención de azúcar.
3. Realizar un inventario de equipo instalado en el área de Extracción de Jugo para crear los planes de mantenimiento asociados a cada uno de ellos.
4. Difundir al personal del área de extracción sobre el sistema de gestión de mantenimiento industrial SAP para que se vayan familiarizando con dicha innovación.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido a la apertura de mercados globales y las exigencias en cuanto a calidad, cantidad y especificaciones, se hace necesario que las industrias dedicadas a la producción de azúcar en Guatemala, deban contar con un sistema de maquinaria que les permita operar eficientemente, durante todo el proceso productivo, en este caso durante los 160 días de duración de la zafra.

El Ingenio Pantaleón cuenta con un control de calidad bueno, el cual satisface las expectativas y por ende tiene un alto nivel de producción de azúcar, sus derivados y generación de energía eléctrica.

Entonces surge la idea de crear una mejora a nivel de ingenios pertenecientes al Grupo Pantaleón S.A. y es la implementación de un sistema centralizado llamado SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos), el cual permitirá eficientar las tareas de mantenimiento que la empresa realiza en la fábrica durante todo el año, la integración es la característica más destacable de SAP y significa que la información se comparte entre todos los módulos de éste que la necesiten y tener acceso a ella.

La integración en SAP se logra a través de la puesta en común de la información de cada uno de los módulos y por la alimentación de una base de datos común, para dicho caso se trabajó en el Módulo PM es decir la parte de Mantenimiento Industrial, donde se tendrá la planificación de tareas y mantenimientos, por lo cual en la realización de este ejercicio profesional supervisado se crearon hojas de rutas para los diferentes mantenimientos

denominados por SAP, definiendo y gestionando cada uno de ellos, en un registro de datos maestros por separado.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Identificación de la empresa

Se identifica la trayectoria de Ingenio Pantaleón desde sus inicios y cómo ha evolucionado a través del tiempo con adquisiciones importantes que ha tenido el grupo Pantaleón creciendo en el mercado nacional, hasta convertirse líder en ventas como también su incorporación al mercado internacional.

Pantaleón es una organización agroindustrial dedicada al procesamiento de caña de azúcar para la producción de azúcar, mieles, alcoholes y energía eléctrica. Actualmente, como grupo es el principal productor en la región centroamericana y se encuentra posicionado entre los diez más importantes de Latinoamérica.

1.1.1. Reseña histórica

El 20 de agosto de 1849, don Manuel María Herrera adquirió la finca Pantaleón. A base de grandes esfuerzos y una gran visión, Pantaleón se diversificó, transformándose de una hacienda ganadera, a una finca de caña y productora de panela y finalmente convirtiéndose en un ingenio azucarero.

En 1883 muere don Manuel María Herrera y sus herederos fundan Herrera y Compañía. Don Carlos Herrera Luna toma a cargo la empresa y con la venta de algunas propiedades invierte en expandir la capacidad del ingenio que se convierte en el mayor productor de azúcar de Guatemala.

Durante las siguientes décadas, el negocio se fue expandiendo bajo la conducción de liderazgo de distintos miembros de la familia, hasta que en 1973, cambia el nombre de la empresa de Herrera y Compañía a Pantaleón, Sociedad Anónima.

Como productor de azúcar el Ingenio Pantaleón retomó el liderazgo de la industria azucarera de Guatemala en 1976, convirtiéndose en el ingenio de mayor volumen de producción del área centroamericana.

En 1984 asumió la administración y el control de las operaciones del Ingenio Concepción, que ocupa un importante lugar en cuanto al volumen de producción de Guatemala.

En junio de 1998, continuando con la estrategia de crecimiento y diversificación geográfica, el grupo adquirió el Ingenio Monte Rosa, localizado en la zona occidental de la República de Nicaragua. A finales del 2000, se integran las tres empresas y deciden participar como subsidiarias de la organización conocida como Pantaleón (ver figura 1).

Figura 1. **Comienzos de la finca Pantaleón**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

En el 2006 se asume otro gran reto en la estrategia de crecimiento al incursionar en Brasil, en una alianza estratégica con el grupo brasileño Unialco y el grupo Manuelita de Colombia, para la construcción y operación del ingenio sucro-alcoholero Vale do Paraná, localizado en Suzanápolis al oeste del estado de São Paulo, Brasil.

En el mes de agosto de 2008, Pantaleón obtiene la administración del Ingenio La Grecia, ubicado en Choluteca, Honduras. Esta nueva alianza contribuirá a afianzar el liderazgo en la industria azucarera en América Latina, cumplir con la visión a largo plazo de la organización y permitir combinar fortalezas y cooperar con el desarrollo sustentable de la industria en Honduras.

En los últimos 36 años, Pantaleón ha mantenido un desarrollo acelerado, construyendo modernas plantas y realizando inversiones productivas en el agro y la industria, con tecnología de punta y procesos innovadores que le han permitido ser reconocido como uno de los principales productores eficientes de bajo costo en el mundo (ver figura 3).

Figura 2. **Planta productora Ingenio Pantaleón**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

1.1.2. Visión

“En el 2030, seremos una de las 10 organizaciones más importantes del mundo en la industria azucarera y productos relacionados”.

Las iniciativas estratégicas que permitirán alcanzar nuestra visión son:

- Crecimiento de la molienda
- Desarrollo de adyacencias
- Efectividad operacional
- Innovación y tecnología
- Desarrollo del capital humano
- Responsabilidad social empresarial

1.1.3. Misión

“Promover el desarrollo transformando recursos responsablemente.”

Propuesta: transformar los recursos naturales en azúcar, sus derivados y energía, de forma responsable y sostenible, cumpliendo con los estándares de normas de calidad para los clientes por medio de un enfoque en procesos, servicios y mejora continua.

1.1.4. Valores

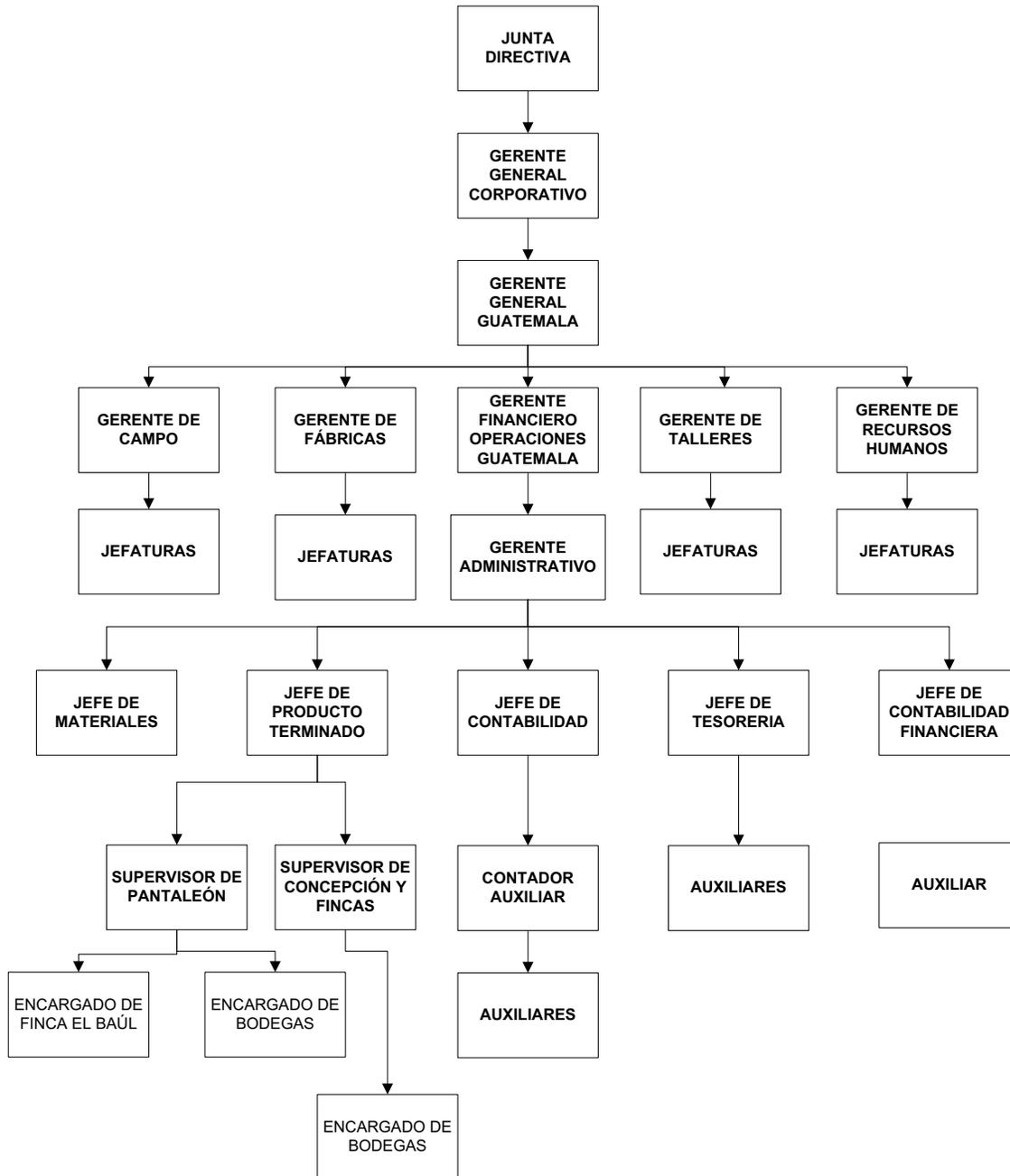
Junto a la misión y visión del Ingenio Pantaleón están los valores de la empresa, sin ellos no sería posible lograr las metas propuestas y por eso se mencionarán a continuación.

- Integridad y honestidad: en Pantaleón, la integridad y honestidad se traduce a que todas las acciones que se realizan como trabajador de la empresa deben de ser claras y concretas y no se pueden realizar transacciones para beneficio propio y siempre velar por los intereses de la empresa no interponiendo intereses propios.
- Mejora y cambio permanente con visión a largo plazo: los cambios que se realizan en fábricas en Pantaleón, tienen que tener visión a largo plazo para tener un cambio permanente y con una expansión a largo plazo que tendrán como fin principal la mejora continua.
- Respeto por las personas relacionadas y compromiso por su éxito: las buenas relaciones interpersonales que se tienen que mantener dentro de la organización es muy importante para Pantaleón el clima laboral, ya que teniendo una buena relación entre los procesos funcionará de una mejor manera la organización.

1.1.5. Estructura organizacional

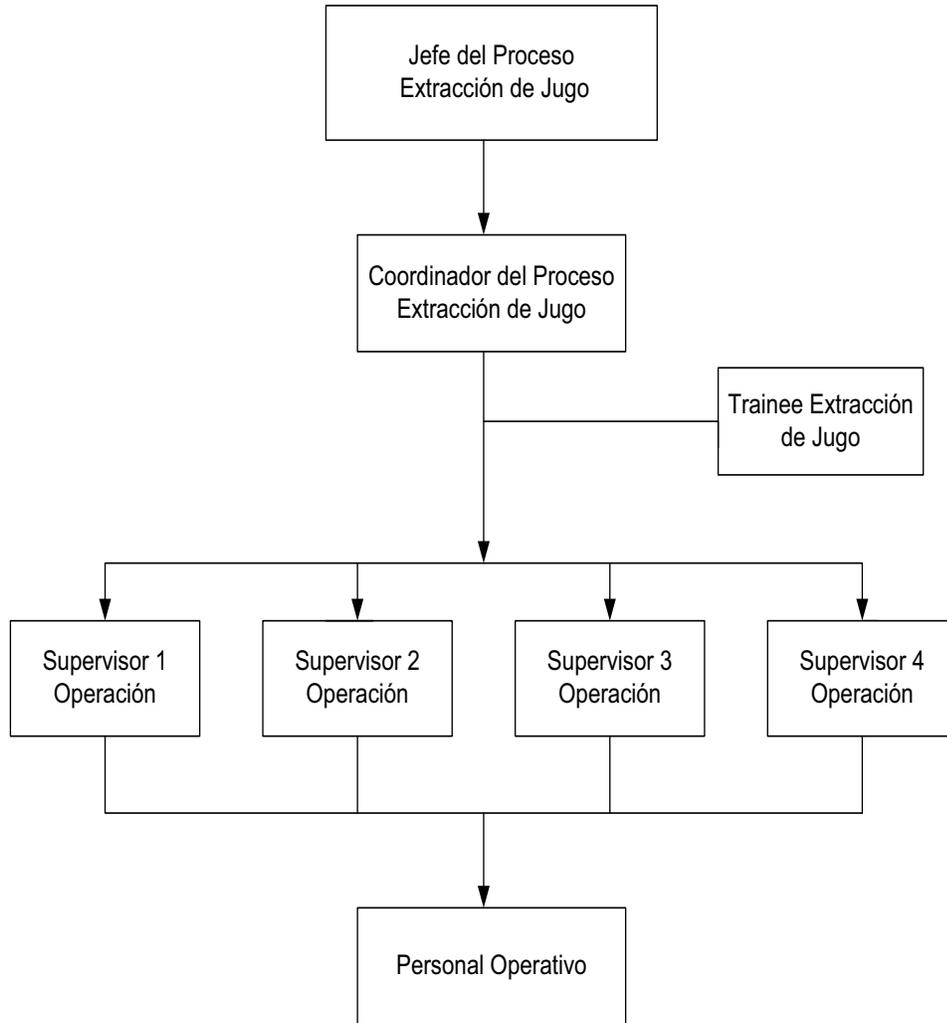
La estructura que actualmente tiene Ingenio Pantaleón es estructura funcional, es la más difundida y utilizada ya que representa una agrupación de los empleados de acuerdo con sus áreas de experiencia y recursos que necesitan para desempeñar un conjunto común de tareas. La cual se basa en mantener los niveles de autoridad que se tienen en la empresa por jerarquías difundiendo la visión que tiene la empresa en todos los niveles de la organización (ver figuras 4 y 5).

Figura 3. Organigrama organizacional de materiales



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A., MS Visio.

Figura 4. **Organigrama proceso extracción de jugo**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A., MS Visio.

1.1.6. Ubicación

Actualmente Ingenio Pantaleón es una de las empresas azucareras más importantes de Centro América. Se encuentra localizado en la costa sur de Guatemala en el departamento de Escuintla a 14.20.04 grados norte y 90.59.31

grados oeste, a 86 kilómetros de la ciudad de Guatemala, en donde se puede llegar por la autopista CA-4 una de las más modernas del país (ver figura 6).

El Ingenio Pantaleón está localizado a 400 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 3 500 milímetros en el período de lluvias que se inicia en el mes de mayo y termina en el mes de octubre, la temperatura varía entre 15 y 36 grados centígrados, siendo los meses más calientes marzo y abril y los más fríos diciembre y enero, la humedad relativa varía entre 40 y 97 por ciento.

Figura 5. **Ubicación del Ingenio Pantaleón**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN (DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DENTRO DEL INGENIO)

2.1. Proceso industrial Pantaleón S.A.

El proceso de fábrica consiste en obtener azúcar a partir de la caña producida en el campo. La composición de la caña en su forma más sencilla es agua, fibra, azúcar e impurezas. En los procesos de extracción de jugo, se separa la fibra, en la clarificación de jugo se separan los lodos, en evaporadores se separa la mayor fracción de agua y en recuperación de azúcar se obtiene el cristal y se separa de las mieles. El objetivo global es recuperar la mayor cantidad de azúcar, con la mejor eficiencia posible y al menor costo operando de manera segura en un ambiente de trabajo en equipo con buen clima laboral.

La gestión industrial de Pantaleón opera con alrededor de 650 colaboradores operarios y 50 supervisores distribuidos en turnos matutino, vespertino, nocturno y en mantenimiento de día, se tiene capacidad de molienda de 28 000 toneladas de caña por día, y se produce azúcar crudo, azúcar blanco, azúcar refino y HTM, con una capacidad de producción equivalente 60 000 sacos diariamente, se produce alcohol a partir de la melaza con una capacidad de 150 000 litros por día y en la zafra 2011-2012 se tendrá capacidad de 600 000 litros diarios. Se genera para venta a la red nacional, hasta 1 320 mega *watt* hora diariamente.

2.1.1. Báscula y *core sampler*

La caña proveniente del campo ingresa al ingenio en jaulas remolcadas por camiones. Cada remolque pasa por una báscula donde se pesa y se obtiene el peso bruto. Dependiendo del tipo de corte, se puede recibir caña de corte manual o corte mecanizado, actualmente el 63 por ciento es recibido por corte manual y 37 por ciento por corte mecanizado. Dependiendo de la procedencia de la caña y el tamaño de la finca, se tiene un sistema de muestreo que asigna a cada jaula si debe o no debe ser muestreado en el *core sampler*, donde se calcula la composición de la caña: porcentaje de fibra, porcentaje de jugo, porcentaje *de pol* o azúcar y porcentaje *trash*.

Después que los camiones son descargados en las mesas de caña, cada remolque es pesado nuevamente para calcular el peso neto. Esta información es utilizada para pago a proveedores de caña, compensación a los cortadores y para realizar el balance de la fábrica.

2.1.2. Proceso preparación de caña

Un encargado del patio de caña distribuye los camiones a las mesas de descarga Ingenio Pantaleón cuenta con dos tándem de molinos con sus respectivas líneas de preparación de caña. Cada jaula se voltea sobre las mesas de recepción donde una báscula en línea regula la velocidad con la que el operador debe descargar. El *trash* en la caña consiste en materia orgánica e inorgánica, como hojas y tierra. Al tener la caña en las mesas se esparce agua para evitar el polvillo y mediante el rebalse de un canal sobre la caña se lava la caña para reducir parte del *trash* (ver figura 7).

El objetivo de la preparación es desmenuzar la caña de manera que al llegar a los molinos, se pueda extraer la mayor cantidad de jugo posible. La preparación consiste primeramente en cortar en trozos la caña mediante las troceadoras y luego pasar la caña por 4 picadoras de cuchillas oscilantes cuya función es abrir la fibra sin provocar rompimiento de la pared celular. El índice de preparación, que mide el porcentaje de la fibra preparada con las características óptimas para la extracción, en Pantaleón es de 75 por ciento.

Para llevar a cabo esta tarea, se tienen motores eléctricos con una potencia instalada bastante alta para picadoras y troceadoras en ambos tándem. Los conductores que llevan la caña desde las mesas a los molinos cuentan con un procedimiento de asepsia para reducir la generación de bacterias que provocan inversión de azúcar o rompimiento de la molécula de sacarosa en azúcares simples no cristalizables, fructosa y glucosa. Antes de ingresar a los molinos, un electroimán separa partículas metálicas de la caña sobre una banda de hule.

Figura 6. **Lavado de caña en mesas recibidoras**

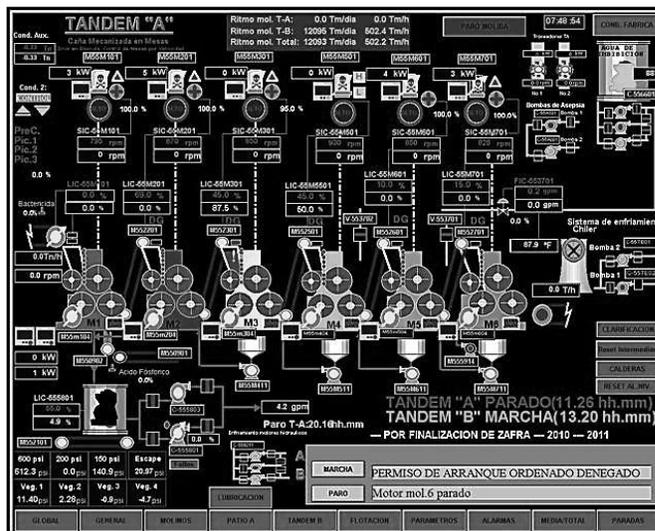


Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.1.3. Extracción de jugo de caña

La caña picada y preparada ingresa a los molinos para extraer el jugo de la misma y separar la fibra llamada bagazo que se quemará en las calderas. En el cuarto de control de molinos hay un operador observando la operación de preparación y molinos a través de pantallas de interface del sistema de control, permitiendo la operación automática (ver figura 8).

Figura 7. Pantalla de interface sistema de control molienda de caña



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Un tándem de molinos consiste en 6 molinos montados en serie con función similar entre ellos. Cada molino consiste en 4 rodillos llamados: maza superior, maza cañera, maza bagacera y 4ta maza. Estas giran de manera que halan la caña que ingresa en la parte superior y pasa por tres puntos de extracción y debido a la presión entre ellos y que giran con velocidades diferentes producen desgarramiento de la fibra y la extracción del jugo.

La maza bagacera envía el bagazo hacia el conductor que lleva el bagazo hacia el siguiente molino. La separación entre los rodillos, llamado *setting* varía en el molino uno hasta el molino 6. Antes de ingresar al último molino, se agrega agua de imbibición al bagazo con el fin de extraer la mayor cantidad de azúcar en el último molino.

El jugo que se obtiene del molino 6, es bombeado al bagazo que ingresa al molino 5, y el jugo de este, se bombea al 4 y sucesivamente así hasta el molino 1. Este proceso es conocido como maceración y el objetivo es que el bagazo se agote o pierda azúcar en la medida que avanza del molino 1 al 6, y el jugo aumente la pureza del molino 6 al 1. En Pantaleón, la extracción de sacarosa es alta, lo que significa de la caña que está ingresando, se obtiene el 97 por ciento del azúcar de la misma. Los dos tandemes de molinos son movidos por motores eléctricos DC y motores hidráulicos en mazas cañeras (ver figura 9).

El bagazo del último molino se compone de la fibra proveniente en la caña, alrededor de 49 por ciento de humedad y entre 1,6 a 1,8 por ciento de azúcar que se pierde. La segunda pérdida más importante de azúcar de la fábrica es en este punto, por lo que existe una frecuencia de muestreo para medir esta pérdida, un programa de inspección y mantenimiento de los molinos para lograr la mayor extracción y la menor pérdida. Luego de los molinos, el bagazo de cada tandem es enviado a las calderas y el jugo hacia el proceso de tratamiento de jugo.

Figura 8. **Vista panorámica tándem A**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.1.4. Generador de vapor

Se cuenta con un sistema de conductores que envía el bagazo de cada tándem y lo distribuye a la alimentación de cada caldera de acuerdo a su capacidad. En el cuarto de control de calderas, dos operadores controlan por medio de cámaras y pantallas del sistema control, la operación de los conductores y de las calderas de manera remota. Cada libra de bagazo seco contiene 8 300 BTU de energía pero debido a la humedad presente, una libra de bagazo aporta alrededor de 4000 BTU, la que es aprovechada en las cámaras de combustión de las calderas.

Una caldera acuotubular consiste en dos contenedores de agua/vapor llamados domo superior y domo inferior conectados por tuberías en el que fluye agua que es el fluido de trabajo, estos tubos rodean la cámara de combustión, también llamada hogar de la caldera.

En el hogar, el bagazo es esparcido en toda la cámara por el aire impulsado por un ventilador y con el oxígeno suficiente para la combustión, es quemado. La energía liberada es transferida hacia la tubería llena de agua y es convertida en vapor de agua a alta presión. En Pantaleón, hay 7 calderas, con presiones de operación que varían desde 600 hasta 950 libras por pulgada cuadrada. La caldera 7 entró en operación en la zafra 2010-2011 y el vapor generado por la misma, mueve un turbogenerador con capacidad de 40 mega *watt* (ver figura 9).

Figura 9. **Caldera acuotubular para bagazo de caña**



Fuente: Ingenio Pantalón, S.A.

2.1.5. Generación eléctrica

La generación eléctrica en Pantalón se lleva a cabo en turbogeneradores movidos por el vapor producido en las calderas. Se cuenta con turbogeneradores con los que se producen alrededor de 86 mega *watt*. El vapor ingresa a la turbina y se tiene dos tipos de turbinas dependiendo de la fase en

la que sale el agua, se tienen turbos *condensing* y tubos de escape, estos últimos proveen de vapor que alimentan a los evaporadores.

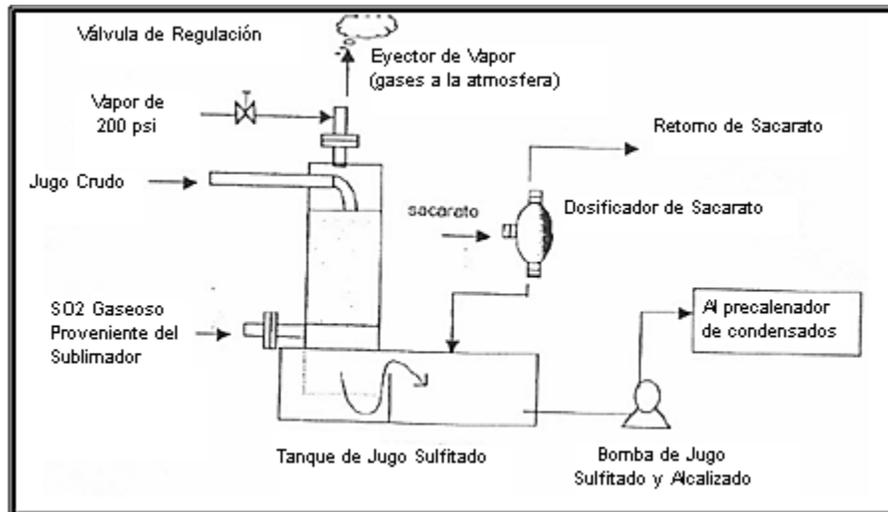
La energía eléctrica generada es distribuida en consumo interno y venta. La potencia consumida es alrededor de 31 mega *watt* y la potencia de venta es alrededor de 55 mega *watt*. La venta eléctrica diaria son 1 320 mega *watt* hora aproximadamente. En época de no zafra, se tiene disponibilidad de producción de vapor a partir de búnker y en el futuro por medio de carbón. Alrededor de 15 por ciento de la energía eléctrica consumida en el país es suministrada por los ingenios azucareros en época de zafra.

2.1.6. Sulfitación y alcalinización

El jugo proveniente de los molinos contiene lodo, impurezas y agentes colorantes. La primera etapa del tratamiento de jugo consiste en pasar el jugo en contracorriente con dióxido de azufre gaseoso para reducir químicamente agentes colorantes, a esto se llama sulfitación y se lleva a cabo en las torres de sulfitación (ver figura 10).

Un factor de mucha importancia a controlar es el pH del jugo, una medición de la acidez, debido a que bajo pH o jugo ácido provoca partición de la molécula de sacarosa en azúcares simples que no son cristalizables. Por este motivo, luego que el jugo fue sulfitado, se agrega una solución de jugo y cal para neutralizar la acidez, procedimiento conocido como alcalización.

Figura 10. Torre de sulfitación



Fuente: Manual del ingeniero azucarero.

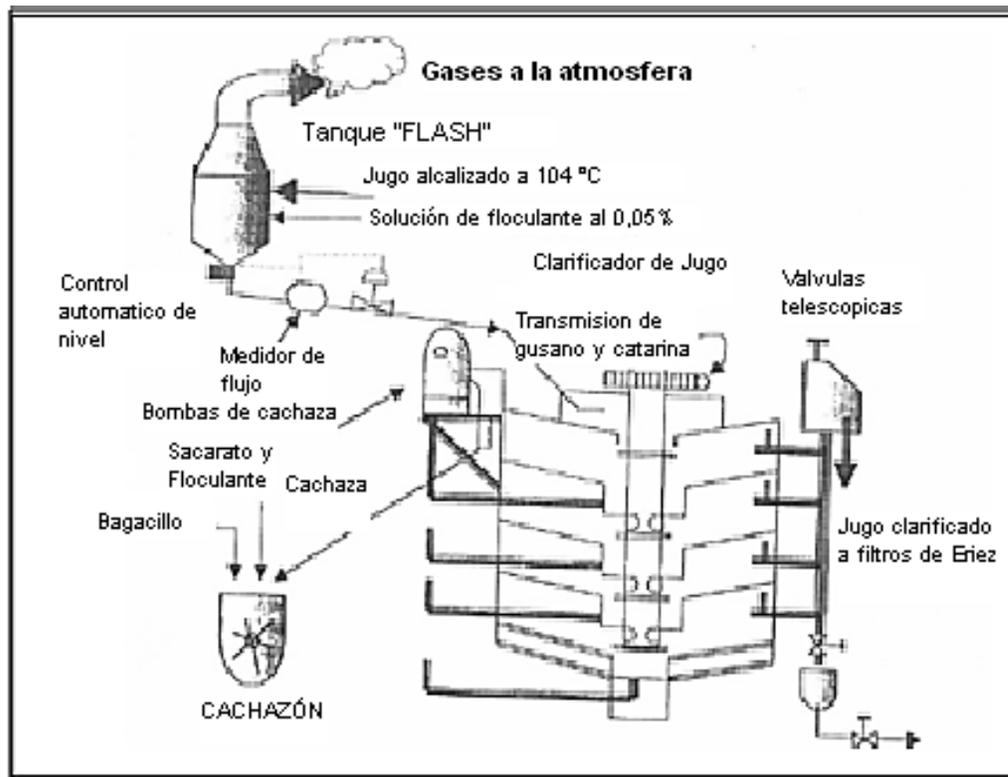
2.1.7. Clarificación del jugo

Luego que se alcalizó el jugo, las reacciones envueltas a partir de este punto, son de mucha importancia porque de ellas dependerá la buena calidad del jugo y del azúcar. El jugo se calienta en calentadores de placas en 5 etapas de calentamiento, el vapor proviene de los evaporadores. El calcio agregado en forma de cal en conjunto con los fosfatos e impurezas provenientes con la caña, con las condiciones de temperatura y pH permiten la floculación, que es la aglomeración de partículas finas llamadas flóculo, que son partículas de lodo que sedimentan en los clarificadores de jugo (ver figura 11).

En estos equipos se separan el jugo limpio sobrenadante llamado jugo claro y los lodos con impurezas que se envían a los filtros de cachaza. El jugo claro es colado en coladores rotatorios y vibratorios para eliminar bagacillo e impedir que afecte la calidad del azúcar.

La tercera pérdida de azúcar en la fábrica es debida principalmente al efecto de la acidez, temperatura y tiempos de residencia del producto en proceso, debido a la inversión de la sacarosa en azúcares simples. Desde que la caña es cortada en el campo, empieza la degradación de la misma y la molécula de sacarosa se parte, en extracción de jugo el bajo pH, permite que esta pérdida sea acelerada, luego en la sulfitación de jugo y posterior calentamiento y retención en los clarificadores de jugo provocan mayor inversión. Este proceso de degradación de la sacarosa se lleva a cabo en todo el proceso.

Figura 11. Clarificador de jugo de caña



Fuente: Manual del ingeniero azucarero

2.1.8. Filtración de cachaza

El lodo sedimentado en los 5 clarificadores se envía a filtros rotativos y filtros prensa de cachaza. El objetivo de este proceso es extraer el azúcar que aún tiene el lodo y filtrarlo. Para hacer esto se recurre al principio de lixiviación en el que se agrega agua como disolvente a una torta de cachaza para que absorba el azúcar presente y luego con vacío se extrae el jugo filtrado con alrededor de 6 a 11 por ciento de sólidos solubles, este se recircula nuevamente hacia la alcalización.

El lodo agotado se conoce como cachaza, que tiene alto contenido de nutrientes que se envía nuevamente a los campos de caña para que funcione como fertilizante. Alrededor de 4 a 5 por ciento de la caña ingresando al ingenio, sale en forma de cachaza. Aunque se pasó por los filtros, aún se pierde azúcar en esta etapa. Entre 1,3 y 1,6 por ciento de la cachaza es azúcar, y es la 4ta pérdida más grande en la fábrica.

2.1.9. Evaporación

El lodo sedimentado en los 5 clarificadores se envía a filtros rotativos y filtros prensa de cachaza. El objetivo de este proceso es extraer el azúcar que aún tiene el lodo y filtrarlo. Para hacer esto se recurre al principio de lixiviación en el que se agrega agua como disolvente a una torta de cachaza para que absorba el azúcar presente y luego con vacío se extrae el jugo filtrado con alrededor de 6 a 11 por ciento de sólidos solubles, este se recircula nuevamente hacia la alcalización.

El lodo agotado se conoce como cachaza, que tiene alto contenido de nutrientes que se envía nuevamente a los campos de caña para que funcione como fertilizante. Alrededor de 4 a 5 por ciento de la caña ingresando al ingenio, sale en forma de cachaza. Aunque se pasó por los filtros, aún se pierde azúcar en esta etapa. Entre 1,3 y 1,6 por ciento de la cachaza es azúcar, y es la 4ta pérdida más grande en la fábrica.

Figura 12. **Evaporadores de múltiple efecto**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.1.10. Clarificación de meladura

Debido a las diferentes calidades de azúcar que se producen, alrededor del 50 por ciento de la meladura proveniente de los evaporadores se envía a los tachos para producir azúcar crudo. El restante 50 por ciento pasa por un proceso de clarificación en donde un agente floculante, micro-burbujas de aire, fosfatos en condición de pH y temperatura adecuados permiten la flotación de impurezas, las que son nuevamente re-circuladas hacia la alcalización. Al salir

de los clarificadores se obtiene meladura clarificada que se envía a los tachos que producen azúcar blanco.

2.1.11. Tachos y centrifugas

La cristalización del azúcar se lleva a cabo en los tachos de tercera. Un tacho es un evaporador de simple efecto que opera con una presión negativa o vacío. Una suspensión de azúcar molida en alcohol isopropílico se añade a una solución de sacarosa con condiciones de temperatura, presión y concentración controladas dentro de un tacho para generar cristales que inician desde 7 micrómetros, en estos tachos se producen masas de tercera. La masa 3ª consiste en granos finos y una miel circundante que al ser separada del cristal se conoce como miel final o melaza.

El principio básico es que los cristales de azúcar crecen progresivamente en la medida que pasan a los tachos de 2ª donde se produce masa de 2ª y luego a los tachos de primera donde se produce masa de primera. Entre cada etapa de los tachos, se lleva a cabo una centrifugación de las masas, que separan los cristales de la miel circundante, dependiendo del tipo de masa que se procese, las centrífugas producen magma y miel final, miel 2ª y miel 1ª.

De manera similar que en los molinos con la maceración, el objetivo en los tachos es que el azúcar se cristalice en los tachos de 3ª y aumente de tamaño y pureza en la medida que pasa hacia los tachos de 1ª, y la meladura proveniente de evaporadores se empobrezca o pierda azúcar en la medida que pasa de los tachos de 1ª hacia los tachos de 3ª y en cada recirculación cambia de nombre a miel 1ª, miel 2ª y miel final o melaza.

En Pantaleón se tienen dos tipos de tachos, conocidos como tachos *batch* y tachos continuos, cuya diferencia radica en una operación discontinua por lotes llamados *batch* y una producción continúa de masa. En los tachos *batch* se produce el azúcar crudo utilizando como materia prima la meladura de evaporadores, el azúcar blanco es producido en los tachos continuos utilizando como materia prima la meladura clarificada proveniente de los clarificadores de meladura.

La pérdida más grande de azúcar en el proceso se lleva a cabo en las centrífugas de 3^a, en la miel final o melaza ya que se pierde entre 10 y 12 kilogramos por tonelada de caña. Debido a esto, se tiene una frecuencia de ensayo para verificar constantemente que esta pérdida se mantenga en el rango aceptable.

2.1.12. Secado (secadora)

El azúcar proveniente de las centrífugas de 1^a es enviada mediante conductores de banda y elevadores de canjilones, hacia el secado. Una secadora es un equipo rotatorio con una inclinación de manera que entre en contacto el azúcar y un medio secuestrante de la humedad, en nuestro caso, es aire caliente.

El azúcar ingresa con una humedad de alrededor de 0,5 a 0,6 por ciento y se obtiene al salir de la secadora está entre 0,02 y 0,01 por ciento dependiendo el tipo de azúcar. La importancia de tener azúcar con baja humedad y temperatura al momento del empaque es que se evita el aterronamiento.

2.1.13. Envasado

Dependiendo del tipo de azúcar, se tienen diferentes tipos de empaque: sacos de 50 kilogramos polipropileno, 50 libras en saco de papel, jumbos de 1000 kilogramos, sacos de 25 kilogramos o entrega a granel. Las diferencias básicas entre los tipos de azúcar, es el color, medido en unidades icumsa, el azúcar refino tiene alrededor de 35 unidades icumsa, el azúcar blanco 250 y el azúcar crudo 750 unidades. El empaque se lleva a cabo en el envasado (ver figura 13), área considerada como alto riesgo de inocuidad por los cuidados que se deben tener para evitar contaminación del producto.

Pantaleón cuenta con certificación HACCP que cuenta con una serie de requerimientos operativos y procedimientos que permiten producir azúcar inocua. Para todas las líneas se tiene equipos que permite la detección de partículas extrañas mayores a 3 milímetros. Los controles a lo largo del proceso permiten que al azúcar que llega al cliente sea de calidad cumpliendo requerimientos de inocuidad.

Figura 13. **Jumbo al llenarse en tolva de descargue**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.1.14. Refinería

Para producir azúcar refino se inicia el proceso con azúcar blanco húmedo. Antes de llegar a la secadora, se desvía una parte para enviar a la disolución. La solución de azúcar es tratada con filtros de carbón activado y tierra de diatomea con el objetivo de eliminar agentes colorantes que aún lleva el azúcar.

Luego que la solución ha sido filtrada, el licor se cristaliza en los tachos *batch* de la refinería. En cada tacho se hace crecer el cristal. Dado que se inició de azúcar blanco y que la solución fue filtrada, se logra obtener después de la centrifugación, color alrededor de 35 unidades icumsa. Se tiene capacidad de producción de hasta 18 000 sacos de 50 kilogramos diarios.

2.1.15. Destilería

La melaza que se obtiene como subproducto, se envía a la destilería en tuberías que alimentan un tanque de melaza. De los tubos de escape se envía también vapor.

2.1.16. Procesos de apoyo

Para que el proceso opere continuamente, se cuenta con personal de apoyo en la fábrica, pendientes de mantenimientos preventivos, predictivos o correctivos. Se cuenta con electricistas, instrumentistas, soldadores y mecánicos.

Dado el tamaño de la operación, no sería posible controlarlo sin el apoyo de un sistema de control distribuido con controladores, redes de comunicación, servidores y pantallas de interface que permiten en los cuartos de control, que los operadores puedan accionar equipos de manera remota, así como tener los lazos de control para mantener las variables como presiones, temperaturas, flujos, potencias y niveles reguladas por un sistema automático haciendo la operación eficiente.

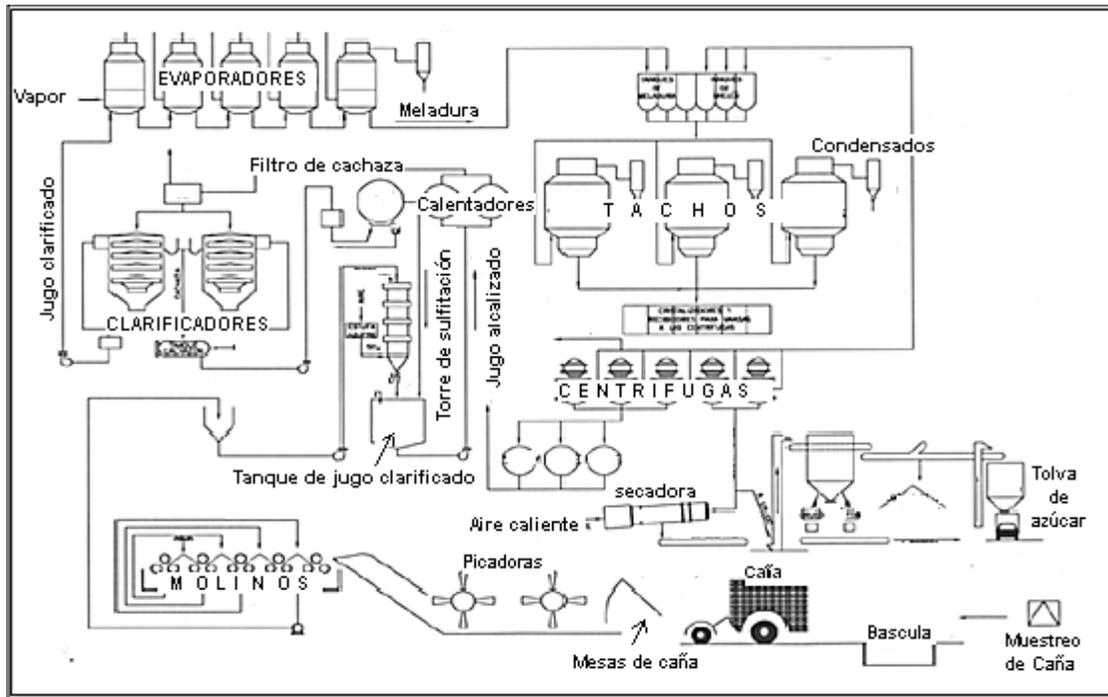
Para tomar las decisiones en la marcha, se cuenta con un laboratorio para fábrica y uno para la destilería con un programa de muestreo y ensayos en materiales en proceso y producto final, esto permite detectar y corregir eficazmente y ofrecer productos de calidad. Se cuenta con monitores de seguridad en la planta realizando inspecciones y reportando las oportunidades de mejora para evitar accidentes y mantener un ambiente seguro.

Asimismo, distribuidos en todos los procesos existe personal con un entrenamiento adecuado para formar la brigada industrial, que actúan de manera rápida ante cualquier emergencia.

2.1.17. Diagrama de flujo del proceso

En el siguiente diagrama (ver figura 14), se presenta gráficamente el recorrido o flujo del proceso de la elaboración del azúcar de caña, donde se ilustra perfectamente los diferentes pasos que se llevan a cabo para la obtención del azúcar de caña.

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso del azúcar

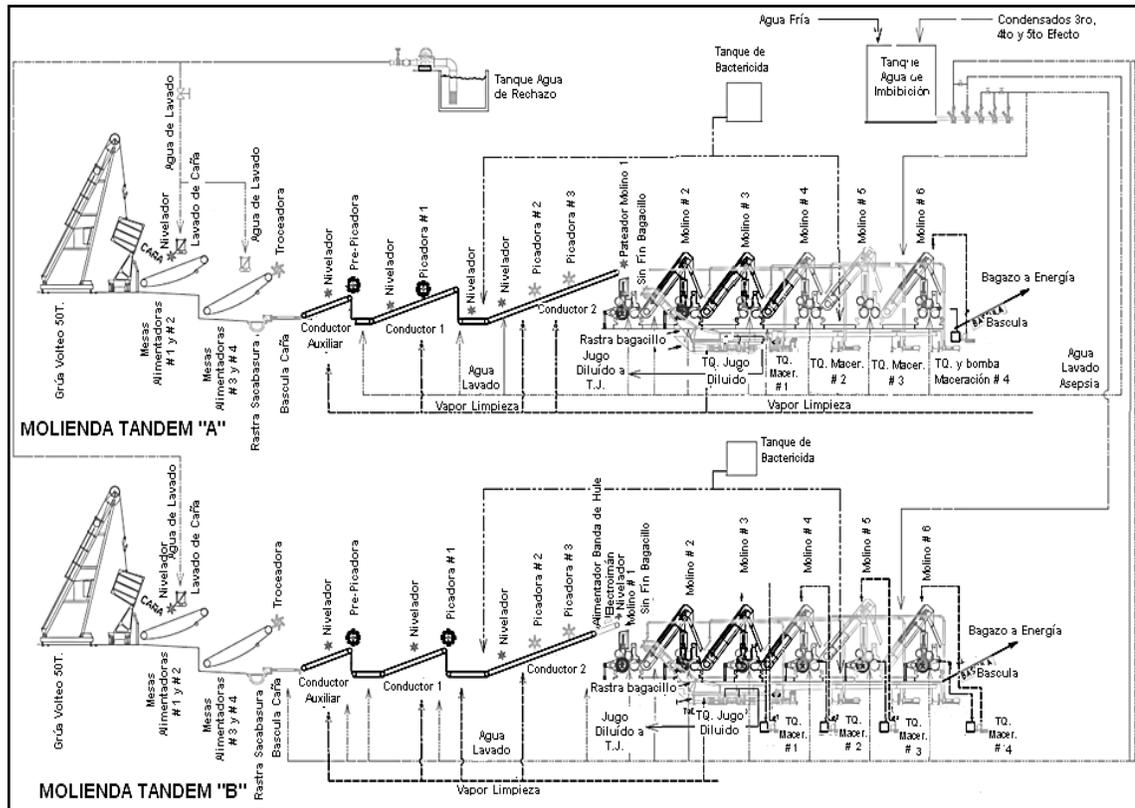


Fuente: Manual del ingeniero azucarero.

2.2. Descripción de equipo instalado en área extracción de jugo

Dentro de lo que se clasifica como equipo principal para el funcionamiento de la fábrica, especialmente en el área de extracción de jugo del Ingenio Pantaleón S.A., (ver figura 15), se tiene el patio de caña donde se encuentran las grúas de volteo posteriormente dan paso a las mesas donde se recibe la caña a granel o caña mecanizada, también se cuenta con troceadoras y picadoras de caña, conductores de caña, así como el tándem de molinos y el sistema de MBR es decir Motores, Reductores y Bombas, a continuación una descripción del equipo instalado.

Figura 15. Diagrama de flujo del proceso extracción de jugo



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.1. Grúas de volteo

Equipo que está diseñado para realizar la descarga de la caña de azúcar que ingresa al ingenio, en tiempo de zafra. La función principal es mantener el ingreso constante de caña al ingenio, esto permitirá que la operación del ingenio sea estable y puedan cumplirse los parámetros operativos.

La descarga de la caña se efectúa a través de ciertos dispositivos mecánicos como grúas de volteo, (ver figura 16) los cuales hacen de una manera más fácil y eficiente su manejo. Hoy en día en el Ingenio Pantaleón se utilizan tres tipos de grúas para descarga de la caña, pero la utilizada titularmente es la grúa de volteo de 50 toneladas de capacidad.

Esta grúa cuenta con un sistema hidráulico que permite el movimiento de dos tipos de cilindros, el primero de ellos conectados a un elemento que se desplaza en una corredera amarrados con cables de 1 pulgada de diámetro que conjuntamente con un juego de poleas tienen la acción de levantar y bajar el balancín el cual previamente es enganchado a las jaulas de los camiones por un ayudante de operación, el segundo tipo de cilindros hidráulicos están conectados a cables de 3/4 que permiten el movimiento del balancín hacia adelante o hacia atrás según sean las necesidades de la operación.

Los diferentes tipos de grúas utilizadas en el Ingenio Pantaleón en el patio de caña para la descarga de la misma según su tipo son:

- Grúa de volteo para mesas, con capacidad de carga de 50 toneladas, ubicadas una en cada tándem, descargan directamente en las mesas receptoras de caña.
- Grúa de volteo lateral, con capacidad de carga de 50 toneladas para descargar caña a granel en el patio, esta se utiliza cuando existe un paro por algún problema en la grúa del tándem, en las mesas receptoras de caña o en las troceadoras, permitiendo alimentar con el cargador frontal por el conductor uno o auxiliar dependiendo del tándem.

- Grúa móvil tipo caite, usada para caña maleteada, para descargue en el patio de caña.
- Grúa radial, está al centro del patio, usada para caña maleteada.

Figura 16. **Grúa de volteo**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.2. Mesas alimentadoras de caña

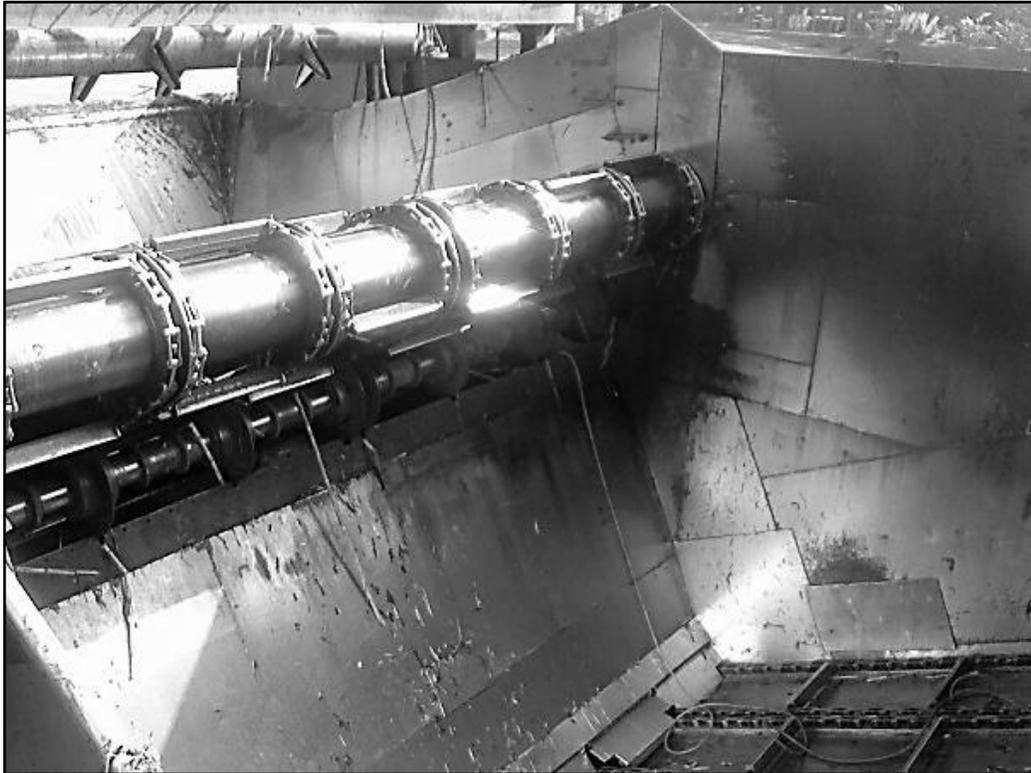
Consiste, esencialmente en un conductor muy ancho y muy corto, movido por un motor independiente. Su planta es rectangular o aproximadamente cuadrada. La plataforma superior está a un nivel ligeramente superior al de las guardas laterales del conductor auxiliar. La grúa deposita la caña en esta

plataforma y la mantiene alimentada a medida que se va descargando. Un operador se encarga del manejo del motor que la mueve y la pone en marcha en el momento en que el conductor no lleva la carga completa.

Debido a la mecanización del corte y alce de la caña en los campos, la cantidad de materia extraña e impurezas indeseables ha aumentado, por lo que se ha hecho necesario el lavado de la misma en las mesas de caña para eliminarlas, siendo las que en mayor cantidad se encuentran: tierra y arena. Estas mesas son del tipo cadena con duelas (ver figura 17), que deslizan sobre una superficie metálica y arrastran la caña de azúcar hacia el conductor auxiliar de caña, poseen hileras de cadenas muy resistentes, cada tándem tiene 4 mesas de caña, numeradas de norte a sur.

Las mesas 1 y 2 son las que reciben la caña de los camiones y la conducen a las mesas 3 y 4, las mesas 1 y 2 tienen niveladores y cuentan con el correspondiente lavado con agua para la caña operando manualmente, las mesas 3 y 4 no tienen niveladores y operan con el sistema en base a la báscula del conductor auxiliar. También se cuenta con una rastra sacabasura localizada debajo de las mesas 1 y 2 de cada tándem, esta se encarga de recibir la caña que se cae de las mesas para luego poder utilizarla.

Figura 17. **Mesas recibidoras de caña**

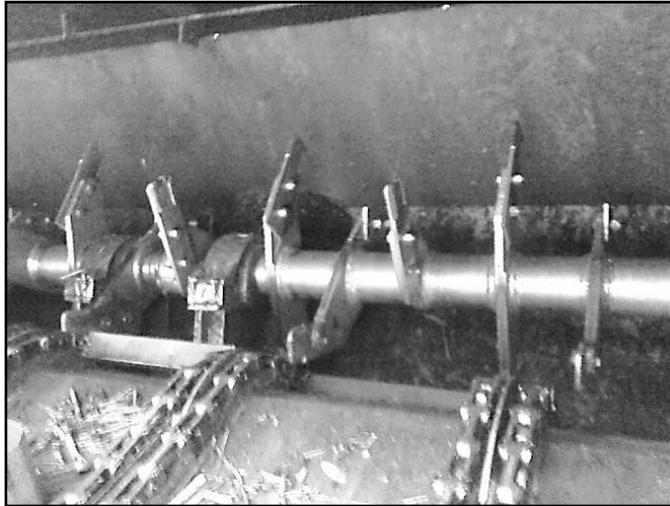


Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.3. Troceadoras de caña

El principal funcionamiento de estas cuchillas es el de segmentar las barras de cañas en trozos de aproximadamente 10 y 20 centímetros, para poder hacer mejor el desfibrado de la caña que se hace en las picadoras y así mejorar la extracción del jugo y poder aumentar la eficiencia en el trabajo de los molinos. Estas troceadoras cuentan con una serie de cuchillas giratorias intercambiables las cuales van dispuestas en forma angular sobre sus bases para poder cortar la caña progresivamente (ver figura 18).

Figura 18. **Troceadora de caña**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.4. Conductores de caña

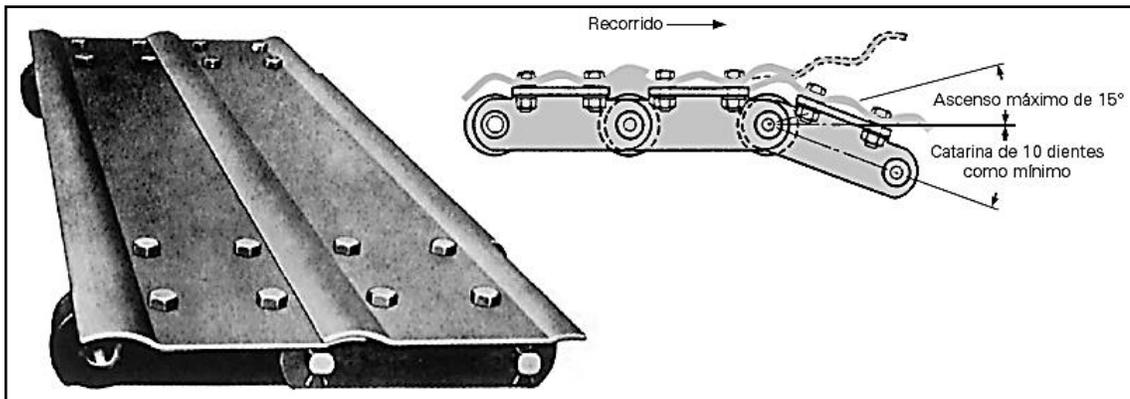
Los conductores de caña ofrecen la alternativa más económica y eficiente de manejar la caña para su transporte hacia el molino, están compuestos de tablillas de acero o aluminio comúnmente llamadas duelas (ver figura 19), que acopladas a hileras de cadenas paralelas ofrecen un fácil manejo de la caña, los conductores cuentan con pernos especiales de acero aleado los cuales son termo tratados para hacerlos resistentes al desgaste y evitar la fatiga por corrosión y reducir así los costos de mantenimiento, el ancho del conductor siempre será igual al largo de las mazas de los molinos.

Pantaleón cuenta con 2 conductores de caña con duelas denominados conductor auxiliar, conductor uno y una banda de hule denominada conductor 2 para el tándem A, mientras que para el tándem B se cuenta con tres

conductores de caña con duelas denominados, conductor auxiliar, conductor uno y conductor dos (ver figura 20).

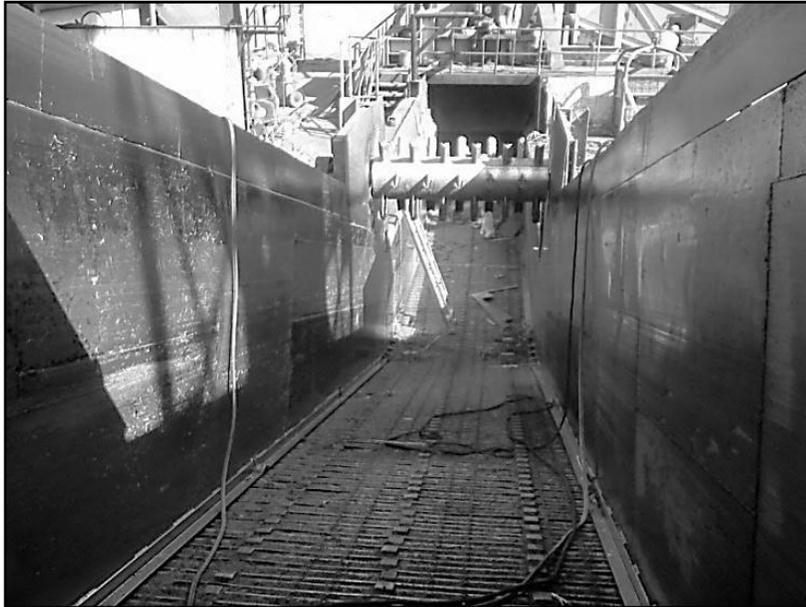
En cada conductor auxiliar hay una báscula con 6 celdas que permite el pesaje de la caña y mediante un lazo de control automático le indica a las mesas recibidoras de caña número tres y cuatro si necesita más caña o si debe detenerse para desalojar el flujo de caña presente en el conductor auxiliar, todos los conductores de caña cuentan con nivelador para mantener uniforme el colchón de caña desfibrada, un conductor no arranca si no ha arrancado el nivelador.

Figura 19. **Duelas y cadenas de conductores de caña**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 20. **Conductor de caña 1 TB**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.5. Picadoras de caña

El trabajo de las picadoras es convertir las cañas enteras en material formado por pedazos cortos y pequeños (ver figura 21). En tanto que las cañas enteras chocan unas contra otras y al arquearse dejan espacios vacíos entre ellas, los pequeños trozos formados por las picadoras forman una masa compacta. Las picadoras de caña ejecutan dos funciones y tienen dos ventajas:

- Favorecen la capacidad de los molinos transformando la caña en una masa compacta y homogénea.
- Mejoran la extracción de los molinos rompiendo la corteza de la caña y facilitando así su desintegración y la extracción del jugo.

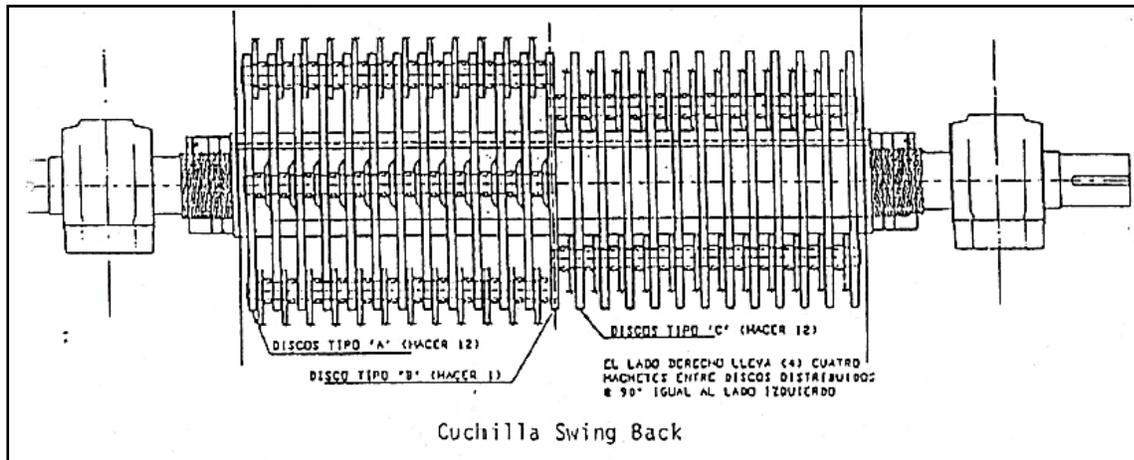
Las picadoras del Ingenio Pantaleón son modelo *Swing-Back* (ver figura 22) formadas por múltiples discos con cuatro machetes oscilantes entre discos sobre barras, las cuales están soportadas a través de los discos cada 90 grados con un número de machetes que van desde 84 hasta 104 y rotan a 750 - 800 revoluciones por minuto.

Figura 21. **Prepicadora tándem A**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 22. **Picadora con cuchillas *Swing Back***



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.6. **Tándem de molinos**

El tándem de molinos es un conjunto de molinos colocados en serie (ver figura 23), en Pantaleón cada tándem cuenta con seis molinos los cuales tienen como función principal extraer la mayor cantidad de jugo que sea posible, hasta alcanzar la separación de todo el jugo de la fibra de la caña extrayendo la mayor cantidad de sacarosa y obtener bagazo con la menor cantidad de azúcar presente.

Cada molino cuenta con un juego de cuatro mazas debidamente posicionadas y una serie de cuchillas las cuales cuentan con un rallado especial por medio de los cuales se hace pasar la caña para poder comprimirla y así extraer la mayor cantidad de jugo que sea posible.

Para cada molino se tiene diferentes separaciones entre mazas y cuchillas con lo cual se pretende hacer progresiva la compresión de la fibra de caña,

disminuyendo gradualmente la distancia entre las mazas en cada molino a lo cual se le conoce como *setting* de molinos que son las especificaciones en medidas de los molinos y aberturas entre mazas. A continuación una tabla comparativa de ambos tándem del Ingenio Pantaleón.

Tabla I. **Tabla comparativa TA y TB**

Tándem A	Tándem B
<ul style="list-style-type: none"> • Recibe caña larga y mecanizada • Tiene 4 mesas de caña • Tiene 2 troceadoras de caña (en mesas 3 y 4) con 30 cuchillas c/u • Tiene 1 prepicadora con 72 cuchillas y 3 picadoras con 104,144 y 144 respectivamente. • Tiene 3 conductores: auxiliar, 1 y 2 • Tiene 6 molinos con 4 masas c/u 	<ul style="list-style-type: none"> • Recibe caña larga. • Tiene 4 mesas de caña • Tiene 2 troceadoras de caña (en mesas 3 y 4) con 31 cuchillas c/u • Tiene 1 prepicadora con 72 cuchillas y 3 picadoras con 96,144 y 144 respectivamente. • Tiene 3 conductores: auxiliar, 1 y 2 • Tiene 6 molinos con 4 masas c/u

Fuente: datos recolectados en Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 23. **Vista panorámica tándem B**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.7. Molinos

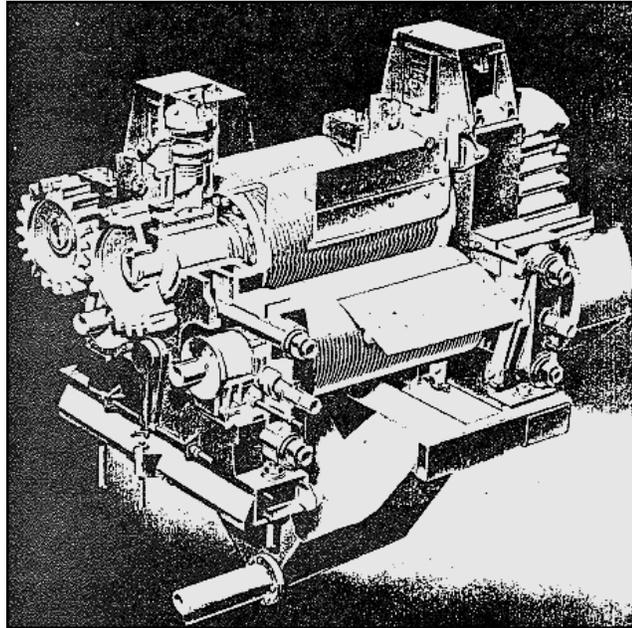
Es la maquinaria compuesta por una serie de rodillos ubicados adecuada y convenientemente con un rayado para permitir el paso de la caña de azúcar y así lograr la mayor y mejor extracción de la sacarosa de las células internas y externas de la misma (ver figura 24).

Los rodillos o mazas como son llamadas comúnmente que forman un molino se definen como: maza cañera, maza bagacera, maza superior y 4ta maza. Las mazas están arregladas en forma triangular (cañera, bagacera y superior), con la maza superior colocada inmediatamente encima de las otras dos y que sometidas a una presión hidráulica suficiente que harán el trabajo de compresión sobre la caña.

Una maza consiste en un eje de acero con muñones para girar sobre chumaceras planas, uno en cada extremo, en la parte central del eje va colocada una camisa de hierro fundido de un diámetro mayor, mientras que en el extremo se coloca la corona que le transmite giro a la maza. La chumacera es fabricada en bronce, con un canal en forma de U para efectuar una eficiente lubricación a través de grasa o aceite y un laberinto dentro de ella para la circulación de agua y llevar a cabo su enfriamiento.

La camisa de hierro fundido es rayada en torno, en todo el perímetro a todo lo largo de su longitud, para dar lugar a que la maza tenga mayor tracción con la caña y más área de compresión entre una maza y otra.

Figura 24. **Molino visto en corte**



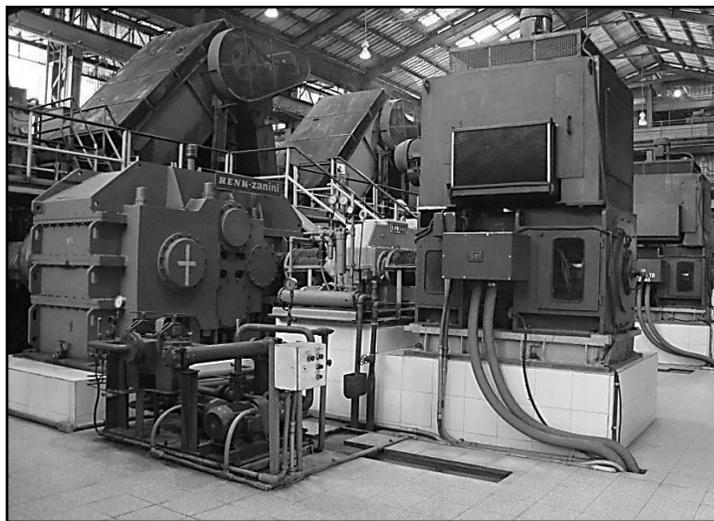
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Las chumaceras donde giran los ejes de las mazas, tanto superior, como cañera, bagacera y 4ta maza, van soportados en una estructura robusta llamada virgen, esta puede ser de acero fundido o de acero de bajo carbono. La virgen va anclada a la cimentación a través de pernos de anclaje.

La fuerza necesaria para hacer la compresión de la caña se obtiene a través de un pistón hidráulico que actúa sobre los muñones de la maza superior, el cual a su vez es interconectado a través de una manguera a un acumulador hidráulico de presión, cargado de nitrógeno dentro de una membrana que actúa como diafragma. De esta manera la maza superior flota de acuerdo a la mayor o menor cantidad de caña que pase entre las mazas del molino, las mazas cañeras, bagacera y 4ta maza permanecen fijas.

La potencia para mover los molinos es obtenida por medio de un motor eléctrico DC, la reducción de velocidad se logra a través de reductores de engranes, que hacen una primera reducción a través de reductor de alta velocidad, luego una segunda reducción a través del reductor de baja (ver figura 25). La maza accionada es la maza superior, esta maza superior transmite la potencia y movimiento a la maza cañera y 4ta maza por medio de un conjunto de coronas, sin embargo la maza bagacera es accionada por un motor hidráulico ya que la velocidad de esta es menor a las otras tres masas.

Figura 25. **Conjunto motor DC, reductor de alta y baja molino 3 TA**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

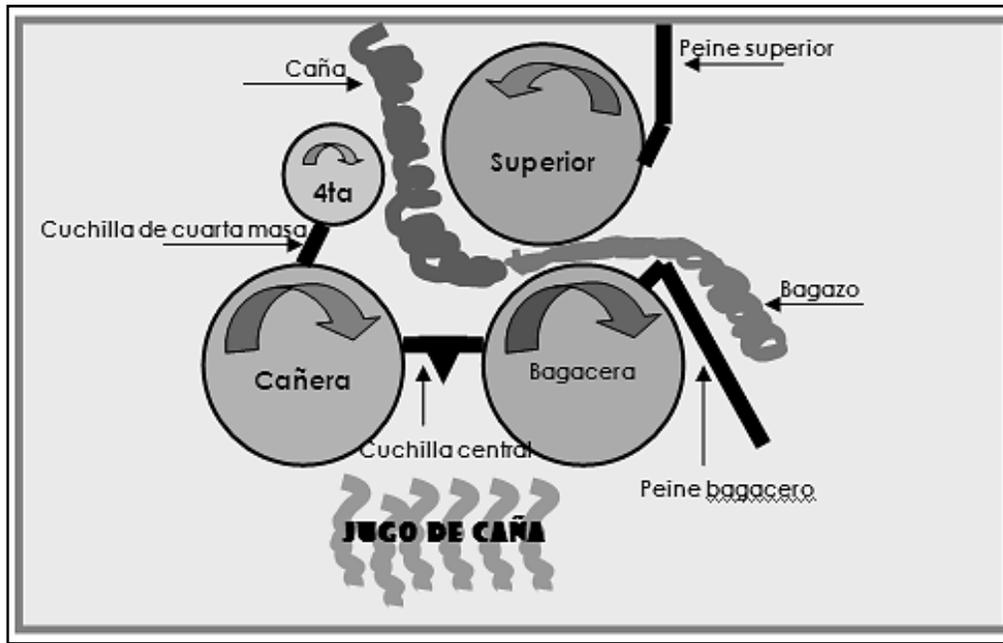
Al centro del molino y bajo la maza superior existe una unidad de hierro fundido que sirve de soporte al paso de la caña, ya que la extracción se realiza entre las mazas superior cañera, superior bagacera, además la función de esta cuchilla central es limpiar la maza cañera ya que cuenta para ello con el rayado apropiado.

Otras unidades de limpieza de las mazas superior, bagacera y 4ta maza reciben el nombre de peine superior o peine bagacero dependiendo de la maza que limpien. Tanto los peines como la cuchilla central llevan dientes que encajan con el rayado de las mazas, la 4ta maza tiene a su cargo la función de introducir la caña desmenuzada entre las mazas superior cañera ya que la velocidad periférica es mayor a la de las otras tres mazas.

La distancia entre las mazas superior y cañera, superior y bagacera, superior y 4ta maza, superior y cuchilla central, tienen una holgura dada en base a cálculos elaborados tomando en cuenta la razón de molida de acuerdo al porcentaje de fibra en caña, la capacidad instalada, la velocidad periférica, la ubicación del molino, a esta distancia se le conoce como *setting*, esta medida es decreciente y sigue el flujo de la caña, el cual es mayor en los primeros molinos y menor en los últimos y en un mismo molino la abertura entre superior cañera es mayor que la abertura entre superior bagacera a razón de 2 a 1 (ver figura 26).

En el área de preparación de masas se utilizan electrodos y se hace el garrapiñado de las masas para que haya una mejor superficie de contacto y que las masas de hierro fundido aguanten toda la zafra. El perleado se hace con otro tipo de electrodo para aumentar la tracción de las masas, esto se hace poniendo un punto fundido en los bordes superiores de los dientes de las masas. Las masas inferiores (cañera y bagacera) tienen un guarda jugo para evitar que el jugo de caña salga y se desperdicie.

Figura 26. Representación de mazas, peines y cuchillas del molino



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.7.1. Función del molino de caña

Mantener una compresión de caña uniforme entre las mazas, aunque el volumen de caña a través del movimiento de la maza superior y la presión hecha por el pistón hidráulico del cabezote varíe.

- Aprovechar toda el área de las mazas a través del rayado para poder comprimir mayor cantidad de caña y aprovechar el mismo como drenaje del jugo de caña.
- Desmenuzamiento de la caña de azúcar y rompimiento de sus células para extraer la mayor cantidad de sacarosa.

- Desfibración de la caña de azúcar para lograr la separación de sus fibras y así poderse utilizar como combustible fácil de incinerar dentro del hogar de las calderas.

A continuación una tabla comparativa de ambos tándem del Ingenio Pantaleón respecto a componentes de los molinos.

Tabla II. **Tabla comparativa TA y TB**

Tándem A	Tándem B
<ul style="list-style-type: none"> • El jugo pasa de un molino al siguiente por medio de una tubería que toma el rebalse de jugo. • Tiene 6 motores hidráulicos (uno para cada molino) sirven para mover la masa cañera. • Los 6 molinos tienen motores con reductor que mueven la masa superior. El reductor mueve la masa superior y por medio de coronas, se transmite la energía al resto de masas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El jugo pasa de un molino al siguiente por medio de una tubería que toma el rebalse de jugo. • Tiene 6 motores hidráulicos (uno para cada molino) sirven para mover la masa cañera. • Los 6 molinos tienen motores con reductor que mueven la masa superior. El reductor mueve la masa superior y por medio de coronas, se transmite la energía al resto de masas.

Fuente: datos recolectados en Ingenio Pantaleón, S.A.

El tándem también cuenta con otra serie de componentes que van de la mano con los molinos ya que son equipos de suma importancia para el correcto funcionamiento del mismo, tal es el caso de la rastra de bagacillo, está localizada en el área de molinos 1 y 2 de cada tándem. Es un conductor de tablillas con telas metálicas que lleva el bagazo colado en el jugo de regreso hacia los molinos, deja pasar el jugo al tanque que luego lo transporta a las torres de sulfitación.

También se cuenta con la rastra desarenadora, está localizada en el área de molinos 1 y 2 de cada tándem, cerca de la rastra de bagacillo su función es llevar los sedimentos que arrastra el jugo hacia el drenaje.

El tanque de agua de imbibición localizado también en el área de extracción de jugo, es un tanque cilíndrico de gran capacidad donde se almacena el agua de condensados (usada como agua de imbibición), es agua limpia que no causará incrustaciones en las tuberías.

2.2.8. Conductores intermedios

Para llevar la caña parcialmente exprimida de un molino al siguiente, se utilizan los conductores intermedios. Existen tres tipos principales:

- Las cadenas de arrastre o de rastrillo
- Las cadenas de conducción, de tablillas o de persiana
- Los conductores intermedios fijos, tipo *Meinecke*

Los conductores intermedios también llamados *donelly*, son transportadores de arrastre que jalan el bagazo a lo largo de un sólido canal de acero, lo que evita el derramamiento y la acumulación de sobrantes de bagazo, al final del *donelly* conecta con un equipo denominado chute que se encarga del manejo uniforme a la entrada del molino para que el bagazo caiga en el lugar indicado para la extracción, el chute tiene visores para ver el movimiento del bagazo. En el Ingenio Pantaleón se cuenta con conductores intermedios con cadenas de arrastre o de rastrillo (ver figura 27).

Figura 27. **Conductor intermedio 3 TA**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.9. Motores

En el Ingenio Pantaleón se trabaja con motores de varios tipos, en el proceso de extracción de jugo se puede encontrar varios tipos de motores ya sean eléctricos, hidráulicos o los denominados motores DC también llamados de corriente continua.

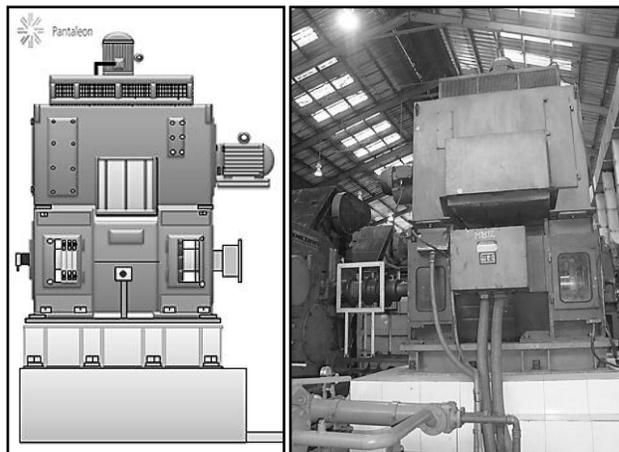
2.2.9.1. Motores DC o de corriente continua

Los motores DC son los utilizados para mover la maza superior de cada molino (ver figura 28), el motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica continua en mecánica, provocando un movimiento rotatorio. Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria.

Su fácil control de posición, paro y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia, la principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite.

Su principal inconveniente, el mantenimiento, muy caro y laborioso. Una máquina de corriente continua se compone principalmente de dos partes, rotor y estator. Un estator es el que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas.

Figura 28. **Motores eléctricos DC**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.9.2. Motor eléctrico

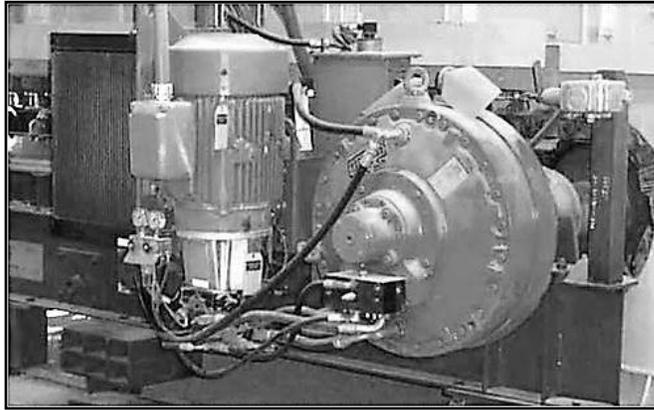
Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.

2.2.9.3. Motor hidráulico

Un motor hidráulico es un actuador mecánico que convierte presión hidráulica y flujo en un par de torsión y un desplazamiento angular, es decir, en una rotación o giro. Su funcionamiento es pues inverso al de las bombas hidráulicas y es el equivalente rotatorio del cilindro hidráulico. Se emplean sobre todo porque entregan un par muy grande a velocidades de giro pequeñas en comparación con los motores eléctricos.

Los motores Hidráulicos se usan para variadas aplicaciones como en la transmisión de tornos y grúas, motores de ruedas para vehículos militares, tornos autopropulsados, propulsión de mezcladoras y agitadoras, laminadoras, trituradoras para coches, torres de perforación. También en los últimos años se usan en atracciones para alcanzar grandes velocidades en poco tiempo (ver figura 29).

Figura 29. **Conjunto sistema hidráulico**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

En Pantaleón se usa una serie de motores hidráulicos *Hagglunds* para dar movimiento a las mazas cañeras de cada molino, ya que estas giran a menor velocidad que las otras tres masas para una extracción de jugo más efectiva (ver figura 30).

Figura 30. **Motor hidráulico molino 6**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.10. Reductores de velocidad

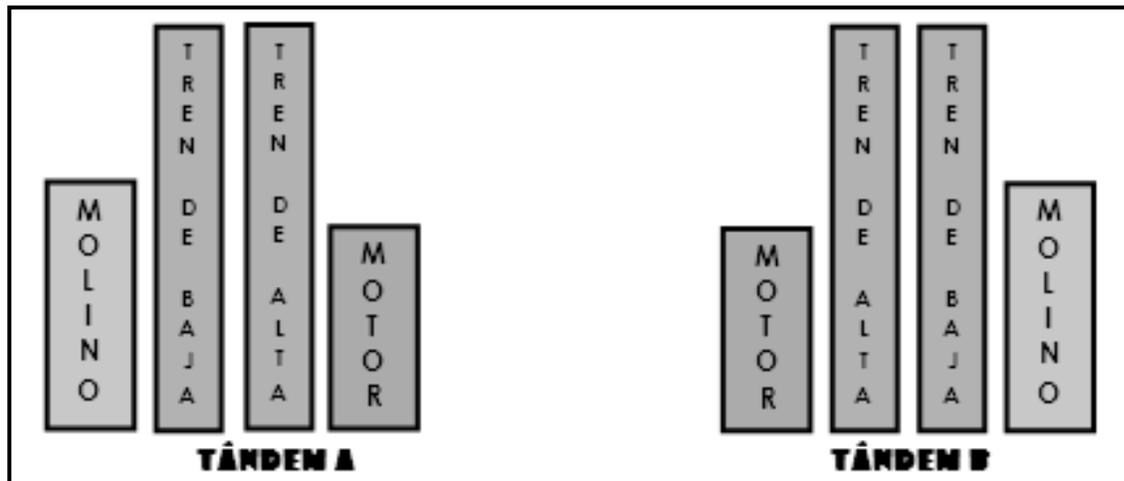
Toda máquina cuyo movimiento sea generado por un motor, necesita que la velocidad de dicho motor se adapte a la velocidad necesaria para el buen funcionamiento de la máquina (ver figura 31). Además de esta adaptación de velocidad, se deben contemplar otros factores como la potencia mecánica a transmitir, la potencia térmica, rendimientos mecánicos entre otros.

Esta adaptación se realiza generalmente con uno o varios pares de engranajes que adaptan la velocidad y potencia mecánica montados en un cuerpo compacto denominado reductor de velocidad aunque en algunos países hispanos parlantes también se le denomina caja reductora.

Pantaleón cuenta con diversidad de reductores de velocidad que le permiten el funcionamiento a velocidades deseadas operativamente, los más utilizados son los reductores de engranajes los cuales son aquellos en que toda la transmisión mecánica se realiza por pares de engranajes de cualquier tipo excepto los basados en tornillo sin fin.

Sus ventajas son el mayor rendimiento energético, menor mantenimiento y menor tamaño. Para cada tándem de molinos se tiene una serie de reductores de alta velocidad que se sitúan a la salida del motor DC (ver figura 30), seguidamente se tiene el reductor de baja obteniendo así una velocidad ideal para el giro de la maza superior (ver figura 32).

Figura 31. Representación de motor y reductores para molinos



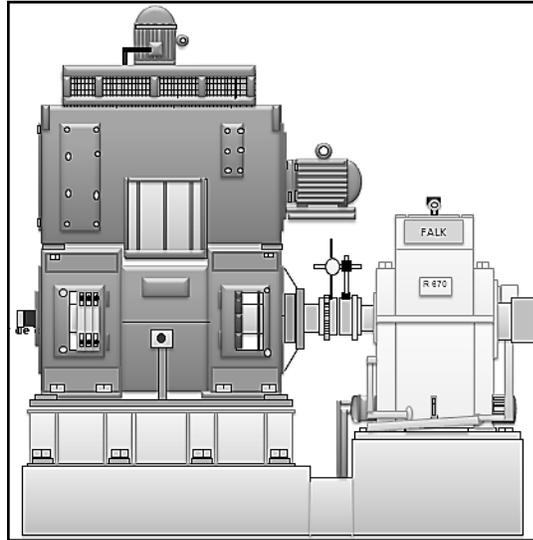
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Un reductor puede tener una cantidad variada de ejes. Si tiene 3 ejes, éstos se llaman:

- Eje de alta (revolución)
- Eje de media (revolución)
- Eje de baja (revolución)

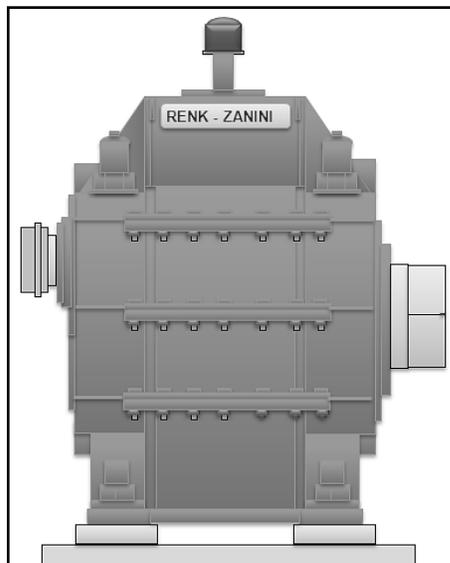
Los ejes de alta y baja tienen solo un engrane (catarina o piñón), el resto de ejes intermedios tienen dos engranes (catarina y piñón). La catarina (eje de mayor tamaño) es la que va unida con el eje de la masa superior. El piñón (eje de menor tamaño) va unido con la salida del motor (ver figuras 31 y 32), cada sistema de reductores cuenta con enfriadores que permite mantener el aceite a una temperatura óptima para su funcionamiento (ver figura 34).

Figura 32. **Representación motor DC acoplado con reductor de alta**



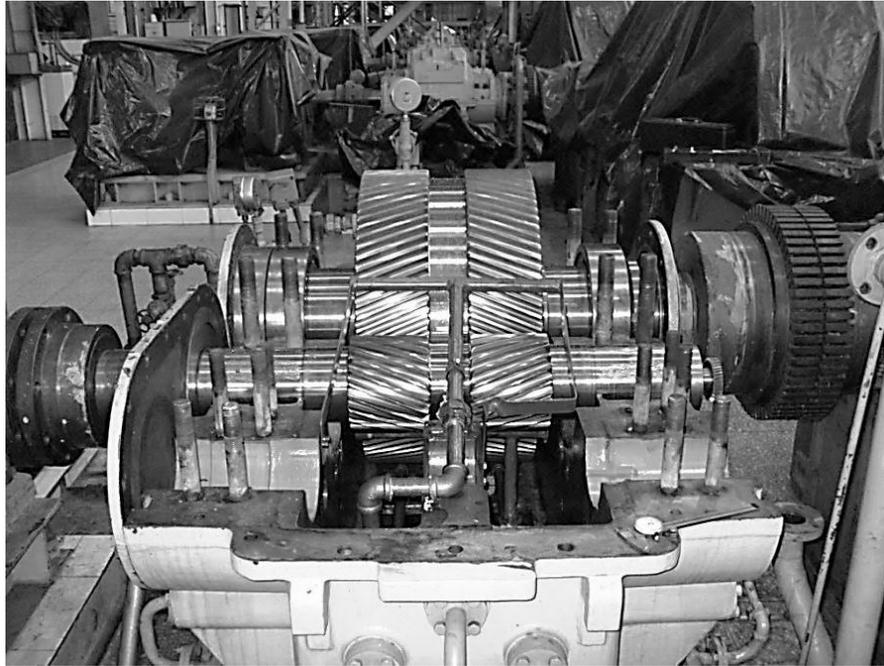
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 33. **Reductor de baja velocidad**



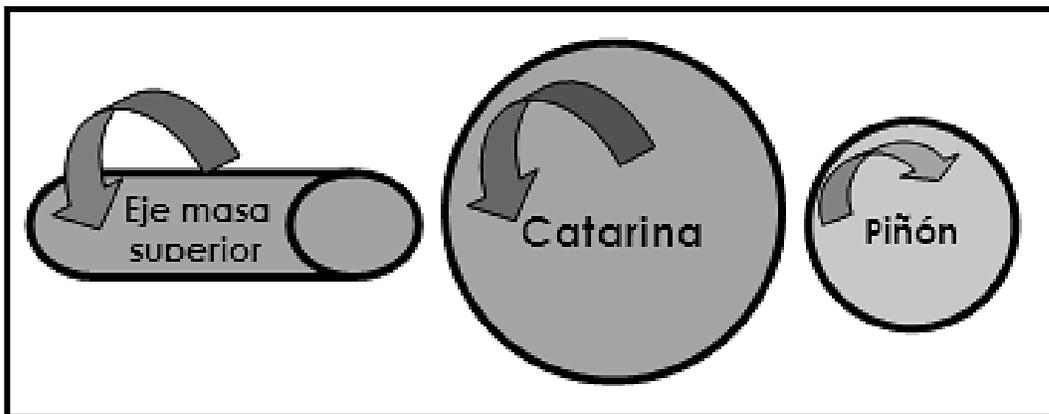
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 34. Reductor de alta TA, eje, catarina y piñón



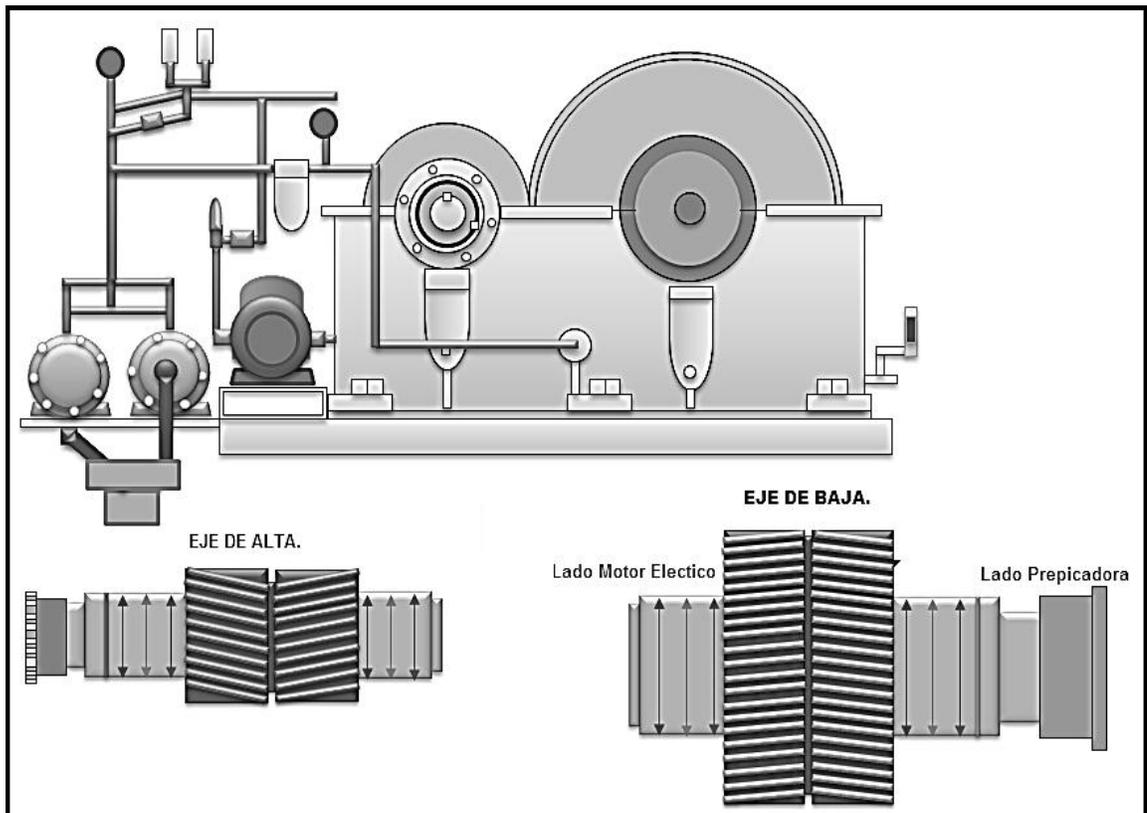
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 35. Representación eje, catarina y piñón



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 36. **Reductor de picadora con su respectivo sistema de enfriamiento**



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

2.2.11. Bombas

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el jugo de caña o la melaza. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli.

En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que generalmente es utilizado para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía, o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término bomba para referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.

En Pantaleón se cuenta con infinidad de bombas hidráulicas, entre las clasificadas se mencionan algunas. Las bombas de desplazamiento positivo, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen.

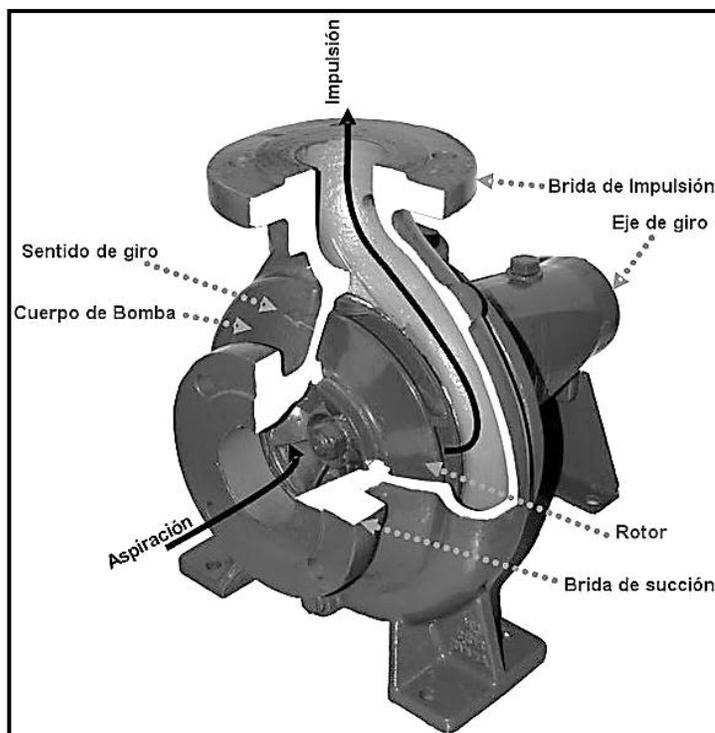
También se cuentan con bombas Radiales o centrífugas (ver figura 37), cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor, las bombas axiales se usan cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro, entre otras.

En el proceso de extracción de jugo las bombas hidráulicas juegan un papel muy importante, debido a que estas se utilizan desde la recepción y lavado de la caña, hasta la entrega del jugo diluido que se hace al proceso de Tratamiento de Jugo, cabe mencionar que cada equipo trae una serie de

bombas específicas que se utilizan para el enfriamiento y lubricación de los mismos.

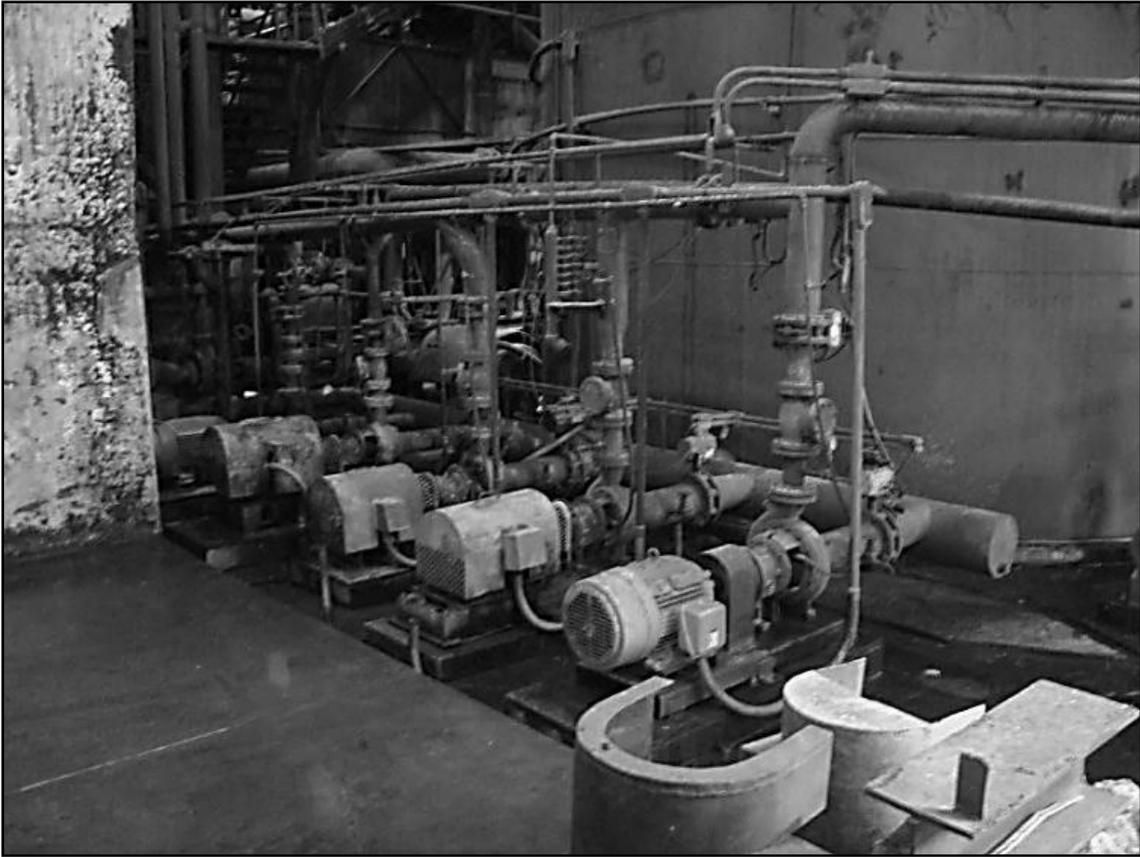
Un ejemplo son las picadoras de caña, estas cuentan con una bomba mecánica que aprovecha la energía del eje motriz y adicionalmente tiene una bomba auxiliar que le permite entrar en línea al momento de ocurrir una falla con la mecánica y así no perder la lubricación y evitar calentamientos y daños al equipo, por mencionar otras se tienen las bombas hidráulicas que se utilizan para el movimiento de los conductores de bagazo, las bombas centrífugas de maceración, o las bombas utilizadas para la asepsia del tándem (ver figuras 38, 39, 40 y 41).

Figura 37. Partes de bomba centrífuga



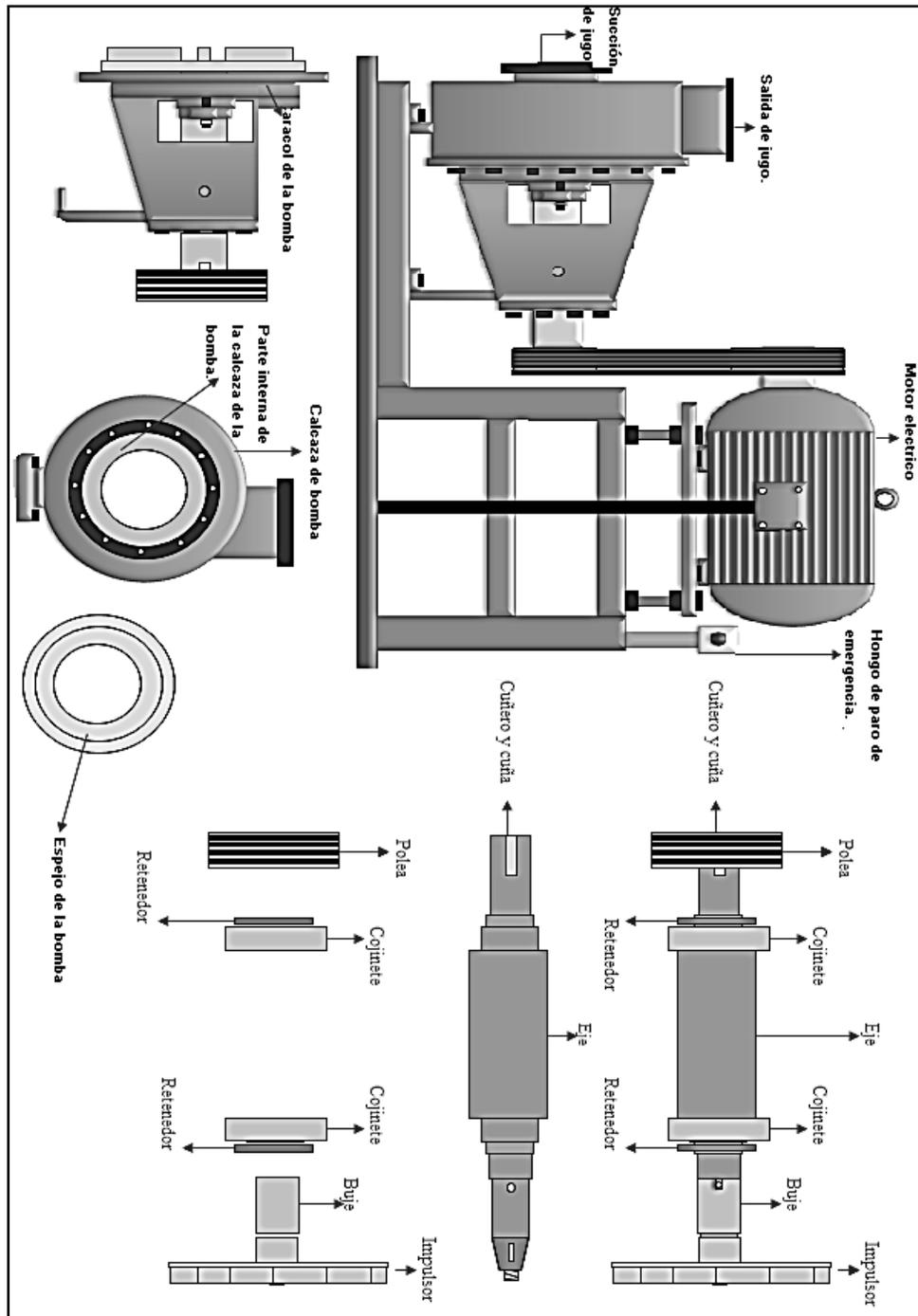
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 38. **Sistema de bombeo agua de imbibición y agua de asepsia
TA**



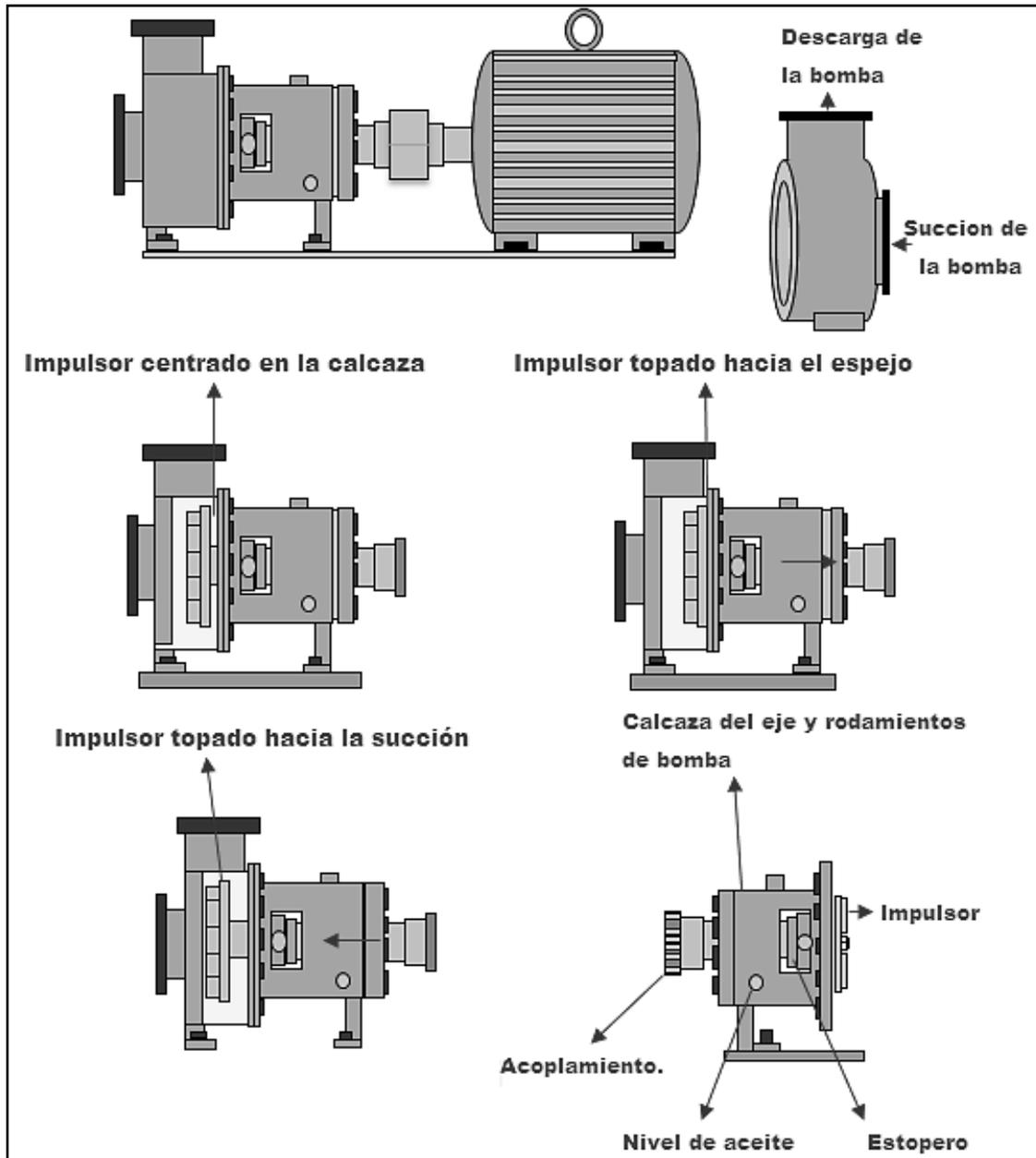
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 39. Partes bomba de maceración



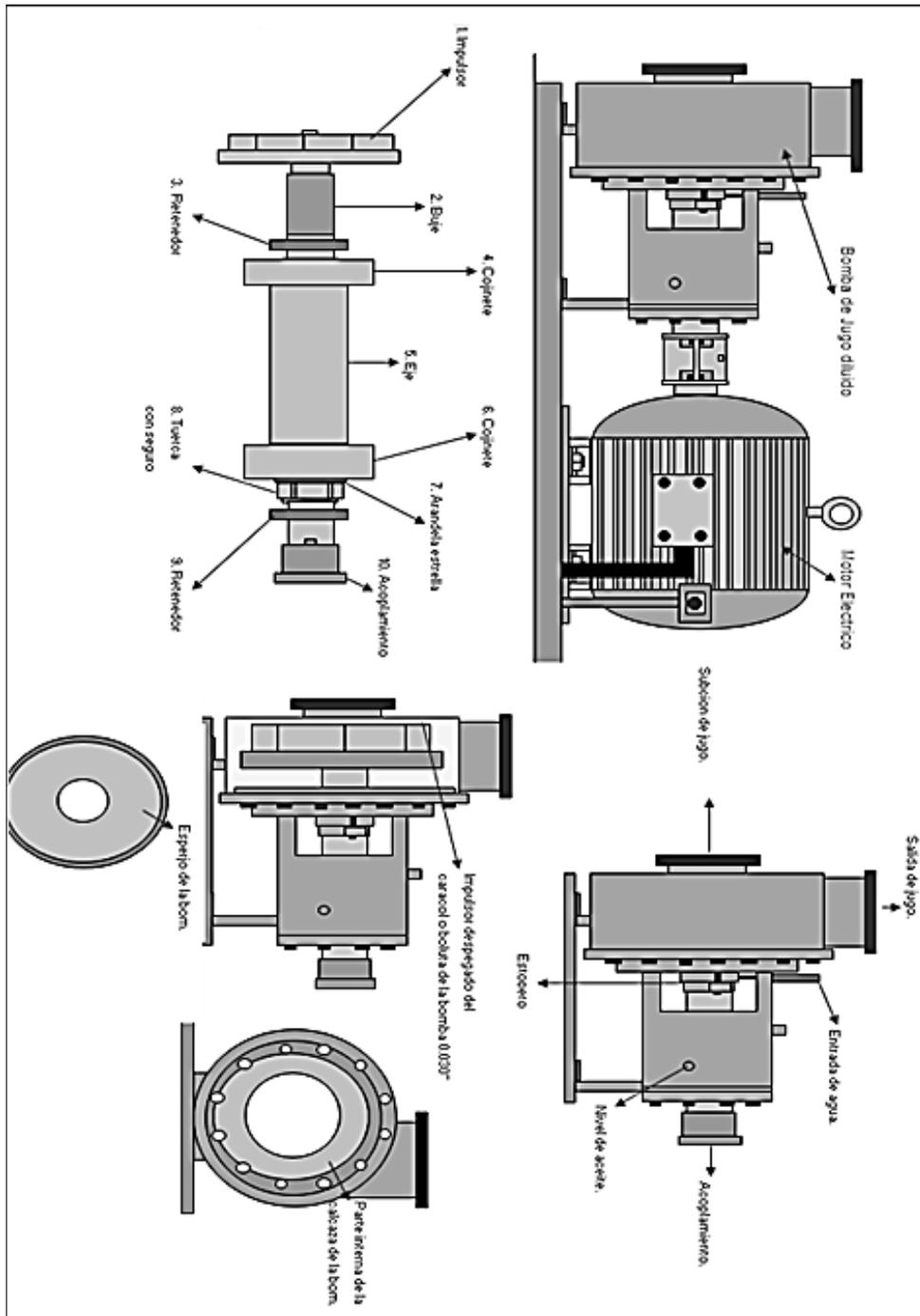
Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 40. Partes bomba de asepsia



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

Figura 41. Partes de una bomba de jugo diluido



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL (LEVANTAMIENTO DE DATOS MAESTROS PARA EL SISTEMA SAP)

3.1. Tipos de mantenimiento

En la actualidad se está implementando un nuevo sistema en el Ingenio Pantaleón, el levantamiento de datos maestros para la implementación de un sistema centralizado vendrá a innovar con tecnología de punta en cuestiones de sistemas de mantenimiento industrial, este sistema comprende muchos módulos completamente integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial.

Cabe mencionar para esta fase se trabajó únicamente el levantamiento de los datos maestros ya que esta fue la plataforma para cargar al sistema todas las hojas de rutas de mantenimiento, encargándose de la implementación los delegados y personal autorizado por SAP, por consiguiente para efectos de esta tesis, solo se considerará en sí la información proporcionada por las plantillas de datos maestros utilizadas y denominadas por el sistema SAP.

El módulo de interés es el de Mantenimiento (PM), que se trata básicamente de la planificación de tareas y planificación de mantenimiento entre otros. Para ello se debe de entender los tipos de mantenimientos que el sistema SAP maneja y los criterios que cada uno tiene para la posterior clasificación de las hojas de rutas y tareas efectuadas por el personal operativo y de mantenimiento, ya que cada tipo de estos se debe diferenciar claramente para la buena función, por lo tanto para términos de mantenimiento en general

solo se manejan dos tipos que son mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, pero para SAP estos dos se subdividen en los siguientes:

- Mantenimiento correctivo operación
- Mantenimiento programado no operación
- Mantenimiento programado basado en condición
- Mantenimiento programado basado en contadores
- Mantenimiento emergencia
- Mantenimiento programado preventivo operación

3.1.1. Mantenimiento correctivo operación

Este proceso es ejecutado en época de operación por los Departamentos de Servicio y los grupos de trabajo en los procesos operativos (si aplica); el inicio del proceso es a partir de las fallas de los equipos que están en operación, esto genera un aviso de avería reportado por el supervisor del proceso operativo, el cual es procesado por el centro de planificación; los supervisores de mantenimiento aprueban la creación de la orden de trabajo y le asignan recursos necesarios (materiales y personal).

Cuando ya está planificada se procede a la ejecución; al momento de finalizado el trabajo el supervisor del proceso operativo da la aprobación del mismo, se procede al cierre, quedando todo documentado para el análisis estadístico posterior. Dado que es un mantenimiento programado, éste se puede utilizar cuando exista una avería y el equipo se pueda programar para un mantenimiento posterior (en el mismo día) o meterlo al plan de mantenimiento programado semanal como el de limpieza del tacho continuo, o a algún otro plan de mantenimiento programado que vaya a haber en esos días, esto con el

criterio del supervisor del proceso, porque se quiere evitar al máximo un mantenimiento de emergencia, pero también se quiere maximizar la producción.

A continuación se describen las hojas de ruta de mantenimiento que se utilizarán para los diferentes equipos de extracción de jugo para el mantenimiento correctivo operación.

3.1.1.1. Hojas de ruta extracción correctivo operación

Para las siguientes hojas de ruta se va a considerar el centro de planificación como PSAI (Pantaleón S.A. Industrial), los grupos planificadores de dar mantenimiento al equipo serán Mantenimiento Extracción y Mecánicos Molinos, asimismo el puesto de trabajo asignados a la hoja de ruta están considerados como Mecánico 3 o Mecánico 5 dependiendo de la hoja de ruta asignada.

Para todas las hojas de ruta se hace llenado de ATS y/o PDT, bloqueo y etiquetado de equipo, verificar herramienta y traslado a punto de trabajo, verificar existencia de repuestos en bodega, retirar herramientas de trabajo, remover bloqueo y etiquetado del equipo, prueba del equipo, puesta en operación del equipo y cierre de ATS y/o PDT, por lo que la siguiente tabla de tareas, cantidad de capacidad y tiempos se tomara en cuenta para todas las hojas descritas a continuación.

Tabla III. Hoja de ruta típica

Texto Operación	Cantidad Capacidad Necesaria (personas)	Duración de Operación Normal (hrs)
Llenado de ATS y/o PDT	1	0,08
Bloqueo y etiquetado de equipo	1	0,03
Verificar herramienta y traslado a punto de trabajo	1	0,05
Verificar existencia en bodega	1	0,04
Al terminar retirar herramientas de trabajo	3	0,02
Remover bloqueo y etiquetado del equipo	1	0,02
Prueba de equipo	1	0,02
Puesta en operación del equipo	1	0,02
Cierre de ATS y/o PDT	1	0,02

Fuente: datos recolectados en Ingenio Pantaleón, S.A.

Descripción de las tareas de la hoja de ruta

- Descarrilamiento cadena de arrastre en mesas de caña

	Personas	Tiempo
Verificar estado perfil dientes de <i>Sprocket</i>	2	0,02 hrs
Verificar o ajustar tensión a cadena	2	0,02 hrs
Verificar o cambiar platos guía	2	0,02 hrs
Verificación posición de platos guía	2	0,02 hrs
Verificación estado de guías a cadena	2	0,02 hrs
Encarrilado de cadena	2	0,05 hrs

- Rotura eslabón en cadena de arrastre

	Personas	Tiempo
Trasladar cadena a punto de trabajo	3	0,05 hrs
Colocar herramienta para desmontar eslabón roto	3	0,05 hrs
Desmontar eslabón roto	3	0,04 hrs
Montaje repuesto de eslabón	3	0,06 hrs

- Rotura cable de acero

	Personas	Tiempo
Trasladar cable de acero a punto de trabajo	2	0,05 hrs
Remover pasador de oreja de cable	2	0,04 hrs
Desmontar cable dañado	5	0,08 hrs
Remover cepos (chucho)	5	0,06 hrs
Montaje de cable de acero nuevo	5	0,10 hrs
Montaje de pasador en oreja	5	0,05 hrs
Montaje de cepos (chuchos)	5	0,10 hrs

- Interferencia mecánica entre machetes oscilante y estructura picadora

	Personas	Tiempo
Revisión y/o cambio de machetes	3	0,02 hrs
Revisión y/o cambio barras de machetes	3	0,02 hrs
Revisión y/o ajuste de discos circulares	3	0,02 hrs
Revisión y/o cambio seguro de barras	3	0,02 hrs
Revisión y/o cambio tornillos de seguros	3	0,02 hrs
Revisión estado chumaceras de eje	3	0,04 hrs
Revisión <i>setting</i> entre machetes y conductores	2	0,04 hrs
Revisión estado de estructura	2	0,04 hrs

- Rotura eje de equipos de preparación

	Personas	Tiempo
Traslado eje nuevo a punto de trabajo	3	0,45 hrs
Desmontaje componentes de eje	10	0,80 hrs
Desmontaje de eje	10	0,80 hrs
Montaje repuesto de eje	10	0,80 hrs
Montaje de componentes a eje	10	0,80 hrs

- Reducción de tracción duelas de acero con la caña trasladada

	Personas	Tiempo
Traslado tacos de acero a punto de trabajo	2	0,03 hrs
Soldar tacos de acero a duelas	2	0,25 hrs
Revisión o cambio de duelas	2	0,25 hrs
Revisión superficies de faldones	2	0,02 hrs
Revisión o cambio estructura interna conductores	2	0,03 hrs

- Fallo interno bomba hidráulica daño/desgaste en componentes

	Personas	Tiempo
Traslado bomba hidráulica a punto de trabajo	4	0,30 hrs
Drenado aceite de depósito	3	0,15 hrs
Desmontaje compuerta bomba hidráulica dañada	5	0,25 hrs
Desmontaje de bomba dañada	5	0,25 hrs
Montaje repuesto de bomba hidráulica	5	0,20 hrs
Montaje componentes de bomba hidráulica	5	0,20 hrs
Rellenar de aceite el depósito	2	0,10 hrs
Retirar herramientas de trabajo	2	0,10 hrs

- Rotura eje de nivelador

	Personas	Tiempo
Traslado eje nivelador a punto de trabajo	2	0,15 hrs
Desmontaje componentes eje nivelador dañado	6	0,30 hrs
Desmontaje eje nivelador dañado	6	0,20 hrs
Montaje repuesto eje nivelador	6	0,20 hrs
Montaje de componentes a eje nivelador	6	0,30 hrs

- Fuga de aceite por rotura en manguera

	Personas	Tiempo
Desmontaje de manguera dañada	2	0,08 hrs
Revisión conectores para montaje manguera	2	0,04 hrs
Montaje de manguera nueva	2	0,08 hrs
Rellenar depósito de aceite	2	0,06 hrs

- Daños en rodamiento equipos preparación de caña

	Personas	Tiempo
Trasladar repuesto de bodega a punto de trabajo	2	0,10 hrs
Desmontaje de rodamiento	5	0,15 hrs
Revisión caja alojamiento de rodamiento	2	0,20 hrs
Montaje de rodamiento nuevos	5	0,50 hrs
Aplicar lubricación a rodamiento	1	0,15 hrs
Montaje de componentes	5	0,40 hrs

- Daños en chumacera equipos preparación de caña

	Personas	Tiempo
Desmontaje de chumaceras	3	0,50 hrs
Montar repuesto chumacera	3	0,40 hrs
Aplicar lubricación a chumacera	1	0,10 hrs

- Rotura o desprendimientos de machetes fijos de troceadoras

	Personas	Tiempo
Revisión o cambio de machetes	3	0,10 hrs
Revisión o ajuste soporte de machetes	3	0,10 hrs
Revisión o cambio tornillo anclaje de machetes	3	0,04 hrs
Revisión estado chumaceras de eje	3	0,05 hrs
Revisión <i>setting</i> entre machete y mesa de caña	2	0,05 hrs
Revisión estado de estructura	2	0,05 hrs

- Roturas fajas de transmisión movimiento de troceadoras

	Personas	Tiempo
Trasladar fajas a punto de trabajo	1	0,08 hrs
Desmontar guardas	2	0,10 hrs
Aflojar base para desmontaje de fajas	4	0,25 hrs
Desmontar fajas	4	0,12 hrs
Verificar estado ranura de polea	1	0,05 hrs
Montaje de Fajas nuevas	4	0,20 hrs
Tensar fajas	4	0,20 hrs
Montaje de guardas	2	0,10 hrs

- Rotura eje de polea grúa volteo

	Personas	Tiempo
Traslado eje de polea a punto de trabajo	2	0,15 hrs
Desmontaje de componentes eje dañado	4	0,15 hrs
Desmontaje eje dañado en polea	4	0,50 hrs
Montaje repuesto de eje en polea	4	0,35 hrs
Montaje de componentes a eje en polea	4	0,15 hrs

- Rotura eslabones cadena de transmisión

	Personas	Tiempo
Trasladar cadena a punto de trabajo	2	0,10 hrs
Desmontar guardas	2	0,05 hrs
Aflojar base para montaje de eslabones	4	0,04 hrs
Desmontar eslabones	4	0,05 hrs
Verificar estado de perfil de <i>Sprocket</i>	3	0,02 hrs
Montaje de eslabones	4	0,04 hrs
Tensar cadena	4	0,10 hrs
Montaje de guardas	2	0,03 hrs

- Fallo interno reductor por daño/desgaste en componentes

	Personas	Tiempo
Traslado reductor a punto de trabajo	2	0,20 hrs
Desmontaje de componentes reductor dañado	5	0,60 hrs
Desmontaje de reductor dañado	5	0,25 hrs
Montaje repuesto de reductor	5	0,25 hrs
Montaje componentes de reductor	5	0,15 hrs

- Rotura placas laterales rodo banda hule

	Personas	Tiempo
Traslado de rodo a punto de trabajo	2	0,13 hrs
Quitar tensión de banda de hule	5	0,10 hrs
Desmontaje de componentes de rodo	7	0,40 hrs
Desmontaje de rodo dañado	7	0,25 hrs
Montaje de rodo nuevo	7	0,25 hrs
Montaje de componentes a rodo	7	0,45 hrs
Tensar banda de hule	5	0,15 hrs

- Rotura o daño manguito fijación de rodo banda de hule

	Personas	Tiempo
Traslado manguito de fijación a punto de trabajo	1	0,05 hrs
Quitar tensión de banda de hule	3	0,10 hrs
Desmontaje de componentes de rodo	3	0,25 hrs
Desmontar manguito de fijación dañado	3	0,15 hrs
Montaje de manguito de fijación nuevo en rodo	3	0,13 hrs
Montaje de componentes a rodo	3	0,20 hrs
Tensor banda de hule	3	0,10 hrs

- Fallo válvula hidráulica por interferencia interna/material extraño

	Personas	Tiempo
Verificar existencia de válvulas hidráulicas	1	0,04 hrs
Verificar existencia filtros de aceite	1	0,04 hrs
Verificar existencia de lubricante	1	0,04 hrs
Trasladar válvulas a punto de trabajo	2	0,04 hrs
Trasladar filtro de aceite a punto de trabajo	1	0,04 hrs
Trasladar lubricante a punto de trabajo	2	0,08 hrs
Desmontaje y limpieza de sistema hidráulico	4	0,20 hrs
Armado del sistema hidráulico	4	0,15 hrs
Rellenado depósito de aceite hidráulico	2	0,08 hrs

- Rotura o desgaste excesivo en acoplamiento

	Personas	Tiempo
Trasladar acople a punto de trabajo	1	0,08 hrs
Desmontar cuadrados y componentes de acople	4	0,15 hrs
Desmontar acoples	4	0,20 hrs
Montaje de acople nuevo	4	0,20 hrs
Alineamiento de acople	4	0,20 hrs

Montaje cuadrado y componentes de acople	4	0,15 hrs
Aplicar lubricación acople	1	0,05 hrs

- Rotura rodillo en banda de hule

	Personas	Tiempo
Trasladar rodillo a punto de trabajo	2	0,15 hrs
Quitar tensión a banda de hule	3	0,15 hrs
Desmontar componentes de rodillo	3	0,14 hrs
Desmontar rodillo dañado	3	0,15 hrs
Montar rodillo nuevo	3	0,08 hrs
Montar componentes de rodillo	3	0,10 hrs
Tensar banda de hule	3	0,15 hrs
Aplicar lubricación a rodillo	1	0,04 hrs

- Fugas de aceite en sellos de cilindro hidráulico

	Personas	Tiempo
Remover aceite de cilindro hidráulico	3	0,10 hrs
Desmontaje componentes de cilindro hidráulico	4	0,15 hrs
Desmontar cilindro hidráulico	5	0,15 hrs
Montar cilindro hidráulico	5	0,15 hrs
Montar componentes de cilindro hidráulico	4	0,15 hrs
Rellenar depósito con aceite	3	0,08 hrs

- Sobre calentamiento y pérdida característica mecánica protección aceite hidráulico

	Personas	Tiempo
Cerrar válvula de paso de agua	1	0,02 hrs
Desmontar tapaderas de enfriador	2	0,05 hrs
Realizar limpieza de enfriador	2	0,08 hrs

Montar tapaderas de enfriador	2	0,10 hrs
Abrir válvula de paso de agua	1	0,02 hrs
Verificar salida de agua	1	0,02 hrs

- Rotura base anclaje de cilindro hidráulico grúa de volteo

	Personas	Tiempo
Identificar rotura base anclaje cilindro hidráulico	2	0,07 hrs
Reparar o soldar rotura base anclaje cilindro	2	0,20 hrs
Verificar reparación rotura base anclaje cilindro	2	0,05 hrs

- Rotura componentes estructura grúa de volteo

	Personas	Tiempo
Identificar rotura de la estructura	2	0,05 hrs
Cambiar o reparar partes dañadas de estructura	2	0,20 hrs

- Rotura estructura de balancín grúa volteo

	Personas	Tiempo
Identificar rotura de estructura del balancín	2	0,05 hrs
Cambiar o reparar partes dañadas a estructura	2	0,20 hrs

- Rotura lámina fondo rastra saca basura

	Personas	Tiempo
Identificar rotura en láminas de fondo	3	0,06 hrs
Cambiar o reparar con soldadura láminas fondo	3	0,20 hrs

- Rotura banda de hule

	Personas	Tiempo
Traslado banda de hule a punto de trabajo	4	0,15 hrs
Quitar tensión banda de hule	5	0,20 hrs

Desmontaje de componentes banda de hule	10	0,55 hrs
Desmontaje banda de hule	10	0,65 hrs
Montaje banda de hule nueva	10	0,65 hrs
Montaje de componentes banda de hule	10	0,55 hrs
Tensar banda de hule	5	0,45 hrs

- Rotura de eje maza superior

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> de molino (paro)	3	0,25 hrs
Desarmar y desmontar chute	3	1,00 hrs
Desmontar el chifle	3	0,50 hrs
Desacoplar acoplamiento molino reductor	3	1,00 hrs
Desmontar flanchones superiores	3	0,50 hrs
Desmontar cabezotes	3	1,00 hrs
Desmontar entredos	1	0,25 hrs
Desmontar maza/corona	3	0,50 hrs
Verificar si se necesita corona nueva	2	0,50 hrs
Desmontar chumaceras y verificar estado	3	0,50 hrs
Hacer pruebas de contacto eje/chumacera	3	0,50 hrs
Montar eje y chumaceras	3	0,50 hrs
Montar todo equipo desmontado	3	4,75 hrs
Limpiar área de trabajo	1	0,50 hrs

- Rotura de eje maza inferior bagacera

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> molino	3	0,20 hrs
Desmontar conductor intermedio	3	1,00 hrs
Desmontar tapas laterales (monos)	3	0,50 hrs
Desmontar maza/eje fracturado	3	0,50 hrs

Desmontar chumaceras y verificar estado	3	0,50 hrs
Limpieza de piezas	1	0,50 hrs
Montar maza con chumaceras (<i>setting</i>)	3	0,50 hrs
Montar tapas laterales (monos)	3	0,50 hrs
Montar conductor intermedio	3	0,50 hrs
Rotar molino (asentar)	1	1,00 hrs
Arranque de molino (velocidad operación)	1	0,25 hrs
Remover <i>bypass</i>	3	0,20 hrs

- Rotura de eje maza inferior cañera

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> de molino	3	0,25 hrs
Desmontaje tapas laterales	3	0,50 hrs
Desmontaje motor hidráulico	3	4,00 hrs
Desmontaje eje/maza	3	0,50 hrs
Limpieza de sección	1	0,50 hrs
Montaje de repuestos y <i>setting</i>	3	0,50 hrs
Montaje de tapas laterales	3	0,50 hrs
Montaje de motor hidráulico	3	6,00 hrs
Rotar molino (asentar)	1	1,00 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,25 hrs

- Rotura eje de 4ta maza

	Personas	Tiempo
<i>Bypass</i> molino	3	0,25 hrs
Remover tapas laterales (monos)	3	0,50 hrs
Desmontar eje/maza	3	0,50 hrs
Limpieza de partes	1	0,50 hrs
Montar eje/maza repuesto	3	0,50 hrs

Montar tapas laterales (monos)	3	0,50 hrs
Rotar molino (asentar)	1	1,00 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,25 hrs
Meter en línea molino	1	0,25 hrs

- Daño en chumaceras rastra de bagacillo

	Personas	Tiempo
Paro de todos los equipos (Tándem)	1	0,20 hrs
Desmontaje chumacera dañada	3	0,50 hrs
Limpieza de sección	1	0,20 hrs
Calibrar chumacera nueva	3	0,50 hrs
Montaje de chumacera nueva	3	0,50 hrs
Arranque de equipos (Tándem)	1	0,05 hrs
Continuar operaciones	1	0,05 hrs

- Daño interno moto reductor de la transmisión del sinfín

	Personas	Tiempo
Paro de equipos	1	0,20 hrs
Desmontaje moto-reductor	3	0,50 hrs
Desmontaje <i>Sprocket</i>	3	0,25 hrs
Limpieza de sección	1	0,20 hrs
Montaje de repuesto motoreductor	3	0,50 hrs
Montaje de <i>Sprocket</i>	3	0,25 hrs
Arranque de equipo	1	0,05 hrs
Continuar operaciones	1	0,05 hrs

- Obstrucción flujo lubricante tubería farval

	Personas	Tiempo
Paro de equipo y preparación materiales	1	0,50 hrs
Desconectar sección de tubería	2	0,25 hrs
Quitar taponamiento	1	0,20 hrs
Limpieza de tubos	1	0,20 hrs
Conectar secciones de tubería	2	0,25 hrs
Hacer pruebas al equipo	2	0,20 hrs
Meter en línea molino	1	0,05 hrs

- Rotura cadena arrastre 698 conductor intermedio

	Personas	Tiempo
Paro de equipo, <i>By-pass</i> de molino	2	0,50 hrs
Aflojar cadena 698	3	0,25 hrs
Limpieza de bagazo	1	0,20 hrs
Desmontar eslabón o parte dañada	3	0,25 hrs
Montaje eslabón o parte nueva	3	0,25 hrs
Tensor cadena 698	3	0,25 hrs
Arranque de equipo	1	0,05 hrs
Quitar <i>Bypass</i> , continuar operaciones	1	0,05 hrs

- Rotura/deflexión eje cuchilla 4ta maza

	Personas	Tiempo
Bypass molino	3	0,20 hrs
Paro de equipo	1	0,05 hrs
Desmontar tapas laterales	3	0,25 hrs
Desmontar cuarta maza	3	0,50 hrs
Desmontar eje/cuchilla dañada	3	0,30 hrs
Limpieza del equipo (bagazo)	1	0,30 hrs

Montar eje/cuchilla nueva	3	0,50 hrs
Montar cuarta maza	3	1,00 hrs
Montar tapas laterales (monos)	3	0,50 hrs
Rotar molino (asentar)	1	2,00 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,25 hrs
Meter en línea molino	1	0,20 hrs

- Rotura/desgaste eje y dientes peine superior o bagacero

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> del molino y paro de equipo	4	0,20 hrs
Desmontar eje o peine dañado	3	0,50 hrs
Limpieza de equipo (bagazo)	1	0,20 hrs
Montar peine y atornillar	3	1,00 hrs
Rotar molino (asentar)	1	0,50 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,20 hrs
Meter en línea molino	1	0,05 hrs

- Rotura de teja superior/inferior maza

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> del molino y paro de equipo	4	0,20 hrs
Desmontar cabezote hidráulico	3	0,50 hrs
Desmontar chumacera superior	3	0,50 hrs
Levantar maza superior	3	1,00 hrs
Desmontar teja superior/inferior dañada	3	1,00 hrs
Montar teja superior/inferior nueva	3	1,00 hrs
Bajar maza superior	3	0,50 hrs
Montar chumacera superior	3	0,50 hrs
Montar cabezote hidráulico	3	0,50 hrs
Rotar molino (asentar)	1	0,25 hrs

Quitar <i>bypass</i>	3	0,25 hrs
Meter en línea molino	1	0,05 hrs

- Rotura de chumacera superior

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> el molino y paro de equipo	4	0,20 hrs
Desmontar cabezotes hidráulicos	3	0,50 hrs
Desmontar chumacera superior dañada	3	0,50 hrs
Limpieza de partes	1	0,30 hrs
Montaje de chumacera superior nueva	3	1,00 hrs
Montar cabezote hidráulico	3	0,60 hrs
Rotar molino (asentar)	1	0,25 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,10 hrs
Meter en línea molino	1	0,10 hrs

- Desgaste flanchon fijo

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> el molino y paro de equipo	4	0,20 hrs
Ajustar flanchon fijo	3	1,00 hrs
Aplicar soldadura extremo maza superior	2	0,50 hrs
Colocar tope a flanchon	3	0,30 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,20 hrs
Meter en línea molino	1	0,10 hrs

- Rotura chumacera inferior molinos

	Personas	Tiempo
<i>Bypass</i> molino	3	0,20 hrs
Desmontar tapas laterales (monos)	3	2,00 hrs
Desmontar chumacera	3	2,00 hrs

Limpieza de componentes	2	2,00 hrs
Montar chumacera nueva	3	1,00 hrs
Montar tapas laterales (monos)	3	1,00 hrs
Rotar molino (pruebas)	1	0,50 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,20 hrs

- Rotura corona/diente transmisión molinos

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> molino	3	0,20 hrs
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Desmontar cuña	3	1,00 hrs
Desmontar corona	3	1,00 hrs
Limpieza equipo	2	0,50 hrs
Montar corona de repuesto	3	1,00 hrs
Montar cuña	3	1,00 hrs
Rotar molino	1	0,50 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,20 hrs
Meter en línea molino	1	0,10 hrs

- Rotura eslabón cadena rastra de bagacillo

	Personas	Tiempo
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Desmontar eslabón o parte dañada	2	0,50 hrs
Limpieza de equipo (quitar bagazo)	1	0,50 hrs
Montar equipo nuevo	2	0,25 hrs
Arranque de equipo (pruebas)	1	0,25 hrs

- Daño interno reductor conductor intermedio

	Personas	Tiempo
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Desmontaje de reductor dañado	2	0,50 hrs
Desmontaje de <i>Sprocket</i> TRC	2	0,25 hrs
Limpieza de partes	1	0,50 hrs
Montaje de <i>Sprocket</i> TRC	2	0,25 hrs
Montaje de reductor	2	0,50 hrs
Arranque de equipo (pruebas)	1	0,10 hrs

- Fuga en tubería de agua

	Personas	Tiempo
Paro de equipos y flujo en drenaje	1	0,50 hrs
Cortar parte dañada en tubo	1	0,25 hrs
Colocar parte de tubo repuesto y soldar	1	0,50 hrs
Arranque equipo	1	0,10 hrs
Meter en línea molino	1	0,10 hrs

- Rotura de eslabón cadena TRC 120 conductor intermedio

	Personas	Tiempo
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Desmontar eslabón o parte dañada	2	0,10 hrs
Montar eslabón de repuesto	2	0,10 hrs
Arranque de equipo	1	0,10 hrs

- Rotura/desprendimiento duelas de acero conductor intermedio

	Personas	Tiempo
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Desmontar duela dañada	2	0,10 hrs

Montar duela de repuesto	2	0,20 hrs
Colocar amarre y soldar tuerca/tornillo	2	0,20 hrs
Darle arranque al equipo	1	0,05 hrs

Fallo interno de bomba motor hidráulico

	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> molino	3	0,20 hrs
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Desmontaje bomba dañada	3	1,00 hrs
Desmontaje motor hidráulico	3	3,00 hrs
Sacar aceite de tanque	3	2,00 hrs
Limpieza de manguera y partes	2	1,00 hrs
Cambio de filtros	2	0,50 hrs
Montaje bomba de repuesto	3	1,00 hrs
Montaje motor de repuesto	3	4,00 hrs
Llenar tanque con aceite	3	1,50 hrs
Hacer <i>flushing</i> al sistema	1	2,00 hrs
Darle marcha a sistema (pruebas)	1	2,00 hrs
Darle marcha a molino	1	1,00 hrs
Quitar <i>bypass</i>	3	0,20 hrs
Meter en línea molino	1	0,20 hrs

- Fuga en tubería de jugo diluido

	Personas	Tiempo
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Drenar tubería	1	0,20 hrs
Cortar parte dañada en tubo	2	0,25 hrs
Limpiar tubo	2	0,25 hrs
Colocar repuesto tubo nuevo	2	0,50 hrs

Soldar parte	2	0,50 hrs
Arranque de equipo	1	0,20 hrs

- Descarrilamiento cadena de arrastre (conductor intermedio)

	Personas	Tiempo
Paro de equipo	1	0,10 hrs
Desalojar bagazo	3	0,50 hrs
Aflojar cadena de arrastre	2	0,30 hrs
Desmontar cadena de arrastre	3	0,30 hrs
Montar y encarrilar cadena	2	0,50 hrs
Tensor cadena de arrastre	2	0,30 hrs
Arranque de equipo y continuar operaciones	1	0,10 hrs

- Fuga de aceite cabezote molino

	Personas	Tiempo
Paro de equipo	1	0,05 hrs
Bajar presión (0 psi)	2	0,05 hrs
Desmontar tapón y sello	3	0,10 hrs
Desmontar pistón (cabezote) y sello	2	0,10 hrs
Limpieza de partes	3	0,10 hrs
Montar sellos a pistón	3	0,20 hrs
Montar pistón	3	0,20 hrs
Montar sello a tapón	3	0,10 hrs
Montar tapón	3	0,10 hrs
Subir a presión indicada (2400psi)	2	0,05 hrs
Arranque de equipo	1	0,05 hrs
Quitar <i>bypass</i>	4	0,10 hrs
Meter en línea molino	1	0,05 hrs

- Rotura de componentes bomba

	Personas	Tiempo
Sacar de línea el equipo	1	0,10 hrs
Parar equipo y preparar material	1	0,20 hrs
Bloqueo de equipo	1	0,10 hrs
Desarmar bomba	2	0,50 hrs
Desmontar impulsor	2	0,20 hrs
Desmontar rodamiento	2	0,25 hrs
Desmontar retenedores	2	0,30 hrs
Desmontar eje	2	0,30 hrs
Desmontar acople	2	0,25 hrs
Montar acople nuevo	2	0,25 hrs
Montar eje nuevo	2	0,25 hrs
Montar rodamiento nuevos	2	0,25 hrs
Montar retenedores nuevos	2	0,25 hrs
Montar impulsor nuevo	2	0,30 hrs
Quitar bloqueo	1	0,10 hrs
Hacer pruebas a bombas y ver funcionamiento	1	0,25 hrs
Meter en línea molino	1	0,10 hrs

Estas son las hojas de rutas que básicamente son las posibles fallas que pueden ocurrir en el proceso de extracción de jugo durante la época de zafra, aquí se indican los pasos a seguir para un fácil manejo de los mantenimientos correctivos en operación con tiempos estimados reales, ya que en esta época de operación es indispensable no perder mucho tiempo cuando ocurre una avería, casi siempre se cambia la pieza dañada por otra nueva o por una usada que sirva de repuesto, por lo que las correcciones deben hacerse de forma rápida para no afectar la producción.

3.1.2. Mantenimiento programado no operación

Este proceso es ejecutado en época de no operación por los Departamentos de Servicio y los procesos operativos; el inicio del proceso es la revisión y modificación del plan maestro de mantenimiento del período, esta programación la revisa el jefe de proceso al cual pertenece el mantenimiento. Después de tener el plan maestro de mantenimiento el coordinador del proceso programa los mantenimientos semanales. La programación semanal la libera el Centro de Planificación para iniciar el mantenimiento con el desmontaje/revisión del equipo.

Luego de la revisión del equipo el jefe de mantenimiento analizará si hay necesidad de mantenimiento predictivo externo, si es así gestionará y programará los servicios. Luego de la revisión del equipo el jefe de proceso al cual pertenece el mantenimiento analizará si necesita servicios externos para reparación, si los necesita, los gestiona y programa. Después de la revisión primaria del equipo, el coordinador de turno analizará si son necesarios más recursos materiales y humanos para la tarea y modificará la orden según sea el caso.

La orden también se modificará si los jefes de proceso y mantenimiento gestionaron y programaron algún servicio externo. Después de ejecutar la orden según programa, los supervisores de proceso aceptarán los servicios externos de reparación y notifican el mantenimiento programado con personal interno. El jefe de mantenimiento aceptará los servicios externos y entregará los resultados a los jefes de proceso correspondientes.

En caso de que un mantenimiento fuera no satisfactorio, el ciclo regresa nuevamente a la evaluación de servicios externos tanto de mantenimiento como

de diagnóstico, para luego reevaluar si es necesario asignar nuevos recursos materiales y humanos para reprogramar la orden. Si el mantenimiento fue conforme el supervisor de proceso reportará los datos necesarios para el cierre de la orden, con estos datos, el centro de planificación cierra la orden.

Se crearon Hojas de Ruta, las cuales se pueden definir por Objeto Técnico (Ubicaciones o Equipos) o de Instrucciones (genéricas), para el caso del mantenimiento programado no operación llamado también reparación, las hojas de rutas estarán creadas con todas las acciones que se hacen en dicha época para la correcta reparación del equipo, a continuación se enlista las mismas.

3.1.2.1. Hojas de ruta extracción programado no operación

Para las siguientes hojas de ruta se va a considerar el centro de planificación como PSAI (Pantaleón S.A., Industrial), los grupos planificadores de dar mantenimiento al equipo serán mantenimiento extracción y mecánicos molinos, asimismo el puesto de trabajo asignados a la hoja de ruta están considerados como mecánico 2, mecánico 3, mecánico 4, mecánico 5, mecánico 6, y mecánico 7, soldador 1, soldador 3, soldador 5, mecánico de máquina herramienta 5, ayudante 1 y ayudante 2 dependiendo de la hoja ruta.

- Mantenimientos conductores de caña preparación de caña

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Reforzar bancazos de las chumaceras Pre-picadora	Soldadr5	1	24 hrs
Desmontar lienzos duelas	Mecanic5	2	17 hrs
Efectuar limpieza a conductor	Ayudant1	1	16 hrs

Desarmar lienzos de duelas	Ayudant1	1	40 hrs
Desarmar cadenas	Ayudant2	1	60 hrs
Desmontar ejes	Mecanic2	2	16 hrs
Reparar columnas	Soldadr5	1	48 hrs
Reparar vigas	Soldadr5	1	48 hrs
Revisar y eliminar correderas	Soldadr5	1	48 hrs
Revisar y reparar vigas correderas	Soldadr5	1	48 hrs
Revisar chumaceras	Mecanic5	2	8 hrs
Reparar y nivelar correderas retorno	Soldadr5	1	80 hrs
Colocar correderas superiores	Soldadr5	1	80 hrs
Colocar corredera retorno	Soldadr5	1	80 hrs
Reparar faldones y techo	Soldadr5	1	80 hrs
Montar eje motriz	Mecanic2	2	16 hrs
Montar eje guía	Mecanic2	2	16 hrs
Montar eje cola	Mecanic2	2	16 hrs
Montar eje rodos	Mecanic2	2	16 hrs
Asentar chumaceras	Mecanic2	2	16 hrs
Colocar amarre correderas	Soldadr5	1	40 hrs
Reparar nivelador	Mecanic2	2	24 hrs
Armar cadena	Ayudant1	1	60 hrs
Reparar duelas	Ayudant1	1	80 hrs
Montar cadenas	Ayudant1	1	27 hrs
Enduelar conductor	Ayudant1	1	27 hrs
Revisar contraejes de movimiento	Mecanic2	2	16 hrs
Revisar y colocar cadenas transmisión	Mecanic2	2	8 hrs
Colocar protectores a duelas	Ayudant1	2	40 hrs
Colocar angulares	Soldadr5	3	16 hrs

- Mantenimientos conductores de caña banda de hule molino 1

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar registros a eje motriz	Mecanic4	1	2 hrs
Desmontar cadena de transmisión	Mecanic4	1	1 hrs
Desmontar cama de rodillos	Mecanic4	1	8 hrs
Desmontar chumaceras eje de cola	Mecanic4	1	4 hrs
Desmontar eje de cola	Mecanic4	1	2 hrs
Desmontar eje motriz	Mecanic4	1	4 hrs
Desmontar rodillos de hule	Mecanic4	1	4 hrs
Desmontar banda de hule	Mecanic4	1	4 hrs
Limpieza de conductor	Mecanic4	1	4 hrs
Rev. cojinetes y chumaceras de eje motriz	Mecanic4	1	4 hrs
Rev. eje motriz y manguitos de fijación	Mecanic4	1	4 hrs
Revisar. cojinetes y chumaceras eje de cola	Mecanic4	1	4 hrs
Revisar y reparar rodillos de hule	Mecanic4	1	24 hrs
Pintar estructura, eje motriz y de cola	Mecanic4	1	8 hrs
Desmontar reductor	Mecanic4	1	2 hrs
Revisar y montar <i>Sprocket</i> y cadena de transmisión	Mecanic4	1	4 hrs
Revisar reductor	Mecanic4	1	24 hrs
Reparar cama de soporte rodillos de hule	Mecanic4	1	24 hrs
Montar banda de hule dentro de estructura	Mecanic4	1	4 hrs
Montar eje motriz entre banda y estructura	Mecanic4	1	2 hrs
Montar cojinetes a eje motriz	Mecanic4	1	2 hrs
Montar la cama que soporta los rodillos	Mecanic4	1	4 hrs
Montar eje de cola entre banda y estructura	Mecanic4	1	4 hrs
Colocar rodillos de hule en la cama	Mecanic4	1	4 hrs
Montar correderas de chumacera eje cola	Mecanic4	1	2 hrs

Montar chumacera en correderas y eje cola	Mecanic4	1	4 hrs
Hacer pilones para castigadera eje de cola	Mecanic4	1	2 hrs
Ajuste y calibra de cojinetes eje motriz	Mecanic4	1	2 hrs
Cerrar cajas de chumaceras eje motriz	Mecanic4	1	2 hrs
Montar <i>Sprocket</i> de transmisión	Mecanic4	1	1 hrs
Colocar vigas cargadoras parte baja de conductor	Mecanic4	1	2 hrs
Tensar banda de hule	Mecanic4	1	2 hrs
Fabricación de sellos superiores	Mecanic4	1	16 hrs
Colocar sellos parte superior de banda	Mecanic4	1	8 hrs
Montar conductor en su lugar de trabajo	Mecanic4	1	4 hrs
Prueba de conductor	Mecanic4	1	4 hrs

- Mantenimiento rastra desarenadora

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar duelas	Mecanic3	1	8 hrs
Desmontar cadenas	Mecanic3	1	8 hrs
Desmontar eje motriz	Mecanic3	1	6 hrs
Desmontar eje intermedio	Mecanic3	1	6 hrs
Desmontar eje de cola	Mecanic3	1	6 hrs
Revisar chumaceras eje motriz	Mecanic3	1	2 hrs
Revisar chumaceras eje intermedio	Mecanic3	1	2 hrs
Revisar chumaceras eje cola	Mecanic3	1	2 hrs
Desarmar cadena y revisar	Mecanic3	1	10 hrs
Reparar y armar cadena	Mecanic3	1	10 hrs

Reparar o cambiar eje motriz	Mecanic3	2	24 hrs
Reparar o cambiar eje intermedio	Mecanic3	2	24 hrs
Reparar o cambiar eje de cola	Mecanic3	2	24 hrs
Reparar o cambiar chumaceras de madera eje intermedio y eje de cola	Mecanic3	1	8 hrs
Reparar o cambiar chumaceras de ejes	Mecanic3	1	8 hrs
Reparar faldones	Soldadr3	1	16 hrs
Montar y alinear ejes	Mecanic3	1	16 hrs
Montar cadenas	Mecanic3	1	8 hrs
Montar duelas	Mecanic3	1	8 hrs
Revisar y montar cadena de transmisión	Mecanic3	1	4 hrs
Revisar reductor	Mecanic4	1	24 hrs
Pruebas	Mecanic3	1	8 hrs

- Mantenimiento conductor intermedio (*donelly* de molinos)

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar eje de cola	Mecanic3	1	4 hrs
Desmontar eje motriz	Mecanic3	1	6 hrs
Desmontar cadena de transmisión	Mecanic3	1	1 hrs
Desmontar <i>Sprocket</i> de transmisión	Mecanic3	1	6 hrs
Desmontar cojinetes	Mecanic3	1	6 hrs
Desmontar <i>Sprocket</i> 698	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza de conductor	Mecanic3	1	6 hrs
Revisar eje motriz	Mecanic3	1	8 hrs

Revisar eje de cola	Mecanic3	1	8 hrs
Revisar <i>Sprocket</i> cadena de arrastre	Mecanic3	1	4 hrs
Revisar cojinetes	Mecanic3	1	4 hrs
Cambiar cojinetes	Mecanic3	1	4 hrs
Revisar cadena de transmisión	Mecanic3	1	2 hrs
Revisar <i>Sprocket</i> de transmisión	Mecanic3	1	2 hrs
Cambiar cadena y <i>Sprocket</i> de transmisión	Mecanic3	1	2 hrs
Pintura de conductor	Mecanic3	1	2 hrs
Montar eje motriz	Mecanic3	1	8 hrs
Montar eje de cola	Mecanic3	1	8 hrs
Montar <i>Sprocket</i> de transmisión	Mecanic3	1	8 hrs
Armar cadena de arrastre	Mecanic3	1	8 hrs
Montar cadena de arrastre	Mecanic3	1	8 hrs
Montar duelas	Mecanic3	1	8 hrs
Montar cadena de transmisión	Mecanic3	1	1 hrs
Revisar lámina fondo de conductor	Soldadr4	1	2 hrs
Cambiar lámina fondo de conductor	Soldadr4	1	40 hrs
Revisar faldones conductor	Soldadr4	1	2 hrs
Cambiar faldones	Soldadr4	1	32 hrs
Revisar compuertas	Soldadr4	1	2 hrs
Reparar o cambiar compuerta	Soldadr4	1	16 hrs
Revisar corredera superior e inferior	Soldadr4	1	2 hrs
Cambiar corredera superior e inferior	Soldadr4	1	16 hrs
Aplicar soldad ruedas dentadas motrices	Soldadr3	1	44 hrs
Aplicar soldad en rodos dentadas de cola	Soldadr3	1	24 hrs
Soldadura de conductor	Soldadr3	1	24 hrs
Revisar duelas	Soldadr3	1	16 hrs
Fabricar duelas	Soldadr3	1	80 hrs

- Mantenimiento grúa de volteo de caña

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Reparar estructura general grúa de volteo	Soldadr1	1	80 hrs
Reparar estructura general balancín grúa de volteo	Soldadr4	1	80 hrs
Reparar sistema hidráulico grúa de volteo	Mecanic8	1	80 hrs
Reparación Chifles auxiliar y grúa volteo	Soldadr3	1	80 hrs

- Mantenimiento mesas de caña preparación de caña

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar cadenas y duelas	Mecanic5	1	24 hrs
Revisar y armar cadenas	Mecanic5	1	40 hrs
Desmontar y reparar eje motriz	Soldadr3	1	40 hrs
Revisar chumaceras eje motriz	Mecanic2	1	8 hrs
Revisar y reparar duelas	Soldadr4	1	64 hrs
Reparar piso	Mecanic5	1	40 hrs
Reparar chifle	Mecanic5	1	24 hrs
Reparar faldones	Mecanic5	1	24 hrs
Revisar y eliminar correderas	Mecanic5	1	16 hrs
Colocar correderas	Mecanic5	1	16 hrs
Calzar y Pulir eje motriz	Soldadr3	1	32 hrs
Revisar y reparar eje de cola	Mecanic5	1	16 hrs
Revisar chumaceras eje de cola	Mecanic2	1	8 hrs
Revisar y reparar rodo guía	Mecanic5	1	16 hrs
Revisar chumaceras rodo guía	Mecanic2	1	8 hrs

Revisar y reparar vigas/columnas	Mecanic5	1	16 hrs
Armar cadenas con duelas	Soldadr3	1	40 hrs
Montar ejes	Mecanic2	1	8 hrs
Revisar y colocar cadenas transmisión	Mecanic2	1	8 hrs
Revisar y reparar nivelador	Soldadr3	1	16 hrs
Revisar chumaceras nivelador	Mecanic2	1	8 hrs
Revisar y reparar canales de lavado	Mecanic5	1	16 hrs
Montar cadenas	Mecanic5	1	16 hrs
Reparar piso, chifle, faldones	Mecanic5	1	40 hrs
Asentar chumaceras	Mecanic2	1	8 hrs

- Mantenimiento picadora de caña preparación caña

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar	Mecanic5	2	8 hrs
Revisar Cojinetes	Mecanic5	2	8 hrs
Revisar Discos	Mecanic5	2	16 hrs
Aplicar Blindaje de soldadura a Discos	Mecanic5	2	40 hrs
Armar Cojinetes	Mecanic5	2	8 hrs
Montar picadora	Mecanic5	2	8 hrs
Acoplar con reductor	Mecanic5	2	8 hrs

- Mantenimiento troceadora caña preparación caña

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar	Mecanic5	2	8 hrs
Revisar cojinetes	Mecanic5	2	16 hrs

Revisar soportes	Mecanic5	2	24 hrs
Aplicar soldadura a soportes	Mecanic5	2	40 hrs
Armar cojinetes	Mecanic5	2	8 hrs
Montar ejes de troceadora	Mecanic5	2	16 hrs
Apretar y calibrar rodamientos	Mecanic5	1	8 hrs
Engrasar rodamientos y <i>coupling</i>	Mecanic5	1	8 hrs
Cerrar las chumaceras	Mecanic5	1	8 hrs
Acoplar ejes	Mecanic5	1	32 hrs
Montar y alinear polea	Mecanic5	1	8 hrs
Revisar rodamientos de contra eje	Mecanic5	1	8 hrs
Alinear contra eje y motor eléctrico	Mecanic5	1	8 hrs
Tensar fajas	Mecanic5	1	8 hrs

- Mantenimiento rastra de bagacillo

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar duelas	Mecanic3	2	8 hrs
Desmontar cadenas	Mecanic3	2	8 hrs
Desmontar telas	Mecanic3	2	8 hrs
Revisar chumaceras eje motriz	Mecanic3	2	8 hrs
Revisar chumaceras rodo intermedio	Mecanic3	2	8 hrs
Revisar chumacera eje de cola	Mecanic3	2	8 hrs
Desarmar cadena y revisar	Mecanic3	2	12 hrs
Armar y reparar cadena	Mecanic3	2	12 hrs
Reparar vigas	Soldadr4	1	32 hrs
Reparar fondos	Soldadr4	1	40 hrs
Eliminar correderas	Soldadr4	1	32 hrs
Reparar correderas	Soldadr4	1	32 hrs

Reparar o cambiar eje motriz	Mecanic3	2	40 hrs
Reparar o cambiar eje de cola	Mecanic3	2	40 hrs
Reparar o cambiar rodos intermedios	Mecanic3	2	40 hrs
Reparar faldones	Soldadr4	1	40 hrs
Montar y alinear ejes	Mecanic3	2	12 hrs
Montar cadenas	Mecanic3	2	12 hrs
Colocar duelas	Mecanic3	2	12 hrs
Revisar y montar cadenas transmisión	Mecanic3	2	8 hrs
Pruebas	Mecanic3	2	4 hrs

- Mantenimiento rastra sacabasura

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar duelas	Soldadr3	1	24 hrs
Desmontar cadenas	Soldadr3	1	8 hrs
Desmontar ejes	Mecanic4	2	8 hrs
Revisar chumaceras	Mecanic4	2	8 hrs
Reparar chumaceras	Mecanic4	2	24 hrs
Desarmar y revisar cadenas	Soldadr3	1	54 hrs
Reparar y armar cadena	Soldadr3	1	40 hrs
Reparar correderas	Soldadr3	1	24 hrs
Reparar fondo y faldones	Soldadr3	1	24 hrs
Calzar eje motriz	Soldadr4	1	16 hrs
Calzar eje intermedio	Soldadr3	1	16 hrs
Calzar eje de cola	Soldadr3	1	16 hrs
Reparar o cambiar eje motriz	Mecanic3	2	24 hrs
Reparar o cambiar eje intermedio	Mecanic3	2	24 hrs
Reparar o cambiar eje de cola	Mecanic3	2	24 hrs

Reparar o cambiar rodos intermedios	Mecanic3	2	16 hrs
Reparar hembra guía	Soldadr3	1	32 hrs
Reparar parrilla recolectora	Soldadr3	1	40 hrs
Montar y alinear ejes	Soldadr3	1	24 hrs
Montar cadena	Soldadr3	1	16 hrs
Colocar duelas	Soldadr3	1	24 hrs
Revisar y colocar cadenas transmisión	Soldadr3	1	4 hrs
Hacer duelas	Soldadr3	1	8 hrs

- Mantenimiento reductores de velocidad

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontaje de reductor	Mecanic4	2	0,85 hrs
Limpieza exterior de reductor	Mecanic4	1	0,3 hrs
Desmontar guardas	Mecanic4	1	0,2 hrs
Desacoplar reductor	Mecanic4	1	0,2 hrs
Sacar aceite a depósito	Mecanic4	1	0,3 hrs
Aflojar tornillería de tapaderas	Mecanic4	1	0,45 hrs
Desmontar componentes externos de red	Mecanic4	1	0,65 hrs
Desmontar tapaderas	Mecanic4	1	0,65 hrs
Verificar juegos a ejes	Mecanic4	1	0,6 hrs
Desmontar ejes	Mecanic4	1	0,75 hrs
Limpieza de componentes del reductor	Mecanic4	1	0,65 hrs
Verificar estado de cojinetes	Mecanic4	1	0,75 hrs
Verificar estado de engranes	Mecanic4	1	0,75 hrs
Verificar estado de ejes	Mecanic4	1	0,75 hrs
Verificar estado de acoples	Mecanic4	1	0,4 hrs
Montaje ejes	Mecanic4	1	0,8 hrs
Verificar juego axial	Mecanic4	1	0,75 hrs

Verificar juego radial, entre dientes	Mecanic4	1	0,75 hrs
Montar tapaderas	Mecanic4	1	0,55 hrs
Apretar tornillos de tapadera	Mecanic4	1	0,45 hrs
Montar componentes de reductor	Mecanic4	1	0,6 hrs
Montaje de reductor	Mecanic4	2	0,9 hrs
Rellenar depósito de aceite	Mecanic4	1	0,4 hrs
Alinear y acoplar reductor	Mecanic4	1	0,75 hrs
Montar guardas	Mecanic4	1	0,2 hrs

- Desmontaje de molino

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar tubería de maceración	Mecanic3	1	4 hrs
Desmontar Canoa	Mecanic3	1	4 hrs
Desmontar Faldones	Mecanic3	1	4 hrs
Desmontar tubería de Lubricación	Mecanic3	1	4 hrs
Desmontar tubería y mangueras de Enfriamiento	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar Chifle <i>Bypass</i>	Mecanic3	1	2 hrs
Desconectar Motor eléctrico <i>Donelly</i>	Electri3	1	2 hrs
Desmontar Conductor Intermedio	Mecanic5	1	4 hrs
Desmontar Chute y botas	Mecanic3	1	8 hrs
Desmontar acople de molino	Mecanic6	1	8 hrs
Desmontar peine superior y bagacero	Mecanic6	1	4 hrs
Desmontar cabezotes hidráulicos	Mecanic6	1	2 hrs
Desmontar entre dos y Chumacera superior	Mecanic6	1	2 hrs
Desmontar Pasillos	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar Maza Superior	Mecanic7	1	2 hrs
Desmontar tapa lateral 4ta maza	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar cuarta maza	Mecanic7	1	2 hrs

Desmontar cuchilla cuarta maza	Mecanic7	1	2 hrs
Desmontar sellos metálicos (Gavilanes)	Mecanic3	1	8 hrs
Desmontar tapas laterales cañeras	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar tapas laterales bagaceras	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar cubiertas chumaceras mazas cañeras	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar maza cañera	Mecanic7	1	2 hrs
Desmontar chumaceras cañeras	Mecanic7	1	2 hrs
Desmontar cubiertas chumaceras mazas bagacera	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar maza bagacera	Mecanic7	1	2 hrs
Desmontar chumaceras bagaceras	Mecanic7	1	4 hrs
Desmontar puentes y cuchilla Central	Mecanic7	1	4 hrs
Desmontar excéntrico y guitarra	Mecanic7	1	2 hrs
Desmontar Coronas (5)	Mecanic7	1	20 hrs
Desmontar soporte puente (caballito)	Mecanic7	1	2 hrs

- Limpieza y evaluación componentes molino

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Limpieza vírgenes	Mecanic3	1	20 hrs
Limpieza y evaluación tapas laterales inferiores (monos)	Mecanic3	1	8 hrs
Limp y Evaluación de Soportes Caballitos	Mecanic3	1	8 hrs
Limpieza y evaluación puente	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza y Evaluación ejes excéntricos	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza y Revisión Tazas	Mecanic3	1	8 hrs
Limpieza y evaluación coronas	Mecanic3	1	10 hrs
Limpieza y evaluación acoples molino	Mecanic3	1	8 hrs

Limpieza y evaluación chumacera superior e inferior	Mecanic3	1	32 hrs
Limpieza y evaluación sellos metálicos	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza y evaluación de cabezote hidráulico y entre-dos	Mecanic6	1	8 hrs
Limpieza y revisión de molino	Mecanic7	1	4 hrs
Limpieza y evaluación de pasillos	Mecanic3	1	8 hrs
Limpieza y evaluación de chute	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza y evaluación de faldones	Mecanic3	1	8 hrs
Limpieza y evaluación canoa y tubería de maceración	Mecanic3	1	2 hrs
Limpieza y evaluación chifle Bypass	Mecanic3	1	2 hrs
Limpieza y evaluación canales drenaje peine superior	Mecanic3	1	2 hrs

- Cambio tornillo de anclaje vírgenes

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Evaluar tornillos de soporte y anclajes	Mecanic7	1	2 hrs
Cambiar tornillos anclaje	Mecanic7	1	16 hrs

- Mantenimiento de vírgenes

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Revisión y evaluación de vírgenes (LM y L.R)	Mecanic7	1	4 hrs
Reparación Mecánica de vírgenes	Mecanic3	1	8 hrs
Reparación soldadura de vírgenes	Soldadr3	1	24 hrs
Pintura de Vírgenes	Mecanic2	1	4 hrs
Revisión y Evaluación de Bancazos	Mecanic7	1	2 hrs

Reparación de bancazos soldadura	Soldadr3	1	8 hrs
Chequeo lineamiento vírgenes	Mecanic7	1	8 hrs
Chequeo nivel vírgenes	Mecanic7	1	8 hrs
Corrección virgen lado motor	Mecanic3	1	30 hrs
Corrección virgen lado rastra	Mecanic3	1	30 hrs

- Mantenimiento tapas laterales vírgenes

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Reparación tapas laterales mecánica	Mecanic3	1	16 hrs
Reparación tapas laterales soldadura	Soldadr3	1	32 hrs
Pintura tapas laterales	Mecanic2	1	16 hrs
Montaje tapas laterales cañeros	Mecanic4	1	4 hrs
Montaje tapas laterales bagaceros	Mecanic4	1	4 hrs
Montaje de tapas laterales 4ta maza	Mecanic4	1	4 hrs

- Mantenimiento puente molino

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Reparación Soporte Puente Soldaduras	Soldadr3	1	16 hrs
Cambiar Soportes puente (Caballitos)	Mecanic3	1	16 hrs
Montar Soportes (Caballitos)	Mecanic3	1	8 hrs
Reparación puente soldadura	Soldadr3	1	1 hrs
Reparación Puente Maquinado	Externo		1 hrs

- Mantenimiento de tazas recolectoras

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Reparación soldadura tazas	Soldadr3	1	64 hrs
Revisión y reparación canales jugo a tanques	Soldadr3	1	16 hrs
Revisión y reparación tubería lavado de tazas	Soldadr3	1	32 hrs

- Mantenimiento de coronas y acoples

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Medición y evaluación de coronas	Mecanic3	1	12 hrs
Reparación con soldadura coronas	Soldadr3	1	44 hrs
Maquinado de corona	Externo		12 hrs
Pulir coronas	Ayudant2	1	24 hrs
Montaje de coronas	Mecanic7	1	2 hrs
Cambiar Cuñas de coronas	Mecanic3	1	24 hrs
Tallado y montaje de cuñas	Mecanic3	1	4 hrs
Reparación acople con soldadura	Soldadr3	1	48 hrs
Pulir acople de molino	Ayudant2	1	16 hrs
Armado de acoplamiento	Mecanic3	1	4 hrs
Montar acoplamiento	Mecanic7	1	3 hrs

- Mantenimiento de chumaceras

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Reparar cajas de chumaceras inferiores	Externo		8 hrs

Reparar cajas de chumaceras inferiores, mecánica	Mecanic3	1	8 hrs
Reparar tejas de chumaceras inferiores con soldadura	Externo		8 hrs
Reparar tejas de chumaceras Inferiores, mecánica	Mecanic3	1	8 hrs
Reparar cajas de chumaceras 4ta y superior con soldadura	Externo		8 hrs
Reparar cajas de chumaceras 4ta y superior, mecánica	Mecanic3	1	8 hrs
Reparar tejas de chumaceras 4ta y superior con soldadura	Externo		8 hrs
Reparar tejas de chumaceras 4ta y superior, mecánica	Mecanic3		8 hrs
Maquinado tejas inferiores cañera y bagacera	Externo		16 hrs
Maquinado de cajas chumacera cañera y bagacera	Externo		16 hrs
Maquinado tejas 4ta maza y superior	Externo		16 hrs
Maquinado cajas chumacera 4ta maza y superior	Externo		16 hrs
Armado chumacera cañera y prueba hidrostática	Mecanic3	1	4 hrs
Armado chumacera bagacera y prueba hidrostática	Mecanic3	1	4 hrs
Armado chumacera 4ta maza y prueba hidrostática	Mecanic3	1	2 hrs
Armado chumacera superior y prueba hidrostática	Mecanic3	1	4 hrs

Rectificado y pulido chumacera cañera	Externo		8 hrs
Rectificado y pulido chumacera bagacera	Externo		8 hrs
Rectificado y pulido chumacera 4ta y superior	Externo		16 hrs
Maquinado de radios chumacera cañera	Externo		4 hrs
Preparar calzos de chumacera cañera	Mecanic3	1	4 hrs
Nivelación y lineamiento chumacera cañera	Mecanic7	1	4 hrs
Prueba contacto eje/chumacera cañera	Mecanic7	1	4 hrs
Reparar cubierta y cambio fieltro chumacera cañera	Mecanic3	1	4 hrs
Montar cubierta chumacera maza cañera	Mecanic3	1	4 hrs
Maquinado radios chumacera bagacera	Externo		4 hrs
Preparar calzos de chumacera bagacera	Mecanic3	1	4 hrs
Nivelación lineamiento chumac. bagacera	Mecanic7	1	8 hrs
Prueba de contacto eje/chumacera bagacera	Mecanic7	1	4 hrs
Reparación y cambio fieltro chumacera bagacera	Mecanic3	1	4 hrs
Montar cubierta chumacera maza bagacera	Mecanic3	1	4 hrs
Maquinado radios chumacera 4ta maza	Externo		4 hrs
Preparar calzos de chumacera 4ta maza	Mecanic3	1	4 hrs
Nivelación lineamiento chumacera. 4ta maza	Mecanic7	1	8 hrs
Prueba contacto eje/chumacera 4ta maza	Mecanic7	1	4 hrs
Reparación y cambio de fieltro chumacera 4ta maza	Mecanic3	1	4 hrs
Maquinado de radios chumacera superior	Externo		4 hrs
Prueba contacto eje/chumacera superior	Mecanic7	1	4 hrs

Nivelación lineamiento chumacera superior	Mecanic7	1	8 hrs
Calibración chumacera superior	Mecanic7	1	9 hrs
Montar chumaceras superiores	Mecanic7	1	4 hrs

- Mantenimiento guardas y canales de jugo

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Fabricación guarda jugo maza cañera	Soldadr3	1	16 hrs
Montaje guarda jugo maza cañera	Soldadr3	1	48 hrs
Fabricación guarda jugo maza bagacera	Soldadr3	1	16 hrs
Montaje guarda jugo maza bagacera	Soldadr3	1	48 hrs
Fabricación guarda jugo 4ta maza	Soldadr3	1	16 hrs
Montaje guarda jugo 4ta maza	Soldadr3	1	32 hrs
Fabricar canales drenaje peine superior	Soldadr3	1	12 hrs
Montar canales drenaje peine superior	Soldadr3	1	12 hrs

- Mantenimiento cuchillas y peines molinos

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Revisión ejes excéntricos	Mecanic7	1	2 hrs
Cambiar ejes excéntricos	Mecanic7	1	24 hrs
Montaje eje excéntrico	Mecanic7	1	4 hrs
Revisión tornillos de soporte cuchillas	Mecanic7	1	4 hrs
Cambiar tornillos soporte cuchilla 4ta	Mecanic7	1	12 hrs
Cambiar cuchilla central	Mecanic7	1	72 hrs
Montar cuchilla central y atornillar puente	Mecanic7	1	4 hrs
Cambiar cuchilla 4ta. Maza	Mecanic7	1	36 hrs
Montar cuchilla 4ta maza	Mecanic5	1	4 hrs
Cambiar peine superior y bagacero	Mecanic3	1	60 hrs

Montaje puente y cuchilla central molino	Mecanic5	1	8 hrs
Montar brazo ajustador de cuchilla central	Mecanic5	1	4 hrs
Dar <i>setting</i> y apriete tapas laterales	Mecanic7	1	20 hrs
Ensamble cuchilla 4ta maza en eje	Mecanic3	1	4 hrs
Montaje eje y cuchilla 4ta maza molino	Mecanic3	1	4 hrs
Dar <i>setting</i> a cuchilla 4ta maza	Mecanic7	1	16 hrs
Colocar topes a cuchilla 4ta maza	Soldadr3	1	8 hrs
Ensamble del peine bagacero	Mecanic3	1	4 hrs
Montaje peine bagacero en molino	Mecanic5	1	4 hrs
Aplicar revestimiento cuchilla central	Externo		16 hrs
Ensamble peine superior	Mecanic5	1	4 hrs
Montaje del peine superior en molino	Mecanic5	1	4 hrs
Colocar y soldar topes chumacera peine bagacero	Soldadr3	1	8 hrs
Colocar y soldar topes chumacera peine superior	Soldadr3	1	8 hrs
Reparar botas	Soldadr3	1	16 hrs
Montar botas	Soldadr3	1	12 hrs

- Mantenimiento tubería hidráulica y de lubricación

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Limpiar tubería hidráulica	Mecanic3	1	4 hrs
Revisión de tubería hidráulica	Mecanic3	1	2 hrs
Cambio de tubería en mal estado	Mecanic3	1	4 hrs
Montaje tubería hidráulica	Mecanic3	1	4 hrs
Prueba de tubería hidráulica	Mecanic3	1	4 hrs
Limpiar tubería de lubricación	Externo	1	4 hrs
Revisión de tubería de lubricación	Externo	1	4 hrs

Cambio tubería de lubricación en mal estado	Externo	1	4 hrs
Montaje tubería lubricación	Externo	1	8 hrs
Prueba de tubería de lubricación	Externo	1	4 hrs
Desmontar tubería de enfriamiento y drenaje	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza tubería enfriamiento y drenaje	Mecanic3	1	4 hrs
Revisión partes dañadas tubería de enfriamiento y drenaje	Mecanic3	1	2 hrs
Cambio partes dañadas tubería de enfriamiento y drenaje	Mecanic3	1	8 hrs
Montaje de tubería enfriamiento y drenaje	Mecanic3	1	8 hrs

- Mantenimiento de pasillos proceso extracción de jugo

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontaje de pasillos	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza de pasillos	Mecanic2	1	4 hrs
Revisión de pasillos	Mecanic2	1	4 hrs
Reparar pasillos	Soldadr3	1	8 hrs
Pintura de partes dañadas	Mecanic2	1	2 hrs
Montaje de pasillos	Soldadr3	1	4 hrs

- Mantenimiento conductor intermedio y chute

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Montaje de conductor intermedio	Mecanic7	1	8 hrs
Limpieza de chute	Mecanic3	1	4 hrs
Evaluación de chute	Soldadr3	1	2 hrs
Fabricar chute	Soldadr3	1	60 hrs
Pintar con anticorrosivo chute	Ayudant2	1	2 hrs

Montaje chute	Soldadr3	1	8 hrs
Limpieza de chifle <i>bypass</i>	Ayudant2	1	12 hrs
Evaluación de chifle <i>bypass</i>	Soldadr3	1	2 hrs
Reparación chifle <i>bypass</i>	Soldadr3	1	10 hrs
Fabricación chifle <i>bypass</i>	Soldadr3	1	15 hrs
Montaje de chifle <i>bypass</i>	Soldadr3	1	4 hrs
Conectar motor eléctrico conductor intermedio	Electri3	1	8 hrs

- Mantenimiento accesorios de molino

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Fabricar faldones inferiores	Soldadr3	1	8 hrs
Fabricar faldones superiores	Soldadr3	1	8 hrs
Montar faldones inferiores y superiores	Soldadr3	1	16 hrs
Reparar o fabricar canoa y tubería de maceración	Soldadr3	1	8 hrs
Montaje de canoa y tubería de maceración	Mecanic3	1	24 hrs
Pintura general de molino	Externo		8 hrs
Montaje guardas e imprevistos	Mecanic5	1	44 hrs
Prueba general de molino	Supervisor	1	8 hrs

- Mantenimiento mazas de molinos

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Evaluación de maza cañera	Mecanic3	1	2 hrs
Medición de maza cañera	Mecanic3	1	2 hrs
Tornear maza inferior cañera	Externo		24 hrs
Soldar fondo maza cañera	Externo		48 hrs

Soldar flancos de dientes maza cañera	Externo		72 hrs
Soldar cresta de maza cañera	Externo		8 hrs
Soldar laterales de maza cañera	Externo		8 hrs
Aplicar garrapiñado maza cañera	Externo		8 hrs
Aplicar perleado maza cañera	Externo		8 hrs
Limpieza escoria fondo dientes maza cañera	Externo		8 hrs
Verificar diámetros de muñones maza cañera	Externo		4 hrs
Rectificar diámetros de muñones maza cañera	Externo		12 hrs
Pulido de muñones maza cañera	Externo		8 hrs
Montaje de maza cañera	Mecanic7	3	20 hrs
Evaluación de maza bagacera	Mecanic3	1	2 hrs
Medición de maza bagacera	Externo		2 hrs
Tornear maza inferior bagacera	Externo		24 hrs
Soldar fondo maza bagacera	Externo		52 hrs
Soldar flancos de dientes maza bagacera	Externo		76 hrs
Soldar cresta de maza bagacera	Externo		12 hrs
Soldar laterales de maza bagacera	Externo		12 hrs
Aplicar garrapiñado maza bagacera	Externo		12 hrs
Aplicar perleado maza bagacera	Externo		8 hrs
Limpiar escoria en fondo de dientes maza bagacera	Externo		8 hrs
Verificar diámetros de muñones maza bagacera	Externo		4 hrs
Rectificar diámetros de muñones maza bagacera	Externo		12 hrs
Pulido de muñones maza bagacera	Externo		8 hrs

Montaje de maza bagacera	Mecanic7	3	20 hrs
Evaluación de maza superior	Mecanic7	1	2 hrs
Medición de maza superior	Externo		2 hrs
Tornear maza superior	Externo		24 hrs
Soldar fondo maza superior	Externo		64 hrs
Soldar flancos de dientes maza superior	Externo		96 hrs
Soldar cresta de maza superior	Externo		16 hrs
Soldar laterales de maza superior	Externo		16 hrs
Aplicar garrapiñado maza superior	Externo		16 hrs
Aplicar perleado maza superior	Externo		16 hrs
Limpiar escoria en fondo de dientes de la maza superior	Externo		8 hrs
Verificar diámetros de muñones de maza superior	Externo		4 hrs
Rectificar diámetros de muñones maza superior	Externo		12 hrs
Pulido de muñones maza superior	Externo		8 hrs
Montaje de maza superior	Mecanic7	3	20 hrs
Evaluación de 4ta maza	Mecanic7	1	2 hrs
Medición de 4ta maza	Externo		2 hrs
Tornear 4ta maza	Externo		24 hrs
Soldar fondo 4ta maza	Externo		32 hrs
Soldar flancos de dientes 4ta maza	Externo		48 hrs
Soldar cresta de 4ta maza	Externo		8 hrs
Soldar laterales de 4ta maza	Externo		8 hrs
Aplicar garrapiñado 4ta maza	Externo		8 hrs
Aplicar perleado de 4ta maza	Externo		8 hrs
Limpiar escoria en fondo dientes 4ta maza	Externo		8 hrs
Verificar diámetros de muñones 4ta maza	Externo		4 hrs

Rectificar diámetros muñones 4ta maza	Externo		12 hrs
Pulido de muñones 4ta. maza	Externo		8 hrs
Montaje de 4ta maza	Mecanic7	3	15 hrs
Montar motor hidráulico	Mecanic8	1	6 hrs

- Mantenimiento cabezotes hidráulicos de molinos

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar cabezotes hidráulicos	Mecanic7	1	2 hrs
Limpieza de cabezotes hidráulicos	Mecanic7	1	2 hrs
Revisión de camisa y pistón	Mecanic7	1	2 hrs
Calibración de camisa de bronce	Mecanic7	1	2 hrs
Calibración de Pistón	Mecanic7	1	2 hrs
Calibración de tapón	Mecanic7	1	2 hrs
Cambio de sellos	Mecanic7	1	2 hrs
Revisión o cambio de tornillos externos	Mecanic7	1	4 hrs
Montaje de cabezote hidráulico	Mecanic7	1	4 hrs

- Mantenimiento sistema hidráulico cabezotes molinos

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Limpieza externa de tanque nitrógeno	Mecanic7	1	1 hrs
Sacar aceite de tanque nitrógeno	Mecanic7	1	1 hrs
Limpieza interna tanque de nitrógeno	Mecanic6	1	1 hrs
Desmontar bomba y motor	Mecanic6	1	1 hrs
Limpieza externa de bomba y motor	Mecanic6	1	1 hrs
Desarmar bomba hidráulica	Mecanic6	1	1 hrs
Revisión piezas de bomba	Mecanic6	1	1 hrs
Limpiar partes de bomba	Mecanic6	1	1 hrs

Reemplazo piezas dañadas o gastadas	Mecanic6	1	1 hrs
Armar bomba	Mecanic6	1	1 hrs
Limpieza de tubería	Mecanic6	1	1 hrs
Revisión de tubería	Mecanic6	1	1 hrs
Revisión de manómetro	Mecanic6	1	1 hrs
Revisión de válvula de alivio	Mecanic6	1	1 hrs
Llenar de aceite nuevo el tanque	Mecanic6	1	1 hrs
Imprevisto	Mecanic6	1	1 hrs
Prueba de equipo	Mecanic6	1	1 hrs

- Mantenimiento reductor de alta tándem B

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Limpieza exterior de reductor	Mecanic5	1	2 hrs
Desmontar guardas	Mecanic5	1	0,5 hrs
Desacoplar red de alta con motor	Mecanic5	1	0,25 hrs
Desacoplar red de alta con red de baja	Mecanic5	1	0,25 hrs
Sacar aceite a deposito	Mecanic5	1	2 hrs
Aflojar tornillería de tapaderas	Mecanic5	1	1 hrs
Desmontar componentes de red	Mecanic5	1	0,5 hrs
Desmontar componentes de tubería	Mecanic5	1	0,5 hrs
Desmontar componentes de bomba mecánica de aceite	Mecanic5	1	0,5 hrs
Desmontar tapadera	Mecanic5	1	1 hrs
Verificar juegos a eje	Mecanic5	1	1 hrs
Desmontar eje de baja	Mecanic5	1	1 hrs

Desmontar eje de alta	Mecanic5	1	1 hrs
Limpieza de componentes del reductor	Mecanic5	1	1 hrs
Verificar estado de cojinetes	Mecanic5	1	1 hrs
Verificar estado de chumaceras	Mecanic5	1	1 hrs
Calibración de chumaceras	Mecanic5	1	1 hrs
Verificar estado de engranes	Mecanic5	1	1 hrs
Verificar estado de ejes	Mecanic5	1	1 hrs
Calibración de muñones de eje	Mecanic5	1	1 hrs
Verificar estado de acoples	Mecanic5	1	1 hrs
Montaje de eje de baja y de alta	Mecanic5	1	2 hrs
Verificar juego axial y radial	Mecanic5	1	0,5 hrs
Verificar juego entre dientes	Mecanic5	1	0,5 hrs
Instalar tapaderas	Mecanic5	1	2 hrs
Apretar tornillos de tapadera	Mecanic5	1	1 hrs
Montar componentes de reductor	Soldadr6	1	2 hrs
Revisión enfriador de aceite	Mecanic5	1	2 hrs
Revisión bomba mecánica de aceite	Mecanic5	1	2 hrs
Acoplar red de alta con red de baja	Mecanic5	1	0,5 hrs
Acoplar red con motor DC	Electri3	1	0,5 hrs

- Mantenimiento reductor de baja tándem B

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Verificar alineamiento de reductor	Mecanic5	1	2 hrs
Corregir alineamiento de red	Mecanic5	1	2 hrs

Revisión tornillería de anclaje	Mecanic5	1	2 hrs
Limpieza exterior de reductor	Mecanic5	1	2 hrs
Desmontar guardas de acople	Mecanic3	1	2 hrs
Desacoplar reductor	Mecanic3	1	2 hrs
Sacar aceite a reductor	Mecanic3	1	2 hrs
Aflojar tornillería de tapaderas	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar tapadera	Mecanic3	1	2 hrs
Limpieza interna de reductor	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza de engrane de eje de baja	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza de engrane de eje intermedio	Mecanic3	1	4 hrs
Limpieza de engrane de eje de alta	Mecanic3	1	4 hrs
Magnetoscopia a engrane de baja	Externo		2 hrs
Magnetoscopia a engrane de alta	Externo		2 hrs
Magnetoscopia a engrane intermedio	Externo		2 hrs
Desmontar eje de baja	Mecanic3	1	2 hrs
Revisión o cambio cojinetes eje de baja	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar eje intermedio	Mecanic3	1	2 hrs
Revisión de cojinetes eje intermedio	Mecanic3	1	2 hrs
Desmontar eje de alta	Mecanic3	1	2 hrs
Revisión enfriador de aceite	Mecanic3	1	2 hrs
Revisión de cojinetes y sellos	Mecanic3	1	2 hrs
Revisión de estado de acoples	Mecanic3	1	2 hrs
Limpieza de eje y engrane de baja	Mecanic3	1	2 hrs
Limpieza de eje y engrane intermedio	Mecanic3	1	2 hrs
Limpieza de eje y engrane de alta	Mecanic3	1	2 hrs
Calibración de cojinete	Mecanic6	1	1 hrs
Montaje de sellos	Mecanic6	1	1 hrs
Montaje eje intermedio y calibración de cojinetes	Mecanic6	1	2 hrs

Montaje eje de baja	Mecanic6	1	1 hrs
Calibración de cojinete y montaje de sellos	Mecanic6	1	1 hrs
Verificar juego axial y radial eje de baja	Mecanic6	1	2 hrs
Verificar juego axial y radial eje intermedio	Mecanic6	1	2 hrs
Verificar juego axial y radial eje de alta	Mecanic6	1	2 hrs
Instalar tapaderas	Mecanic6	1	2 hrs
Apretar tornillería de tapadera	Mecanic6	1	2 hrs
Llenar tanque de aceite	Mecanic6	1	4 hrs
Acoplar con red de alta y molino	Mecanic6	1	2 hrs
Pintura de equipo	Mecanic2	1	2 hrs
Imprevistos	Mecanic6	1	2 hrs
Prueba de equipo	Mecanic6	1	2 hrs

- Mantenimiento de bombas

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar guardas	Mecanic5	1	2 hrs
Limpieza exterior de bomba	Mecanic5	1	1 hrs
Desmontar acople	Mecanic5	1	1 hrs
Quitar tornillos de anclaje	Mecanic5	1	1 hrs
Desmontar bomba	Mecanic5	1	1 hrs
Desarmar bomba	Mecanic5	1	1 hrs
Revisión de cojinetes	Mecanic5	1	1 hrs
Revisión de eje	Mecanic5	1	1 hrs
Revisión de polea	Mecanic5	1	1 hrs
Revisión de impulsor	Mecanic5	1	1 hrs
Revisión de <i>housin</i>	Mecanic5	1	1 hrs
Revisión de buje	Mecanic5	1	1 hrs
Revisión de retenedores	Mecanic5	1	1 hrs

Armar bomba	Mecanic5	1	1 hrs
Montar eje nuevo	Mecanic5	1	1 hrs
Montar cojinetes	Mecanic5	1	1 hrs
Ensamblar eje en bomba	Mecanic5	1	1 hrs
Montar tapaderas	Mecanic5	1	1 hrs
Montaje de retenedores	Mecanic5	1	1 hrs
Montaje de buje	Mecanic5	1	1 hrs
Montaje impulsor	Mecanic5	1	1 hrs
Montar acople	Mecanic5	1	1 hrs
Instalar bomba	Mecanic5	1	0,5 hrs
Apriete de tornillos anclaje	Mecanic5	1	0,5 hrs
Prueba de equipo	Mecanic5	1	1 hrs
Pintura de equipo	Mecanic2	1	1 hrs

- Mantenimiento sistema hidráulico de cañera

Descripción de la tarea	Puesto	Personas	Tiempo
Desmontar motor hidráulico	Mecanic8	1	3 hrs
Limpieza externa a motor hidráulico	Mecanic8	1	1 hrs
Traslado motor hidráulico a taller	Mecanic8	1	3 hrs
Mantenimiento a motor hidráulico	Externo		58 hrs

Para todas las tareas descritas en las hojas de ruta se considera un ayudante a cada mecánico como servicio de apoyo.

3.1.3. Mantenimiento preventivo programado operación

Este proceso es ejecutado en época de operación por los Departamentos de Servicio y los procesos operativos; el inicio del proceso es la revisión y modificación de los planes maestros de mantenimientos del período, esta programación la revisa el jefe de proceso al cual pertenece el mantenimiento. Después de tener los planes maestros de mantenimiento preventivo, el supervisor del proceso programa los mantenimientos semanales.

La programación semanal la libera el Centro de Planificación para iniciar el mantenimiento preventivo programado. El jefe de mantenimiento analizará si hay necesidad de mantenimiento predictivo externo, si es así gestionará y programará los servicios. El jefe de proceso al cual pertenece el mantenimiento analizará si necesita servicios externos de mantenimiento preventivo, si los necesita, los gestiona y programa. Conforme se vaya ejecutando la orden, el supervisor de turno analizará si son necesarios más recursos materiales y humanos para la tarea y modificará la orden según sea el caso.

La orden también se modificará si los jefes de proceso y mantenimiento gestionaron y programaron algún servicio externo. Después de ejecutar la orden según programa, los supervisores de proceso aceptarán los servicios externos predictivos o de mantenimiento y notifican el mantenimiento programado con personal interno. El jefe de mantenimiento aceptará los servicios externos y entregará los resultados a los jefes de proceso correspondientes.

En caso de que un mantenimiento fuera no satisfactorio, el ciclo regresa nuevamente a la evaluación de servicios externos tanto de mantenimiento como de diagnóstico, para luego reevaluar si es necesario asignar nuevos recursos materiales y humanos para reprogramar la orden. Si el mantenimiento fue

conforme el supervisor de proceso reportará los datos necesarios para el cierre de la orden, con estos datos, el centro de planificación cierra la orden. El mantenimiento programado es donde se llevarán todas las rutas de mantenimiento preventivo programado en operación.

En el levantamiento de datos del Mantenimiento Preventivo Programado Operación se contemplaron todas las rutas de inspección que se realizan a diario, semanal y mensualmente, como por ejemplo la medición de temperaturas en las chumaceras de los molinos, entre otras, también se crearon hojas de ruta con el mantenimiento programado de tacho continuo que se realiza aproximadamente cada quince días, todos estos pasos, tareas y actividades fueron alimentados al sistema ERP de SAP.

3.1.3.1. Hojas de ruta mantenimiento programado preventivo operación

Para las siguientes hojas de ruta se va a considerar el centro de planificación como PSAI (Pantaleón S.A., Industrial), los grupos planificadores de dar mantenimiento al equipo serán mantenimiento extracción y mecánicos molinos, asimismo el puesto de trabajo asignados a la hoja de ruta están considerados como, mecánico 3, mecánico 5, y mecánico 8, soldador 3, lubricador industrial, encargado de mesas y conductores, operador de maquinaria pesada, encargado de patio y ayudante 1 dependiendo de la hoja de ruta asignada.

- Hojas de ruta inspección para molinos y preparación de caña

Inspección preparación de caña	Personal	Tiempo
Inspección polea equipos preparación de caña	1	1 hrs
Inspección cables acero equipos prep-caña	1	1,60 hrs
Inspección cilindro hidráulico equipo prep-caña	1	0,90 hrs
Inspección a balancín equipo prep-caña	1	0,60 hrs
Inspección sistemas hidráulico prep-caña	1	0,85 hrs
Inspección estructura general equipos prep-caña	1	0,45 hrs
Inspección eje motriz equipos prep-caña	1	0,61 hrs
Inspección reductores velocidad equipo pre-caña	1	1,08 hrs
Inspección contra eje transmisión equipo prep-caña	1	1,26 hrs
Inspección ejes intermedios equipos prep-caña	1	0,67 hrs
Inspección ejes de cola equipo prep-caña	1	0,89 hrs
Inspección nivelador de caña equipo prep-caña	1	0,93 hrs
Inspección cadena de arrastre equipo prep-caña	1	0,17 hrs
Inspección bomba agua lavado equipo prep-caña	1	0,87 hrs
Inspección de temperatura a chumacera de eje equipo prep-caña	1	0,56 hrs
Inspección componentes mecánicos de pre-picadora y picadoras de caña	1	0,59 hrs
Inspección de eje guía equipos preparación caña	1	0,76 hrs
Inspeccionar pateador de caña	1	0,93 hrs
Inspección cadena de transmisión preparación caña	1	0,17 hrs
Inspección conductor banda de hule prep-caña	1	0,61 hrs
Inspección tensión cadena conductor de caña	1	0,15 hrs
Inspección torna mesa grúa radial prep-caña	1	0,56 hrs
Inspección carro traslación balancín grúa	1	0,17 hrs
Inspección freno de carga Grúa radial prep-caña	1	0,22 hrs

- Inspección asepsia conductores de caña

Verificar asepsia con agua caliente conductores de caña

	Personal	Tiempo
Inspeccionar tomas de agua caliente	1	0,05 hrs
Verificar que las tomas estén en buen estado	1	0,05 hrs
Anotar observaciones en registro	1	0,05 hrs
Inspección de mangueras para lavado con agua caliente	1	0,05 hrs
Verificar que estén en buen estado	1	0,05 hrs
Verificar especificaciones adecuado al trabajo	1	0,05 hrs
Anotar observaciones en registro	1	0,05 hrs
Verificar que agua caliente de lavado cumpla requerimientos de temperatura	1	0,05 hrs
Verificar temperatura no sea menor de 60°C	1	0,05 hrs
Verificar presión de agua no menor 150 psi	1	0,05 hrs
Inspección suministro constante de agua caliente	1	0,05 hrs
Anotar observaciones en registro	1	0,05 hrs
Verificar lavado con agua caliente cumpla	1	0,05 hrs
Verificar completa remoción de bacteria	1	0,05 hrs
Lavado estructura de conductores	1	0,05 hrs
Lavado duelas, cadenas de conductor de caña	1	0,05 hrs
Lavado pisos y paredes de las fosas	1	0,05 hrs
Lavado de ejes de conductores de caña	1	0,05 hrs
Anotar observaciones en registro	1	0,05 hrs

- | Verificar asepsia con vapor conductores de caña | Personal | Tiempo |
|--|----------|-----------|
| Verificar instalación de suministro de vapor | 1 | 0,066 hrs |
| Verificar que tomas de vapor estén buen estado | 1 | 0,066 hrs |
| Verificar si suministro de vapor sea constante | 1 | 0,066 hrs |
| Verificar que presión de vapor sea constante | 1 | 0,066 hrs |
| Verificar limpieza con vapor a duelas y cadena | 1 | 0,066 hrs |
| Verificar remoción de materia extraña en cadena | 1 | 0,066 hrs |
| Verificar remoción materia extraña en duelas | 1 | 0,066 hrs |
| Verificar aplicación de vapor cada dos vueltas del conductor | 1 | 0,066 hrs |
| Anotar observaciones en registro | 1 | 0,066 hrs |

- Inspección equipos *core sampler*

Inspección desfibrador de caña	Personal	Tiempo
Inspección cuchillas de desfibrador	1	0,05 hrs
Verificar estado de cuchillas	1	0,05 hrs
Verificar estado porta cuchilla	1	0,05 hrs
Verificar estado tornillo de cuchilla	1	0,05 hrs
Inspección chumaceras de desfibrador	1	0,05 hrs
Verificar temperatura de chumacera	1	0,05 hrs
Verificar lubricación de chumaceras	1	0,05 hrs
Verificar ruidos extraños	1	0,05 hrs
Inspección de transmisión desfibrador caña	1	0,05 hrs
Verificar estado de fajas	1	0,05 hrs
Verificar perfil de polea	1	0,05 hrs
Verificar estado de eje principal	1	0,05 hrs

Verificar estado de guardas	1	0,05 hrs
Inspección anclaje de desfibradora	1	0,05 hrs
Verificar estado de tornillo de anclaje	1	0,05 hrs
Verificar que tuercas estén apretadas	1	0,05 hrs
Verificar estado de pernos de anclaje	1	0,05 hrs
Inspección tambor receptor de muestra	1	0,05 hrs
Verificar estado dentado de corona	1	0,05 hrs
Verificar estado pin maestro	1	0,05 hrs
Verificar estajo eje piñón	1	0,05 hrs
Verificar estado de manivela	1	0,05 hrs
Inspección estructura de desfibradora	1	0,05 hrs
Verificar rotura de estructura	1	0,05 hrs
Verificar que no exista deformación de estructura	1	0,05 hrs

- Inspección de *core sampler*

	Personal	Tiempo
Inspección carro de traslación <i>core sampler</i>	1	0,027 hrs
Verificar rodos de traslación	1	0,027 hrs
Verificar estructura	1	0,027 hrs
Inspección transmisión de <i>core sampler</i>	1	0,027 hrs
Verificar <i>Sprocket</i> de transmisión	1	0,027 hrs
Inspección de cadena de transmisión	1	0,027 hrs
Inspección estructura de <i>core sampler</i>	1	0,027 hrs
Verificar rotura de estructura	1	0,027 hrs
Inspección sonda de <i>core sampler</i>	1	0,027 hrs
Verificar estado de sonda	1	0,027 hrs
Verificar tornillo de base en sonda	1	0,027 hrs
Verificar corona dentada	1	0,027 hrs
Verificar de chumacera de sonda	1	0,027 hrs

Inspección anclaje de <i>core sampler</i>	1	0,027 hrs
Verificar estado de tornillo de anclaje	1	0,027 hrs
Verificar que tuercas estén apretadas	1	0,027 hrs
Verificar estado de pernos de anclaje	1	0,027 hrs
Verificar estructura general	1	0,027 hrs

- Inspección prensa hidráulica

	Personal	Tiempo
Inspección cilindro de prensa hidráulica	1	0,025 hrs
Verificar fugas en cilindro hidráulico	1	0,025 hrs
Verificar nivel de aceite	1	0,025 hrs
Verificar estado de vástago	1	0,025 hrs
Verificar estado pistón de compresión	1	0,025 hrs
Inspección mesa de trabajo de prensa hidráulica	1	0,025 hrs
Verificar estado estructura de mesa	1	0,025 hrs
Inspección anclaje de prensa hidráulica	1	0,025 hrs
Verificar estado tornillo de anclaje	1	0,025 hrs
Verificar que tuercas estén apretadas	1	0,025 hrs
Verificar estado de pernos de anclaje	1	0,025 hrs
Verificar estructura general	1	0,025 hrs

- Inspección componentes de molinos

	Personal	Tiempo
Inspección prensa hidráulica cabezotes molino	3	0,25 hrs
Inspección mazas de molinos	3	0,50 hrs
Inspección peines de molinos	3	0,50 hrs
Inspección ajuste de peines molinos	3	0,60 hrs
Inspección ajuste de cuchillas molinos	3	0,60 hrs
Inspección de acoplamientos de molinos	3	0,25 hrs

Inspección ajuste de puente central	3	0,60 hrs
Inspección sistema hidráulico de cabezote	3	1,00 hrs
Inspeccionar cilindro de nitrógeno	3	0,90 hrs
Inspeccionar tornillos y canales de molinos	3	1,00 hrs
Inspección reductores de velocidad	3	0,60 hrs
Inspección rastra de bagacillo	3	0,75 hrs
Inspección rastra desarenadora	3	0,45 hrs
Inspección conductor intermedio	3	0,70 hrs
Inspección sin fin bagacillo	3	0,40 hrs
Inspección temperatura motores hidráulicos	3	0,50 hrs
Limpieza de pisos de molienda	3	0,50 hrs

- Inspección flotaciones maza superior y velocidades de motores

	Personal	Tiempo
Ver velocidades de motores DC de molinos	1	0,100 hrs
Llenar hoja de registros de flotaciones	1	0,066 hrs
Leer presión de cabezotes hidráulicos lado motor y rastra	1	0,100 hrs
Llenar hoja de registros de flotaciones	1	0,066 hrs
Ver flotaciones de maza superior molinos	1	0,100 hrs
Llenar hoja registro de Flotaciones	1	0,066 hrs

- Inspección Pol de bagazo

Inspección Pol de bagazo alta	Personal	Tiempo
Verificar parámetros de la Pol	1	0,021 hrs
Inspección de la Pol en acumulados	1	0,021 hrs
Tomar medidas correctivas al alcanzar 1,80%	1	0,021 hrs
Inspección colchón de conductores	1	0,021 hrs

Inspección del desfibrador de caña	1	0,021 hrs
Inspección de cortinas de maceración	1	0,021 hrs
Inspección de flotaciones de molinos	1	0,021 hrs
Inspección de presiones de molinos	1	0,021 hrs
Inspección niveles de chutes	1	0,021 hrs
Tener en cuenta que no se instale by-pass	1	0,021 hrs
Inspección porcentaje agua imbibición	1	0,021 hrs
Inspección de temperaturas agua imbibición	1	0,021 hrs
Inspección de velocidades de molinos	1	0,021 hrs
• Inspección temperatura y presión agua		
Imbibición asepsia molinos	Personal	Tiempo
Leer temperatura agua de imbibición y asepsia	1	0,042 hrs
Leer temperatura de ambos tándem	1	0,042 hrs
Llenar hoja registro temperatura agua imbibición y de asepsia	1	0,042 hrs
Leer presión del agua de asepsia	1	0,042 hrs
Leer presiones de ambos tándem	1	0,042 hrs
Llenar hoja registro temperatura agua imbibición y asepsia	1	0,042 hrs
• Limpieza en área de molinos		
	Personal	Tiempo
Limpieza de estructura conductores	1	0,05 hrs
Limpieza de duelas y cadenas conductores	1	0,05 hrs
Limpieza de pisos y paredes de las fosas	1	0,05 hrs
Limpieza de ejes de conductores de caña	1	0,05 hrs
Limpieza alrededores preparación de caña	1	0,05 hrs
Limpieza de pisos de preparación de caña	1	0,05 hrs

Limpieza drenajes de preparación de caña	1	0,05 hrs
Limpieza paredes de preparación de caña	1	0,05 hrs
Limpieza parte interna vírgenes molinos	1	0,05 hrs
Limpieza a mazas de molino	1	0,05 hrs
Limpieza canales salida de jugo molinos	1	0,05 hrs
Limpieza puente cuchilla central molinos	1	0,05 hrs
Limpieza cuchilla de cuarta maza molinos	1	0,05 hrs
Limpieza conductores intermedios molinos	1	0,05 hrs
Limpieza exterior chute alimentación molinos	1	0,05 hrs
Limpieza faldones conductor intermedio molino	1	0,05 hrs
Limpieza eje motriz conductor intermedio molino	1	0,05 hrs
Limpieza alrededores molienda de caña	1	0,05 hrs
Limpieza de drenajes molienda de caña	1	0,05 hrs
Limpieza de paredes molienda de caña	1	0,05 hrs
Limpieza drenajes de lavado de caña	1	0,05 hrs

- Lubricación patio de caña

	Personal	Tiempo
Lubricar chumacera contra ejes de troceadoras	1	0,11 hrs
Revisión tubería lubricación centralizada	1	0,11 hrs
Revisar tubería lubricación centraliza mesas	1	0,11 hrs
Revisar tubería lubricación centralizada conductores de caña	1	0,11 hrs
Revisar y lubricar grúas de volteo	1	0,11 hrs
Lubricar cadena de transmisión de equipos	1	0,11 hrs
Lubricar chumacera de desfibradoras laboratorio	1	0,11 hrs
Lubricar chumaceras de <i>Core Sampler</i>	1	0,11 hrs
Lubricar chumaceras de picadoras	1	0,11 hrs
Nivelar depósito aceite equipos hidráulicos	1	0,11 hrs

Nivelar depósito aceite reductores picadoras	1	0,11 hrs
Nivelar depósito aceite reductores niveladores	1	0,11 hrs
Nivelar depósito aceite reductores ejes motores banda hule	1	0,11 hrs
Nivelar depósito aceite reductores prepicadoras	1	0,11 hrs
Lubricar rodos y chumaceras banda de hule	1	0,11 hrs
Lubricar chumacera lado fuera troceadoras	1	0,11 hrs
Lubrica chumaceras eje cola y motriz banda hule	1	0,11 hrs
Nivelar deposito aceite hidráulicos <i>Core Sampler</i>	1	0,11 hrs

- Inspección lubricación de molinos

	Personal	Tiempo
Inspección temperatura chumaceras y ejes de molino	1	0,35 hrs
Inspección temperatura reductores de molinos	1	0,30 hrs
Inspección de lubricación molinos	1	0,85 hrs
Lubricación molinos	1	0,80 hrs
Inspección sistema de lubricación Farval	1	0,15 hrs
Inspección de sistema Lincon	1	0,15 hrs
Inspección temperatura chumaceras de eje Picadoras	1	0,56 hrs

- Hojas de ruta mantenimiento tacho continuo

Para todas las hojas de ruta de mantenimiento Tacho continuo se debe hacer llenado de ATS y/o PDT, bloqueo y etiquetado de equipo, verificar herramienta y traslado a punto de trabajo, verificar existencia de repuestos en bodega, retirar herramientas de trabajo, remover bloqueo y etiquetado del equipo, prueba del equipo, puesta en operación del equipo y cierre de ATS y/o

PDT, por lo que la siguiente tabla de tareas, cantidad de capacidad y tiempos se tomara en cuenta para todas las hojas descritas a continuación.

	Personal	Tiempo
Limpieza enfriador de aceite grúa de volteo		
Cerrar válvulas de agua	1	0,04 hrs
Destapar tapaderas ambos lados	1	0,10 hrs
Sopletear con aire	1	0,05 hrs
Verificar que no haya residuos	1	0,01 hrs
Aplicar agua para que la suciedad salga	1	0,03 hrs
Al finalizar colocar sello en tapaderas	1	0,02 hrs
Colocar tapaderas	1	0,10 hrs
Verificar que tornillería no esté dañada	1	0,02 hrs
Dar aprete adecuado a tornillería	1	0,04 hrs
Abrir válvula de agua	1	0,04 hrs

- Lubricar cables de acero, grúa de volteo

	Personal	Tiempo
Aplicar grasa en cables	1	0,30 hrs
Ver que cables no tengan desgaste	1	0,10 hrs
Revisar que cables no estén deshilados	1	0,10 hrs

- Lubricar correderas de grúas

	Personal	Tiempo
Desalojar grasa acumulada en topes	1	0,10 hrs
Aplicar grasa en las 2 correderas	1	0,20 hrs

- Lubricar chumaceras de grúas

	Personal	Tiempo
Destapar chumaceras de grúa de volteo	1	0,15 hrs

Aplicar grasa en chumaceras	1	0,05 hrs
• Reapretar cepos de cables grúas		
	Personal	Tiempo
Verificar que cepos no estén dañados	1	0,15 hrs
Dar apriete adecuado a cepos	1	0,20 hrs
Quitar Cepos en mal estado	1	0,05 hrs
• Cambiar duelas dobladas y dañadas en mesas		
	Personal	Tiempo
Tener material listo para colocar.	1	0,10 hrs
Cambiar duelas si presentan daños	1	0,30 hrs
Verificar topes de duelas	1	0,20 hrs
• Revisar banderas de mesas		
	Personal	Tiempo
Revisar banderas estén bien posicionadas	1	0,20 hrs
Revisar que no tenga desgaste	1	0,10 hrs
Revisar que no exista rotura	1	0,10 hrs
• Revisar eje guía mesas de caña		
	Personal	Tiempo
Revisar alineamiento eje	1	0,15 hrs
Revisar que no tenga grietas ni fisuras	1	0,20 hrs
Revisar que soldadura no tenga desgaste	1	0,10 hrs

•	Revisar eje motriz de mesas	Personal	Tiempo
	Revisar alineamiento	1	0,15 hrs
	Revisar que no tenga grietas ni fisuras	1	0,20 hrs
	Revisar que soldadura no tenga desgaste	1	0,10 hrs
•	Revisar estado general de cadenas mesas	Personal	Tiempo
	Revisar cadena no tenga demasiado desgaste	1	0,20 hrs
	Revisar que cadena no esté estirada	1	0,15 hrs
	Revisar que cadena no esté dañada por piedras	1	0,15 hrs
•	Revisar alineamiento de cadenas	1	0,15 hrs
	Revisar cuadrados de cadenas	Personal	Tiempo
	Revisar que cuadrados tengan buena soldadura	1	0,20 hrs
	Revisar que soldadura sea eficiente	1	0,15 hrs
	Cambiar cuadrados dañados	1	0,40 hrs
•	Revisar topes de duelas	Personal	Tiempo
	Revisar que topes tengan buena soldadura	1	0,20 hrs
	Revisar que soldadura sea eficiente	1	0,15 hrs
	Cambiar topes dañados	1	0,40 hrs
•	Revisar chumaceras de mesas	Personal	Tiempo
	Destapar chumaceras	1	0,30 hrs
	Limpiar cajas de chumaceras	1	0,15 hrs

Revisar rodamientos	1	0,20 hrs
Ver que cojinetes no estén dañados	1	0,20 hrs
Verificar tornillería de anclaje	1	0,10 hrs
Tapar chumacera y lubricarla	1	0,25 hrs
• Revisar duelas dañadas en conductores		
	Personal	Tiempo
Revisar todas las duelas del conductor	1	0,45 hrs
Revisar tornillería de duelas	1	0,20 hrs
Revisar que no existan duelas dobladas	1	0,25 hrs
• Cambiar duelas deflexionadas y en mal estado conductores de caña		
	Personal	Tiempo
El material debe estar preparado	1	0,10 hrs
Desmontar duelas deflexionadas	1	0,40 hrs
Colocar duelas nuevas	1	0,40 hrs
Colocar tornillería nueva	1	0,20 hrs
• Lubricar acoplamientos mesas de caña		
	Personal	Tiempo
Trasladar bomba de lubricación	2	0,10 hrs
Quitar guarda de acoplamientos	2	0,10 hrs
Aplicar grasa en acople	2	0,10 hrs
Verificar no haya fuga de grasa	2	0,05 hrs
• Lubricar acoplamientos de conductores		
	Personal	Tiempo
Trasladar bomba de lubricación	2	0,10 hrs
Quitar guarda de acoplamientos	2	0,10 hrs

Revisar apriete de tornillería acoples	2	0,10 hrs
Aplicar grasa en acople	2	0,05 hrs

- Eliminar fugas de lubricante en mesas y conductores de caña

	Personal	Tiempo
Revisar tubería	2	0,50 hrs
Revisar accesorios de tubería	2	0,20 hrs
Si tubería presenta daño reparar	2	0,30 hrs
Cambiar tubería en mal estado	2	0,30 hrs

- Lubricar *sprocket* eje motriz y eje de cola conductores de caña

	Personal	Tiempo
Trasladar bomba de lubricación	2	0,05 hrs
Aplicar lubricación adecuada	2	0,10 hrs
Colocar guarda	2	0,05 hrs

- Cambio de posición cuchillas de troceadoras

	Personal	Tiempo
Revisar si set de chuchillas está completo	1	0,25 hrs
Colocar chuchillas que falten	1	0,50 hrs
Cambiar chuchillas defectuosas	1	0,50 hrs
Dar vuelta a todas las cuchillas	1	2,50 hrs
Revisar tornillería	1	0,25 hrs
Dar aprete adecuado a tornillería	1	0,10 hrs
Desalojar todo tipo de material de mesas	1	0,10 hrs
Ver que no exista material en conductor auxiliar	1	0,10 hrs

• Cambio set completo cuchillas troceadoras	Personal	Tiempo
Preparar chuchillas	1	0,35 hrs
Aflojar tornillería de chuchillas	1	0,40 hrs
Desmontar chuchillas usadas	1	0,40 hrs
Colocar set nuevo de cuchillas	1	1,50 hrs
Revisar tornillería	1	0,15 hrs
Dar aprete adecuado a tornillería	1	0,25 hrs
Desalojar todo tipo de material de mesas	1	0,10 hrs
Ver que no exista material en conductor auxiliar	1	0,10 hrs
• Revisar acoplamiento interno troceadoras	Personal	Tiempo
Revisar que tenga suficiente lubricación	1	0,15 hrs
Aplicar lubricación si hace falta	1	0,10 hrs
Revisar que no tenga fuga de grasa	1	0,10 hrs
• Cambio posición de cuchillas prepicadora y picadoras	Personal	Tiempo
Revisar que set de cuchillas este completo	1	0,20 hrs
Colocar chuchillas que falten	1	0,20 hrs
Cambiar chuchillas defectuosas	1	0,20 hrs
Cambio posición cuchillas en buen estado	1	2,00 hrs
Ver barras de picadora no estén dañadas	1	0,10 hrs
Cambiar barra si presenta daños	1	0,10 hrs
Ver que no exista material en conductor 1	1	0,10 hrs

- Cambio set completo cuchillas prepicadora y picadoras

	Personal	Tiempo
Preparar chuchillas	1	0,35 hrs
Aflojar tornillería de sellos laterales	1	0,10 hrs
Desmontar chuchillas usadas	1	1,00 hrs
Colocar set nuevo de cuchillas	1	1,50 hrs
Ver barras de picadora no estén dañadas	1	0,10 hrs
Cambiar barra si presenta daños	1	0,10 hrs
Ver que no exista material en conductor 1	1	0,10 hrs

- Limpieza torre de enfriamiento

	Personal	Tiempo
Parar ventilador	1	0,10 hrs
Aplicar agua con presión adecuada	1	0,30 hrs
Sacar lodo de fondo de enfriador	1	0,20 hrs

- Cambiar duelas en mal estado de rastra saca basura

	Personal	Tiempo
Cambiar duelas que presenten deflexión	1	0,45 hrs
Cambiar duelas que presenten grietas	1	0,45 hrs
Cambiar duelas dañadas	1	0,45 hrs

- Cambiar tornillos en mal estado de rastra saca basura

	Personal	Tiempo
Cambiar tornillería que presente desgaste	1	0,30 hrs
Colocar tornillería faltante	1	0,15 hrs
Reapretar tornillería	1	0,30 hrs

• Tensar cadena de rastra saca basura		
	Personal	Tiempo
Verificar que lado de cadena esta flojo	1	0,10 hrs
Tensar cadena floja	1	0,20 hrs
• Limpieza de cadena y cedazos de saca basura		
	Personal	Tiempo
Eliminar residuos de caña atrapado en cedazo	1	0,20 hrs
Eliminar residuos de caña atrapado en cadena	1	0,20 hrs
Revisar cedazos y cadena no estén dañados	1	0,20 hrs
• Eliminar fugas en tubería reductor de prepicadora y picadoras		
	Personal	Tiempo
Verificar causa de fuga	1	0,10 hrs
Quitar tubería con fuga y aplicar teflón	1	0,20 hrs
Dar aprete adecuado a tubería	1	0,10 hrs
Si tubería no sirve colocar nueva	1	0,20 hrs
• Limpiar sistema enfriamiento de aceite prepicadora y picadoras		
	Personal	Tiempo
Aflojar tornillería	1	0,15 hrs
Destapar tapaderas ambos lados	1	0,15 hrs
Sopletear con aire	1	0,10 hrs
Verificar que no haya residuos	1	0,05 hrs
Aplicar agua para desalojar suciedad	1	0,05 hrs
Al finalizar colocar sello en tapaderas	1	0,05 hrs
Verificar que tornillería no esté dañada	1	0,05 hrs

Dar aprete adecuado a tornillería	1	0,15 hrs
-----------------------------------	---	----------

- Revisar filtros de aceite en prepicadora y picadoras

	Personal	Tiempo
Aflojar tornillería de filtros	1	0,10 hrs
Revisar filtros de aceite	1	0,10 hrs
Limpieza de filtros	1	0,25 hrs
Eliminar partículas existentes	1	0,10 hrs
Colocar filtros en posición adecuada	1	0,10 hrs
Dar aprete a tornillería	1	0,15 hrs

- Cambiar sellos de huele 1 pieza conductor 2

	Personal	Tiempo
Preparar material	1	0,20 hrs
Quitar tornillería	1	0,20 hrs
Quitar sello usado	1	0,10 hrs
Colocar sello nuevo	1	0,40 hrs
Colocar tornillería	1	0,20 hrs
Verificar que sello quede correctamente	1	0,20 hrs

- Colocar patines en duelas de conductores

	Personal	Tiempo
Trasladar material a punto de trabajo	1	0,15 hrs
Colocar patines y aplicar soldadura	1	2,30 hrs
Quitar patines en mal estado	1	1,00 hrs
Desalojar área de trabajo al finalizar	1	0,10 hrs

- Lubricar chumaceras, acoples y reductores de prepicadora y picadoras

	Personal	Tiempo
Trasladar bomba de lubricación a prepicadora y picadoras	2	0,30 hrs
Colocar grasera en chumacera, acople y reductor de prepicadora y picadoras	2	0,15 hrs
Colocar conexión de bomba a accesorios	2	0,06 hrs
Aplicar grasa necesaria en accesorios	2	0,45 hrs
Ver que accesorios estén completamente lubricados	2	0,15 hrs
Quitar conexión de grasera	2	0,06 hrs
Retirar grasera de accesorios	2	0,15 hrs
Colocar tapón a chumacera	2	0,06 hrs

- Revisión y limpieza enfriadores reductores de alta

	Personal	Tiempo
Colocar manguera de aire	1	0,10 hrs
Cerrar válvulas de agua	1	0,03 hrs
Aflojar tornillería	1	0,15 hrs
Destapar ambas tapaderas	1	0,10 hrs
Sopletear con aire agujeros de enfriador	1	0,10 hrs
Retirar toda la suciedad de enfriador	1	0,05 hrs
Aplicar agua para desalojar suciedad	1	0,02 hrs
Colocar tapaderas laterales	1	0,10 hrs
Dar aprete a tornillos	1	0,15 hrs
Abrir válvula de agua	1	0,03 hrs
Ver que no exista fuga de agua	1	0,02 hrs

- Revisar y cambiar duelas dañadas rastra de bagacillo

	Personal	Tiempo
Revisar duelas dañadas	1	0,20 hrs
Cambiar duelas dañadas	1	0,45 hrs
Cambio de duelas con raspillas dañadas	1	0,30 hrs
Cambio de tornillería dañada	1	0,15 hrs

- Revisión de cedazos

	Personal	Tiempo
Limpiar cedazos antes de revisión	1	0,15 hrs
Revisar cedazos que no estén tapados	1	0,15 hrs
Revisar cedazos que no estén dañados	1	0,15 hrs
Revisar que estén bien posicionados	1	0,10 hrs
Desalojar Herramienta	1	0,10 hrs

- Revisar cadenas rastra de bagacillo

	Personal	Tiempo
Verificar que eslabones tengan chavetas	1	0,10 hrs
Verificar que cadena este tensada	1	0,05 hrs
Verificar desgaste de cadena	1	0,10 hrs
Colocar chavetas si hacen falta	1	0,15 hrs
Cambiar eslabones dañados	1	0,30 hrs

- Revisar sin fin de bagacillo

	Personal	Tiempo
Verificar soldadura lado transmisión	1	0,15 hrs
Ver tornillos pasadores no estén dañados	1	0,10 hrs
Verificar que eje no tenga fisuras	1	0,10 hrs

Ver estado de chumaceras	1	0,15 hrs
Ver lubricación de chumaceras	1	0,10 hrs

- Revisión general del molino

	Personal	Tiempo
Revisión de tornillería 4ta maza	1	0,20 hrs
Ver cuadrado soporte cuchilla no tenga daño	1	0,15 hrs
Ver rosca tornillos horizontal vertical	1	0,10 hrs
Ver asentamiento de cuchilla 4ta maza	1	0,10 hrs
Verificar <i>setting</i> de molinos	1	0,15 hrs
Medir peines superiores y bagaceros	1	0,25 hrs
Destapar boquillas flauta agua caliente	1	0,15 hrs

- Limpieza de molinos

	Personal	Tiempo
Efectuar limpieza en tazas	1	0,45 hrs
Efectuar limpieza en rastra de bagacillo	1	0,20 hrs
Limpieza interior en tanquería	1	0,15 hrs
Limpieza de cedazos con vapor	1	0,15 hrs

- Mantenimiento bombas de jugo diluido y maceración

	Personal	Tiempo
Quitar tornillos de estopero	1	0,20 hrs
Quitar estopero	1	0,30 hrs
Quitar estopas	1	0,20 hrs
Colocar estopas nuevas	1	0,40 hrs
Colocar estopero	1	0,20 hrs
Colocar y apretar tornillería	1	0,30 hrs

- Revisión conductores intermedios

	Personal	Tiempo
Revisar eslabones por posibles grietas	1	0,15 hrs
Tensar cadenas RC de intermedios	1	0,15 hrs
Revisión de tornillería de duelas	1	0,20 hrs
Revisión duelas de intermedio	1	0,20 hrs
Cambiar duelas defectuosas	1	0,45 hrs
Verificar estado de <i>Sprocket</i>	1	0,10 hrs

- Lubricar acoplamiento motor eléctrico a reductor y de reductor a molino

	Personal	Tiempo
Trasladar bomba neumática de lubricación	2	0,20 hrs
Conectar manguera de aire	2	0,10 hrs
Aplicar lubricante acople lado reductor	2	0,30 hrs
Aplicar lubricante acople lado molino	2	0,30 hrs

- Cambio de rodillos banda de hule

	Personal	Tiempo
Ver rodillos interiores si están dañados	2	0,25 hrs
Ver rodillos laterales si están dañados	2	0,25 hrs
Cambiar rodillos dañados	2	0,25 hrs
Limpieza de banda de hule	2	0,25 hrs
Lubricación general de rodillos	2	0,35 hrs

- Cambio sección de cadena intermedios

	Personal	Tiempo
Trasladar cadena nueva antes de paro	3	0,20 hrs
Verificar que eje motriz este nivelado	3	0,15 hrs

Ver que tramo de cadena necesita cambiar	3	0,10 hrs
Desmontar cadena en mal estado	3	0,35 hrs
Colocar cadena nueva	3	0,35 hrs
Tensar cadena	3	0,20 hrs
Ver ambas cadenas tengan igual tensión	3	0,10 hrs

- Limpieza filtros reductores de alta

	Personal	Tiempo
Hacer cambio a filtro auxiliar	2	0,05 hrs
Destapar tapaderas de filtros	2	0,05 hrs
Eliminar partículas existentes en filtro	2	0,20 hrs
Colocar filtro en su lugar	2	0,10 hrs
Hacer limpieza a filtro auxiliar	2	0,20 hrs

- Limpieza enfriadores de hidráulicos cañeras

	Personal	Tiempo
Cerrar válvulas de agua	2	0,05 hrs
Aflojar uniones de tubería de agua	2	0,05 hrs
Aflojar tornillería de tapaderas	2	0,15 hrs
Quitar tapaderas laterales	2	0,10 hrs
Remover suciedad con aire	2	0,10 hrs
Aplicar agua para desalojar suciedad	2	0,03 hrs
Colocar tapaderas laterales	2	0,10 hrs
Dar aprete adecuado a tornillería	2	0,15 hrs
Dar aprete a uniones de tubería de agua	2	0,05 hrs
Abrir válvula de agua	2	0,02 hrs
Verificar que no haya fuga de agua	2	0,02 hrs

• Medición bujes de intermedios	Personal	Tiempo
Medir buje lado motor	1	0,15 hrs
Medir buje lado rastra	1	0,15 hrs
Informar mediciones a Supervisor	1	0,10 hrs
• Cambio peineta de metal molino	Personal	Tiempo
Trasladar material a punto de trabajo	2	0,10 hrs
Aflojar tonillo tensores	2	0,10 hrs
Cortar bisagras de peineta	2	0,05 hrs
Quitar sellos laterales	2	0,20 hrs
Desmontar peineta usada	2	0,15 hrs
Montar peineta nueva	2	0,20 hrs
Colocar sellos laterales	2	0,20 hrs
Colocar bisagras en peineta	2	0,15 hrs
Dar aprete adecuado a tornillos tensores	2	0,15 hrs
• Cambio peineta de arguto molino	Personal	Tiempo
Trasladar material a punto de trabajo	2	0,10 hrs
Cortar tornillería	2	0,15 hrs
Desmontar arguto	2	0,05 hrs
Colocar arguto nuevo	2	0,20 hrs
Colocar tornillería nueva	2	0,20 hrs

• Cambio de mechartes	Personal	Tiempo
Aflojar tornillería de mechartes	2	0,25 hrs
Desmontar mechartes usados	2	0,15 hrs
Colocar mechartes nuevos	2	0,20 hrs
Dar aprete a tornillería de mechartes	2	0,25 hrs
• Revisar magnetos de sistemas hidráulicos		
	Personal	Tiempo
Aflojar tornillo y ver si hay partículas	1	0,03 hrs
Ver si existen partículas metálicas	1	0,01 hrs
Informar si existe partículas en imán	1	0,05 hrs
Colocar tornillo/imán	1	0,01 hrs
• Revisión y limpieza banda hule molino 1 T.B.		
	Personal	Tiempo
Verificar rodamientos de rodillos	2	0,25 hrs
Aplicar grasa rodamientos de rodillos	2	0,10 hrs
Limpieza de bagazo acumulado en banda	2	0,30 hrs
Revisar rodillos de hule	2	0,20 hrs
Efectuar lubricación en rodillos de hule	2	0,15 hrs
• Cambio de duelas conductores intermedios		
	Personal	Tiempo
Ver cantidad duelas dañadas y trasladar nuevas	2	0,30 hrs
Ver tornillería de duelas no esté dañada	2	0,10 hrs
Cortar topes de duelas	2	0,15 hrs
Desalojar duelas en mal estado	2	0,10 hrs

Colocar duelas nuevas	2	0,25 hrs
Colocar topes en duelas nuevas	2	0,10 hrs
Soldar topes en duelas	2	0,15 hrs
Ver no haya material en fondo conductor	2	0,05 hrs

- Limpieza y calibración conductor inclinado

	Personal	Tiempo
Trasladar manguera de agua o aire	2	0,10 hrs
Limpieza a conductor con agua o aire	2	0,25 hrs
Limpieza a bascula con agua o aire	2	0,10 hrs
Al finalizar enrollar manguera	2	0,05 hrs
Calibrar bascula	2	0,10 hrs
Avisar a instrumentación para chequeo	2	0,05 hrs

- Cambio de arguto en rastra de bagacillo

	Personal	Tiempo
Levantar cadena de rastra de bagacillo	1	0,10 hrs
Cortar tornillería de arguto	1	0,20 hrs
Desalojar arguto en mal estado	1	0,10 hrs
Colocar arguto nuevo	1	0,10 hrs
Colocar tornillería en arguto	1	0,15 hrs
Aplicar soldadura a tornillería	1	0,15 hrs
Ver que cadena quede bien colocada	1	0,10 hrs
Desalojar material de rastra de bagacillo	1	0,10 hrs

- Cambio de arguto en conductor intermedios

	Personal	Tiempo
• Levantar cadena de intermedio	1	0,15 hrs
• Cortar tornillería de arguto	1	0,20 hrs

• Desalojar arguto en mal estado	1	0,10 hrs
• Colocar arguto nuevo	1	0,10 hrs
• Colocar tornillería en arguto	1	0,10 hrs
• Aplicar soldadura a tornillería	1	0,20 hrs
• Ver que cadena quede bien colocada	1	0,10 hrs
• Desalojar material del conductor	1	0,10 hrs
• Revisión de presión botellones de nitrógeno		
	Personal	Tiempo
Quitar tapones de botellón	2	0,05 hrs
Colocar medidor de presión	2	0,05 hrs
Ver si presión es adecuada para trabajar	2	0,05 hrs
Si hay demasiada presión sacar presión	2	0,15 hrs
Si no hay buena presión informar	2	0,10 hrs
• Cambio botellón de nitrógeno		
	Personal	Tiempo
Quitar mangueras presión hacia cabezote	2	0,10 hrs
Desalojar botellón que se cambiará	2	0,10 hrs
Colocar botellón nuevo en su base	2	0,10 hrs
Conectar mangueras en botellón	2	0,15 hrs
Sujetar botellón en base	2	0,05 hrs
Ver que presión de botellón sea adecuada	2	0,05 hrs
Calibrar botellón según lo establecido	2	0,15 hrs
Desalojar material de área de trabajo	2	0,15 hrs

- Ajustar flanchon de molino

	Personal	Tiempo
Verificar desajuste de flanchon	2	0,20 hrs
Limpiar topes de flanchon	2	0,15 hrs
Colocar pastilla hidráulica	2	0,15 hrs
Re-posicionar flanchon a su punto	2	0,20 hrs
Ver que maza no esté gastada	2	0,15 hrs
Aplicar soldadura en parte gastada	2	0,25 hrs
Quitar pastilla hidráulica	2	0,10 hrs
Desalojar área de trabajo	2	0,10 Hrs

3.1.4. Mantenimiento programado basado en condición

Este proceso es ejecutado en época de operación por todos los procesos operativos de fábrica; el inicio del proceso es la revisión o creación de los puntos de medición, sus valores objetivos y su asignación a los equipos por el coordinador del proceso donde estos se encuentren.

Luego de la asignación es responsabilidad del supervisor del proceso al cual pertenecen los equipos, verificar si el punto de medición es manual o automático, si es automático tiene que darle seguimiento saber la tendencia y estimar si el valor del punto de medición se saldrá de los valores normales definidos en el valor objetivo y si es manual, tiene que ingresar los datos de los puntos de medición actualizados al sistema cada fin de turno.

El sistema SAP hará la evaluación si el punto de medición está fuera de especificación, tomando como base los valores objetivos definidos en el punto de medición. Si el valor de medición se encuentra fuera de especificación el sistema tiene que generar automáticamente un aviso de avería. El centro de

planificación procesará el aviso y le comunica al jefe del proceso encargado del mantenimiento.

El jefe de proceso encargado de mantenimiento junto con el jefe de proceso operativo decidirá si el mantenimiento es tratado como emergencia o si es tratado como correctivo programado. Luego de esta decisión el aviso tiene que ser tratado como mantenimiento de emergencia, o como mantenimiento correctivo programado. Para el mantenimiento basado en condición se tendrán que crear las rutas de inspección dentro de SAP para el período de operación.

En el mantenimiento programado basado en condición, por ejemplo se podrán agregar las mediciones rutinarias que se le hacen a los equipos (temperatura de chumaceras, vibraciones, etc.), y si está un valor fuera de rango el sistema generará un aviso, el cual el supervisor decidirá si es mantenimiento de emergencia, o si es un mantenimiento correctivo programado.

3.1.4.1. Hojas de ruta mantenimiento programado basado en condiciones

Para las siguientes hojas de ruta se va a considerar el centro de planificación como PSAI (Pantaleón S.A., Industrial), los grupos planificadores de dar mantenimiento al equipo serán mantenimiento extracción y mecánicos molinos, asimismo el puesto de trabajo asignados a la hoja de ruta están considerados como, mecánico 3, lubricador industrial 2 y encargado de molinos dependiendo de la hoja de ruta asignada.

- Corrección temperatura alta chumaceras de molinos

Descripción de las tareas	Personas	Tiempo
Poner agua regulada sobre la chumacera	1	0,15 hrs
Inyectar aceite adicional con bomba manual	1	0,25 hrs
Sopletear con aire comprimido tubería de lubricación	1	0,15 hrs
Verificar funcionamiento de eyectores	1	0,15 hrs
Verificar funcionamiento de bomba	1	0,15 hrs
Verificar fugas existentes	1	0,15 hrs

- Corrección de temperatura alta en chumaceras picadoras

Descripción de las tareas	Personas	Tiempo
Si temperatura de chumacera 50°C-60°C, entonces verificar sistema de lubricación	1	0,20 hrs
Si temperatura de chumacera 60°C-70°C, entonces colocarle agua a la chumacera	1	0,15 hrs
Si temperatura de chumacera 70°C-80°C, inyecta lubricante adicional con bomba manual	1	0,25 hrs

- Bypass molino 5 ó molino 6 por alta Pol en bagazo

Descripción de las tareas	Personas	Tiempo
Verificar operación de extracción molino	1	0,15 hrs
Puentear molino con deficiencia en extra	1	0,25 hrs
Paro y bloqueo molino deficiente(ATS, PDT)	1	0,25 hrs
Verificar ajuste de peine superior	1	0,25 hrs
Levantar peineta de metal y hule, revisando sellos	1	0,50 hrs

Cambio de sello arguto	1	0,50 hrs
Colocar en lugar peineta de metal y hule, cambiar si hay necesidad	1	0,35 hrs
Colocar sellos laterales de hule y aplicar silicón	1	0,40 hrs
Revisión topes de <i>flanges</i>	1	0,35 hrs
Verificar y soldar desgaste lateral de masa	1	0,20 hrs
Desbloquear molino y darle marcha	1	0,10 hrs
Quitar <i>Bypass</i> y meter en línea	1	0,15 hrs

- Corrección temperatura alta en motores hidráulicos

Descripción de las tareas	Personas	Tiempo
<i>By-pass</i> del molino	1	0,25 hrs
Paro bomba hidráulica cañera (ATS, PDT)	1	0,20 hrs
Cerrar válvulas agua a intercambiador de calor	1	0,10 hrs
Limpieza de intercambiador de calor	1	0,50 hrs
Abrir válvulas de agua (quitar bloqueo)	1	0,10 hrs
Darle marcha a bomba hidráulica cañera	1	0,10 hrs
Quitar <i>Bypass</i> y meter en línea	1	0,15 hrs

3.1.5. Mantenimiento programado basado en contadores

Este proceso es ejecutado en época de operación por todos los procesos industriales de fábrica; el inicio del proceso es la revisión o creación de los contadores y su asignación a los equipos por el coordinador del proceso donde estos se encuentren. Si la programación es de ciclo individual solo se revisan o crean las hojas de ruta y las posiciones para el mantenimiento. En el caso que no sea de ciclo individual, además de las hojas de ruta y las posiciones para mantenimiento, se revisan o crean las estrategias de mantenimiento.

Después de tener los planes de mantenimiento basados en contadores, el coordinador del proceso libera o reinicia los contadores, según sea el caso, e inicia el ciclo del programa. Luego de la liberación es responsabilidad del supervisor del proceso verificar si el contador es manual o automático, si es automático tiene que darle seguimiento para estimar cuándo se programará el mantenimiento y si es manual, tiene que ingresar los datos de los contadores actualizados al sistema cada fin de turno.

El jefe de mantenimiento analizará si hay necesidad de mantenimiento predictivo externo, si es así, gestionará y programará los servicios. El jefe de proceso al cual pertenece el mantenimiento analizará si necesita servicios externos para reparación, si los necesita, los gestionará y programará. Después de la revisión primaria del equipo, el coordinador del proceso analizará si son necesarios más recursos materiales y humanos para la tarea y modificará la orden según sea el caso.

La orden también se modificará si los jefes de proceso y mantenimiento gestionaron y programaron algún servicio externo no programado previamente. Después de ejecutar la orden según programa, los jefes de proceso aceptarán los servicios externos de reparación y notifican el mantenimiento programado con personal interno. El jefe de mantenimiento aceptará los servicios externos y entregará los resultados a los jefes de proceso correspondientes.

En caso de que un mantenimiento fuera no satisfactorio, el ciclo regresa nuevamente a la evaluación de servicios externos tanto de mantenimiento como de diagnóstico, para luego reevaluar si es necesario asignar nuevos recursos materiales y humanos para reprogramar la orden. Si el mantenimiento fue conforme el supervisor de proceso reportará los datos necesarios para el cierre de la orden, con estos datos, el centro de planificación cierra la orden.

En el mantenimiento programado basado en contadores se pueden ingresar por ejemplo los tiempos de operación de los evaporadores, para que SAP lance las órdenes justo cuando el evaporador tenga que salir a limpieza. Para el proceso de extracción de jugo no aplica el mantenimiento programado basado en contadores ya que el equipo y el proceso no lo requieren.

3.1.6. Mantenimiento de emergencia

Este proceso es ejecutado en época de operación por los Departamentos de Servicio y los grupos de trabajo especializado en los procesos operativos; dado que es mantenimiento de emergencia, se tiene que empezar a ejecutar el mantenimiento y al mismo tiempo el supervisor del proceso a cargo del mantenimiento pasará los datos al centro de planificación para la creación de la orden de emergencia. Si después del diagnóstico de la falla, se detecta que se necesitan servicios externos, se procesarán los datos necesarios y se debe generar la contratación de esos servicios.

Si se puede realizar el mantenimiento de emergencia con la mano de obra local, el supervisor del proceso a cargo del mantenimiento, gestionará y programará los recursos necesarios, y si en algún momento es necesaria la modificación de la orden, le pasará los datos al centro de planificación. Luego de completado el mantenimiento de emergencia, el supervisor del área de servicio que ejecutó el mantenimiento notificará al supervisor del proceso productivo, para su aceptación.

Si se tratase de un equipo definido como crítico, la aceptación del mantenimiento la deberá hacer además, el jefe del área de servicio así como el jefe del proceso productivo. Si el mantenimiento no es conforme, se regresa el ciclo al análisis de la necesidad de servicios externos. En caso de que el

mantenimiento es conforme se reportan los datos para el cierre técnico y se procede con el mismo.

En el mantenimiento de emergencia se ingresarán todos los mantenimientos de emergencia, que dada su criticidad no se han podido programar en otro momento y tienen la mayor prioridad. El mantenimiento de emergencia se verá reflejado por primera vez en la zafra 2012 – 2013, por lo que las hojas de ruta utilizadas en época de zafra (mantenimiento correctivo operación o mantenimiento programado preventivo operación) serán utilizadas por este en las circunstancias que así se requieran.

3.2. Inventario de equipo instalado en área de extracción de jugo PSA

Con base al diagrama de flujo del Proceso de extracción de jugo a continuación se presenta el inventario de equipos instalado el cual será de base para el grupo planificador que tendrá que dar mantenimiento al mismo, en este caso serán Mantenimiento Extracción o Mecánicos Molinos, ya sea en tiempo de zafra o en reparación dependiendo de los tipos de mantenimiento descritos con anterioridad denominados para el sistema SAP.

Al cuantificar y documentar los equipos se reconoce la importancia de cada uno de ellos y las acciones a seguir para el mantenimiento requerido, ya que las hojas de rutas están estrechamente relacionadas en base a cada equipo mencionado en este inventario, debido a que se crearon planes de mantenimiento asociados a cada uno de ellos y enlazados entre sí, esto para saber el debido mantenimiento o debidas tareas a realizarle a dicho equipo.

Resumiendo, lo pretendido por SAP es que a cada equipo de la empresa tenga creada una base de datos con las tareas o pasos que deben seguirse en

los mantenimientos, creando así también un historial de las fallas ocurridas a lo largo de la vida útil del equipo y poder predecir a ciertos tiempos probables fallas que puedan darse y eliminar los tan famosos tiempos perdidos en el proceso que igualmente son perjudiciales para toda la fábrica en general.

3.2.1. Listado de equipo instalado en proceso de extracción de jugo PSA, a cargo de mantenimiento extracción y mecánicos molinos

A continuación se menciona el equipo que se ha instalado en el proceso de extracción de jugo de caña, en el Ingenio Pantaleón, S.A. El cual está a cargo de mantenimiento extracción y molinos.

Tabla IV. Equipo instalado en extracción de jugo de caña

Código	Descripción base del equipo	Sub-Proceso de la Empresa	Ubicación o Utilidad dentro del Sub-proceso
108162	Edificios	PrepCaña	Edificio e instalaciones TA
108163	Drenajes	PrepCaña	Drenajes TA
108164	Grúa volteo TA, 50 t	PrepCaña	Grúa volteo TA
108165	Grúa descarga lateral	PrepCaña	Grúa descarga lateral TA y TB
108166	Grúa radial	PrepCaña	Grúa lateral volteo TA y TB
108167	Mesa de caña 1 TA	PrepCaña	Mesa de caña 1 TA
108168	Mesa de caña 2 TA	PrepCaña	Mesa de caña 2 TA
108169	Mesa de caña 3 TA	PrepCaña	Mesa de caña 3 TA
108170	Mesa de caña 4 TA	PrepCaña	Mesa de caña 4 TA

Continuación de la tabla IV.

108171	Conductor de caña auxiliar TA	PrepCaña	Conductor caña auxiliar TA
108172	Conductor de caña 1 TA	PrepCaña	Conductor caña 1 TA
108173	Conductor de caña 2 TA	PrepCaña	Conductor de caña 2 TA
108174	Troceadora 1 TA	PrepCaña	Troceadora de caña 1 TA
108175	Troceadora 2 TA	PrepCaña	Troceadora de caña 2 TA
108176	Prepicadora TA	PrepCaña	Prepicadora de caña TA
108177	Picadora 1 TA	PrepCaña	Picadora de caña 1 TA
108178	Picadora 2 TA	PrepCaña	Picadora de caña 2 TA
108179	Picadora 3 TA	PrepCaña	Picadora de caña 3 TA
108180	Rastra sacabasura TA	PrepCaña	Rastra Sacabasura TA
108181	Rastra sacabasura TB	PrepCaña	Rastra Sacabasura TB
108182	Molino 1 TA	Molienda	Molino 1 Tándem A
108183	Conductor intermedio 2 TA	Molienda	Conductor intermedio 2 TA
108184	Molino 2 TA	Molienda	Molino 2 Tándem A
108185	Conductor intermedio 3 TA	Molienda	Conductor intermedio 3 TA
108186	Molino 3 TA	Molienda	Molino 3 Tándem A
108187	Conductor intermedio 4 TA	Molienda	Conductor intermedio 4 TA
108188	Molino 4 TA	Molienda	Molino 4 Tándem A
108189	Conductor intermedio 5 TA	Molienda	Conductor intermedio 5 TA
108190	Molino 5 TA	Molienda	Molino 5 Tándem A
108191	Conductor intermedio 6 TA	Molienda	Conductor intermedio 6 TA
108192	Molino 6 TA	Molienda	Molino 6 Tándem A
108193	Tanque agua imbibición	Molienda	Tanque Imbibición
108194	Tanque 1 de maceración TA	Molienda	Maceración 1 TA
108195	Tanque 2 de maceración TA	Molienda	Maceración 2 TA
108196	Tanque 3 de maceración TA	Molienda	Maceración 3 TA
108197	Tanque 4 de maceración TA	Molienda	Maceración No.4 TA
108198	Rastra de bagacillo TA	Molienda	Rastra de bagacillo TA
108199	Sinfín rastra de bagacillo TA	Molienda	Sinfín rastra de bagacillo TA
108200	Rastra desarenadora TA	Molienda	Rastra desarenadora TA

Continuación de la tabla IV.

108201	Tanque jugo diluido TA	Molienda	Tanque jugo diluido TA
108203	Edificios	PrepCaña	Edificio e instalaciones TB
108204	Drenajes	PrepCaña	Drenajes TB
108205	Grúa volteo TB, 50 t	PrepCaña	Grúa TB
108206	Mesa de caña 1 TB	PrepCaña	Mesa de caña 1 TB
108207	Mesa de caña 2 TB	PrepCaña	Mesa de caña 2 TB
108208	Mesa de caña 3 TB	PrepCaña	Mesa de caña 3 TB
108209	Mesa de caña 4 TB	PrepCaña	Mesa de caña 4 TB
108210	Conductor de caña auxiliar TB	PrepCaña	Conductor caña auxiliar TB
108211	Conductor de caña 1 TB	PrepCaña	Conductor caña 1 TB
108212	Conductor de caña 2 TB	PrepCaña	Conductor de caña 2 TB
108213	Banda de hule molino 1	PrepCaña	Banda de hule molino 1 TB
108214	Troceadora 1 TB	PrepCaña	Troceadora de caña 1 TB
108215	Troceadora 2 TB	PrepCaña	Troceadora de caña 2 TB
108216	Prepicadora TB	PrepCaña	Prepicadora de caña TB
108217	Picadora 1 TB	PrepCaña	Picadora de caña 1 TB
108218	Picadora 2 TB	PrepCaña	Picadora de caña 2 TB
108219	Picadora 3 TB	PrepCaña	Picadora de caña 3 TB
108220	Sistema de lubricación	PrepCaña	Lubrica Centralizada molinos
108221	Sistema de lubricación	PrepCaña	Lubrica Centralizada coronas
108222	Molino 1 TB	Molienda	Molino 1 TB
108223	Conductor intermedio 2 TB	Molienda	Conductor intermedio 2 TB
108224	Molino 2 TB	Molienda	Molino 2 Tándem B
108225	Conductor intermedio 3 TB	Molienda	Conductor intermedio 3 TB
108226	Molino 3 TB	Molienda	Molino 3 Tándem B
108227	Conductor intermedio 4	Molienda	Conductor intermedio 4 TB
108228	Molino 4 TB	Molienda	Molino 4 Tándem B
108229	Conductor intermedio 5 TB	Molienda	Conductor intermedio 5 TB
108230	Molino 5 TB	Molienda	Molino 5 Tándem B
108231	Conductor intermedio 6 TB	Molienda	Conductor intermedio 6 TA

Continuación de la tabla IV.

108232	Molino 6 TB	Molienda	Molino 6 Tándem B
108235	Rastra de bagacillo TB	Molienda	Rastra de bagacillo TB
108236	Sinfín rastra de bagacillo TB	Molienda	Sinfín rastra de bagacillo TB
108237	Tanque jugo diluido TB	Molienda	Tanque jugo diluido TB
108238	Tanque 1 de maceración TB	Molienda	Maceración 1 TB
108239	Tanque 2 de maceración TB	Molienda	Maceración 2 TB
108240	Tanque 3 de maceración TB	Molienda	Maceración 3 TB
108241	Tanque 4 de maceración TB	Molienda	Maceración 4 TB
108242	Torre de enfriamiento Molinos	Molienda	Torre Enfriamiento molinos
108243	Sistema de Enfriamiento	Molienda	Enfriamient. Motores DC molino
108244	Sistema de lubricación coronas TA	Molienda	Sistema lubricación Coronas TA
108245	Sistema lubricación chumaceras TA	Molienda	Sistema lubrica Chumacera TA
108246	Sistema de lubricación auxiliarTA	Molienda	Sistema lubricación Chumaceras auxiliar TA
108247	Sistema de lubricación coronas TB	Molienda	Sistema lubricación Coronas TB
108248	Sistema de lubricación chumaceras TB	Molienda	Sistema lubrica Chumaceras TB
108249	Rastra desarenadora TB	Molienda	Rastra desarenadora TB
108262	Sistema de lubricación	PrepCaña	Lubricación chumacera patio TA
108263	Sistema de lubricación	PrepCaña	Lubricación chumacera patio TB
108264	Grúa puente, 20 t	Molienda	Grúa puente TA
108265	Grúa puente, 15 t	Molienda	Grúa puente TB
108270	Agua rechazo 1	Molienda	Agua rechazo 1
108271	Agua rechazo 3	Molienda	Agua rechazo 3
108279	Grúa caite	Molienda	Grúa caite patio caña
108280	Tuberías de conducción Tándem A	Molienda	Tubería conducción Tándem A
108281	Tuberías de conducción Tándem B	Molienda	Tuberías conducción Tándem B
108282	Manejo de jugo TA	Molienda	Manejo de jugo TA
108283	Manejo de jugo TB	Molienda	Manejo de jugo TB
108284	Rastra saca-bagazo TB	Molienda	Rastra saca-bagazo TB
108285	Reductor	Molienda	Movimiento rastra saca-bagazo

Continuación de la tabla IV.

109024	Reductor	PrepCaña	Movimiento central grúa radial
109025	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento mesa caña 1 TA
109026	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento nivelador mesa 4
109027	Reductor, 100 HP, ratio 25.39	PrepCaña	Movimiento conductor auxiliar
109028	Reductor 100 HP, ratio 11.58	PrepCaña	Transmisión conductor 1
109029	Nivelador CC TA	PrepCaña	Nivelador conductor caña 1 TA
109030	Nivelador 1 CC 2 TA	PrepCaña	Nivelador 1 conduc. caña 2 TA
109031	Nivelador 2 CC 2 TA	PrepCaña	Nivelador 2 conduc. caña 2 TA
109034	Reductor, 5175 HP, ratio 2.64	PrepCaña	Movimiento prepicadora TA
109035	Reductor, 1250 HP, ratio 2.35	PrepCaña	Movimiento picadora 1 TA
109036	Reductor, 1800 HP, ratio 2.28	PrepCaña	Movimiento picadora 2 TA
109037	Electroimán TA	PrepCaña	Electroimán conduc. caña 2 TA
109038	Reductor, 15 HP, ratio 40.10	PrepCaña	Movimiento rastra sacabasura
109039	Reductor, 37.4 HP, ratio 31.08	PrepCaña	Movimiento rastra sacabasura
109040	Reductor, 1200 HP	Molienda	Movimiento molino 1 TA
109041	Acople rígido 1	Molienda	Acople cuadrado molino 1
109042	Maza PBS-2011-01-F	Molienda	Maza superior molino 1
109043	Maza PAI-2003-15-B	Molienda	Maza cañera molino 1
109044	Maza PA4-226	Molienda	4a maza molino 1
109045	Reductor, 40 HP, ratio 25.17	Molienda	Movimiento cond. intermedio 2
109046	Reductor, 1200 HP	Molienda	Movimiento molino 2 TA
109047	Acople flexible 2	Molienda	Acople cuadrado molino #2
109048	Maza superior PAS-2003-01-B	Molienda	Maza superior molino 2
109049	Maza cañera PAI-2003-04-B	Molienda	Maza cañera molino 2
109050	Maza bagacera PAI-2003-05-B	Molienda	Maza bagacera molino 2
109051	Reductor, 40 HP, ratio 25.17	Molienda	Movimiento cond intermedio 3
109052	Reductor, 670 HP, ratio 57.59	Molienda	Reductor de baja molino 3 TA
109053	Maza bagacera PAI-2004-04-VJ	Molienda	Maza bagacera molino 3
109054	Cuarta maza PA4-Y2K-02-VJ	Molienda	4a maza molino 3
109055	Reductor, 40 HP, ratio 25.17	Molienda	Movimiento cond intermedio 4

Continuación de la tabla IV.

109056	Maza PAS-2009-02-VJ	Molienda	Maza superior molino 4
109057	Maza PA4-2004-05-VJ	Molienda	4a maza molino 4
109058	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 5
109059	Maza PAI-2010-01-F	Molienda	Maza bagacera molino 5
109060	Maza PA4-9707	Molienda	4a maza molino 5
109061	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 6
109062	Maza PA4-2003-18-B	Molienda	4a maza molino 6
109063	Bomba B215, centrífuga	Molienda	Bombeo agua asepsia 1 TA, TB
109064	Bomba B548, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 1 TA
109065	Bomba B546, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 4 TA
109066	Reductor, 10 HP, ratio 13.80	Molienda	Movimiento sinfín rastra TA
109067	Bomba B287, centrífuga	Molienda	Bombeo jugo diluido 2 TA
109078	Bomba hidráulica	PrepCaña	Bomba hidráulica grúa volteo
109079	Bomba hidráulica	PrepCaña	Levantamiento cilindro 2 grúa
109080	Nivelador 1 TB	PrepCaña	Nivelador mesa de caña 1 TB
109081	Nivelador 2 TB	PrepCaña	Nivelador mesa de caña 2 TB
109082	Reductor, 40 HP, ratio 25.67	PrepCaña	Movimiento conductor auxiliar
109083	Motor hidráulico	PrepCaña	Movimiento conductor 1
109084	Reductor, 100 HP, ratio 11.58	PrepCaña	Movimiento conductor 2
109086	Reductor, 1250 HP, ratio 2.35	PrepCaña	Movimiento picadora
109087	Reductor, 1800 HP, ratio 2.30	PrepCaña	Movimiento picadora 3
109088	Maza PBS-Y2K3-01	Molienda	Maza superior molino 1
109089	Maza PBI-223	Molienda	Maza bagacera molino 1
109090	Reductor, 50 HP, ratio 25.73	Molienda	Movimiento cond intermedio
109091	Reductor, 40 HP, ratio 25.63	Molienda	Movimiento cond intermedio
109092	Maza PBI-211	Molienda	Maza cañera molino 3
109093	Reductor, 40 HP, ratio 25.63	Molienda	Movimiento cond intermedio
109094	Maza PBI-9803	Molienda	Maza cañera molino 5
109103	Reductor, 15 HP, ratio 13.90	Molienda	Movimiento sinfín rastra TB
109104	Bomba B592, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 2 TB

Continuación de la tabla IV.

109105	Bomba B547, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 4 TB
109106	Intercambiador de calor 1	Molienda	Chiller 1 motores DC molino
109107	Tanque 1 Farval	Molienda	Tanque 1 lubricación Farval TA
109108	Reductor, 5 HP, ratio 39.95	Molienda	Movimient. rastra desarenadora
109111	Bomba B520, centrífuga	Molienda	Bomba agua rechazo 3
109112	Tubería maceración 4 a 3	Molienda	Tubería maceración 4 a 3
109113	Tubería maceración 6 a 5	Molienda	Tubería maceración 6 a 5
109114	Tubería lubricación chumaceras	Molienda	Tubería lubricación chumaceras
109115	Tubería de agua caliente	Molienda	Tubería de agua caliente
109116	Tubería maceración 5 a 4	Molienda	Tubería maceración 5 a 4
109117	Tubería lubricación chumaceras	Molienda	Tubería lubricación chumaceras
109118	Pateador de caña	PrepCaña	Pateador de caña conduc. 2 TB
109140	Bomba hidráulica	PrepCaña	Bomba hidráulica grúa TA
109141	Bomba hidráulica	PrepCaña	Levant. cilindro hidráulico 1 TA
109142	Bomba hidráulica	PrepCaña	Levant. cilindro hidráulico 2 TA
109144	Bomba hidráulica	PrepCaña	Bomba hidráulica grúa lateral
109145	Reductor	PrepCaña	Winch maletas grúa radial
109147	Nivelador 1 TA	PrepCaña	Nivelador mesa de caña 1 TA
109148	Spray lavado de caña de mesas	PrepCaña	Spray lavado mesa 1 y 2 TA
109149	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento mesa caña 2 TA
109150	Nivelador 2 TA	PrepCaña	Nivelador mesa de caña 2
109151	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento nivelador mesa 3
109153	Reductor, 60 HP, ratio 31.15	PrepCaña	Movimiento conductor 2
109154	Reductor, 1800 HP, ratio 2.28	PrepCaña	Movimiento picadora 3 TA
109155	Maza PAI-2003-03-B	Molienda	Maza bagacera molino 1
109159	Cuarta maza PA4-2003-10	Molienda	4a maza molino 2
109160	Acople rígido 3	Molienda	Acople cuadrado molino 3
109161	Maza superior PBS-2005-02	Molienda	Maza superior molino 3
109162	Maza cañera PAI-2004-03-VJ	Molienda	Maza cañera molino 3
109166	Reductor, 670 HP, ratio 57.59	Molienda	Reductor de baja molino 4 TA

Continuación de la tabla IV.

109167	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 4
109168	Maza PBI-205-VJ	Molienda	Maza cañera molino 4
109169	Maza PAI-2004-02-VJ	Molienda	Maza bagacera molino 4
109170	Reductor, 40 HP, ratio 25.17	Molienda	Movimiento cond. intermedio 5
109171	Reductor, 1200 HP, ratio 130.30	Molienda	Movimiento molino 5 TA
109173	Maza PAS-2010-02-F	Molienda	Maza superior molino 5
109174	Maza PAI-2003-14-B	Molienda	Maza cañera molino 5
109177	Reductor, 40 HP, ratio 25.17	Molienda	Movimiento cond intermedio 6
109178	Reductor, 1200 HP, ratio 130.30	Molienda	Movimiento molino 6 TA
109179	Maza PAS-2003-11-B	Molienda	Maza superior molino 6
109180	Maza PAI-2003-08-B	Molienda	Maza cañera molino 6
109181	Maza PAI-2003-09-B	Molienda	Maza bagacera molino 6
109182	Bomba B237, centrífuga	Molienda	Bombeo agua imbibición 1 TA
109183	Bomba B339, centrífuga	Molienda	Bombeo imbibición 2 TA y TB
109185	Bomba B390, centrífuga	Molienda	Bombeo agua asepsia 2 TA, TB
109186	Bomba B631, centrífuga	Molienda	Bombeo agua asepsia 3 TA, TB
109188	Bomba B594, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 2 TA
109189	Bomba B545, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 3 TA
109191	Bomba B796, centrífuga	Molienda	Bombeo agua imbibición 3 TB
109192	Reductor, 25 HP, ratio 31.08	Molienda	Movimiento rastra bagacillo
109193	Reductor, 5 HP, ratio 303.20	Molienda	Movimient. rastra desarenadora
109194	Bomba B257, centrífuga	Molienda	Bombeo jugo diluido 1 TA
109219	Bomba hidráulica	PrepCaña	Levantamiento cilindro 1 grúa
109222	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento mesa caña 1 TB
109224	Spray lavado	PrepCaña	Spray lavado mesa 1 y 2 TB
109225	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento mesa caña 2 TB
109226	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento mesa caña 3 TB
109227	Reductor, 62.1 HP, ratio 121.00	PrepCaña	Movimiento mesa caña 4 TB
109228	Nivelador CC Auxiliar TB	PrepCaña	Nivelador cond auxiliar TB
109230	Nivelador CC TB	PrepCaña	Nivelador conductor caña 1 TB

Continuación de la tabla IV.

109232	Reductor, 25 HP, ratio 39.60	PrepCaña	Movimiento banda de hule
109235	Reductor, 1250 HP, ratio 2.92	PrepCaña	Movimiento prepicadora
109236	Reductor, 1800 HP, ratio 2.30	PrepCaña	Movimiento picadora 2
109237	Reductor, 1000 HP, ratio 33.90	Molienda	Reductor baja molino 1 TB
109238	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 1
109240	Maza PBI-2010-05-VJ	Molienda	Maza cañera molino 1
109242	Maza PB4-08	Molienda	4a maza molino 1
109244	Reductor, 1000 HP, ratio 33.90	Molienda	Reductor baja molino 2 TB
109245	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 2
109246	Maza PBS-201	Molienda	Maza superior molino 2
109247	Maza PBI-216	Molienda	Maza cañera molino 2
109248	Maza PBI-213	Molienda	Maza bagacera molino 2
109249	Maza PB4-04	Molienda	4a maza molino 2
109251	Reductor, 1000 HP, ratio 33.90	Molienda	Reductor baja molino 3 TB
109252	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 3
109253	Maza PBS-212	Molienda	Maza superior molino 3
109255	Maza PBI-220	Molienda	Maza bagacera molino 3
109256	Maza PB4-03	Molienda	4a maza molino 3
109257	Reductor, 40 HP, ratio 25.63	Molienda	Movimiento cond intermedio
109258	Reductor, 1000 HP, ratio 33.90	Molienda	Reductor baja molino 4
109259	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 4
109260	Maza PBS-204	Molienda	Maza superior molino 4
109261	Maza PBI-206	Molienda	Maza cañera molino 4
109262	Maza PAI-2009-03-VJ	Molienda	Maza bagacera molino 4
109263	Maza PB4-05	Molienda	4a maza molino 4
109264	Reductor, 1000 HP, ratio 33.90	Molienda	Reductor baja molino 5
109265	Acople rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 5
109266	Maza PBS-9804	Molienda	Maza superior molino 5
109267	Maza PBI-207	Molienda	Maza bagacera molino 5
109268	Maza PB4-01	Molienda	4a maza molino 5

Continuación de la tabla IV.

109269	Reductor, 40 HP, ratio 25.63	Molienda	Movimiento cond intermedio
109270	Reductor, 1000 HP, ratio 33.90	Molienda	Reductor baja molino 6
109271	Acople Rígido	Molienda	Acople cuadrado molino 6
109272	Maza PBS-2011-03	Molienda	Maza superior molino 6
109273	Maza PBI-K01	Molienda	Maza cañera molino 6
109274	Maza PBI-225	Molienda	Maza bagacera molino 6
109275	Maza PB4-2003-12-B	Molienda	4a maza molino 6
109280	Electroimán TB	PrepCaña	Electroimán banda hule TB
109297	Reductor, 20 HP, ratio 30.00	Molienda	Movimiento rastra bagacillo
109298	Bomba B595, centrífuga	Molienda	Bombeo jugo diluido 1 TB
109299	Bomba B704, centrífuga	Molienda	Bombeo jugo diluido 2 TB
109300	Bomba B591, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 1 TB
109301	Bomba B593, centrífuga	Molienda	Bombeo maceración 3 TB
109303	Bomba B011, centrífuga	Molienda	Bba 1 enfriamiento MH molinos
109304	Bomba B010, centrífuga	Molienda	Bba 2 enfriamiento MH molinos
109305	Bomba B580, centrífuga	Molienda	Bba 3 enfriamiento MH molinos
109307	Intercambiador de calor 2	Molienda	Chiller 2 motores DC molino
109309	Tanque 2 Farval	Molienda	Tanque 2 lubricación Farval TA
109310	Tanque 1 Farval	Molienda	Tanque 1 lubricación Farval TB
109311	Tanque 2 Farval	Molienda	Tanque 2 lubricación Farval TB
109317	Bomba B521, centrífuga	Molienda	Bba agua rechazo 1
109319	Tubería de agua caliente	Molienda	Tubería de agua caliente
109320	Tubería de agua fría	Molienda	Tubería de agua fría
109321	Tubería maceración 3 a 2	Molienda	Tubería maceración 3 a 2
109323	Tubería maceración 5 a 4	Molienda	Tubería maceración 5 a 4
109324	Tubería de agua imbibición	Molienda	Tubería de agua imbibición
109325	Tubería de agua asepsia	Molienda	Tubería de agua asepsia
109326	Tubería jugo diluido a torres	Molienda	Tubería jugo diluido a torres
109327	Tubería lubricación coronas	Molienda	Tubería lubricación coronas
109329	Tubería de agua fría	Molienda	Tubería de agua fría

Continuación de la tabla IV.

109330	Tubería maceración 3 a 2	Molienda	Tubería maceración 3 a 2
109331	Tubería maceración 4 a 3	Molienda	Tubería maceración 4 a 3
109333	Tubería maceración 6 a 5	Molienda	Tubería maceración 6 a 5
109334	Tubería de agua imbibición	Molienda	Tubería de agua imbibición
109335	Tubería de agua asepsia	Molienda	Tubería de agua asepsia
109336	Tubería jugo diluido a torres	Molienda	Tubería jugo diluido a torres
109338	Tubería lubricación coronas	Molienda	Tubería lubricación coronas
109339	Reductor, 100 HP, ratio 25.39	PrepCaña	Disponible Conductor 1 TB
109340	Motor hidráulico	PrepCaña	Disponible Conductor 1 TB
109341	Bomba, desplazamiento positivo	PrepCaña	Disponible Conductor 1 TB
112788	Reductor, 47.1 HP, ratio 20.98	PrepCaña	Movimiento nivelador mesa 1
112789	Bomba B538, centrífuga	PrepCaña	Bombeo spray lavado mesa 1, 2
112791	Reductor, 50 HP, ratio 25.27	PrepCaña	Movimiento nivelador mesa 2
112794	Bomba hidráulica	PrepCaña	Bba hidráulica cond auxiliar
112795	Reductor 30 HP, ratio 20.54	PrepCaña	Transmisión nivelador
112796	Bomba hidráulica	PrepCaña	Bba conductor caña 1 TA
112797	Reductor, 30 HP, ratio 25.12	PrepCaña	Movimiento nivelador cond
112799	Reductor, 40 HP, ratio 39.60	PrepCaña	Movimiento nivelador 1
112800	Reductor, 25 HP, ratio 31.08	PrepCaña	Movimiento nivelador 2 cond 2
112802	Lubricación auxiliar red prepicadora	PrepCaña	Lubric. auxiliar red prepicadora
112804	Lubricación Picadora 1	PrepCaña	Lubric. auxiliar red Picadora 1
112806	Lubricación Picadora 2	PrepCaña	Lubricación picadora caña 2
112808	Lubricación Picadora 3	PrepCaña	Lubricación picadora caña 3
112812	Motor hidráulico, 469 HP, 16 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112815	Motor hidráulico, 469 HP, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112817	Reductor, 1500 HP, ratio 2.16	Molienda	Reductor de alta molino 3 TA
112818	Motor hidráulico, 469 HP, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112820	Reductor , 1500 HP, ratio 2.16	Molienda	Reductor de alta molino 4 TA
112821	Motor hidráulico, 469 RPM, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112824	Motor hidráulico, 469 HP, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera

Continuación de la tabla IV.

112827	Motor hidráulico, 469 RPM, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112857	Reductor, 40 HP, ratio 39.60	PrepCaña	Movimiento nivelador mesa 1
112858	Bomba B044, centrífuga	PrepCaña	Bombeo spray lavado mesa 1, 2
112860	Reductor, 40 HP, ratio 39.60	PrepCaña	Movimiento nivelador mesa 2
112863	Bomba hidráulica	PrepCaña	Bba hidráulica cond auxiliar
112864	Reductor, 30 HP, ratio 39.60	PrepCaña	Movimiento nivelador
112865	Reductor, 40 HP, ratio 39.60	PrepCaña	Movimiento nivelador
112866	Motor hidráulico	PrepCaña	Movimient. conductor caña 2 TB
112870	Lubricación Picadora 1	PrepCaña	Lubricación picadora caña 1
112872	Lubricación Picadora 2	PrepCaña	Lubricación picadora caña 2
112874	Lubricación Picadora 3	PrepCaña	Lubricación picadora caña 3
112875	Reductor, 1000 HP, ratio 17.87	Molienda	Reductor alta molino 1 TB
112876	Bomba B649, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar reductor baja
112877	Motor hidráulico, 482 HP, 16 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112879	Reductor, 1000 HP, ratio 4.35	Molienda	Reductor alta molino 2 TB
112880	Bomba B440, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar reductor baja
112881	Motor hidráulico, 482 HP, 16 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112883	Reductor, 1000 HP, ratio 17.87	Molienda	Reductor alta molino 3 TB
112884	Bomba B442, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar reductor baja
112885	Motor hidráulico, 482 HP, 29 RPM	Molienda	Motor hidráulico maza cañera
112887	Reductor, 1000 HP, ratio 17.87	Molienda	Reductor alta molino 4
112888	Bomba B444, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar reductor baja
112889	Motor hidráulico, 375 HP, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112891	Reductor, 1000 HP, ratio 17.87	Molienda	Reductor alta molino 5
112892	Bomba B446, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar reductor baja
112893	Motor hidráulico, 482 HP, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112895	Reductor, 1000 HP, ratio 17.87	Molienda	Reductor alta molino 6
112896	Bomba B448, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar reductor baja
112897	Motor hidráulico, 482 HP, 29 RPM	Molienda	Motor Hidráulico maza cañera
112909	Bomba B769, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R baja M1 TA

Continuación de la tabla IV.

112910	Bomba B770, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica principal R baja M1 TA
112911	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica principal R baja M2 TA
112912	Bomba B771, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R baja M2 TA
112913	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R baja M3 TA
112914	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica principal R baja M3 TA
112915	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica principal R baja M4 TA
112916	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R baja M4 TA
112917	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica principal R M5 TA
112918	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R M5 TA
112919	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica principal R M6 TA
112920	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R M6 TA
112932	Bomba B756, centrífuga	Molienda	Bombeo chiller 1 motores DC
112933	Bomba B757, centrífuga	Molienda	Bombeo chiller 2 motores DC
112940	Bomba	Molienda	Bba 1 lubricación Farval
112941	Bomba	Molienda	Bba 2 lubricación Farval
112942	Bomba	Molienda	Bba 1 lubricación Farval
112943	Bomba	Molienda	Bba 2 lubricación Farval
112950	Bomba, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bba hidráulica Conductor 1 TB
112951	Reductor, 40 HP, ratio 10	PrepCaña	Movimiento pateador caña
114023	Motor hidráulico	PrepCaña	MH del conductor auxiliar
114025	Motor hidráulico	PrepCaña	Movimient. conductor caña 1 TA
114029	Bomba B0134, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bombeo lubricación auxiliar
114030	Bomba B726, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bombeo lubricación auxiliar picadora 1
114031	Bomba B820, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bombeo lubrica picadora 2 TA
114032	Bomba B822, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bombeo lubrica picadora 3
114046	Motor hidráulico	PrepCaña	Movimient conductor auxiliar TB
114050	Bomba hidráulica	PrepCaña	Bba conductor caña 2 TB
114051	Bomba B300, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bombeo lubricación picadora
114052	Bomba B687, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bombeo lubricación picadora

Continuación de la tabla IV.

114053	Bomba B685, desplazamiento positivo	PrepCaña	Bombeo lubricación picadora
114065	Motor eléctrico, 2.95 HP, 1730 RPM	Molienda	Lubricación auxilia reductor baja
114072	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R alta M3 TA
114073	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Lubrica auxiliar R alta M4 TA
114082	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 1 TA
114083	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 2 TA
114084	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 3 TA
114085	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 4 TA
114086	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 5 TA
114087	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 6 TA
114088	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 1 TB
114089	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 2 TB
114090	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 3 TB
114091	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 4 TB
114092	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 5 TB
114093	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica MH 6 TB
114094	Reductor, 5.3 HP, ratio 10.10	Molienda	Movimiento bba 1 lubricación
114095	Reductor, 5.3 HP, ratio 10.10	Molienda	Movimiento bba 2 lubricación
114096	Reductor, 5.3 HP, ratio 10.00	Molienda	Movimiento bba 1 lubricación
114097	Reductor, 5.3 HP, ratio 10.10	Molienda	Movimiento bba 2 lubricación
114098	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica 2 MH 1 TA
114099	Bomba, desplazamiento positivo	Molienda	Bba hidráulica 2 MH 1 TB

Fuente: elaboración propia en programa Excel.

4. FASE DE ENSEÑANZA

4.1. ¿Qué es SAP?

SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos), es el líder mundial en sistemas de empresas, ofrece software de gestión y servicios que satisfacen sus necesidades específicas. SAP ofrece soluciones escalables en más de 1 000 procesos de negocios y desarrolla software de clientes que trabajan con mejores prácticas empresariales, este sistema comprende muchos módulos completamente integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial.

Cada módulo realiza una función diferente, pero está diseñado para trabajar con otros módulos. La integración total de los módulos ofrece real compatibilidad a lo largo de las funciones de una empresa. Esta es la característica más importante del sistema SAP y significa que la información se comparte entre todos los módulos que la necesiten y que pueden tener acceso a ella. La información se comparte, tanto entre módulos, como entre todas las áreas.

4.2. Historia SAP

Fundada en 1972, SAP es el proveedor líder de soluciones de negocios para todo tipo de industrias, compañía pilar en la industria del software empresarial, es además el tercer proveedor independiente de software del mundo.

Emplea a más de 47 578 personas en más de 50 países. Con profesionales que están comprometidos en proveer soporte y servicios de alto nivel a sus clientes.

4.3. Características de SAP

Información *online*, esta característica significa que la información se encuentra disponible al momento, sin necesidad de esperar largos procesos de actualización y procesamiento habituales en otros sistemas.

- Integración, esta es la característica más destacable de SAP y significa que la información se comparte entre todos los módulos de SAP que la necesiten y que pueden tener acceso a ella. La información se comparte, tanto entre módulos, como entre todas las áreas. La integración en SAP se logra a través de la puesta en común de la información de cada uno de los módulos y por la alimentación de una base de datos común.

4.4. Módulos de SAP

A continuación se mencionan las características del programa computacional SAP, este se divide en módulos que abarcan desde gestión financiera hasta las ventas y facturación.

- Gestión financiera (FI). Libro mayor, libros auxiliares, *ledgers* especiales, etc.
- *Controlling* (CO). Gastos generales, costes de producto, cuenta de resultados, centros de beneficio, etc.

- Sistema de proyectos (PS). Grafos, contabilidad de costes de proyecto, etc.
- Gestión de personal (HCM). Gestión de personal, cálculo de la nómina, contratación de personal, etc.
- Mantenimiento (PM). Planificación de tareas, planificación de mantenimiento, etc.
- Gestión de calidad (QM). Planificación de calidad, inspección de calidad, certificado aviso de calidad, etc.
- Planificación de Producto (PP). Fabricación sobre pedido, fabricación en serie, etc.
- Gestión de material (MM). Gestión de *stocks*, compras, verificación de facturas, etc.
- Comercial (SD). Ventas, expedición, facturación, etc.

4.5. Equipo

El *business object* equipo es un objeto físico e individual que se debe mantener de forma independiente. Se puede montar en un sistema técnico o en una parte de un sistema técnico. Se puede gestionar toda clase de dispositivos como unidades de equipo (por ejemplo, utilidades de fabricación, utilidades de transporte, instrumentos de inspección, medios auxiliares de fabricación, construcciones, PCs).

Ya que muchos de estos objetos físicos se gestionan como activos en la gestión de activos fijos, el término unidad de equipo se seleccionó para objetos definidos desde una perspectiva técnica, para evitar confusiones con los activos fijos materiales activados. Se define y gestiona cada unidad de equipo en el Sistema de mantenimiento (PM) en un registro maestro separado y se puede fijar un historial de mantenimiento individual para cada uno.

4.6. Terminología en mantenimiento

A continuación se menciona algunos términos usados en el sistema de mantenimiento (PM) para diferenciar de entre los objetos técnicos y activos fijos materiales definidos

- Centro planificación: centro encargado de la planificación del mantenimiento.
- Puesto de trabajo: puesto de trabajo responsable del mantenimiento.
- Ubicación técnica: lugar donde se encuentran los equipos.
- Lista de materiales: materiales que componen el equipo y son intercambiables en el mantenimiento de un equipo.
- Aviso de avería: avisos de que en un equipo no está funcionando bien o está presentando una falla.
- Notificación: es reportar las horas reales que duró el trabajo.

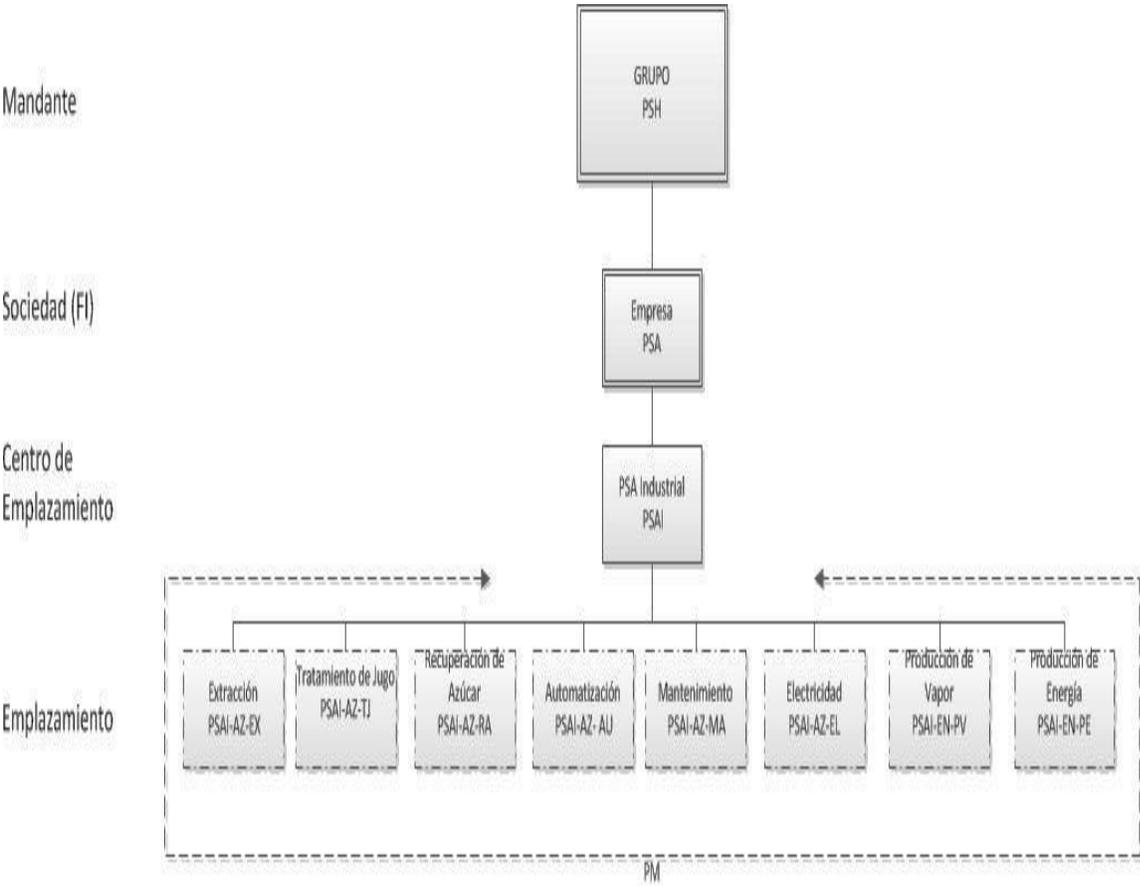
- Ordenes de mantenimiento: contiene lo que se le hará a un equipo a detalle, también incluye quien lo hará y que materiales utilizará.
- Cierre: luego de las notificaciones se procede a cerrar la orden, éste es el último paso de la orden.
- Hoja de ruta: listado de actividades a hacer, se puede incluir en ésta la duración y quien hará el trabajo.
- Paquete de mantenimiento: es la frecuencia o ciclos en los que se dará mantenimiento a un equipo.
- Estrategia de mantenimiento: es la organización de los paquetes de mantenimiento.
- Posiciones de mantenimiento: son las medidas de mantenimiento que deberían efectuarse regularmente en un objeto técnico (equipo) o en un grupo de objetos técnicos (equipos).
- Plan de mantenimiento: denominación de las tareas de mantenimiento e inspección a realizar en objetos de mantenimiento. Las fechas y el alcance de las tareas también se definen aquí.

4.7. Estructura organizativa de mantenimiento PM

La estructura organizativa de mantenimiento PM se encuentra formada por un mandante general que en este caso es todo el ente del Grupo Pantaleón, seguidamente por la sociedad que lo conforma denominada así la Empresa PSA, de producción, continuando con el centro de emplazamiento denominado

PSA Industrial (PSAI) y finalizando con el emplazamiento que son todos los procesos distribuidos en la fábrica, es decir, extracción de jugo, tratamiento de jugo, recuperación de azúcar, automatización, mantenimiento, electricidad, producción de vapor y producción de energía.

Figura 42. Estructura de mantenimiento PM



Fuente: Ingenio Pantaleón, S.A.

CONCLUSIONES

1. En el Ingenio Pantaleón no se contaba con un sistema centralizado que permitiera tener un registro de todo el equipo instalado en la fábrica y que de alguna manera pudiera proporcionar, un historial de la vida productiva de dicho equipo y de los mantenimientos y tareas realizados a cada uno de ellos.
2. La investigación realizada del proceso del azúcar y del equipo instalado en el proceso de extracción de jugo, sirvió para conocer los componentes, piezas y funciones que cada uno realizaba para entrar de lleno al levantamiento de datos y plasmar las rutas, tareas y pasos que los mecánicos y personal operativo realizan en momentos cuando ocurren las fallas o averías, también cuando se dan las rutas diarias de inspección, los mantenimientos realizados en época de reparación o los mantenimientos preventivos programados quincenalmente.
3. No se contaba con un sistema que permitiera saber con exactitud los pasos y rutas que los mecánicos y demás personal debieran seguir para los tipos de mantenimientos requeridos, ya sea en zafra o en reparación, pero se necesitaba de alguna manera plasmarlos en un sistema de control para optimizar tiempos, materiales y costos de mantenimientos.

4. Con el levantamiento de datos maestros para la implementación de SAP en Pantaleón, hoy en día se cuenta con una fuente de datos muy nutrida, con lo que se busca hacer más eficientes los procesos y programar órdenes que se ejecutarán en ciertos tiempos, con tareas y pasos que los mecánicos y personal deberá realizar para llevar un mejor registro de los mantenimientos y control diario del equipo instalado, creando así un historial de todas las fallas ocurridas y mantenimientos realizados a cada equipo dentro de la fábrica.

5. Se realizó el estudio y levantamiento de datos maestros del proceso de extracción de jugo para que el personal autorizado por SAP, lo utilizará para su debida implementación, ya que podríamos afirmar que ningún sistema es completamente eficiente sin una base de datos maestros nutrida que le permita direccionarse al módulo en el cuál se estará trabajado.

RECOMENDACIONES

1. Actualizar las base de datos con la información de las rutas y tareas de mantenimientos de acuerdo a los cambios y mejoras en el proceso de extracción de jugo.
2. Revisar con periodicidad el programa de mantenimiento, renovarlo y adaptarlo a las exigencias se servicio de la maquinaria moderna e implementarlo al sistema SAP.
3. Brindar un seguimiento diario de las rutas de inspección para alimentar el historial del sistema.
4. Implementar medidas de motivación, capacitación y sensibilización continua que permita lograr una actitud positiva dentro del personal en general.
5. Mejorar las relaciones con el personal de mantenimiento por medio de capacitarlos, incentivarlos y motivarlos constantemente, con el propósito de fortalecer su actitud positiva. Esta actitud mantiene abierta la comunicación y permite que el flujo de ideas mejore las operaciones de la planta.
6. Utilizar de una manera eficiente los recursos disponibles. El uso correcto de los recursos permitirá que aún evitando costos innecesarios, la operación de la planta se mantenga dentro del marco normativo de seguridad de la empresa.

7. Dar seguimiento a los programas de control establecidos para la ejecución de mantenimientos. Esta actividad contribuirá a que los equipos trabajen en óptimas condiciones.
8. La documentación de actividades (informes, *check list*, cotizaciones, etc.), debe ser certera, confiable y precisa. Esta información es determinante en la funcionalidad de la empresa.
9. Manifestar actitud positiva al realizar las actividades dentro de la planta y estar conscientes de que, por desarrollarse las actividades en zonas de riesgo constante, la comisión de errores puede causar daños catastróficos a la planta y a su comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. BAUMEISTER, Theodore; AVALLONE, Eugene. *Manual del ingeniero mecánico*. 2a ed. México: McGraw Hill, 1997. 833 p.
2. CHEN, James. C.P. *Manual del azúcar de caña*. México: Limusa, 1991. 1200 p.
3. HUGOT, Émile. *Handbook of sugar cane engineering*. 3rd. ed. New York: Elsevier, 1986. 1079 p.
4. PASCUAL, Ramiro. *Automatización en procesos de Mantenimiento*. México: SIEMENS, 2003. 575 p.
5. RODRÍGUEZ ROSSELLÓ, Miguel Ángel. *Manual de mantenimiento preventivo, rutinas*. Madrid: Anaya, 1994. 738 p.
6. SPENCER, G.L.; MEADE, G.P. *Manual de azúcar de caña: para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados*. Barcelona: Montaner y Simón, 1968. 940 p.
7. TORRES, Leandro. *Mantenimiento su implementación y gestión*. Argentina: Qualitymark, 2005. 910 p.

ANEXOS

Anexo 1. Registro para permiso de trabajo de mantenimiento de molino

 Pantaleon Pantaleón S.A. Concepción S.A.		REGISTRO PARA PERMISO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO DE MOLINO			
		Actualización 1: 20-08-2011	0-EJ-R056	Correlativo ATS:	Correlativo PdT:
Molino No: _____	Tándem: _____	Fecha (dd/mm/aa): _____	Día de Zafra: _____	Duración del trabajo (Días): _____	Horario de ejecución: De las: _____ Hasta las: _____
Descripción del trabajo a realizar:					
Para realizar el trabajo se debe portar el siguiente EPP básico: casco, lentes de seguridad, protección auditiva, protección de manos dependiendo la actividad y calzado industrial					
Nota: Si alguna de la(s) siguiente(s) pregunta(s) se responde en la casilla sombreada, el permiso de trabajo no se puede autorizar o se cancelará. En caso de algún incumplimiento posterior se procederá a la aplicación de las respectivas sanciones					
		SI	N/A		
¿Aplica trabajo en caliente? (si marca N/A, no realizar pasos del 1 al 6)				¿Aplica trabajo en altura? (si marca N/A, no realizar pasos del 13 al 17)	
Epp adicional: <input type="checkbox"/> Careta para pulir <input type="checkbox"/> Gabacha de cuero <input type="checkbox"/> Guantes de cuero para soldar <input type="checkbox"/> Careta para soldar <input type="checkbox"/> Protección respiratoria <input type="checkbox"/> Guantes de cuero <input type="checkbox"/> Mangas de cuero <input type="checkbox"/> Polainas <input type="checkbox"/> Otros (Especifique): _____				Epp adicional: <input type="checkbox"/> Arnés completo <input type="checkbox"/> Protección respiratoria <input type="checkbox"/> Adaptador de anclaje <input type="checkbox"/> Baralquero <input type="checkbox"/> Otros (Especifique): _____	
1	Inspeccionar herramientas y equipo para identificar y eliminar peligros			13	Verificar que la(s) persona(s) que ejecutará(n) el trabajo no sufre(n) de vértigo, fobia o miedo a la altura
2	Colocar ordenadamente extensiones y equipos dejando despejados los pasillos			14	Los involucrados deben tener entrenamiento en el uso de equipo para trabajo en altura
3	Delimitar las áreas de trabajo que pueden ser afectadas por la actividad			15	Poseen línea de vida con absorbedor de impacto cuando excede los 3,6 metros de altura
4	Todos los involucrados deben tener capacitación en conocimiento del fuego y uso de extintores para el tipo de fuego que se pueda generar			16	El punto de anclaje debe estar a una estructura y no a la escalera (Mínimo 5000 Lbf. ejemplo vigas estructurales, tuberías mínimo 4" instaladas permanente, etc.)
5	Están en buenas condiciones y operables los sistemas de extinción de fuego			17	El área debe estar delimitada, con barreras y/o redes
6	Inspeccionar, despejar, limpiar y remover material combustible del área			¿Aplica el uso de escaleras? (si marca N/A, no realizar pasos del 18 al 24)	
¿Aplica trabajo en espacios confinados? (en caso de marcar N/A, no realizar pasos 7 al 12)				18	Debe utilizar escalera certificada
7	Mantener los respiraderos o compuertas abiertas			19	Las zapatitas (patas) deben de tener antideslizantes
8	Se debe tener ventilación mecánica forzada (Ventiladores y Extractores)			20	Debe estar en buenas condiciones (sin desajustes, corrosión, fisuras, protección dieléctrica, etc.)
9	Se debe tener y mantener asignado un vigía permanente			21	Los peldaños deben estar limpios (libres de grasas o sustancias deslizantes)
10	Se debe tener iluminación			22	La inclinación de la escalera debe ser largo de escalera hasta el punto de apoyo x 1/4 o técnica de posición horizontal de los brazos
11	Los involucrados deben tener entrenamiento en espacios confinados			23	La escalera debe estar asegurada o segunda persona
12	Los gases comprimidos se deben colocar fuera a una distancia de 3 metros del lugar cerrado			24	La escalera debe extenderse como mínimo 1m por encima del nivel de apoyo (3 peldaños)

Continuación del anexo 1.

 Pantaleon Pantaleón S.A. Concepción S.A.	REGISTRO PARA PERMISO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO DE MOLINO			
	Actualización 1: 29-08-2011	9-EJ-R056	Correlativo ATS:	Correlativo PdT:

Se debe anotar únicamente el personal que haya bloqueado y etiquetado grupalmente el molino y que esté capacitado para Mantenimiento de Molino

Personal que realizará el trabajo					
Nombre y Apellido	Firma	Nombre y Apellido	Firma	Nombre y Apellido	Firma

Certifico que estoy enterado del trabajo planificado y en tanto se establezcan y mantengan las precauciones detalladas en el permiso de trabajo, se puede continuar, sujeto a la validez del Permiso de Trabajo.	Autorización: Certifico que he revisado el trabajo propuesto y estoy satisfecho con la descripción detallada en el Permiso de Trabajo y que las precauciones indicadas son las adecuadas y están claramente descritas en el Permiso de Trabajo. Fecha de validez del Permiso: Desde: _____ Hasta: _____	Certifico que comuniqué al Supervisor que el trabajo ha sido finalizado de acuerdo a las instrucciones indicadas en el permiso. Se han retirado personas, equipos y herramientas verificado que las áreas dentro y fuera del molino quedarán despresadas, cerrado y asegurados los registros, desbloqueo y retirado etiquetas de los equipos.	Cierre del Permiso: Certifico que he inspeccionado el lugar de trabajo y la tarea realizada ha sido completada satisfactoriamente de acuerdo al procedimiento de Mantenimiento de Molino y el área ha quedado segura, limpia y despejada para reiniciar operaciones.
Encargado de Grupo Nombre y Apellido: _____ Firma: _____	Persona Autorizada por PSA Nombre y Apellido: _____ Firma: _____	Encargado de Grupo Nombre y Apellido: _____ Firma: _____	Persona Autorizada por PSA Nombre y Apellido: _____ Firma: _____

En caso de cambio de turno se debe verificar y revalidar las condiciones con la participación de todos los involucrados:

Personal que realizará el trabajo					
Turno:		Turno:		Turno:	
Nombre y Apellido	Firma	Nombre y Apellido	Firma	Nombre y Apellido	Firma

Fecha	Turno	Hora	Avance de Trabajo (%)	Nombre y Apellidos Persona Autorizada por PSA que entrega	Firma	Nombre y Apellidos Persona Autorizada por PSA que recibe	Firma

¹ Comentarios de oportunidad de mejora en éste permiso de trabajo:

Lugar: Oficina del Jefe de Proceso Medio. Papel: Responsable: Jefe del Proceso Retención: 6 meses Disposición: destrucción

Fuente: Ingenio Pantaleón

Anexo 2. Registro para permiso de trabajo con bloqueo/etiquetado

 Pantaleon Pantaleón S.A. Concepción S.A.	REGISTRO PARA PERMISO DE TRABAJO CON BLOQUEO/ETIQUETADO
5-SO-R013	Correlativo:
Valido por siete dias maximo con revalidación cada 12 horas Aplicable para aislamiento de cualquier fuente de energía (eléctrica, hidráulica, neumática, etc.)	
Empresa: _____ (dd/mm/aa): _____	
Descripción del trabajo a realizar: <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>	
Identifique el equipo sobre el cual se trabajará, incluyendo el código del mismo: <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
Especifique el tipo de energía que se aísla <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Neumática <input type="checkbox"/> Hidráulica <input type="checkbox"/> Otra _____	
Duración del trabajo Días u Horas: _____	Horario de ejecución de la tarea (hora militar): De las: _____ Hasta las: _____
Para realizar este trabajo se requiere el siguiente EPP:	
<input type="checkbox"/> Gafas de Seguridad	<input type="checkbox"/> Protección Auditiva
<input type="checkbox"/> Casco	<input type="checkbox"/> EPP dieléctricos
<input type="checkbox"/> Guantes de cuero	<input type="checkbox"/> Guantes de Nitrilo
<input type="checkbox"/> Calzado Industrial	<input type="checkbox"/> Protección respiratoria
<input type="checkbox"/> Otros especifique: _____	
Nota: Si alguna(s) de la(s) siguiente(s) pregunta(s) se responde en la casilla sombreada, el permiso de trabajo no se puede autorizar o se cancelará en caso de algún incumplimiento posterior	
Lista de chequeo de riesgos controlados	SI NO N/A
1) ¿Se ha descrito el procedimiento de desconexión o aislamiento (Flange ciego, candados, etc.) en el Análisis de Trabajo Seguro?	
2) ¿Se ha localizado y desconectado la fuente de alimentación con previo aviso al personal del área?	
3) ¿Se Necesita tramitar otros permisos?	
4) ¿Dispositivo de bloqueo y tarjeta colocados por la persona que realizará el trabajo?	
5) ¿La tarjeta identifica a la persona (trabajador autorizado) quien la coloca?	
6) ¿Se verifico que el equipo se desconectó de todas las fuentes de energía, presionando el boton de encendido del equipo. Verificó aislamiento de la fuente de energía remota?	
7) ¿La energía residual en el equipo aislado ha sido disipada o descargada por los métodos descritos en el ATS (Corto circuito, purga, alivios, etc.)?	
8) ¿Se ha realizado doble chequeo de aislamiento según métodos del ATS (voltímetros, amperímetros, manómetros, etc.)?	
9) ¿El trabajador autorizado es la única persona quien tiene la llave del Dispositivo de Bloqueo?	
Si debe trabajar más de una persona	SI NO N/A
10) ¿Se usa bloqueo múltiple?	
11) ¿Cada trabajador colocó su candado personal?	

Continuación del anexo 2.

Al finalizar trabajo						
12) ¿El (los) trabajador(es) han retirado sus herramientas, equipos, materiales, desechos y comunicaron al supervisor la conclusión de la actividad?						
13) ¿El supervisor realizó el conteo de los trabajadores involucrados en la tarea y les autorizó retirar su bloqueo y rotulado personal?						
14) ¿Los bloqueos y tarjetas han sido removidos para la adecuada reconexión del equipo?						
Certifico que estoy enterado del trabajo en caliente planificado y en tanto se establezcan y mantengan las precauciones detalladas en el permiso de trabajo, se puede continuar, sujeto a la validez del Permiso de Trabajo:	Autorización: Certifico que he revisado el trabajo propuesto y estoy satisfecho con la descripción detallada en el Permiso de Trabajo y que las precauciones indicadas son las adecuadas y están claramente descritas en el Permiso de Trabajo Validez del Permiso		Certifico que el trabajo ha sido finalizado de acuerdo a las instrucciones indicadas en el permiso. El área ha quedado limpia y despejada	Certifico que he inspeccionado el lugar de trabajo y la tarea realizada ha sido completada satisfactoriamente y ha quedado limpia y despejada el área de trabajo		
	Desde:					
	Hasta:					
Encomendado de grupo (Nombre y firma del solicitante del permiso)	Supervisor (Pantaleón S.A. o Concepción S.A) (Nombre y firma para autorizar el permiso)		Encomendado de grupo (Nombre y firma para oírse de permiso)	Supervisor (Pantaleón S.A. o Concepción S.A) (Nombre y firma para autorizar oírse de permiso)		

Fecha	Hora Inicio	Supervisor (Pantaleón S.A. o Concepción S.A)	Solicitante del permiso	Hora de Fin de Día	Supervisor (Pantaleón S.A. o Concepción S.A)	Solicitante del permiso

Fecha	Turno	Hora	Supervisor (Pantaleón S.A. o Concepción S.A)	Fecha	Hora	Supervisor (Pantaleón S.A. o Concepción S.A)

Fuente: Ingenio Pantaleón