



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

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL ÁREA
DE FÁBRICA DE AZÚCAR DE INGENIO TRINIDAD SAN DIEGO, S.A.**

Josué Rodrigo Santiz Morales

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, marzo 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL ÁREA
DE FÁBRICA DE AZÚCAR DE INGENIO TRINIDAD SAN DIEGO, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSUÉ RODRIGO SANTIZ MORALES

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MARZO 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL ÁREA DE FÁBRICA DE AZÚCAR DE INGENIO TRINIDAD SAN DIEGO, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 10 de octubre de 2017.


Josué Rodrigo Santiz Morales



Guatemala, 27 de agosto de 2018
REF.EPS.DOC.715.08.18.

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

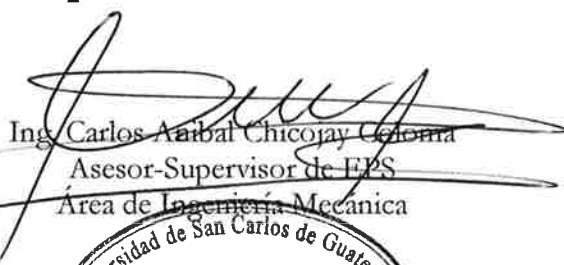
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Josué Rodrigo Santiz Morales** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200010469, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL ÁREA DE FÁBRICA DE AZÚCAR DE INGENIO TRINIDAD SAN DIEGO, S.A.**

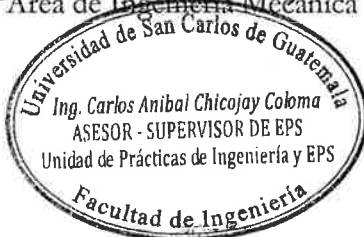
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
CACC/ra



Guatemala, 27 de agosto de 2018
REF.EPS.D.324.08.18

Ing. Carlos Roberto Pérez Rodríguez
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Pérez Rodríguez:


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL ÁREA DE FÁBRICA DE AZÚCAR DE INGENIO TRINIDAD SAN DIEGO, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Josué Rodrigo Santiz Morales** 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"


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoa
Director a.i. Unidad de EPS



/ra



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.073.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL ÁREA DE FÁBRICA DE AZÚCAR DE INGENIO TRINIDAD SAN DIEGO S.A.** del estudiante **Josué Rodrigo Santiz Morales, CUI No. 1817192530301, Reg. Académico No. 200010469** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala marzo de 2019

/cej

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.153.2019

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 del trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA EL ÁREA DE FÁBRICA DE AZUCAR DE INGENIO TRINIDAD SAN DIEGO S.A.”** presentado por el estudiante universitario: **Josué Rodrigo Santiz Morales** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

501/19
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Marzo de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por sus incontables bendiciones y sabiduría para permitirme finalizar mis estudios.
Mis padres	Rodrigo Santiz y Ana Morales, por ser los mejores amigos en este ciclo de estudios.
Mi esposa	Daniela de Santiz, por ser la compañera de vida ideal.
Mis hijos	Rodrigo y Daniela, la motivación de mi vida.
Mis hermanas	Gabriela, Alejandra, María y Sara Santiz, por ser la motivación de ser mejor persona.
Mis abuelos	Por ser pilar importante en mi crecimiento.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por formarme como un profesional, pilar importante en mi vida.
Facultad de Ingeniería	Por ser parte de la etapa más importante de mi vida, donde adquirí los conocimientos para formarme como mejor persona.
Ingenio Trinidad San Diego, S.A.	Por permitirme realizar mi trabajo de graduación apoyándome con todo lo necesario para realizarlo.
Mis amigos	Licinio López y Fernando Morales, por motivarme en la última etapa de mi formación profesional.
Ing. Carlos Chicojay	Por su ayuda y asesoría durante mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción de la empresa.	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Historia	1
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	3
1.1.5. Valores	3
1.1.6. Organigrama.....	4
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Definición de mantenimiento	5
1.4. Descripción proceso operativo del mantenimiento	6
1.4.1. Historia del mantenimiento	8
1.4.2. Mantenimiento correctivo.....	11
1.4.3. Mantenimiento preventivo.....	12
1.4.4. Mantenimiento predictivo	13
1.4.5. Técnicas de aplicación para el mantenimiento predictivo	13
1.4.5.1. Inspección visual	18

	1.4.5.2.	Líquidos penetrantes.....	18
	1.4.5.3.	Partículas magnéticas.....	19
	1.4.5.4.	Inspección radiográfica.....	19
	1.4.5.5.	Ultrasonidos.....	20
	1.4.5.6.	Análisis de lubricantes.....	21
	1.4.5.7.	Análisis de vibraciones.....	21
	1.4.5.8.	Termografía.....	22
	1.4.5.9.	Impulsos de choque.....	22
	1.4.6.	Flujo del mantenimiento predictivo.....	23
1.5.		Consumo energético por indisponibilidad de equipos.....	24
	1.5.1.	Análisis de tiempo de perdido de fábrica de azúcar.....	26
	1.5.2.	Consumo de energía en tiempo perdido de fábrica.....	27
	1.5.3.	Ahorro de energía ante disponibilidad de equipos.....	28
1.6.		Inventario de repuestos críticos.....	29
2.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	33
	2.1.	Técnicas de mantenimiento predictivo.....	33
	2.1.1.	Definición y principios básicos.....	35
	2.1.2.	Parámetros para control de estado.....	50
	2.1.3.	Establecimiento de un plan de mantenimiento predictivo.....	50
	2.1.3.1.	Preparación inicial.....	51
	2.1.3.2.	Identificación de equipos instalados.....	52
	2.1.3.3.	Análisis de criticidad de equipos instalados.....	53

	2.1.3.4.	Selección de técnicas predictivas por utilizar	55
	2.1.3.5.	Definir los indicadores del plan de mantenimiento predictivo	57
	2.1.3.6.	Análisis de inventario de repuestos a equipos seleccionados	59
2.2.		Situación actual del planteamiento del problema	60
	2.2.1.	Lista de equipos instalados	61
	2.2.2.	Estandarización de formatos	61
	2.2.3.	Mantenimiento programado	62
	2.2.4.	Registro de actividades por equipo.....	63
	2.2.5.	Clasificación de trabajos en el área de mantenimiento	65
	2.2.6.	Ordenes de trabajo para ejecutar un mantenimiento	66
	2.2.7.	Diagrama causa efecto	68
	2.2.8.	Análisis de averías en forma general.....	70
	2.2.9.	Análisis ABC a inventarios de repuestos	71
2.3.		Propuesta de solución al planteamiento del problema	72
	2.3.1.	Definiciones	72
	2.3.2.	Requerimientos.....	73
	2.3.2.1.	Identificación de brechas	74
	2.3.3.	Diseño del plan de mantenimiento predictivo ...	76
	2.3.4.	Capacitación	82
	2.3.5.	Aplicación de causa raíz.....	82
	2.3.6.	Mejora continua	83
3.		FASE DE DOCENCIA	100
	3.1.	Programa de capacitación	100

3.2.	Compartir conocimiento de personal especializado	86
3.3.	Evaluación de capacitación.....	86
3.4.	Identificación de brechas de conocimientos técnicos.....	87
3.5.	Presentación del diseño del plan de mantenimiento predictivo.....	88
3.6.	Importancia de la parte de operación en el mantenimiento.....	88
3.7.	Programa de cierre de brechas de conocimientos técnicos.....	90
CONCLUSIONES.....		91
RECOMENDACIONES		93
BIBLIOGRAFÍA.....		95
APÉNDICES.....		97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama ingenio Trinidad San Diego, S.A	4
2.	Proceso Operativo del mantenimiento	7
3.	Concepción actual del mantenimiento.....	8
4.	Cuatro generaciones del mantenimiento.....	11
5.	Curva P-F.....	14
6.	Flujo de mantenimiento en fábrica de azúcar.....	24
7.	Red de medición eléctrica ingenio Trinidad.....	25
8.	Consumo específico de energía por área en fábrica.....	28
9.	Representación gráfica de la clasificación ABC.....	31
10.	Formato de registro de inspección visual.....	36
11.	Registro FAZ-REG-084, Análisis cualitativo de aceite.....	40
12.	Comportamiento espectral de la vibración	42
13.	ISO 16816-3 Severidad de la vibración.....	44
14.	Registro FAZ-REG-79 Análisis de vibraciones.....	46
15.	Imagen de termografía infrarroja a transformador de potencia.....	48
16.	Registro FAZ-REG-86, Análisis de termografía	49
17.	Matriz de criticidad	54
18.	Análisis de inventario ABC	60
19.	Encabezado de formatos estándar	62
20.	Formato de actividades de mantenimiento programado	63
21.	Software de mantenimiento fábrica ingenio Trinidad	65
22.	Elaboración de órdenes de trabajo	67
23.	Diagrama causa y efecto.....	69

24.	Resultados análisis ABC.....	71
25.	Flujograma para crear el plan de mantenimiento predictivo	77
26.	Puntos de medición seleccionados para equipos instalados	79
27.	Diagnóstico de análisis predictivo	81
28.	Programa de capacitación	85
29.	Charlas de personal experto.....	86
30.	Brechas de conocimientos técnicos.....	87
31.	Presentación del plan de mantenimiento predictivo.....	88
32.	Conflicto producción-mantenimiento.....	90

TABLAS

I.	Equipos dinámicos.....	16
II.	Equipos estáticos.....	17
III.	Equipos eléctricos.....	17
IV.	Lista de tiempo perdido ingenio Trinidad San Diego, S.A.....	26
V.	Consumo de energía en tiempo perdido de fábrica	27
VI.	Ejemplo de mediciones y parámetros usados para el diagnóstico predictivo	33
VII.	Parámetros de monitoreo por tipo de equipo	34
VIII.	Tipos de contaminación de aceites.....	39
IX.	Desgaste de metales y límites de precaución.....	39
X.	Parámetros para control de estado.....	50
XI.	Asignación de códigos a equipos	52
XII.	Selección de técnicas predictivas a equipos.....	56
XIII.	Brechas en área de mantenimiento de fábrica	76

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
Hz	Hercios
Km	Kilómetro
Kw	Kilovatio
Kwh	Kilovatio hora
mm	Milímetro
ppm	Partes por millón
r.m.s.	Raíz media cuadrada
rpm	Revoluciones por minuto
UI	Unidades Icumsa
MTBF	Tiempo medio entre fallas
MTTR	Tiempo medio para reparar

GLOSARIO

Checklist	Lista de verificación.
Dinámico	Que implica movimiento o lo produce.
Disponibilidad	La disponibilidad es una función que permite calcular el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.
Endoscopio	Instrumento para la exploración visual de los conductos o cavidades internas de un equipo u objeto.
Estroboscopio	Dispositivo que emite destellos luminosos a una frecuencia determinada para la detección de velocidades.
Ferrografía	Separación de partículas magnéticas de desgaste que se encuentran en el lubricante.
Fisuración	Fenómeno que aparece en elementos estructurales que consistente en la aparición de micro fisuras de unas pocas décimas de milímetro.
Hz	Unidad de frecuencia electromagnética en ciclos por segundo.

ISO	Organización Internacional de normalización.
Magnetostricción	Propiedad de los materiales magnéticos que hace que estos cambien de forma al encontrarse en presencia de un campo magnético.
Mantenimiento	Acción que tiene como objetivo preservar o mantener un estado óptimo.
Radiografía	Técnica exploratoria que consiste en someter un cuerpo o un objeto a la acción de rayos X para obtener una imagen sobre una placa fotográfica.
Terotecnología	Relaciona la tecnología y economía para incrementar la fiabilidad y optimización de los recursos del mantenimiento industrial.
UI	Unidades Icumsa, Comité Internacional para la Unificación de Métodos para Análisis de Azúcar.
Zafra	Período intensivo de cosecha de caña de azúcar.

RESUMEN

Las industrias actuales desean reducir sus costos de producción, mejorar la calidad de sus productos y cumplir con las normas ambientales y laborales.

Ingenio Trinidad San Diego, S.A. establecida en 1887 y ubicada en el departamento de Escuintla se dedica a la producción de caña de azúcar, planea evolucionar en el área de mantenimiento para aumentar su productividad y ser más eficiente en sus procesos debido a que dentro de sus costos operacionales, el mantenimiento es el mayor de ellos.

El desarrollo de este trabajo describe el diagnóstico de la etapa en la que se encuentra el departamento de mantenimiento y sus necesidades de evolucionar ante la exigencia de aumentar la productividad en la planta.

Se plantea una propuesta del diseño de un plan de mantenimiento predictivo que contiene la lista de equipos instalados en la planta, su identificación de cada uno de ellos, el análisis de criticidad según producción y mantenimiento, y las técnicas predictivas con sus respectivas frecuencias a ejecutar a cada uno de los equipos de la planta.

Se han detectado necesidades de capacitación, las cuales se establecieron en un análisis de brechas de conocimientos técnicos en lo que se refiera a técnicas predictivas y buenas prácticas de mantenimiento donde la parte de operación es parte importante para el mantenimiento de los equipos.

Se propone un análisis de inventario el cual asegure un *stock* de repuestos críticos para minimizar el riesgo de la indisponibilidad de los equipos en la planta.

OBJETIVOS

General

Diseñar un plan de mantenimiento predictivo para el área de fábrica de azúcar de ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Específicos

1. Obtener una lista de equipos instalados en la fábrica identificados por área y tipo de equipo.
2. Identificar los equipos críticos instalados en la fábrica.
3. Identificar las técnicas de mantenimiento predictivo y sus respectivas frecuencias que se ejecutarán a cada tipo de equipo instalado en la fábrica.
4. Determinar las brechas de conocimientos a los técnicos de ejecución de mantenimiento en el área de fábrica.
5. Determinar indicadores de efectividad que evalúen el funcionamiento del plan de mantenimiento predictivo.
6. Realizar un análisis de inventario para evidenciar existencia de repuestos críticos y de seguridad de los equipos instalados en la fábrica.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de EPS se realizó dentro de las instalaciones de ingenio Trinidad San Diego S.A. el cual se dedica a la producción energía eléctrica y de azúcar blanca y cruda. Dentro del proceso de fabricación de azúcar, la mayor cantidad de la maquinaria instalada funciona por medio de equipos eléctricos y mecánicos. La disponibilidad de estos equipos es uno de los objetivos primordiales del departamento de mantenimiento.

En el proceso de fabricación de azúcar por ser en una sola etapa de producción al año, se necesita de alta disponibilidad de equipos, en un gran porcentaje los sistemas para traslado de la materia prima y transformada de esta industria son accionados por medio de motores eléctricos, bombas centrífugas y reductores de velocidad. Estos son los accionamientos principales y es necesario que este equipo tenga una alta disponibilidad que ayude a mejorar la productividad de la fábrica.

Se describe cada una de las etapas realizadas para elaborar el diseño de un plan de mantenimiento predictivo a los equipos mecánicos y eléctricos instalados en la fábrica, tomando como base la norma ISO 17359 que se refiere a los estándares de pasos para llevar a cabo un monitoreo y diagnóstico de máquinas.

Entre las tecnologías predictivas que se utilizan para el mantenimiento predictivo tenemos a la termografía, vibraciones y análisis de aceites que, midiendo variables en las máquinas, son capaces de predecir el estado de los

componentes principales de cada una de ellas, estas tecnologías serán parte del diseño del plan de mantenimiento predictivo para la fábrica.

En la fase de investigación se recopiló la información del área de planeación y control del departamento de mantenimiento. Mediante entrevistas al personal y el análisis de datos de años anteriores se determinaron las oportunidades de mejora en la planeación del mantenimiento a los equipos instalados en la fábrica. Se realizó un estudio de consumo de energía en tiempo perdido de la planta ocasionado por la indisponibilidad de equipos críticos.

En la fase de servicio técnico profesional se llevó a cabo el diseño del plan de mantenimiento predictivo, se plasmaron conocimientos técnicos básicos de lo que requiere cada una de las técnicas de mantenimiento predictivo aplicar, el flujo que tendrá su ejecución, los indicadores de efectividad que evaluarán el grado de cumplimiento del plan de mantenimiento y la importancia de la gestión de repuestos en el almacén.

En la fase de docencia se hace énfasis en la necesidad de capacitación que conlleva el aplicar las técnicas predictivas por ser de carácter tecnológico es necesario su actualización constante y el cierre de brechas detectadas.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la empresa

Ingenio Trinidad San Diego, S.A. tiene como principal actividad la producción y comercialización de caña de azúcar en el mercado nacional e internacional. También incluye la venta de melaza y durante los últimos años, los proyectos de cogeneración de energía eléctrica ocupan un lugar prioritario dentro de los planes de expansión de la empresa.

Ingenio Trinidad San Diego, S.A. produce azúcar inocua de alta calidad para brindar salud y lograr satisfacer las necesidades del mercado y de sus clientes mejorando la eficiencia de sus procesos de producción y la rentabilidad de la empresa, se produce azúcar blanco a granel sin vitamina, y azúcar crudo en un rango de colores de 1,000 a 2,000 UI.

1.1.1. Ubicación

Ingenio Trinidad San Diego, S.A. se encuentra ubicado en el km. 70.5 antigua carretera a puerto de San José, Masagua, Escuintla.

1.1.2. Historia

La historia de este ingenio se remonta al año 1887, cuando los empresarios Otto Bleuler y Sophus Koch compran la finca San Diego e inician la producción artesanal de azúcar en pilón a partir de 1901, la de azúcar centrifugada.

En 1943, la familia Vila Betoret adquirió esta finca. En esa época se producían 7 500 quintales de azúcar anualmente. A partir de 1958, la administración de ingenio San Diego la asume don Fraterno Vila Betoret, quien incansablemente ha impulsado el crecimiento de la organización. El primer reto que se fijó fue la construcción de un nuevo ingenio, más grande y moderno, meta alcanzada en 1965. Ese año, el nuevo ingenio inició operaciones con una molienda de 800 toneladas diarias de caña que produjeron 1 500 quintales diarios de azúcar. En la zafra 1965-66 se produjeron 70 936 quintales y un año después, en la temporada 1966-67, 126 871 quintales de azúcar.

En el año de 1974, se incorporó a la administración de ingenio San Diego una nueva generación de directores, quienes impulsaron con entusiasmo nuevos proyectos. Uno de los más importantes fue la adquisición de ingenio Trinidad, en 1987, con el objetivo de aumentar el área de producción de azúcar de caña. En la primera zafra de ingenio Trinidad, del año 1988-89, se produjeron 22 086 quintales de azúcar. A la fecha, ambos ingenios conforman corporación San Diego y producen durante la zafra anual más de 2,5 millones de quintales de azúcar.

En el 2010, cierra ingenio San Diego de acuerdo con la estrategia corporativa y se centralizaron las operaciones en ingenio Trinidad, donde se realizó la implementación del sistema de calidad ISO 9001. La principal actividad de corporación San Diego es la producción y comercialización de azúcar de caña en el mercado nacional e internacional. También incluye la venta de melaza y durante los últimos años, los proyectos de cogeneración de energía eléctrica ocupan un lugar prioritario dentro de los planes de expansión de la corporación.

1.1.3. Misión

Somos un grupo empresarial guatemalteco, guiados por principios claros, que transformamos la caña de azúcar en productos energéticos que proporcionan bienestar. Con un equipo profesional, buscamos y desarrollamos oportunidades de crecimiento integral y alta rentabilidad. Generamos un mejor nivel de vida para todos los miembros de la organización y confirmamos nuestro compromiso por un mejor país.¹

1.1.4. Visión

Ubicarnos dentro de los tres ingenios más eficientes y de más bajos costos de la región centroamericana.²

1.1.5. Valores

La ética es el conjunto de principios y normas morales que guían la buena conducta de hombres y mujeres. La ética está vinculada a la moral y nos ayuda a diferenciar lo que es bueno de lo malo en el contexto de la vida en sociedad. En San Diego, ser ético es comportarse de forma responsable, respetuosa y honesta. Es trabajar con entusiasmo, colaborar con los compañeros, formar equipo, buscar la unidad y la mejora continua de nuestra Empresa, con una visión de sostenibilidad y crecimiento para nuestro desarrollo laboral, personal, familiar y comunitario.

Los Valores que sobresalen en la corporación San Diego son Integridad, respeto, trabajo, unidad y sostenibilidad.³

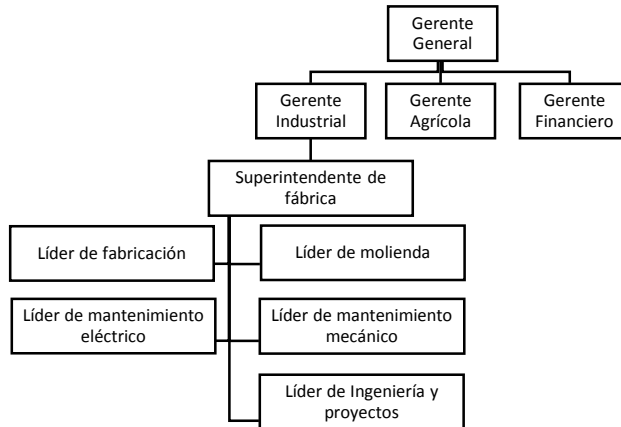
¹ Departamento de Gestión de la Calidad, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

1.1.6. Organigrama

Figura 1. Organigrama ingenio Trinidad San Diego, S.A.



Fuente: Superintendencia de fábrica, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

1.2. Descripción del problema

El área de fábrica de azúcar de ingenio Trinidad San Diego, S.A. la cual se dedica a transformar la caña de azúcar en azúcar blanco y azúcar crudo, se compone de tres aéreas principales para llegar a su objetivo, preparación y extracción de la caña, fabricación y envasado de azúcar, para alcanzar alta productividad en la fábrica se debe contar con un buen desempeño del área de operación y mantenimiento. ingenio Trinidad cuenta con un departamento de mantenimiento que se dedica al correcto funcionamiento de los equipos y mantener una disponibilidad alta de los mismos.

En la empresa se conocen las ventajas y desventajas que trae la implementación de un mantenimiento predictivo, sin embargo, no se tiene experiencia propia de llevar a cabo un plan de mantenimiento predictivo.

Evolucionar a un mantenimiento predictivo conlleva la anticipación al fallo, disminución del número de tareas y mayor control del estado del equipo, aumento de la disponibilidad de la maquinaria, decidir cuándo y cómo intervenir, inversión en herramientas de predictivo, disminución del costo de intervenciones y aumento de la disponibilidad de los equipos.

1.3. Definición de mantenimiento

El mantenimiento es la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones productivas, auxiliares y de servicios. El mantenimiento es el conjunto de acciones para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo. Conforme a la definición obtenida se listan distintas actividades:

- Prevenir y corregir averías
- Cuantificar y evaluar el estado de las instalaciones
- Aspectos económicos

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Terotecnología (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación.

"La Terotecnología es el conjunto de prácticas de Gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el coste del ciclo de vida"⁴. El concepto anterior implica especificar una disponibilidad de los diferentes equipos para un tiempo igualmente especificado.

⁴ CRUZ JASSO, Adrián. *Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR-RACKEND*. p. 12.

El mantenimiento empieza en el proyecto de la máquina. En efecto, para llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha. Estas actividades cuando se realizan con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia, es decir durante la vida de la máquina, cada vez que se evalúa su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones.

Son misiones del mantenimiento:

- La vigilancia permanente y periódica
- Las acciones preventivas
- Las acciones correctivas
- El reemplazo de la maquinaria

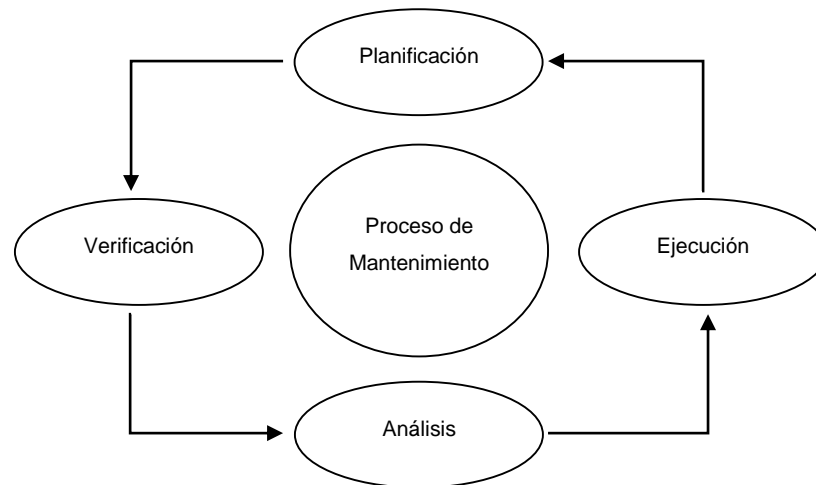
Los objetivos implícitos son:

- Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad.
- Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones.

1.4. Descripción proceso operativo del mantenimiento

Para cumplir con las expectativas, el proceso operativo del mantenimiento debe de cumplir con actividades necesarias, son cuatro los pasos a seguir:

Figura 2. **Proceso operativo del mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

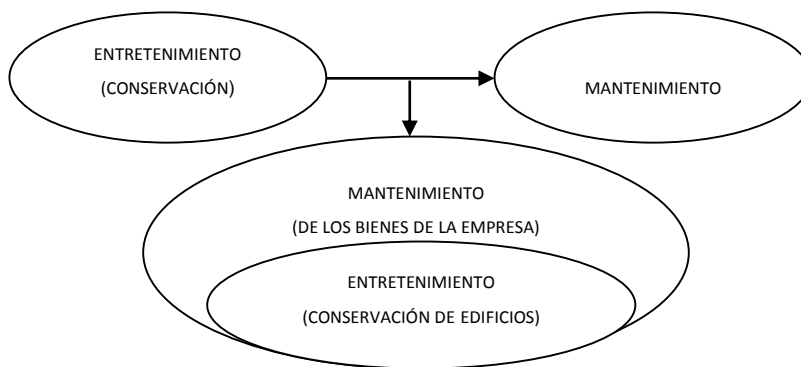
- **Planificación.** Se debe planificar con anticipación, el quehacer, cuándo hacerlo, y quién debe de hacerlo, para contribuir al logro de los objetivos del departamento de mantenimiento.
- **Ejecución.** cada una de las actividades contempladas en el programa de monitoreo de condición se debe realizar cumpliendo con lo establecido.
- **Análisis.** Luego de recopilada la información, se debe analizar para verificar si el funcionamiento del equipo se encuentra dentro de los parámetros aceptables de funcionamiento o si requiere intervención, luego reportar a los encargados de reparar las averías.
- **Verificación.** Es necesario evaluar los indicadores planificados, para asegurar que se cumple con el desempeño planificado.

1.4.1. Historia del mantenimiento

El término de mantenimiento se empezó por utilizar en la industria hacia 1950 en E.E.U.U. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término entretenimiento.

El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (entretenimiento) hasta la concepción actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global.

Figura 3. **Concepción actual del mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

La actividad de mantenimiento ha tenido dos historias bien diferenciadas: la historia técnica y la historia económica. El mantenimiento en su aspecto técnico nació con la primera herramienta, con la primera piedra afilada por el hombre primitivo y a partir de ese momento ha seguido una evolución técnica al lado de la evolución de la actividad productiva.

Cuando se habla de que el mantenimiento cobra importancia después de mediados del siglo XX se está en un error. Ha tenido importancia siempre y ha sido igual a la de los utensilios y máquinas que acompaña y a las consecuencias que pudieran derivarse de un fallo. El mantenimiento sí se tecnificó después de la Segunda Guerra Mundial y tuvo que hacerlo en la medida en que evolucionaron aspectos tales como:

- El desarrollo técnico de las máquinas.
- El desarrollo socio cultural de la población.
- El desarrollo de la población.
- La situación político-militar del mundo.
- El desarrollo de la ciencia y la técnica (la física, la electrónica, la computación, entre otros.).
- La protección del medio ambiente.

El conjunto de estos factores obligó a mantenimiento a un mejoramiento continuo para poder cumplir con las exigencias que le iba imponiendo el desarrollo industrial.

Los servicios de mantenimiento ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:

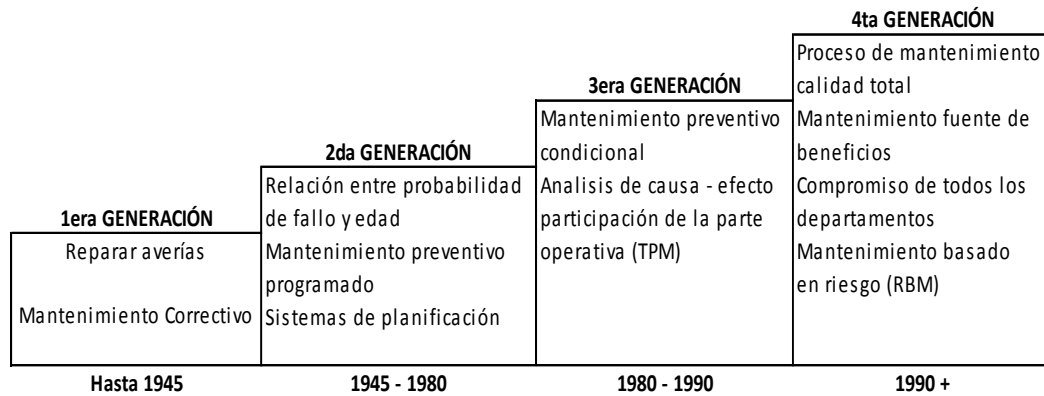
- Posición fundamental en centrales nucleares e industrias aeronáuticas
- Posición importante en industrias de proceso
- Posición secundaria en empresas con costos de paro bajos

En cualquier caso, se distinguen cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento:

- 1ª Generación. La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la 2ª Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa solo de arreglar las averías. Es el mantenimiento correctivo.
- 2ª Generación. Entre la 2ª Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre edad de los equipos y probabilidad de fallo. Se comienza a hacer sustituciones preventivas. Es el Mantenimiento Preventivo.
- 3ª Generación. Surge a principios de los años 80. Se empieza a realizar estudios causa-efecto para averiguar el origen de los problemas. Es el mantenimiento predictivo o detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de que las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a producción en las tareas de detección de fallos.
- 4ª Generación. Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de calidad total. "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR)"⁵. Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como mal necesario. La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo coste.

⁵ CRUZ JASSO, Adrián. *Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR-RACKEND*. p. 12.

Figura 4. **Cuatro generaciones del mantenimiento**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

1.4.2. **Mantenimiento correctivo**

Se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

- **No planificado:** es el que debe actuar lo más rápidamente posible para evitar costos y daños materiales o humanos mayores. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, entre otros.).
- **Planificado:** en este tipo de mantenimiento se sabe con anticipación qué se debe hacer, de modo que, cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente. Igual que el no planificado, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de

emergencia es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro, sin interferir con las tareas de producción.

1.4.3. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o las condiciones del equipo.

Se puede decir que el objetivo principal del mantenimiento preventivo (MP), es garantizar que las maquinarias de un proceso productivo estén en óptimas condiciones para desarrollar el trabajo asignado de forma eficiente y eficaz.

El mantenimiento preventivo puede ser planeado previamente, aunque en algunos casos se pueden encontrar posibles fallas que ameriten de su corrección inmediata, aunque no fue planeada la ejecución con anticipación.

Es importante resaltar, que el mantenimiento se lleva a cabo o se programa de formas diferentes, todo dependerá del tiempo, de las condiciones, del uso y del lugar donde opere el equipo. La incógnita más crítica en el mantenimiento preventivo es: ¿Qué conjunto de tareas deben realizarse para impedir una falla?

Es lógico que si se entiende el mecanismo de la falla real del equipo, que pueda decidir qué tareas serán prioritarias atender para impedir que se presente el fallo o la descompostura.

El mantenimiento preventivo se clasifica en:

- Preventivo rutinario. Es aquel que se dan una serie de instrucciones precisas para atender de forma satisfactoria el equipo y a su vez para atender el equipo en forma frecuente y estable.
- Programado periódico. Se basa en instrucciones de mantenimiento de los fabricantes, para obtener y realizar en cada ciclo la revisión y sustitución de los elementos más importantes de los equipos.
- Analítico. Es el análisis de fallas que indica cuándo se deben aplicar las actividades de mantenimiento para prever las fallas de equipo.

1.4.4. Mantenimiento predictivo

Se enfoca en la predicción de la falla y en la toma de decisiones basadas en la condición del equipo para prevenir su degradación o falla.

Puede definirse el mantenimiento predictivo como un proceso que requiere de tecnologías y personal capacitado, que integra los indicadores disponibles de la condición de los equipos instalados en la planta o que se encuentren bajo monitoreo según las necesidades del personal de operación.

1.4.5. Técnicas de aplicación para el mantenimiento predictivo

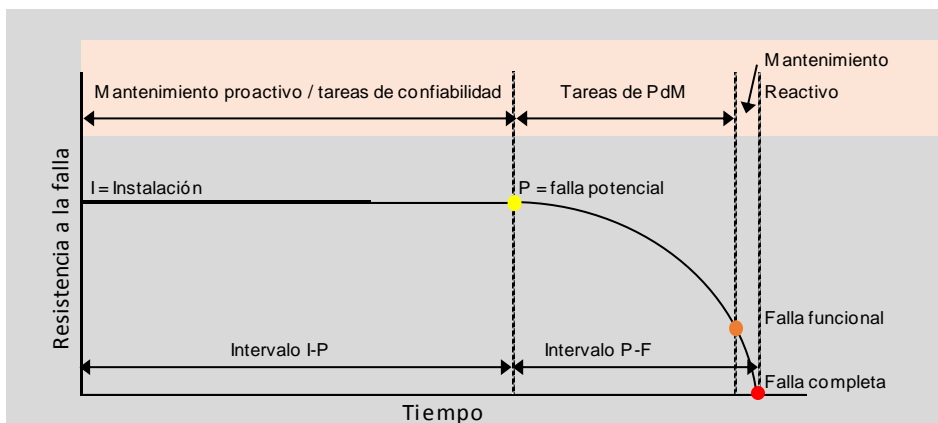
La mayoría de los fallos en máquinas aparecen de forma incipiente, en un grado en que es posible su detección antes que se convierta en un hecho consumado con repercusiones irreversibles tanto en la producción como en los costes de mantenimiento. Se precisa, para ello, establecer un seguimiento de los

parámetros que indiquen el inicio de un deterioro y establecer para cada uno de ellos qué nivel se admitirá como normal y cuál inadmisible, de tal forma que su detección desencadene la actuación pertinente.

La figura 5 muestra este proceso. Se le denomina curva P-F porque muestra cómo un fallo comienza y prosigue el deterioro hasta un punto en el que puede ser detectado (el punto P de fallo potencial). A partir de allí, si no se detecta y no se toman las medidas oportunas, el deterioro continúa hasta alcanzar el punto F de fallo funcional.

El área I-P, como se muestra en la figura 5, es el intervalo de tiempo desde el momento en que el equipo fue instalado hasta el punto en el que comienza la falla. Puede que en muchas culturas de confiabilidad en desarrollo se invierta más tiempo en el área P-F que en el área I-P. Pero a medida que las organizaciones maduran, el área I-P adquiere mayor importancia.

Figura 5. **Curva P-F**



Fuente: *Curva P-F modificada*. <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2492>.

Consulta: 5 de mayo 2018.

El seguimiento y control de los parámetros se puede hacer mediante vigilancia periódica, en cuyo caso es importante establecer una frecuencia tal que permita detectar el deterioro en un momento entre P y F, y que no sea demasiado tarde para reaccionar.

Asimismo, se puede hacer mediante monitorizado en continuo lo que evita el inconveniente anterior, pero no siempre es factible y, en cualquier caso, es más costoso. De manera que finalmente los parámetros a controlar y la forma depende de factores económicos:

- Importancia de la máquina en el proceso productivo
- Instrumentación necesaria para el control

Los equipos a los que actualmente se les puede aplicar distintas técnicas de control de estado con probada eficacia son básicamente los siguientes:

- Máquinas rotativas
- Motores eléctricos
- Equipos estáticos
- Instrumentación

Las ventajas que aporta este tipo de mantenimiento son que, al conocerse en todo momento el estado de los equipos, permite detectar fallos en estado incipiente, lo que impide que este alcance proporciones indeseables. Por otra parte, permite aumentar la vida útil de los componentes, evitando el reemplazo antes de que se encuentren dañados. Y, por último, al conocerse el estado de un defecto, pueden programarse las paradas y reparaciones previéndose los repuestos necesarios, lo que hace disminuir los tiempos de indisponibilidad.

Los parámetros utilizados para el control de estado de los equipos son aquellas magnitudes físicas susceptibles de experimentar algún tipo de modificación repetitiva en su valor, cuando varía el estado funcional de la máquina. Así las distintas técnicas utilizadas para el mantenimiento predictivo se pueden clasificar en dos grupos básicos:

- Técnicas directas. En ellas se inspeccionan directamente los elementos sujetos a fallo: entre ellas cabe mencionar la inspección visual (la más usada), inspección por líquidos penetrantes, por partículas magnéticas, el empleo de ultrasonidos, análisis de materiales, la inspección radiográfica, entre otras.
- Técnicas indirectas. Se realizan mediante la medida y análisis de algún parámetro con significación funcional relevante. Entre ellos el más usado es el análisis de vibraciones, aunque también existen numerosos parámetros que cada vez son más utilizados juntamente con el análisis de vibraciones, como puede ser el análisis de lubricantes, de ruidos, de impulsos de choque, medida de presión, de temperatura, entre otras.

En las tablas siguientes se resumen las técnicas y parámetros utilizados actualmente para el control de estados para distintos tipos de equipos:

Tabla I. **Equipos dinámicos**

PARÁMETRO INDICADOR	TÉCNICAS
• Inspección Visual	Endoscopios, mirillas, videos
• Vibraciones	Análisis espectral y de tendencias
• Presión, caudal, temperatura	Seguimiento de evolución
• Ruido	Análisis de espectro
• Degradación y contaminación de lubricantes	Análisis físicoquímicos
• Estado de rodamientos	Impulsos de choque, vibraciones

Continuación de la tabla I.

• Estado de alineación	Láser de monitoreo
• Control de esfuerzos, par y potencia	Extensometría, torsiómetros
• Velocidades críticas	Amortiguación dinámica

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Tabla II. Equipos estáticos

PARÁMETRO INDICADOR	TÉCNICAS
• Inspección visual	Endoscopios, mirillas, videos
• Corrosión	Testigos, rayos X, ultrasonidos
• Fisuración	Líquidos penetrantes, partículas magnéticas, rayos X, corrientes parásitas
• Estado de carga	Análisis de espectro
• Desgaste	Análisis fisicoquímicos
• Fugas	Impulsos de choque, vibraciones

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Tabla III. Equipos eléctricos

PARÁMETRO INDICADOR	TÉCNICAS
• Equilibrio de fases	Medidas de tensión e intensidad
• Estado de devanados, excentricidad	Espectros de corriente y vibración
• Severidad de servicio	Control de recuento de arranques
• Resistencia de aislamiento	Medidas de resistencia, índice de polarización
• Temperatura de devanados	Mediciones de temperatura, termografía
• Estado de escobillas	Termografía, análisis estroboscópico

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Entre las técnicas de mantenimiento predictivo se enumeran las que se tomarán en cuenta para el desarrollo del diseño de plan de mantenimiento

predictivo para los equipos instalados en la fábrica de azúcar, entre ellos se han clasificado los que se analizarán y tomarán en cuenta, según la necesidad de cada uno de los equipos. A continuación, la descripción de cada una de las técnicas.

1.4.5.1. Inspección visual

Abarca desde la simple inspección visual directa de la máquina hasta la utilización de complicados sistemas de observación como pueden ser microscopios, endoscopios y lámparas estroboscópicas.

Se pueden detectar fallos que se manifiestan físicamente mediante grietas, fisuras, desgaste, soltura de elementos de fijación, cambios de color, entre otros. Se aplica a zonas que se pueden observar directamente y, cada vez más, se diseñan las máquinas para poder observar partes inaccesibles sin necesidad de desmontar (como las turbinas de gas, por ejemplo, mediante el uso de endoscopios).

1.4.5.2. Líquidos penetrantes

Se trata de una inspección no destructiva que se usa para encontrar fisuras superficiales o fallos internos del material que presentan alguna apertura en la superficie.

La prueba consiste en la aplicación de una tintura especial sobre la superficie que previamente se ha limpiado concienzudamente. Se deja transcurrir un cierto tiempo para que penetre bien en todos los posibles defectos. A continuación, se elimina la tintura mediante limpieza superficial. Finalmente, se trata de nuevo la superficie con un líquido muy absorbente que extrae toda la

tintura que quedó atrapada en poros o grietas superficiales, revelando la presencia y forma de tales defectos.

Existen, así mismo, tinturas fluorescentes que se revelan con el uso de una luz ultravioleta (álabes de turbinas).

1.4.5.3. Partículas magnéticas

Se trata de otro ensayo no destructivo que permite igualmente descubrir fisuras superficiales, así como no superficiales.

Se basa en la magnetización de un material ferromagnético al ser sometido a un campo magnético. Para ello se empieza limpiando bien la superficie a examinar, se somete a un campo magnético uniforme y, finalmente, se esparcen partículas magnéticas de pequeña dimensión. Por efecto del campo magnético estas partículas se orientan siguiendo las líneas de flujo magnético existentes. Los defectos se ponen de manifiesto por las discontinuidades que crean en la distribución de las partículas.

1.4.5.4. Inspección radiográfica

Técnica usada para la detección de defectos internos del material como grietas, burbujas o impurezas interiores. Especialmente indicadas en el control de calidad de uniones soldadas.

Como es bien conocido consiste en intercalar el elemento a radiografiar entre una fuente radioactiva y una pantalla fotosensible a dicha radiación.

1.4.5.5. Ultrasonidos

Los ultrasonidos son ondas a frecuencia más alta que el umbral superior de audibilidad humana, en torno a los 20 kHz. Es el método más común para detectar grietas y otras discontinuidades (fisuras por fatiga, corrosión o defectos de fabricación del material) en materiales gruesos, donde la inspección por rayos X se muestra insuficiente al ser absorbidos, en parte, por el material.

El ultrasonido se genera y detecta mediante fenómenos de piezoelectricidad y magnetostricción. Son ondas elásticas de la misma naturaleza que el sonido con frecuencias que alcanzan los 10⁹ Hz. Su propagación en los materiales sigue casi las leyes de la óptica geométrica.

Midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión de la señal y la recepción de su eco se puede determinar la distancia del defecto, ya que la velocidad de propagación del ultrasonido en el material es conocida.

Tiene la ventaja adicional de que además de indicar la existencia de grietas en el material, permite estimar su tamaño lo que facilita llevar un seguimiento del estado y evolución del defecto.

También se utiliza esta técnica para identificar fugas localizadas en procesos tales como sistemas de vapor, aire o gas por detección de los componentes ultrasónicos presentes en el flujo altamente turbulentos que se generan en fugas (válvulas de corte, válvulas de seguridad, purgadores de vapor, entre otros.).

1.4.5.6. Análisis de lubricantes

El aceite lubricante juega un papel determinante en el buen funcionamiento de cualquier máquina. Al disminuir o desaparecer la lubricación se produce una disminución de la película de lubricante interpuesto entre los elementos mecánicos dotados de movimiento relativo entre sí, lo que provoca un desgaste, aumento de las fuerzas de rozamiento, aumento de temperatura, provocando dilataciones e incluso fusión de materiales y bloqueos de piezas móviles. Por tanto, el propio nivel de lubricante puede ser un parámetro de control funcional. Pero incluso manteniendo un nivel correcto el aceite en servicio está sujeto a una degradación de sus propiedades lubricantes y a contaminación, tanto externa (polvo, agua, entre otros.) como interna (partículas de desgaste, formación de lodos, gomas y lacas). El control de estado mediante análisis fisicoquímicos de muestras de aceite en servicio y el análisis de partículas de desgaste contenidas en el aceite (ferrografía) pueden alertar de fallos incipientes en los órganos lubricados.

1.4.5.7. Análisis de vibraciones

Todas las máquinas en uso presentan cierto nivel de vibraciones como consecuencia de holguras, pequeños desequilibrios, rozamientos, entre otros. El nivel vibratorio se incrementa si, además, existe algún defecto como desalineación, desequilibrio mecánico, holguras inadecuadas, cojinetes defectuosos.

Por tal motivo, el nivel vibratorio puede ser usado como parámetro de control funcional para el mantenimiento predictivo de máquinas, estableciendo un nivel de alerta y otro inadmisibles a partir del cual la fatiga generada por los esfuerzos alternantes provoca el fallo inminente de los órganos afectados.

Se usa la medida del nivel vibratorio como indicador de la severidad del fallo y el análisis espectral para el diagnóstico del tipo de fallo.

1.4.5.8. Termografía

Es una técnica que utiliza la fotografía de rayos infrarrojos para detectar zonas calientes en dispositivos electromecánicos. Mediante la termografía se crean imágenes térmicas cartográficas que pueden ayudar a localizar fuentes de calor anómalas.

Así se usa para el control de líneas eléctricas (detección de puntos calientes por efecto Joule), de cuadros eléctricos, motores, máquinas y equipos de proceso en los que se detectan zonas calientes anómalas bien por defectos del propio material o por defecto de aislamiento. Para ello, es preciso hacer un seguimiento que permita comparar periódicamente la imagen térmica actual con la normal de referencia.

1.4.5.9. Impulsos de choque

Entre las tareas de mantenimiento predictivo suele tener un elevado peso el control de estado de los rodamientos por ser estos elementos muy frecuentes en las máquinas y fundamentales para su buen funcionamiento, al tiempo que están sujetos a condiciones de trabajo muy duras y se les exige una alta fiabilidad. Entre las técnicas aplicadas para el control de estado de rodamientos destaca la medida de los impulsos de choque.

Proporcionan una medida indirecta de la velocidad de choque entre los elementos rodantes y las pistas de rodadura, es decir, la diferencia de velocidad entre ambos es el momento del impacto. Esos impactos generan, en el material,

ondas de presión de carácter ultrasónico llamadas impulsos de choque. Se propagan a través del material y pueden ser captadas mediante un transductor piezoeléctrico, en contacto directo con el soporte del rodamiento. El transductor convierte las ondas mecánicas en señales eléctricas que son enviadas al instrumento de medida.

Para mejorar su sensibilidad y, como quiera que el tren de ondas sufre una amortiguación en su propagación a través del material, el transductor se sintoniza eléctricamente a su frecuencia de resonancia.

Por ello es utilizada la medida de la amplitud como control de estado de los rodamientos en los que, tras la realización de numerosas mediciones, se ha llegado a establecer los valores normales de un rodamiento en buen estado y los que suponen el inicio de un deterioro, aunque todavía el rodamiento no presente indicios de mal funcionamiento por otras vías.

1.4.6. Flujo del mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo tiene como función identificar problemas. El trabajo del área de planeamiento es determinante para el cumplimiento del flujo del mantenimiento predictivo y el éxito de la gestión.

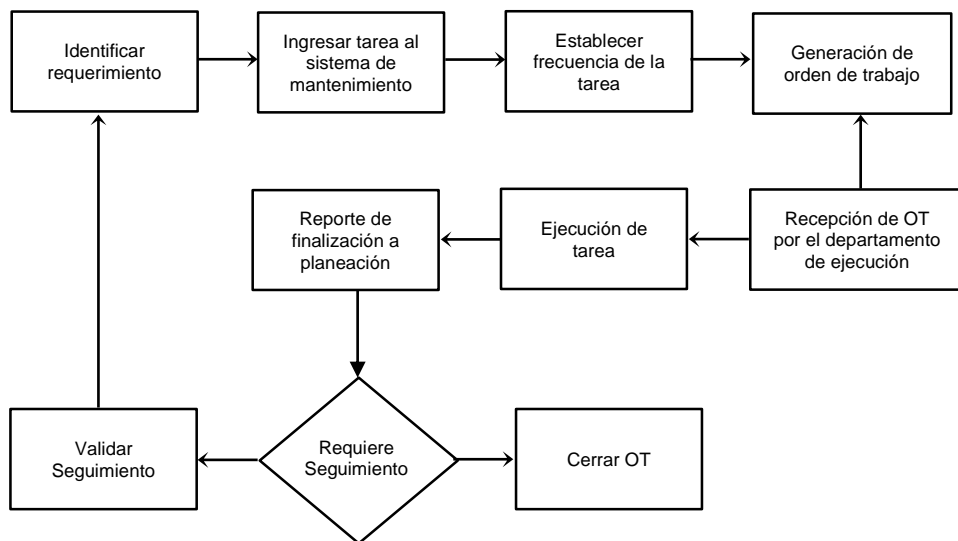
El sistema de órdenes de trabajo debe de prever el flujo de información para cumplir con lo siguiente:

- Generar las OT por las tareas del mantenimiento predictivo.
- Planear los correctivos que se derivan del mantenimiento predictivo.
- Programar los correctivos.
- Ejecutar los correctivos.

- Elaborar informes de desempeño del programa de mantenimiento predictivo.

Según lo investigado y lo platicado con el personal de supervisión de mantenimiento de la fábrica de azúcar se ha evidenciado que su flujo de mantenimiento se lleva a cabo de la siguiente manera:

Figura 6. **Flujo de mantenimiento en fábrica de azúcar**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

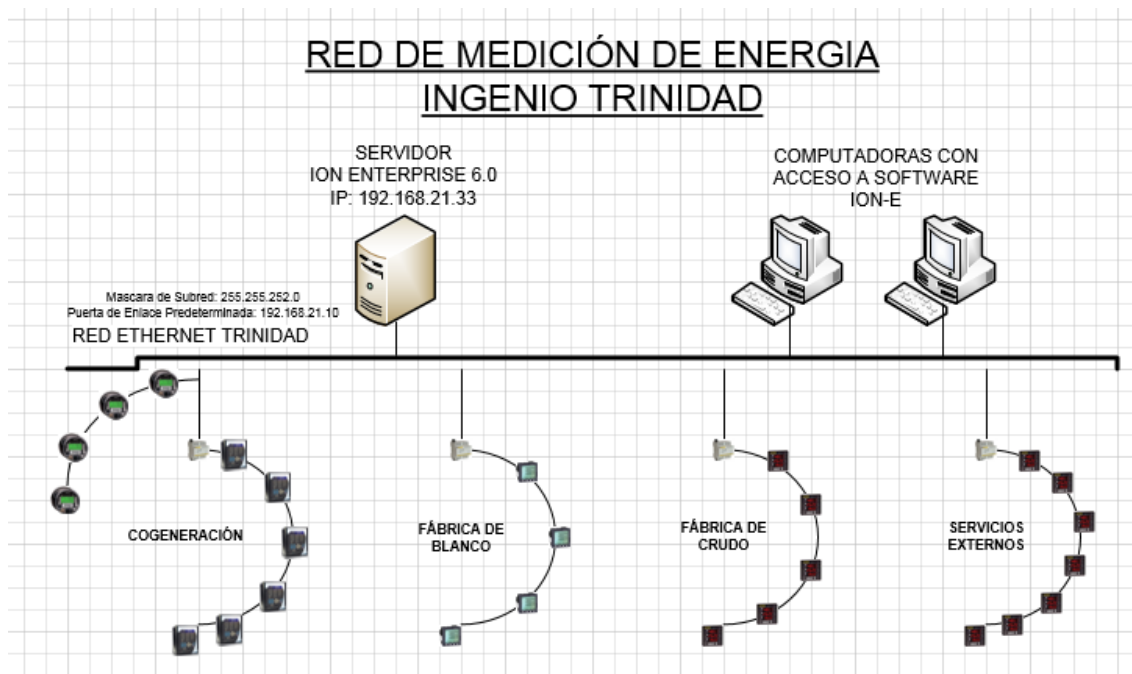
1.5. Consumo energético por indisponibilidad de equipos

En el ingenio Trinidad San Diego S.A., se lleva un registro de tiempo de indisponibilidad de la planta, o más bien tiempo perdido como se le llama para control interno. Para ello, se ha realizado un análisis del consumo energético que se tiene por cada hora de tiempo perdido que ocasiona la indisponibilidad de algún equipo que se encuentra la ruta crítica o que para proceso.

Para este análisis no se ha tomará en cuenta qué tipo de equipo provocó el paro del proceso, solo se incluirán los datos de consumo de energía en los tiempos reportados de paro completo de la planta, no hay estudios con realizados con lo que respecta a lo mencionado con anterioridad. Para este estudio se tomaron datos de consumo de las áreas de patio de caña, extracción, fábrica de azúcar crudo, fábrica de azúcar blanco y agua de proceso.

En la figura 7, se muestra el diagrama unifilar de la fábrica de azúcar del cual se recopilarán los datos de consumo de energía.

Figura 7. **Red de medición eléctrica ingenio Trinidad**



Fuente: Departamento de Electricidad, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Se han tomado en cuenta dos tipos de paro de producción de la fábrica, por paro programado y por indisponibilidad.

1.5.1. Análisis de tiempo de perdido de fábrica de azúcar

Se recopila la información de fecha y tiempo en los cuales se tuvo paro de producción de la fábrica de azúcar, para ello, se investiga juntamente con el departamento de planeación y control quiénes llevan estos registros de tiempo.

A continuación, la lista de fecha y tiempo de paro de producción en fábrica de azúcar.

Tabla IV. Lista de tiempo perdido ingenio Trinidad San Diego, S.A.

No.	Fecha	Descripción	tiempo de paro	área responsable
1	23/11/2017	Cambio de unidad hidráulica de virador de caña	0.6	Mecánico
2	27/11/2017	Paro por mantenimiento programado	8	Mecánico
3	12/12/2017	Cambio de motor rodo alimentador a desfibradora	2.2	Eléctrico
4	18/12/2017	Paro por mantenimiento programado	8	Mecánico
5	07/01/2018	Paro por mantenimiento programado	8	Mecánico
6	21/01/2018	Cambio de rodamientos a reductor conductor de caña 2	1.8	Mecánico
7	28/01/2018	Paro por mantenimiento programado	8	Mecánico
8	02/01/2018	Cambio de reductor de conductor recuperador de basura	2.2	Mecánico
9	12/02/2018	Cambio de rodamiento lado carga motor troceadora 1	1.9	Eléctrico
10	26/02/2018	Paro por mantenimiento programado	8	Mecánico
11	14/03/2018	Cambio de acople flexible a reductor de filtro de bagacillo	0.9	Mecánico
12	19/03/2018	Paro por mantenimiento programado	8	Mecánico

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Los tiempos perdidos se obtuvieron de la base de datos del departamento de planeación y control el cual recopila la información de la causa y el tiempo total de paro de molienda. El tiempo por paro programado refiere a mantenimiento preventivo necesario por el equipo de desfibradora de caña y mazas de molinos.

No es tiempo por fallo de algún equipo específico, es por desgaste debido al proceso de preparación y extracción de caña.

1.5.2. Consumo de energía en tiempo perdido de fábrica

Con los datos de fecha y tiempo en cada evento que ocasiona tiempo perdido se analiza el consumo de energía de los equipos de la fábrica de azúcar. En el paro de producción, el 60 % de equipos instalados en la fábrica están trabajando por condiciones que el proceso lo requiere, dándose así un consumo de energía que será evaluado para tenerse en cuenta lo que consume la fábrica sin producción.

Se presenta la tabla de los datos recopilados de consumo de energía.

Tabla V. Consumo de energía en tiempo perdido de fábrica

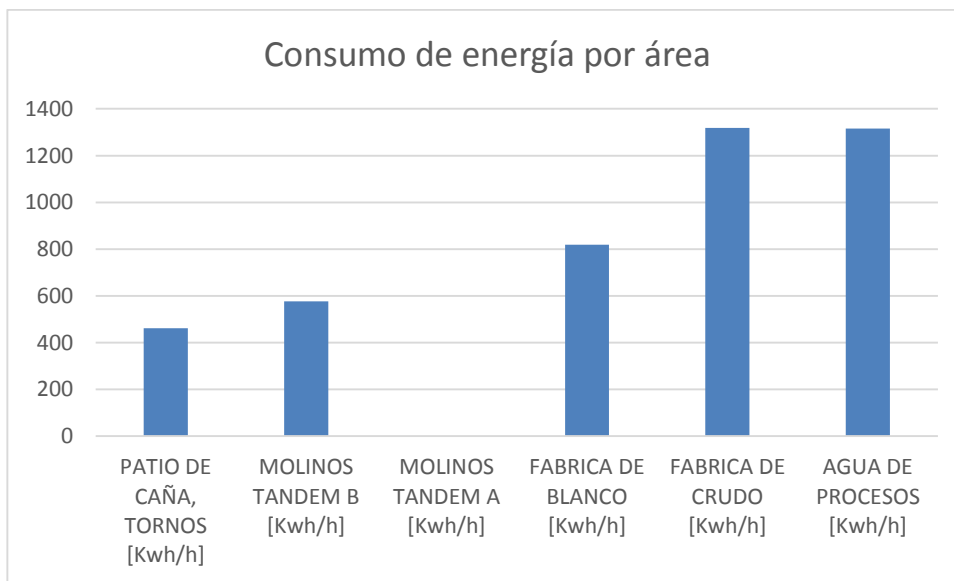
FECHA	23/11/2017	27/11/2017	12/12/2017	18/12/2017	07/01/2018	21/01/2018	28/01/2018	02/01/2018	12/02/2018	26/02/2018	14/03/2018	19/03/2018
Tiempo [hr]	0.6	8.0	2.2	8.0	8.0	1.8	8.0	2.2	1.9	8.0	0.9	8.0
PATIO DE CAÑA, TORNOS [Kwh]	2012	1109	2218	1083	1086	6035	1122	2235	6371	1069	914	1360
MOLINOS TANDEM B [Kwh]	2684	1952	806	1906	1913	8052	1975	813	8499	1883	333	2396
MOLINOS TANDEM A [Kwh]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FABRICA DE BLANCO [Kwh]	706	6149	1748	6005	6026	2118	6222	1762	2236	5930	721	7546
FABRICA DE CRUDO [Kwh]	1112	10010	2594	9775	9809	3336	10128	2615	3522	9654	1070	12284
AGUA DE PROCESOS [Kwh]	771	10246	2941	10006	10041	2312	10367	2965	2440	9881	1213	12574
Total [Kwh]	7285	29467	10308	28775	28875	21854	29814	10389	23068	28416	4250	36160

Fuente: Departamento de Electricidad, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

1.5.3. Ahorro de energía ante disponibilidad de equipos

Es necesario determinar el consumo de energía ante tiempos perdidos en el área de fábrica, para ello, con los datos recopilados de tiempos y de consumo de energía en los tiempos de paro, se analizará el ahorro que se podría obtener ante un aumento de disponibilidad de los equipos, se ha solicitado hacer un análisis de consumo específico en Kwh por cada hora de paro, a continuación, se muestra el consumo de energía promedio en una hora de paro por cada área de la fábrica, donde se observa que el consumo en molinos tándem A es 0, debido a que no se encuentra en operación.

Figura 8. Consumo específico de energía por área en fábrica



Fuente: Departamento de Electricidad, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Con los datos obtenidos por área se obtiene que el consumo específico de energía total es de 4,491 Kwh/h. Este consumo indica que por cada hora de paro de producción o tiempo perdido la fábrica consume 4,491 Kwh por mantener los

equipos trabajando en vacío o para mantener el proceso de la fabricación de azúcar.

Según el dato de venta de energía de ingenio Trinidad San Diego, S.A. que indica que la venta del Kwh es de \$ 0,05 se llega a la conclusión de que cada hora de paro de producción equivale a \$ 224,55 de costo de energía.

Se tiene una oportunidad de ahorro de \$ 224,55 por cada hora que se reduzca el paro de producción.

El total de horas de paro en la etapa de producción del año de 2017 fue de 276,49 horas, lo que equivale a \$ 62,085.83 de costo por tiempo perdido.

1.6. Inventario de repuestos críticos

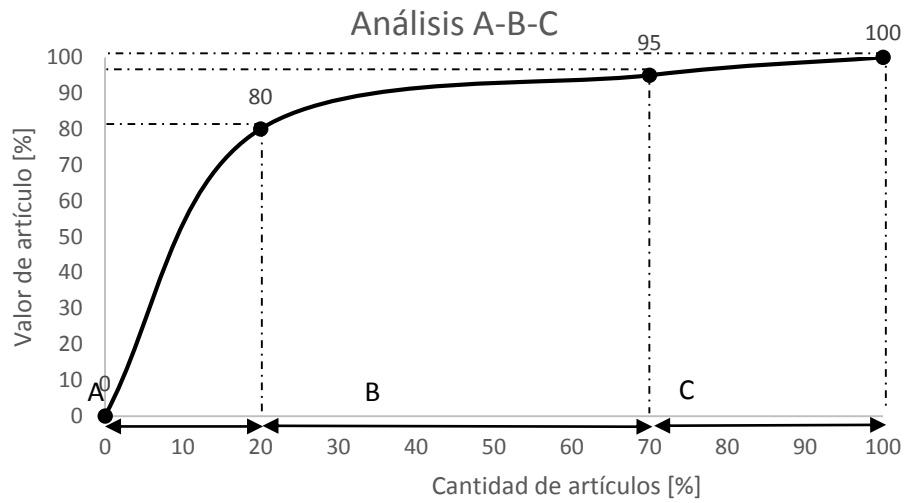
El departamento de mantenimiento en ingenio Trinidad San Diego, S.A. carece de un inventario de repuestos críticos. Es importante definir los repuestos críticos de los equipos críticos en el área de fábrica de azúcar. Generalmente, se incluye en la fase de planificación del mantenimiento predictivo. Según lo platicado con los supervisores de mantenimiento es necesario incluir los siguientes parámetros dentro de la lista de repuestos críticos, equipo al que pertenece, número de parte del proveedor, criticidad del repuesto, *stock* mínimo de inventario, *stock* máximo de inventario, y ubicación en la bodega de materiales.

Se debe estandarizar un formato en el cual se pueda consultar para tener un menor tiempo de respuesta para cuando suceda alguna emergencia o necesidad de utilizar el repuesto.

Es importante realizar un análisis del inventario en bodega para tener claro el costo de almacenamiento de estos, como análisis inicial se sugiere utilizar el análisis ABC de inventarios. Este es el método de conteo cíclico más sofisticado, consiste en dividir el inventario en clasificación ABC; esta se basa en la regla 80-20 o Ley de Pareto, en la cual los artículos se clasifican de dos maneras: su valor en dinero o su valor de frecuencia de uso. En muchos casos se utiliza una combinación de las dos. Esto permite distinguir tres categorías de productos y cada una de ellas debe definirse en función de la parte de la cifra de negocios que representa.

- Grupo A. Formado por los artículos de alto valor, que generalmente no sobrepasan el 20 % del número total de artículos, representando, sin embargo, un valor del 70 al 80 % del inmovilizado.
- Grupo B. Formado por artículos de valor intermedio, que pueden representar el 50 % del número total de artículos, no sobrepasando su repercusión en el inmovilizado, del 15 % del total.
- Grupo C. Formado por artículos de poco valor, y que constituyen un 30 % del número de artículos y acostumbran a responder de solo el 5 %, aproximadamente, del valor del volumen del almacén.

Figura 9. Representación gráfica de la clasificación ABC



Fuente: MÍGUEZ PÉREZ, Mónica. *Introducción a la gestión de stocks*. p. 14.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Técnicas de mantenimiento predictivo

Juntamente con el Departamento de Mantenimiento de ingenio Trinidad San Diego, S.A. se definió que el mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto de futuro de rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base a un plan, justo antes de que falle. Así el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Tabla VI. **Ejemplo de mediciones y parámetros usados para el diagnóstico predictivo**

Rendimiento	Mecánica	Eléctrica	Análisis de aceite, calidad de producto y otros
Consumo de energía	Expansión térmica	Corriente	Análisis de aceite
Eficiencia	Posición	Voltaje	Análisis de trazas de hierro
Temperatura	Nivel de fluido	Inductancia	Dimensiones de producto
Termografía	Vibración - desplazamiento	Resistencia	Propiedades físicas de producto
Presión	Vibración - velocidad	Capacitancia	Propiedades químicas
Flujo	Vibración - aceleración	Campo magnético	Otras pruebas no destructivas
	Ruido audible	Aislamiento	
	Ultrasonido: ondas		

Fuente: ISO 13379. *Condition monitoring and diagnostics of machines, general on data interpretation and diagnostics techniques*. p. 8.

Por medio de varias tecnologías se pueden revisar y confirmar los hallazgos entre tecnologías. Una técnica puede encontrar problemas imperceptibles para otra. Los beneficios de utilizar solo una o dos técnicas predictivas son mínimos. Es posible que no se detecten las señales de advertencia que se están presentando, así que los equipos fallarán de cualquier manera.

En la tabla VII se muestran los distintos parámetros que sirven para conocer la condición del equipo al momento de la medición.

Tabla VII. **Parámetros de monitoreo por tipo de equipo**

Parámetros	Tipo de equipos						
	Motor eléctrico	Turbina a gas	Bomba	Compresor	Generador eléctrico	Motor de combustión interna	Ventilador
Temperatura	•	•	•	•	•	•	•
Presión		•	•	•		•	•
Flujo de aire		•		•		•	•
Flujo de combustible		•				•	
Flujo de fluido de trabajo		•	•	•			
Corriente	•				•		
Voltaje	•				•		
Resistencia	•				•		
Ruido	•	•	•	•	•	•	•
Vibración	•	•	•	•	•	•	•
Técnicas acústicas	•	•	•	•	•	•	•
Tribología	•	•	•	•	•	•	•
Torque	•	•		•	•	•	
Velocidad	•	•	•	•	•	•	•
Eficiencia		•	•	•		•	

Fuente: ISO 13380. *Condition monitoring and diagnostics of machines, general guidelines on using performance parameters.* p.10.

Según lo revisado, el departamento de mantenimiento de ingenio Trinidad San Diego, S.A. se decide por aplicar 4 técnicas de mantenimiento predictivo e introducirlos en un plan el cual ayude a diagnosticar y maximizar la disponibilidad de los equipos instalados en la fábrica. Las técnicas de mantenimiento predictivo que se ejecutarán en la fábrica serán:


- Inspección visual
- Análisis de aceite
- Análisis de vibraciones
- Análisis de termografía

2.1.1. Definición y principios básicos

Se da la definición para cada una de las técnicas seleccionadas en el departamento de mantenimiento de ingenio Trinidad, las cuales son la base para entenderlas y definir el alcance de cada una de estas técnicas.

- Inspección visual: dado que el departamento de mantenimiento se apoya en la experiencia de sus operarios y técnicos de mantenimiento, la inspección es una base para el diagnóstico de los equipos. Esta técnica consiste en inspeccionar visualmente las partes de una máquina para determinar su condición. Para ello se programarán recorridos diarios a los equipos, donde se asignará personal a cargo de realizar esta técnica. No se tendrá ningún estándar sobre el cual se basarán los análisis, será a la experiencia del inspector. Los datos se registrarán en el formato FAZ-REG-85, el cual fue creado por los técnicos de mantenimiento y lo operadores de campo, dando su visto bueno el Ingeniero de mantenimiento predictivo.

Figura 10. Formato de registro de inspección visual

		Departamento de mantenimiento										Código		REG-FAZ-85								
		Inspección visual a equipos										Versión		1								
Área de trabajo												Orden de trabajo										
TAG												Técnico de mantenimiento										
Descripción de equipo												Supervisor de mantenimiento										
Parámetro \ Fecha		Lunes			Martes			Miércoles			Jueves			Viernes			Sábado			Domingo		
Limpieza externa		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Ruidos		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Lubricación		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Termografía		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Vibración		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Anclaje		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Nivel de aceite		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Olor		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Tornillería		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Sistema eléctrico		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Sistema de automatización		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Sistema neumático		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Sistema de enfriamiento		B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA
Observaciones																						
Parámetro		Descripción de hallazgo										Notas										
Firma técnico de mantenimiento _____ Firma supervisor de mantenimiento _____																						

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

- Análisis de lubricantes: debido a la cantidad considerable de equipos rotativos instalados en fábrica que tienen lubricantes para su enfriamiento

y/o operación adecuada del equipo, la técnica de análisis de lubricantes es de suma importancia. Este tipo de análisis se realiza por medio de muestras de aceite tomadas de los equipos en operación, es decir, el lubricante analizado está siendo usado. Su objetivo es evaluar la condición del aceite, monitorear su grado de contaminación y el nivel o gravedad de desgaste que se está presentando en el equipo rotativo.

Estos se ejecutan dependiendo de la necesidad:

- Análisis iniciales: se realizan a productos de aquellos equipos que se han adquirido en compras de los cuales no viene algún certificado u hoja técnica del lubricante utilizado en el equipo.
- Análisis rutinarios: aplican para equipos considerados como críticos o de gran capacidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el objetivo principal de los análisis la determinación del estado del aceite, nivel de desgaste y contaminación entre otros.
- Análisis de emergencia: se efectúan para detectar cualquier anomalía en el equipo y/o lubricante según:
 - Contaminación de cualquier índole
 - Presencia de partículas sólidas
 - Uso de producto inadecuada

Este análisis asegura que habrá reducción de costos operativos, aumenta la vida útil de los componentes con mínimo desgaste. En cada muestra se consiguen o estudian los factores que afectan la máquina, tales como, elementos de desgaste, contenido de partículas, presencia de contaminantes, aditivos y

condiciones del lubricante, historial. De este modo se podrá reducir notoriamente, tiempo perdido de producción, debido a desperfectos mecánicos, desgaste de las máquinas y sus componentes, mano de obra y consumo general de lubricantes. Todos los años millones de litros de lubricante en buenas condiciones de servicio son cambiados prematuramente en los equipos, resultado de programas de lubricación basados en un parámetro de cambio que no involucra análisis.

El primer paso en la selección de un programa de análisis de aceite es seleccionar el sistema que será monitoreado. Posteriormente, es necesario establecer los puntos de muestreo y las frecuencias de toma de muestras, tomando en consideración equipos y edad del aceite.

Los parámetros que se deben tomar en cuenta para la ejecución de un programa de lubricación efectivo son:

- Determinar los parámetros del estado aceptable de las muestras
- Determinar los lineamientos de limpieza de una muestra de aceite
- Asegurar métodos apropiados para la toma de muestras
- Asegurar una correcta evaluación y documentación de resultados

Varios tipos de contaminación afectan el aceite de diferentes maneras y todos acortan el tiempo de vida del aceite y del equipo. A continuación, los datos que se deben considerar de tipos de contaminación de aceites.

Tabla VIII. **Tipos de contaminación en aceites**

Tipo de contaminación	Resultados
Polvo	Incrementa el desgaste – reduce el tiempo de vida del equipo.
Partículas metálicas	Incrementa el desgaste
Agua	Reducción de la lubricidad y tiempo de vida del aceite; provoca corrosión.
Dilución	Reducción de lubricación
Acidez	Corrosión y óxido

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.


Tabla IX. **Desgaste de metales y límites de precaución**

Elemento	Límite	Posibles causas
Hierro	≥ 100 ppm	Indicación de desgaste de ejes, válvulas, revestimiento de cilindros, cojinetes.
Cromo	≥ 5 ppm	Indicación de desgaste en los anillos de pistón, cojinetes o contaminación de anticongelante
Cobre	≥ 20 ppm	Desgaste de cojinetes y <i>bushings</i>
Estaño	≥ 10 ppm	Desgaste de cojinetes y <i>bushings</i>
Aluminio	≥ 20 ppm	Desgaste en pistones o <i>block</i>
Plomo	≥ 20 ppm	Desgaste de cojinetes
Silicón	≥ 20 ppm	Indica presencia de polvo o arenas. Puede también ser debido a altos niveles de silicones antiespumantes
Magnesio, Calcio, Bario, Sodio, Fósforo, Zinc		Estos elementos pueden ser parte de un paquete de aditivos. Ellos quedan en el aceite y no se vacían

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Se determinó un formato estandarizado para el departamento de mantenimiento de la fábrica de azúcar de ingenio Trinidad San Diego, S.A. de esta técnica se realizará nada más un análisis cualitativo del aceite y se registrar en el formato con código REG-FAZ-084.

Figura 11. Registro FAZ-REG-084 análisis cualitativo de aceite

	Departamento de Mantenimiento Análisis cualitativo de aceite						Código:	REG-FAZ-084					
							Versión:	1					
Área de trabajo							Orden de trabajo						
TAG							Técnico de mantenimiento						
Descripción de equipo							Supervisor de mantenimiento						
Fecha													
Toma de muestra	Imagen			Imagen			Imagen			Imagen			
Resultado de análisis	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	B	M	NA	
Cambio	S	N	NA	S	N	NA	S	N	NA	S	N	NA	
Relleno			Litro			Litro			Litro			Litro	
OBSERVACIONES													
Fecha	Análisis cualitativo			Descripción de hallazgo						Notas			
Firma técnico de mantenimiento _____ Firma supervisor de mantenimiento _____													

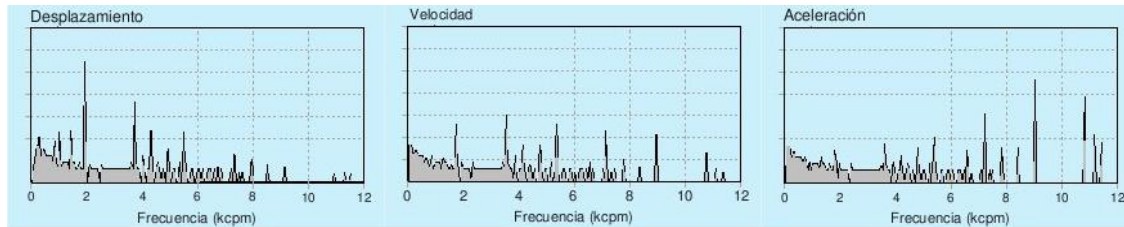
Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

- Análisis de vibraciones: el interés del departamento de mantenimiento de ingenio Trinidad por el análisis de vibraciones mecánicas es el punto principal para el plan de mantenimiento preventivo y predictivo, con el interés de alerta y la necesaria prevención de las averías que conlleva las vibraciones a medio plazo.

Dado que la vibración se define como toda variación en el tiempo, de una magnitud que describe el movimiento o la posición de un sistema mecánico, cuando esta magnitud es alternativamente mayor o menor que cierto valor promedio. Se tomarán en cuenta tres formas de medir la amplitud de las ondas de vibración, lo cual muestra realmente la severidad de la vibración. Estas tres medidas son.

- Desplazamiento: distancia total de la onda vibratoria entre sus crestas (*peak to peak*).
- Velocidad: al moverse, las ondas experimentan cambios de velocidad, el mayor valor se mide en la cresta de la onda (*peak*). Sin embargo, la ISO creó un concepto para medir la velocidad, llamado r.m.s. (raíz media cuadrada), la principal ventaja que entiende a proporcionar el contenido de energía de la señal de la vibración.
- Aceleración: como la variación de la velocidad durante el movimiento, es máxima cuando la anterior es cero y se expresa en $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$

Figura 12. **Comportamiento espectral de la vibración**



Fuente: Elaboración Propia, empleando Maintraq predictive, software de vibraciones de ingenio
Trinidad San Diego, S.A.

Antes de llevar a cabo el análisis de vibraciones en el plan de mantenimiento predictivo es necesario conocer los tipos de vibraciones, los cuales se definen como:

- Vibración libre: causada por un sistema que vibra debido a una excitación instantánea.
- Vibración forzada: causada por un sistema que vibra debido a una excitación constante de las causas que generan dicha vibración.

Se definió que las mediciones deben ser tomadas en tres direcciones verticales, horizontales y axiales, se definió que se deben tener a la mano datos de dicha máquina, tipo de rodamientos, velocidad de trabajo, etc. Las medidas. Las mediciones horizontales típicamente muestran el mayor valor de vibración debido a que la máquina es más flexible en su plano horizontal, vertical muestra menos vibración debido a que en este plano existe mayor rigidez, las axiales normalmente son más bajas debido a que todas las fuerzas son generadas perpendicularmente al eje, según en qué plano tomemos el muestreo podemos encontrar estos distintos síntomas:

- Posición vertical: aflojamiento, fisuras
- Posición horizontal: desbalance
- Posición axial: desalineación

Según lo investigado se sabe que las razones por la cual una máquina puede vibrar son:

- Desequilibrio
- Desalineamiento
- Excentricidad
- Defectos en rodamientos
- Defectos en engranajes
- Defectos en correas
- Holguras
- Deficiencia de lubricación

Se definió un estándar para el diagnóstico de severidad de la vibración, para cual se ha tomado como norma la ISO 10816-3, la cual establece las condiciones y procedimientos generales para la medición y evaluación de la vibración, utilizando mediciones realizadas sobre partes no rotativas de las máquinas. Los criterios de vibración de este estándar se aplican a un conjunto de máquinas con potencia superior a 15 kW y velocidad entre 120 RPM y 15.000 RPM. Los criterios son solo aplicables para vibraciones producidas por la propia máquina y no para vibraciones que son transmitidas a la máquina desde fuentes externas. El valor eficaz (RMS) de la velocidad de la vibración se utiliza para determinar la condición de la máquina.

Las mediciones deben realizarse cuando el rotor y los descansos principales han alcanzado sus temperaturas estacionarias de trabajo y con la

máquina funcionando bajo condiciones nominales o específicas (velocidad, voltaje, flujo, presión y carga). En máquinas con velocidad o carga variable, las velocidades deben realizarse bajo todas las condiciones a las que se espera que la máquina trabaje durante períodos prolongados de tiempo.

La severidad de la vibración se clasifica conforme a los siguientes parámetros:

- Tipo de máquina
- Potencia o altura de eje
- Flexibilidad del soporte

Figura 13. ISO 16816-3 Severidad de la vibración

ISO 10816-3								V E L O C I D A D	
									11
									7.1
									4.5
									3.5
									2.8
									2.3
									1.4
									0.71
									mm/s rms
Rígido	Flexible	Rígido	Flexible	Rígido	Flexible	Rígido	Flexible	Tipo de Montaje	
Bombas de flujo radial, axial o mixto				Máquinas medianas		Máquinas grandes		Tipo de Máquina	
> 15 kW				15 kW < P ≤ 300 kW		300 kW < P < 60 MW		Potencia	
Motor integrado		Motor externo		160 mm ≤ H < 315 mm		315 mm ≤ H		Diámetro de la fecha del motor = H	
Clase 4		Clase 3		Clase 2		Clase 1		Clase	
A	Nueva o recién reparada			C	Operación restringida				
B	Operación sin restricción			D	Vibración peligrosa				

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Según la figura 13, se definen las clases y los parámetros en las cuales serán evaluadas las mediciones.


- Clase 1: máquinas rotatorias grandes con potencia superior 300 kW, Máquinas eléctricas con altura de eje $H \geq 315$ mm.
- Clase 2: máquinas rotatorias medianas con potencia entre 15 y 300 kW, Máquinas eléctricas con altura de eje $160 \leq H \leq 315$ mm.
- Clase 3: bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor separado con potencia superior a 15 kW.
- Clase 4: bombas con impulsor de múltiples álabes y con motor integrado con potencia superior a 15 kW.

Interpretación del análisis de resultados

- Zona A: valores de vibración de máquinas recién puestas en funcionamiento o reacondicionadas.
- Zona B: máquinas que pueden funcionar indefinidamente sin restricciones.
- Zona C: la condición de la máquina no es adecuada para una operación continua, sino solamente para un período de tiempo limitado. Se deberían llevar a cabo medidas correctivas en la siguiente parada programada.
- Zona D: los valores de vibración son peligrosos, la máquina puede sufrir daños.

El formato REG-FAZ-79 será donde se lleven los registros de las mediciones de vibración de los equipos evaluados.

Figura 14. Registro FAZ-REG-79 análisis de vibraciones

	Departamento de Mantenimiento Diagnóstico de análisis de vibraciones			Código:	FAZ-REG-079	
				Versión:	1	
ÁREA: _____		TECNICO: _____				
TAG DEL EQUIPO: _____		FECHA: _____				
NOMBRE DEL EQUIPO: _____						
REGISTRO DE VALORES DE VIBRACIÓN Y TEMPERATURA						
Punto	Fecha	Aceleración [g]	Velocidad [mm/s]	Envolvente [gE]	Desplazamiento [µm]	TEMPERATURA [°C]
1 - Vertical 1 V						
1 - Horizontal 1 H						
1 - Axial 1 A						
2 - Vertical 2 V						
2 - Horizontal 2 H						
2 - Axial 2 A						
3 - Vertical 3 V						
3 - Horizontal 3 H						
3 - Axial 3 A						
4 - Vertical 4 V						
4 - Horizontal 4 H						
4 - Axial 4 A						
5 - Vertical 5 V						
5 - Horizontal 5 H						
5 - Axial 5 A						
6 - Vertical 6 V						
6 - Horizontal 6 H						
6 - Axial 6 A						
PATOLOGÍA REGISTRADA:						
ANALISIS						
RECOMENDACIONES						

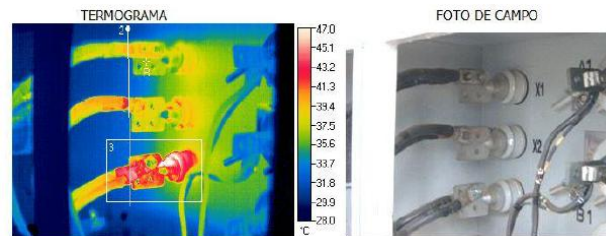
Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

- Termografía: es una técnica que permite, a una distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión. Por el tiempo de ejecución y su impacto en el diagnóstico el departamento de mantenimiento escoge esta técnica de mantenimiento y debido a que la gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial, ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación, están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termografía por Infrarrojos. Con la implementación de programas de inspecciones termográficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, es posible minimizar el riesgo de una avería de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

La variación de temperatura que se puede medir va desde los 20 °C hasta muy altas, en la termografía se utilizan un sistema de lentes para enfocar la energía irradiada desde la superficie del objeto, en el detector de infrarrojos. Los diferentes niveles de energía se miden por el detector y luego se transforman en una imagen visible representada por un color diferente en cada nivel de energía.

La termografía sirve principalmente para encontrar los componentes que estén más calientes de los normal, lo que generalmente indica un desgaste o aflojamiento, con esto podemos dar la alerta para que se haga una inspección a detalle dependiendo de la gravedad.

Figura 15. **Imagen de termografía infrarroja a transformador de potencia.**




Fuente: Departamento de mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

El análisis mediante termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y ya que, en el cambio de temperatura en los equipos, cables, acometidas, se encuentra muy cercano al punto de fallo, con lo que se tiene un tiempo de respuesta menor para la ejecución de la corrección.

El análisis de termografía se aplicará en su mayoría para instalaciones y líneas eléctricas de baja y mediana tensión, cuadros eléctricos, conexiones y empalmes de líneas eléctricas, motores eléctricos, reductores y sistemas mecánicos, entre otros.

Se determinó un formato estandarizado para el departamento de mantenimiento de la fábrica de azúcar de ingenio Trinidad San Diego, S.A. esto para tener control de los parámetros que se inspeccionarán en esta técnica y se registrarán en el formato con código REG-FAZ-86.

Figura 16. **Registro FAZ-REG-86 análisis de termografía**

	Departamento de Mantenimiento		Código:	FAZ-REG-086	
	Reporte de Diagnóstico de termografía		Versión:	1	
ÁREA: _____		TECNICO: _____			
TAG DEL EQUIPO: _____		FECHA: _____			
NOMBRE DEL EQUIPO: _____					
REGISTRO DE VALORES DE TEMPERATURA					
Imagen 1		Imagen 2		Imagen 3	
Información de la imagen		Información de la imagen		Información de la imagen	
Emisividad		Emisividad		Emisividad	
Rango de la imagen		Rango de la imagen		Rango de la imagen	
Modelo de la cámara		Modelo de la cámara		Modelo de la cámara	
Tamaño del sensor IR		Tamaño del sensor IR		Tamaño del sensor IR	
Marcadores de la imagen principal		Marcadores de la imagen principal		Marcadores de la imagen principal	
Nombre	Temperatura	Nombre	Temperatura	Nombre	Temperatura
P0		P0		P0	
P1		P1		P1	
P2		P2		P2	
P4		P4		P4	
PATOLOGÍA REGISTRADA:					
ANALISIS					
RECOMENDACIONES					

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.1.2. Parámetros para control de estado

De las cuatro técnicas de mantenimiento predictivo que se utilizarán en la planta todas deben llevar un control o en base a que se hará la comparación para sacar la conclusión o el diagnóstico del estado del equipo o sistema, para ello se tiene el parámetro indicador, la técnica por utilizar y la fuente en la que está basada la técnica para dar el diagnóstico.

Tabla X. Parámetros para control de estado

Parámetro Indicador	Técnica	Apoyo
Inspección visual	Endoscopios, mirillas, video, etc.	Entrenamiento a personal de diagnóstico
Análisis de aceite	Análisis cualitativo, análisis físico-químico	Entrenamiento a personal de diagnóstico
Análisis de vibraciones	Análisis espectral y de tendencias	ISO 10816-3
Termografía	Seguimiento de la evolución, tendencias	Entrenamiento a personal de diagnóstico

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.1.3. Establecimiento de un plan de mantenimiento predictivo

Debido a la evolución del mantenimiento en el área de fábrica de ingenio Trinidad, establecer un plan de mantenimiento predictivo es de suma importancia según el personal, los planes de mantenimiento se limitaban a un *check list* sencillo de limpieza y revisión de las partes más importantes del equipo. Si bien es cierto que este tipo de actividades son la base del mantenimiento preventivo, es necesario profundizar un poco más e incluir en estos planes otro tipo de tareas, que ayuden a alcanzar una mayor disponibilidad.

Para establecer el plan de mantenimiento predictivo es imprescindible que se incluyan las tareas de monitoreo de condición como la inspección visual, el

monitoreo de vibraciones, la termografía, el ultrasonido, el análisis de aceite, entre otros.

Los planes de mantenimiento predictivo correctamente desarrollados e implementados, constituyen la conclusión de todos los análisis que se hacen de los equipos y sus fallas, y representan el punto de partida real para el incremento de disponibilidad de los activos de una empresa.

Es importante que los planes de mantenimiento predictivo contengan, como mínimo, la siguiente información:

- Código y descripción del plan de mantenimiento
- Código y descripción del equipo al que se la hará el servicio
- Tareas que se llevarán a cabo en los componentes específicos del equipo
- Frecuencia de ejecución de las tareas.
- Responsable de ejecución
- Tiempo estimado para realizar la tarea.

2.1.3.1. Preparación inicial

Para el área de mantenimiento de la fábrica de azúcar de ingenio Trinidad se tomarán en cuenta 5 pasos para poder establecer el diseño del plan de mantenimiento predictivo, los cuales son:

- Identificación de equipos instalados
- Análisis de criticidad de los equipos instalados
- Selección de técnicas predictivas por utilizar
- Definir los indicadores de desempeño del plan de mantenimiento predictivo
- Análisis de inventario de repuestos a equipos seleccionados

2.1.3.2. Identificación de equipos instalados

En conjunto con el departamento de mantenimiento de ingenio Trinidad y sabiendo que la base de un plan de mantenimiento predictivo exitoso es una lista detallada y precisa de equipos, la información mínima necesaria debe de incluir:

- Código (TAG) del equipo
- Descripción del equipo
- Tipo de equipo
- Área / ubicación del equipo

Tener la data incompleta o imprecisa puede conducirnos a errores como dejar fuera del programa equipos críticos o monitorear equipos que no agregan valor al plan de mantenimiento predictivo. Se debe tener un estándar para poder codificar los equipos, para ello se realiza la tabla siguiente la cual servirá para poder identificar de una manera que se fácil de identificar.

Tabla XI. **Asignación de códigos a equipos**

Asignación de Código (TAG)				
ID 1		ID 2		Correlativo
Área	ID	Tipo de Equipo	ID	XX
Preparación de caña	1	Bombas	BS	
Extracción	2	Motores	ME	
Clarificación	3	Reductores	RS	
Evaporación	4	Electroimanes	EL	
Tachos	5	Paneles Electricos	PE	
Centrífugas	6	Transformadores	TF	
Aguas de proceso	7			
Auxiliares	8			

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

En el anexo 1 se tiene la lista de equipos instalados en la fábrica de azúcar con los códigos asignados.

2.1.3.3. Análisis de criticidad de equipos instalados

Sabiendo que es un análisis cuantitativo de eventos y fallas con el fin de clasificar la seriedad de sus consecuencias. Se decidió que es importante tener una lista de los equipos críticos de la planta para así asignar las tareas según los resultados de este análisis, se debe realizar en un grupo multidisciplinario.

La decisión de los equipos a monitorear en el plan de mantenimiento predictivo se basará en el análisis de criticidad, los criterios que se utilizarán para este análisis serán:

- Producción
- Mantenimiento
- Seguridad
- Ambiente

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.

La criticidad se determina cuantitativamente, multiplicando la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de las consecuencias de esta, estableciendo rasgos de valores para homologar los criterios de evaluación, la figura 17 muestra la matriz de criticidad que se obtendrá luego de realizar el respectivo análisis.

Figura 17. Matriz de criticidad

	Seguridad	Ambiente	Mantenimiento	Pérdidas de producción (tpo perdido diario)	Frecuencia de falla						
					Todos los días	1 Semana a 1 mes	1 mes a 3 meses	3 meses a 6 meses	6 meses a 1 año	1 año a 3 años	
Consecuencia de falla	F				Extrema	Muy alta	Alta	moderada	Baja	Muy baja	
	5	Fatalidad	Fuga extensa > 100 litros	> Q50,000	> 10%	30	25	20	15	10	5
	4	incapacidad parcial o total	Fuga mayor 10 <> 100 litros	Q25,000 - Q50,000	7% <> 10%	24	20	16	12	8	4
	3	Accidente con tiempo perdido	Fuga localizada 1 <> 10 litros	Q15,000 - Q25,000	3% <> 7%	18	15	12	9	6	3
	2	Tratamiento medico	Fuga menor 1 <> 1 litros	Q5,000 - Q15,000	1% <> 3%	12	10	8	6	4	2
	1	Primeros auxilios	Fuga menor < .1 litros	Q1 - Q5,000	< 1%	6	5	4	3	2	1
				C	6	5	4	3	2	1	
	Criterio de evaluación			Frecuencia X Consecuencia	Valoración de criticidad						
	F x C > 14 =			A	A INTERVENCIÓN INMEDIATA						
	14 < F x C < 4 =			B	B SEGUIMIENTO - MONITOREO AL EQUIPO						
	F x C < 5 =			C	C ACEPTABLE						

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Se hizo el análisis de criticidad siguiendo los siguientes pasos:

- Definir el nivel de análisis: se deberán definir los niveles donde se efectuará el análisis: instalación, sistema, equipo o elemento, de acuerdo con los requerimientos o necesidades de jerarquización de activos.
- Definir la criticidad: la estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecido.
- Cálculo del nivel de criticidad: para determinar el nivel de criticidad de una instalación, sistema, equipo o elemento se debe emplear la fórmula: *criticidad = frecuencia x consecuencia* según la figura 17.
- Validación de los resultados: el resultado obtenido de la frecuencia de ocurrencia por el impacto permite jerarquizar los problemas, componentes,

equipos, sistemas o procesos, basado en la criticidad, siendo el objetivo de la aplicación de este análisis.

- Seguimiento de control: después de la selección de las acciones de mejora en las frecuencias de ocurrencia de los eventos y mitigación de impactos se debe crear y establecer en seguimiento y control, para garantizar el monitoreo de la ejecución de las acciones seleccionadas y el cumplimiento de las recomendaciones consecuentes del análisis de criticidad.

En el anexo 1 se tiene el resultado del análisis de criticidad obtenido de los equipos instalados en la fábrica de azúcar.

2.1.3.4. Selección de técnicas predictivas por utilizar

Las técnicas predictivas que se utilizarán serán seleccionados según la recomendación del fabricante y la criticidad del equipo, es necesario que el personal de operación forme parte de la selección.

Tomando en cuenta que estas técnicas especializadas miden y registran variables representativas del comportamiento de la maquina a un nivel tal que permita hacer seguimiento a la evolución de los diversos problemas detectados y activen la programación del mantenimiento a la máquina o equipo monitoreado. Se tomó en cuenta la precisión de la medida a tomar, tomando en cuenta que por lo general no es tan precisa como la metrología porque lo realmente importante es la tendencia a medir de la muestra.

Adicional a la selección de técnicas, es importante definir el tipo de ejecución a implementar:

- Interno: el plan de mantenimiento es manejado completamente dentro de la organización, incluyendo la recolección, interpretación, análisis de la información las recomendaciones.
- Contratado: el programa de mantenimiento es manejado por una empresa subcontratada.
- Mixto: el plan de mantenimiento es realizado internamente y subcontratado.

Se debe considerar si el intervalo de muestro es continuo o periódico, esto depende de lo recomendado por la fábrica, experiencia, costo y criticidad. la tabla XII definida por el departamento de mantenimiento sobre el tipo de equipo y la técnica predictiva por utilizar.

Tabla XII. **Selección de técnicas predictivas a equipos**

Equipo \ Técnica	Inspección Visual	Análisis de aceite	Análisis de vibraciones	Termografía
Bombas	X		X	X
Motores	X		X	X
Reductores	X	X	X	X
Electroimanes	X	X		X
Paneles Electricos	X			X
Transformadores	X	X		X

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.1.3.5. Definir los indicadores del plan de mantenimiento predictivo

Los indicadores son utilizados para evaluar la gestión del plan de mantenimiento. Serán clave para la toma de decisiones y el establecimiento de metas, deben crearse informes precisos y específicos del desempeño de los equipos y del plan de mantenimiento como tal, si los indicadores están dando los resultados esperados podremos decir que la planeación, la ejecución, análisis y verificación se están desarrollando de una manera adecuada.

Las cuatro perspectivas aplicadas al mantenimiento se enfocan desde el punto de vista de los indicadores técnicos económicos del mantenimiento.

- Financiera
 - Efectividad
 - Costes de mantenimiento
 - Indicadores económicos

- Cliente
 - Satisfacción del cliente
 - Gestión de la calidad
 - Fiabilidad humana

- Procesos Internos
 - Gestión de la efectividad
 - Planificación
 - Gestión de stock
 - Gestión de compras
 - Gestión de contratación

- Tecnología de la información
- Aprendizaje y crecimiento
 - Rendimiento
 - Tecnología

Para los indicadores del plan de mantenimiento predictivo para la fábrica de azúcar serán evaluados solo los indicadores de efectividad, los indicadores asociados a esta área permiten ver el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y dispositivos, además mide la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento.

Los indicadores por medir serán:

- Tiempo promedio para fallar (MTBF): tiempo promedio en el que tarda un equipo en fallar. $MTBF = \frac{\text{tiempo de operación}}{\text{número de fallas}}$
- Tiempo promedio para reparar (MTTR): tiempo promedio que tarda un equipo en ser reparado. $MTTR = \frac{\text{tiempo de reparación}}{\text{número de reparaciones}}$
- Disponibilidad: es la proporción de tiempo durante el cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado. $DISPONIBILIDAD = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de paro programado}}{\text{Horas totales}}$
- Cumplimiento de rutas programadas: el programa cuenta con un número de rutas de mantenimiento predictivo programadas, las cuales serán

evaluadas para obtener el resultado de lo ejecutado contra lo programado, en unidad de %. $CRP = \frac{\# \text{ de rutas ejecutadas}}{\# \text{ de rutas programadas}}$

2.1.3.6. Análisis de inventario de repuestos a equipos seleccionados

El Departamento de Mantenimiento tiene muy claro que tener los repuestos a la mano es de suma importancia, es importante definir los repuestos críticos de los equipos críticos para considerarlos y tenerlos presentes al planificar los mantenimientos. Es necesario incluir en la lista de repuestos críticos aquellos parámetros que ayuden a mejorar el control sobre sus existencias y administración dentro de la bodega.

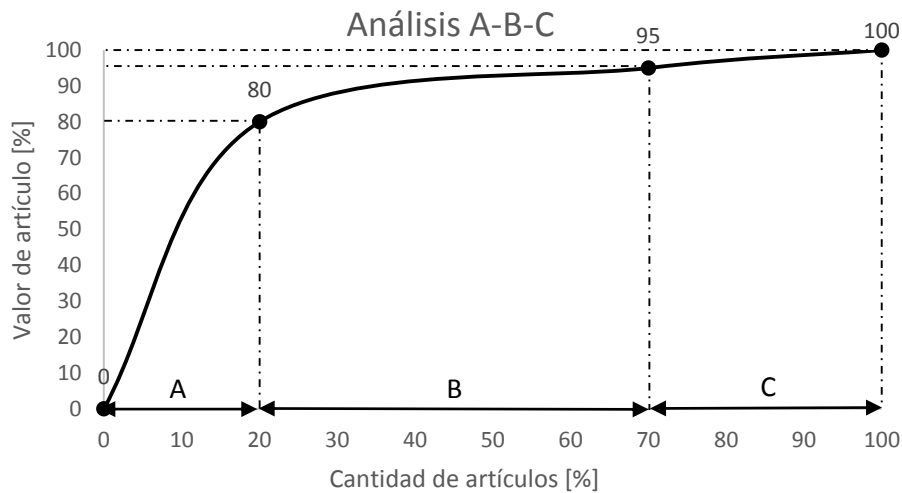
Para este análisis se ha decidido realizar el análisis de inventario ABC, con él se obtendrá lo que se tiene en bodega actualmente y si cumple con lo necesario para los equipos determinados críticos obtenidos en el análisis de criticidad.

Se entiende que el análisis ABC, no es un sistema, es un método de costos basado en las actividades de producción se denomina también curva 80-20, donde se observa que el 20 % de los artículos representan alrededor del 80% del valor de todo el inventario en el almacén, el siguiente 50 % de los artículos otro 15 % de valor del almacén, el último 30 % de los artículos solo representa el 5 %.

Sobre la base del análisis de inventario de los equipos en el almacén y las categorías de cada uno de los artículos que sale del análisis se estudiará si el mayor costo del inventario del almacén concuerda con el análisis de criticidad de los equipos para tener un mejor control sobre esos equipos que representan el mayor costo del almacén y adquirir solo lo necesario. Este análisis arrojará datos

como equipos críticos no cuentan con repuestos necesarios para su mantenimiento.

Figura 18. **Análisis de inventario ABC**



Fuente: MÍGUEZ PÉREZ, Mónica. *Introducción a la gestión de stocks*. p. 14.

2.2. Situación actual del planteamiento del problema

En el ingenio Trinidad San Diego, S.A. se conocen las ventajas y desventajas de implementar un mantenimiento predictivo, sin embargo, no se tiene experiencia propia de llevar a cabo un plan de mantenimiento predictivo.

El problema principal para el área de fábrica en ingenio Trinidad es la indisponibilidad de equipos mecánicos y eléctricos de la ruta crítica, estos afectan directamente la productividad y altos costos de mantenimiento de la fábrica, el dato de disponibilidad de los equipos instalados en fábrica es de 84 %, teniendo como indicador de cumplimiento del 96 %, el tiempo perdido total de la planta es mayor al 7 % que tienen como indicador meta.

Actualmente, el Departamento de Mantenimiento carece de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo, solo cuenta con rutinas de mantenimiento según la experiencia de los ejecutores de mantenimiento (mecánicos y eléctricos), no se cuenta con una lista y etiquetado de los equipos instalados en la fábrica, no se tiene trazada una ruta crítica ni especificadas las técnicas por realizar, según el tipo de equipo. Cuenta con un departamento de elaboración de órdenes de trabajo, encargado de la asignación de la tarea, asignación de recursos y algunas estadísticas de la cantidad de eventos y la duración de los mismos.

2.2.1. Lista de equipos instalados

Se realizó un archivo donde se encuentran la lista de equipos instalados en la fábrica, donde se consideró lo siguiente:


- Código (TAG) del equipo
- Descripción del equipo
- Tipo de equipo
- Área / ubicación del equipo

2.2.2. Estandarización de formatos

En el área de fábrica de ingenio Trinidad San Diego, S.A. fue necesario estandarizar los formatos que permitieron evidenciar datos acerca del mantenimiento, la eficiencia y eficacia con la que las máquinas estaban operando debido a que no se contaba con un sistema de control del mantenimiento, teniendo en cuenta que debe ser claro, sencillo y preciso para el llenado por el

personal de mantenimiento para una optimización de la recolección de los datos, se tendrá como mínimo la siguiente información.

Figura 19. **Encabezado de formatos estándar**

	Departamento de Mantenimiento	Código:	código del documento
	Nombre del documento	Versión:	versión de documento
ÁREA:	_____	TÉCNICO:	_____
TAG DEL EQUIPO:	_____	FECHA:	_____
NOMBRE DEL EQUIPO:	_____		
<p>Parámetros, datos, imágenes según se necesite.</p>			
Firma Técnico:	_____	Firma Supervisor	_____

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.2.3. **Mantenimiento programado**


Se definió la forma y la cuada de un paro programado, el conocer el estado de funcionamiento de la máquina permite planificar en qué momento se debe realizar el mantenimiento y también puede prevenir alguna condición de falla a la que se encuentra expuesta.

La idea de este tipo de mantenimiento es prevenir la falla, realizando la mantención en base a un programa preestablecido, debiendo coordinar la detención de la máquina para realizar la acción de mantenimiento.

El mantenimiento programado es el más usado en las industrias, pero muchas veces no es el mejor método ni el más eficiente, ya que se puede dar el caso de que la máquina no necesite mantenimiento, para el caso de ingenio Trinidad San Diego, S.A. se tendrá mantenimiento programado y quien establecerá la fecha y tiempo de este será el departamento de molienda debido a que el desgaste de los martillos de la desfibradora dará la fecha y el tiempo de paro.

El departamento de planeación y control consolidará las tareas y abrirá las ordenes de trabajo solicitadas, asignando el tiempo y los recursos necesarios.

Figura 20. Formato de actividades de mantenimiento programado

		Departamento de Mantenimiento			Código:	FAZ-REG-90	
		Trabajos de mantenimiento programado			Versión:	1	
No.	Código Equipo	OT	Descripción del trabajo	Código	Nombre responsable asignado	Tiempo programado Hrs.	Nivel prioridad

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.2.4. Registro de actividades por equipo

Para registrar la información y respaldar los historiales es necesario registrar toda actividad de mantenimiento, para ello, en el sistema de mantenimiento de ingenio Trinidad, desarrollado por el departamento de

informática, cuenta con una base de datos donde están los equipos identificados por activo. En el sistema de mantenimiento se registra la historia de las máquinas o equipos instalados en la planta y guardan la información de las actividades que se realizan a cada equipo, para ello se debe registrar como mínimo los siguientes datos:

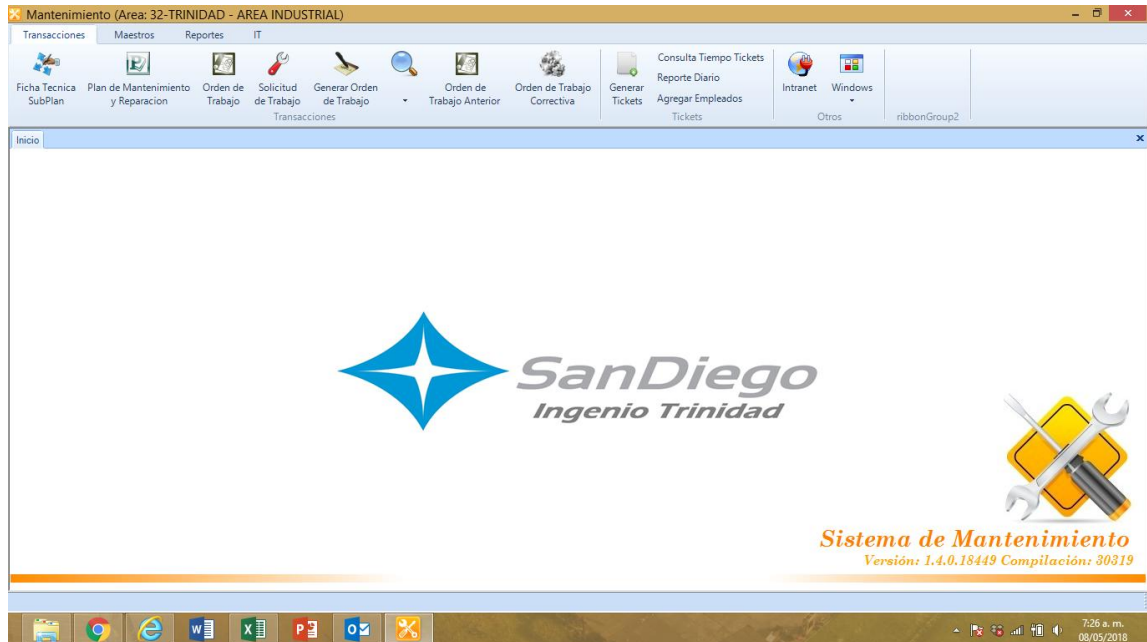
- Nombre del equipo
- Identificación del equipo
- Ubicación del equipo
- Solicitante de ejecución de mantenimiento
- Tipo de mantenimiento ejecutado al equipo
- Insumos y materiales utilizados en el mantenimiento a equipo
- Técnico de mantenimiento ejecutor del mantenimiento
- Tiempo realizado en la ejecución del mantenimiento
- Supervisor de mantenimiento

Para el control de esta información se interviene desde la base de datos generada internamente por el personal de planificación y control quienes registran correctamente de actividades de mantenimiento a los equipos instalados en la fábrica.

En la figura 21 se observa la pantalla inicial del sistema de mantenimiento desarrollado internamente por el Departamento de TI.

El software de mantenimiento de ingenio Trinidad es de vital importancia para revisar las tendencias de las mediciones obtenidas en las rutas de mantenimiento predictivo, es la herramienta para el diagnóstico de los equipos y la toma de decisiones de las tareas de mantenimiento a ejecutar.

Figura 21. **Software de mantenimiento fábrica ingenio Trinidad**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.2.5. Clasificación de trabajos en el área de mantenimiento

Para que los trabajos se realicen con la eficiencia deseada y el fácil diagnóstico cuando se lleve a cabo la revisión de datos, se debe especificar en el sistema de mantenimiento las tareas que se le solicitarán a cada trabajador:

- Descripción del trabajo por realizar
- Estimar cantidad y tiempo de recursos necesarios (materiales, mano de obra, servicios externos, servicios internos)
- Especificar los requerimientos de seguridad industrial

Los trabajos en el área de mantenimiento están clasificados de la siguiente manera:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento correctivo programado
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Trabajos de mejora

Según los supervisores de mantenimiento, se toma en cuenta la eficacia de la ejecución del plan de mantenimiento predictivo, a comparar los tiempos reales de ejecución con los tiempos previstos o asignados a cada trabajo. En ello influye el método de trabajo utilizado. Las diferencias importantes entre tiempo asignado y tiempo real apuntan, generalmente, a los trabajos cuyo método deben ser investigados, con vistas a su mejora, para ello la clasificación es de suma importancia para que cuando se realice el análisis de trabajos realizados y tiempos ejecutados sean los más cercano a la realidad.

2.2.6. Ordenes de trabajo para ejecutar un mantenimiento

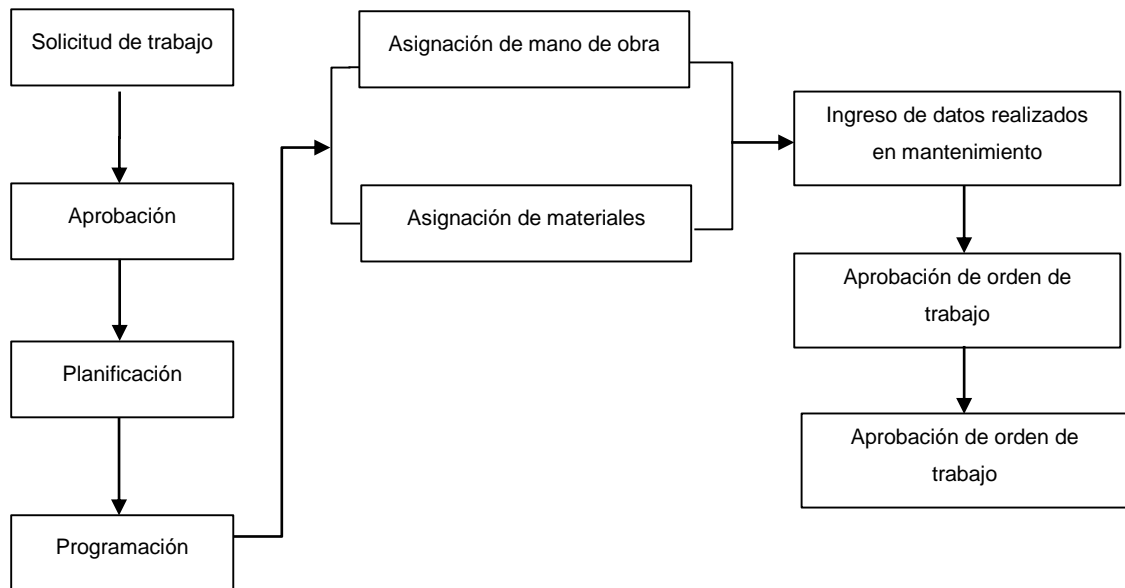
El departamento de mantenimiento tiene como prioridad registrar el trabajo realizado a los equipos instalados en la fábrica, en cualquier caso, para que la programación sea fiable y eficaz, es preciso valorar los tiempos de las órdenes de trabajo tarea que constituye una de las más importantes de la preparación de trabajos.

Dentro de la ejecución de los trabajos, documentos y niveles de urgencia el proceso completo de realización de trabajos incluye los siguientes pasos:

- Identificación del trabajo
- Planificación
- Programación
- Asignación
- Ejecución
- Retroinformación

En la figura 22 se muestra un esquema de cómo se lleva a cabo el manejo de documentos y la elaboración de una orden de trabajo.

Figura 22. **Elaboración de órdenes de trabajo**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

Los niveles de prioridad, indicados en cada solicitud de trabajo están clasificados como:

- Prioridad I. Trabajos urgentes, de emergencia, para evitar daños a la propiedad o a las personas. No programados. Intervención inmediata.
- Prioridad A. Trabajos urgentes, para evitar pérdidas de producción o para asegurar la calidad.
- Prioridad B. Trabajos normales, para asegurar la disponibilidad.
- Prioridad C. Trabajos de parada. Se deben realizar en el siguiente mantenimiento programado.


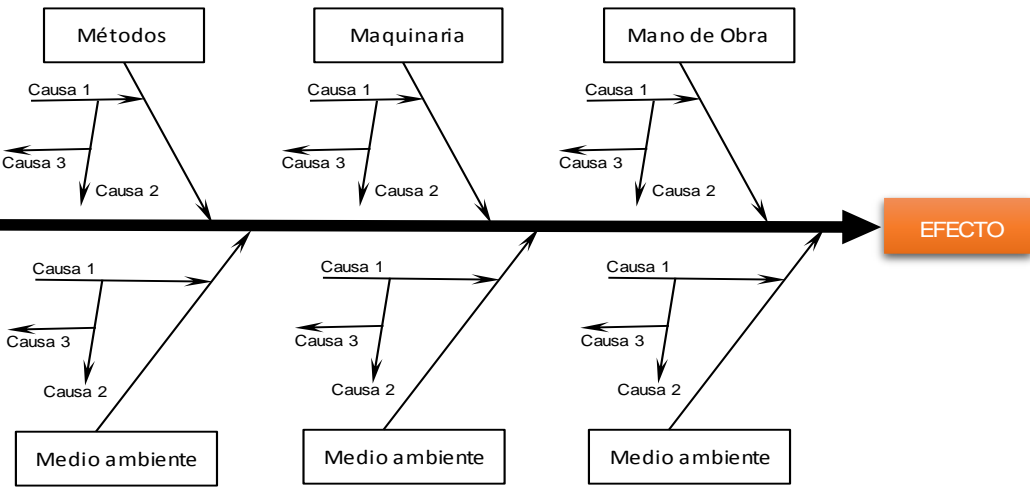
2.2.7. Diagrama causa efecto

Se ha decidido que, para que un fallo tenga probabilidad baja de volverse a dar se debe llegar a la raíz del problema, el diagrama causa-efecto o espina de pescado, es una representación gráfica de las relaciones lógicas existentes entre las causas que producen un efecto bien definido. El departamento de mantenimiento a definido el diagrama de Ishikawa como método de análisis de causa raíz, el cual se realizará a cada evento que suceda en equipos de la clasificación de críticos.

Se acuerda que el método más adecuado es el de las 6 realizado con una lluvia de ideas las cuales son puestas en la mesa por un grupo multidisciplinario que lo integran las 5 áreas de fábrica.

Se debe recordar que los diagramas de causa y efecto únicamente identifican causas posibles. Aún cuando todos estén de acuerdo con estas causas posibles, solamente los datos apuntarán a las causas.

Figura 23. Diagrama causa y efecto

	Departamento de Mantenimiento	Código:	FAZ-REG-087
	Diagrama causa efecto	Versión:	1
Área _____	Responsable del análisis _____		
Tag _____	Responsable de molienda _____		
Nombre del problema _____	Responsable de fábrica _____		
	Responsable de mantenimiento _____		
			
Diagnostico:			
Recomendaciones:			
Realizado por: _____	Vo.Bo. Operación _____		
	Vo Bo. Mantenimiento _____		

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego S.A.

Se ha considerado el análisis de Pareto para identificar los equipos que tendrán más incidencias en falla para luego realizarle el análisis de causa-raíz.

2.2.8. Análisis de averías en forma general

El Departamento de Mantenimiento ha puesto como prioridad el análisis de averías en forma genérica, se sabe que es de suma importancia para encontrar las oportunidades de mejora, se aplicará a los equipos, como compresores, ventiladores, bombas, motores eléctricos.

Son considerados como síntomas generales en los equipos instalados de la fábrica de azúcar:

- Consumo sobre su nominal
- Fugas
- Ruidos anormales
- Sobre calentamiento
- Vibraciones altas

El diagnóstico de averías no se debe limitar a los casos en que el equipo ha fallado, por el contrario, los mayores esfuerzos de deben indicar al diagnóstico antes de que el fallo se presente. Es lo que se ha definido como mantenimiento predictivo. Se fundamenta en que el 99 % de los fallos de maquinaria son precedidos por algún síntoma de alarma antes de que el fallo total se presente.

En cualquier caso, se debe aplicar una metodología o procedimiento sistemático, como:

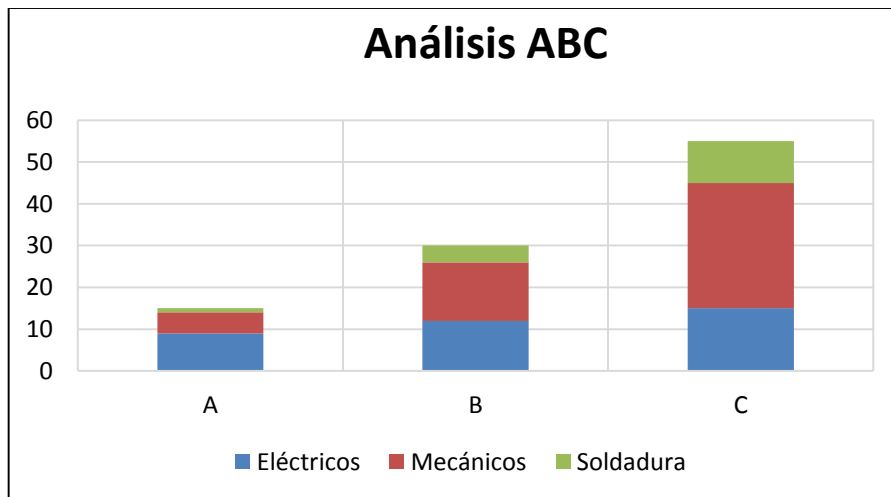
- Síntomas de observación directa

- Síntomas de observación indirecta
- Lista de posibles causas
- Analizar la relación entre síntomas y causas

2.2.9. Análisis ABC a inventarios de repuestos

No hay evidencia de tener una lista de repuestos críticos para sus equipos instalados, solo se tiene una recopilación de artículos existentes en el almacén, que son asignados al área de fábrica, que luego de hacer el análisis de criticidad de los equipos se cruzará con el análisis ABC de inventarios, diagnosticando qué porcentaje de los artículos “A” son parte de los equipos críticos, y de los equipos críticos que porcentaje son de artículos “A”, “B” y “C”, y cuales equipos críticos carecen de repuestos en bodega. El análisis da como resultado:

Figura 24. Resultados análisis ABC



Fuente: Departamento de Suministros, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.3. Propuesta de solución al planteamiento del problema

Ante el análisis del problema de disponibilidad de los equipos instalados en fábrica se ha decidido hacer un plan de mantenimiento que se oriente aplicar técnicas de mantenimiento predictivo que asegure el funcionamiento de los equipos y aumente la disponibilidad de estos. El plan de mantenimiento llevará a cabo los siguientes pasos:

- Lista y codificación de equipos
- Análisis criticidad de los equipos instalados
- Técnicas predictivas aplicar por tipo de equipo instalado
- Definir los indicadores de efectividad del plan de mantenimiento
- Realizar análisis de repuestos en bodega para los equipos críticos

2.3.1. Definiciones

El departamento de mantenimiento necesita que el personal de fábrica y mantenimiento tengan claras las definiciones básicas que ayudarán al éxito del plan de mantenimiento predictivo, las definiciones básicas, como:

- Criticidad. Es una característica que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional y administrar el riesgo, basado en la realidad actual.
- Equipo crítico. Es aquel que por su condición actual puede tener una media o alta frecuencia de falla, combinada con una medida o alta

consecuencia. Por ejemplo, una bomba que fallan sus sellos varias veces al año, una fuga en una tubería con afectación al medio ambiente y la salud.

- **Falla.** Cese de la capacidad de un ítem para realizar su función específica. Es decir, el evento o estado inoperable, el cual un ítem o parte de él, no funciona o no funcionaría como previamente se especificó. Es equivalente al término avería.
- **Mantenimiento.** Es el conjunto de actividades efectuadas en un activo, con el objeto de que continúe la función para la cual fue diseñado. Se clasifica en general como mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.
- **Mantenibilidad.** Es la habilidad para alcanzar los requerimientos de operación y mantenimiento establecidos para un periodo de tiempo, durante la etapa de diseño del sistema o equipo.
- **Modo de falla.** Es la forma por la cual una falla es observada. Describe en forma general como la falla ocurre y su impacto en la operación del equipo.
- **Plan de mantenimiento.** Plan que establece con respecto a un equipo o instalación qué tareas se ejecutarán, cómo se ejecutarán esas tareas y cada cuánto se ejecutarán (frecuencia de repetición). Asimismo, incluye los repuestos y recursos necesarios para llevarlos a cabo.

2.3.2. Requerimientos

Previo al desarrollo del plan de mantenimiento predictivo se debe elaborar dicho plan bajo las siguientes actividades:

- Autoevaluación del nivel de mantenimiento actual
- Identificación de brechas
- Elaboración de procedimiento, formatos y registros
- Elaboración del diseño del plan
- Evaluación parte técnica
- Plan de capacitación

2.3.2.1. Identificación de brechas

Se han encontrado las brechas con lo que se refiere al plan de mantenimiento predictivo, se detalla a continuación:

- Lista y codificación de equipos: Se comprueba que se tiene una lista de equipos llamado geográfica, en este documento se anotarán los resultados de los análisis de criticidad, técnicas predictivas por utilizar, indicador de efectividad y si conlleva a tener un repuesto crítico en almacén de materiales.
- Análisis de criticidad de los equipos instalados: el departamento de mantenimiento no cuenta con una lista donde se identifiquen los equipos críticos ni un análisis que arroje la criticidad de un equipo. Para ello, se lleva a cabo el análisis de frecuencia por consecuencia donde se obtienen los equipos A, B, C, los cuales nos indican que:
 - A: equipos requieren intervención inmediata
 - B: equipos requieren seguimiento a un diagnóstico en específico
 - C: equipos en seguimiento, parámetros normales

- Técnicas predictivas aplicar por tipo de equipo instalado: no se identifica que se tengan las rutas de mantenimiento con las técnicas que cada equipo las exige para su control de parámetros de funcionamiento, para ello, del análisis de criticidad, se obtendrá la lista de equipos críticos a los cuales se les hará el estudio de las técnicas predictivas que se utilizarán para cada equipo, esto es realizado por los técnicos en campo, siendo ellos los conocedores del equipo y de los síntomas mostrados.

- Definir los indicadores de efectividad del plan de mantenimiento: el único indicador que se lleva por parte del área de mantenimiento es el de disponibilidad de los equipos en fábrica para el área de mantenimiento mecánico y para el área de mantenimiento eléctrico, se han definido los nuevos indicadores de efectividad los cuales serán:
 - Tiempo medio entre fallas (MTBF)
 - Tiempo medio para reparar (MTTR)
 - Disponibilidad de equipos (D)
 - Cumplimiento de rutinas programadas (CRP)

- Análisis de repuestos en bodega para los equipos críticos: no se cuenta con una lista de repuestos a equipos críticos, el departamento de mantenimiento es consciente de la necesidad esta. Esta lista se plasmará en el formato geográfica donde se mostrará qué equipos necesitan de un *stock* de repuestos que aseguren un tiempo de reparación mínimo cuando el equipo se diagnosticado con falla parcial o total.

Se muestran las brechas obtenidas en la tabla XIII, la cual muestra la descripción de la brecha, el estado en el que se encuentra y la forma o método que se utilizará para cerrarla.

Tabla XIII. Brechas en área de mantenimiento de fábrica

Descripción	Estado	Brecha por cerrar
Lista y codificación de equipos		codificación de equipos según tabla IX
Análisis de criticidad a equipos instalados		Realizar análisis de criticidad según figura 17
Técnicas predictivas aplicar por tipo de equipo instalado		Realizar análisis de técnicas predictivas por utilizar según tabla X
Indicadores de efectividad de equipos instalados		Incluir dentro del análisis de rendimiento del plan de mantenimiento predictivo indicadores tales como: MTBF, MTTR, DISPONIBILIDAD y cumplimiento de rutas programadas.
Análisis de repuestos en bodega para los equipos críticos		Realizar análisis ABC de inventarios en almacén

	Etapa con datos, falta análisis completo
	No hay evidencia de datos

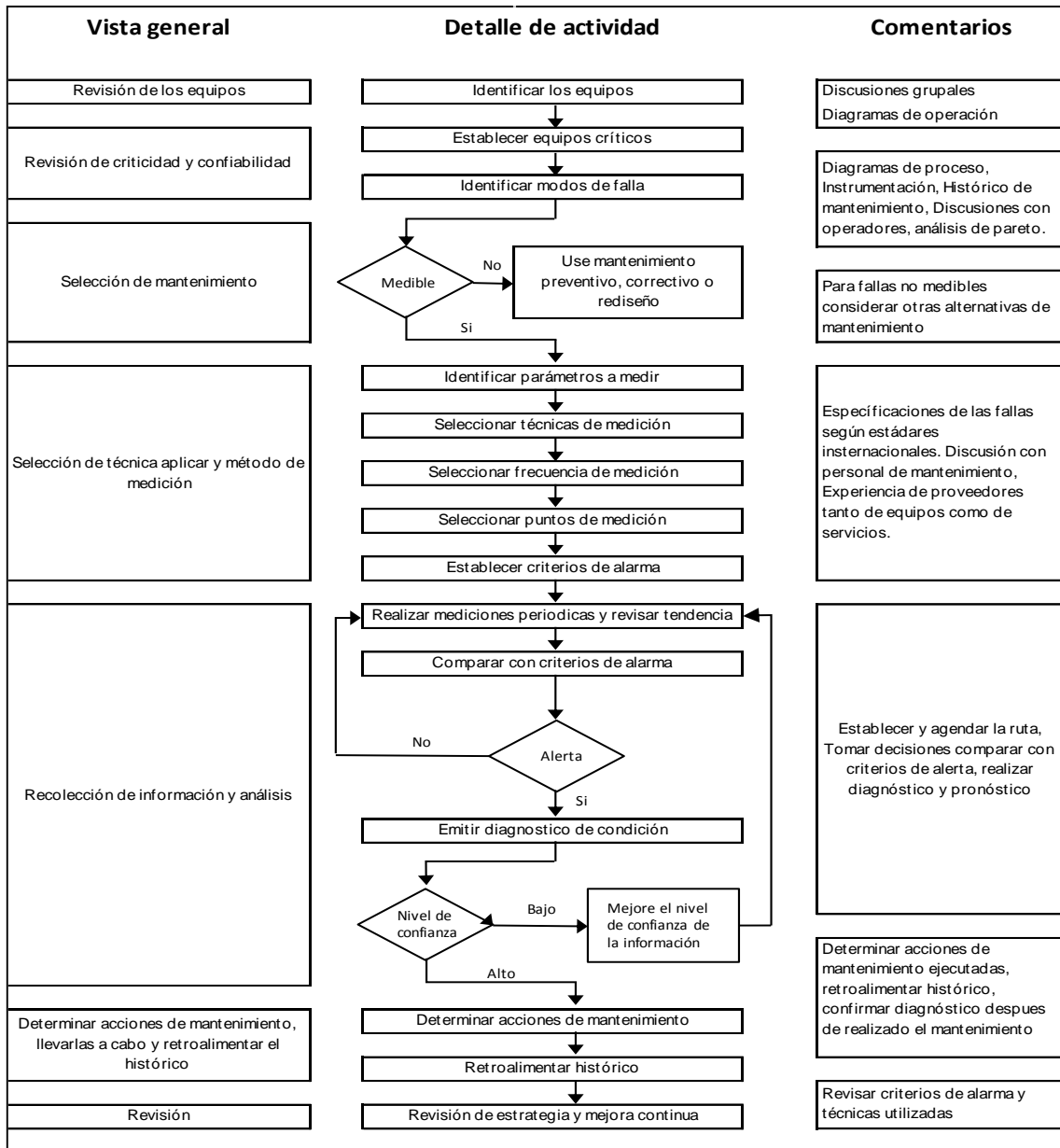
Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

2.3.3. Diseño del plan de mantenimiento predictivo

Teniendo en cuenta la estructura de los equipos instalados en la fábrica de azúcar de ingenio Trinidad San Diego, S.A. y la necesidad de la disponibilidad de dichos equipos se pretende realizar el diseño de un plan de mantenimiento predictivo que con la lista de equipos, la criticidad de los mismos, las técnicas predictivas adecuadas a cada tipo de equipo y la medición de los indicadores de efectividad de cumplimiento del plan, se obtenga mejor disponibilidad de los equipos críticos instalados.

El modelo por seguir durante el diseño del plan de mantenimiento predictivo se encuentra en la norma ISO 17359, mostrado en la figura 24, es un procedimiento genérico que puede ser utilizado en la aplicación de un plan de mantenimiento de monitoreo de condiciones, se explicara en cada paso lo que se ha realizado y se mencionará cada archivo generado para aplicarlo según lo indica el modelo.

Figura 25. Flujograma para crear el plan de mantenimiento predictivo



Fuente: ISO 17359. *Condition monitoring and diagnostics of machines general guidelines*. p. 3

- Identificación de los equipos: listar e identificar claramente todos los equipos que pertenecen al área en el cual están instalados en la planta,

para esta etapa se realizó un formato de registro con código FAZ-REG-86, ver anexo “1”.

- Establecer equipos críticos: se basa en una evaluación de la criticidad de todas las máquinas con el fin de crear una lista priorizada de las que vayan a incluir en el plan de mantenimiento predictivo, para esta etapa se realizó el análisis de criticidad $CR = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$ y se incluyó en el registro FAZ-REG-86, ver anexo “1”.
- Identificar modos de falla: los estudios FMEA y FMECA se recomiendan porque generan información sobre los parámetros que deben medirse para evitar fallas. No se desarrolló análisis para esta etapa.
- Identificar los parámetros a medir: según la información de cada uno de los equipos y apoyados en el manual del fabricante se monitorearán los parámetros para encontrar el estado del equipo, la lista de estos parámetros en general se muestra en la tabla VII.
- Seleccionar las técnicas de medición: las técnicas seleccionadas inicialmente deben tomar en cuenta los parámetros del fabricante, luego la experiencia del ejecutor de mantenimiento y del operador del equipo. Las técnicas seleccionadas a los equipos se muestran en la tabla XII.
- Seleccionar la frecuencia de medición: se debe considerar si el intervalo de muestreo es continuo o periódico, esto depende principalmente del tipo de falla, pero está influenciada por factores tales como ciclos de trabajo, lo recomendado por el fabricante, costo y criticidad. La frecuencia se muestra en el registro FAZ-REG-86, ver anexo “1”.

- Seleccionar puntos de medición: para obtener un dato posible de analizar con tendencia, se debe seleccionar los puntos donde se realizarán las mediciones, para ello la figura 26 muestra los puntos analizarse en los equipos instalados en fábrica y una muestra de valores reales en de los puntos analizados.

Figura 26. Puntos de medición seleccionados para equipos instalados

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y OPERACIONALES DE MAQUINARIA																						
TAG / ID			1BS1																			
PLANTA:			Fábrica																			
AREA:			Preparación																			
SERVICIO:			Movimiento de mesas de caña																			
ESPECIFICACIONES			CONDUCTOR			INTERMEDIO			CONDUCIDO													
TIPO DE MÁQUINA			Motor Eléctrico			Reductor			Conductor de banda													
MARCA / MODELO			Siemens			Sew			Van Gorp													
SERIAL			24974283			8341009347			--													
RODAMIENTOS			6317 +NU317			23222 X 4			6213													
VELOCIDAD / RPM			1785			1785 / 746			746													
ACOPLES			Flexible			--			Flexible													
DATOS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS			55 KW, 60 Amp 440 Vac			Piñon 47 dientes Engrane 25 dientes			21idler													
Ruta de mantenimiento predictivo																						
Código de equipo:			Punto de medición												Fecha:							
1BS1			1			2			3			4			5			6			19-feb-18	
Técnica aplicada			Vertical	Axial	Horizontal	Vertical	Axial	Horizontal	Vertical	Axial	Horizontal	Vertical	Axial	Horizontal	Vertical	Axial	Horizontal	Vertical	Axial	Horizontal	Estado	
Vibraciones [mm/s]			12	0.5	0.3	0.3	0.5	0.2	0.9	1.3	1.5	1.4	1.6	1.8	4.2	2.3	1.2	2.1	2.1	1.8		
Termografía [C]			52.0			54.0			65.0			68.0			59.0			62.0				
Análisis de aceite			N/A			N/A			pasa			pasa			N/A			N/A				
<p>Estado</p> <p>Alarma</p> <p>Seguimiento</p> <p>Normal</p>									<p>Diagnóstico:</p> <p>Possible soltura mecánica en punto No.5 chumacera izquierda, se recomienda apriete de tornillería y seguimiento continuo</p>													

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

- Establecer los criterios de alarma: teniendo claro que las alarmas pueden ser valores únicos o múltiples niveles, se han definido juntamente con los técnicos de mantenimiento los criterios para dar la indicación más temprana posible de la ocurrencia de una falla. se tomaron en cuenta los datos del fabricante de los equipos, parámetros de funcionamiento en estado normal, para establecer los criterios de alarma.
- Realizar mediciones y revisar su tendencia: para acelerar la ejecución y obtener diagnósticos certeros se acuerda un procedimiento general para la recopilación de datos, donde se tomarán medidas y compararlas con las tendencias, históricas, de los equipos, para esto el departamento de planeación será el encargado de adquirir los datos y revisar su tendencia. Las mediciones se toman a lo largo de una ruta programada con la frecuencia establecida en el plan de mantenimiento predictivo. Se realizó un formato con nombre FAZ-REG-79 donde se obtendrá el diagnóstico de análisis predictivo.
- Comparación con criterios de alerta: no se levantará ninguna alerta si los valores medidos son aceptables en comparación con los criterios de alerta, pero si los valores medidos no son aceptables debe enviarse una alerta al departamento de ejecución. Puede darse el caso de hacer una evaluación de la condición, así no existan signos de alarma, pero se prevé una falla a futuro, lo que se conoce como pronóstico. El departamento de planeación y control será el encargado de revisar los criterios de alerta y comunicar al departamento de ejecución.

Se realizó un formato con nombre FAZ-REG-80 donde se obtendrá el diagnóstico de análisis predictivo.

Figura 27. Diagnóstico de análisis predictivo

	Departamento de Mantenimiento	Código:	FAZ-REG-80
	Diagnóstico de análisis predictivo	Versión:	1

Tag	Descripción	Inspección visual	Análisis de aceite	Análisis de vibraciones	Termografía	Observaciones
xxx	Equipo No.1					Ajuste de anclaje / seguimiento y atención inmediata

- mediciones entre parámetro establecido
- medición con parámetro para dar seguimiento
- medición con parámetro fuera de rango

Técnico de mantenimiento _____ Supervisor de mantenimiento _____

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

- Determinar acciones de mantenimiento: generalmente, dependen de la confianza en el diagnóstico o pronóstico, pero sin importar lo anterior, se recomienda al menos inspeccionar o generar el mantenimiento correctivo antes que la falla sea grave.
- Retroalimentar los históricos: tanto las rutinas de predictivo como las acciones que se tomarán, de acuerdo con los diagnósticos, deben estar registradas en el software de mantenimiento, cuando estas acciones has sido ejecutadas, es necesario documentarlas y compararlas con el diagnóstico inicial.

- Revisión: el departamento de mantenimiento de fábrica quiere que el mantenimiento sea visto como un proceso de mejoramiento continuo. Muchas veces, algunas técnicas no se tienen en cuenta, desde el inicio, por múltiples razones o los criterios de alarma deben revisarse. Se deben revisar los indicadores de efectividad que se llevarán para evaluar nuevamente el diseño del plan, desde la lista de equipos hasta la evaluación de los indicadores de efectividad.

2.3.4. Capacitación

El departamento de mantenimiento de fábrica sabe que la capacitación es importante para el éxito del plan de mantenimiento predictivo. Para este tema se plantea que se debe hacer un plan de capacitación en 3 fases: evaluación inicial de diagnóstico, identificar brechas, plan de capacitación para cierre de brechas y evaluación final de diagnóstico. El departamento de planeación y control diseñará el programa de capacitación para el personal para entrenar y comunicar en forma efectiva los procedimientos actualizados o modificados de trabajo, equipos y herramientas de trabajo a efectos de reducir las brechas identificadas en la evaluación inicial de diagnóstico. Esto se desarrollará en la fase de docencia.

2.3.5. Aplicación de causa raíz

En el caso de que los resultados del análisis comparativo del mantenimiento predictivo no se encuentren dentro de los parámetros aceptados se deberá de realizar un análisis de causa raíz (ACR), para determinar las causas que originaron el incumplimiento del parámetro medido.

Se deberá realizar un programa de actividades con tiempos de ejecución, responsables fechas de cumplimiento, de cada una de las recomendaciones

derivadas de ACR, en el que se dará seguimiento hasta su cumplimiento. A continuación, algunos ejemplos:

- Si las desviaciones detectadas están asociadas con el diseño, se deberá de realizar las tareas de mantenimiento, a través de una nueva técnica predictiva aplicando una administración de cambios.
- Si las desviaciones están asociadas con las herramientas y equipo, que se encuentran obsoletas, deterioradas y/o faltantes, se procederá a su adquisición y/o modernización, así como la respectiva actualización de procedimientos y capacitación en el uso y manejo de estas.
- Si las desviaciones están asociadas con la mano de obra, se determinará si la plantilla laboral es la idónea, si el nivel de capacitación es el adecuado para las tareas de mantenimiento, los programas de mantenimiento son los adecuados y los efectivos y si los procedimientos están actualizados de acuerdo con las tareas y herramienta especializada.

Las recomendaciones derivadas del ACR deberán registrarse para formar parte de las mejoras del plan de mantenimiento predictivo que se tomen en cuenta en diseños futuros, iguales o similares. En la figura 23 se muestra el formato del análisis de causa - efecto que se aplicará en el ACR.

2.3.6. Mejora continua

En esta etapa se evalúa el cumplimiento con los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos una vez que estos se encuentran en operación, con la finalidad de detectar desviaciones a las metas establecidas,

así como para proponer las mejoras al proceso de la Mantenibilidad y establecer las acciones que permitan cerrar estas brechas, los pasos de esta etapa son:


- Medir y evaluar los resultados. Evaluar las tendencias que siguen los indicadores establecidos y determinar si se cumple con las metas establecidas. Los resultados se deben evaluar semanalmente.
- Modificar los planes de mantenimiento. Donde las metas establecidas no se cumplan evaluar las tareas propuestas para determinar su modificación y/o reemplazo por otra que sea efectiva y eficiente. Los planes de mantenimiento se deben evaluar y ajustar semestralmente.
- Establecer un *benchmarking*. Identificar la instalación donde se tengan los mejores resultados, con la finalidad de tomar sus buenas prácticas y hacerlas extensivas al resto de las instalaciones.
- Implementar nuevas técnicas. Establecer los mecanismos para identificar las nuevas técnicas y equipos para efectuar tareas predictivas, preventivas y de monitoreo a la condición. Incorporar aquellas que después de un análisis sean viables y presenten beneficios respecto a las técnicas en vigentes.

3. FASE DE DOCENCIA

3.1. Programa de capacitación

Antes de entrar en el programa de capacitación se realizó la divulgación del plan de mantenimiento predictivo al departamento de mantenimiento. El programa de capacitación para el personal de mantenimiento incluye evaluación de diagnóstico y brechas de conocimiento, capacitación de técnicas predictivas y buenas prácticas de mantenimiento, luego de realizar la capacitación se realizó la evaluación de diagnóstico y cierre de brechas. En la figura 27 se muestra el programa de capacitación

Figura 28. Programa de capacitación

	Departamento de	Código:	FAZ-REG-87
	Programa de capacitación	Versión:	1

No.	Descripción	Buenas prácticas de mantenimiento	Técnicas predictivas	Seguridad industrial	Observaciones
1	Evaluación diagnóstico primaria	•	•	•	
2	Establecimiento de brechas iniciales	•	•	•	
3	Cierre de brechas	•	•	•	
4	Evaluación diagnóstico secundaria	•	•	•	
5	Actualización de conocimientos	•	•	•	

Ing. Mantenimiento predictivo _____
 Superintendente de fábrica _____
 Dpto. de capacitación _____

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

3.2. Compartir conocimiento de personal especializado

Se ha contactado personal con experiencia en técnicas predictivas para impartir charlas y experiencias, para ello se decide adquirir los instrumentos de medición con la empresa IDM (Ingeniería de Mantenimiento), se han impartido charlas sobre técnicas predictivas y confiabilidad, se evidencia aclaración de dudas de personal de supervisión. Las técnicas predictivas se basan en instrumentos de medición, aparatos electrónicos y manejo de paquetes de software por lo que es necesario la capacitación sobre el uso de estos.

Figura 29. Charlas de personal experto



Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

3.3. Evaluación de capacitación

Se ha realizado un instrumento de evaluación, se muestra en el anexo 2, servirá para diagnosticar el conocimiento de personal técnico, al ser completado y aprobado podemos decir que el personal técnico tiene la competencia para la

ejecución de técnicas predictivas las cuales son el pilar de la ejecución del plan de mantenimiento predictivo.

3.4. Identificación de brechas de conocimientos técnicos

Luego de realizar la evaluación se identifican las brechas de conocimientos técnicos, las cuales evidencian deficiencia en el conocimiento de técnicas predictivas al personal de mantenimiento.

Figura 30. Brechas de conocimientos técnicos

No.	Nombre	Puesto	Técnicas predictivas	Buenas practicas de mantenimiento	Seguridad Industrial
1	Edy hernández	Mecánico	Red	Verde	Verde
2	Hector Ramirez	Eléctricista	Verde	Verde	Verde
3	Juan Flores	Eléctricista	Verde	Verde	Verde
4	José Hernandez	Mecánico	Red	Verde	Verde
5	Jorge González	Instrumentista	Red	Verde	Verde
6	Everardo Obregón	Eléctricista	Red	Verde	Verde
7	Joel Simón	Instrumentista	Verde	Verde	Verde
8	Ronald Tojes	Instrumentista	Verde	Verde	Verde
9	Ever Ruiz	Mecánico	Red	Verde	Verde
10	Jorge Soto	Mecánico	Red	Verde	Verde
11	Joel Misteco	Mecánico	Red	Verde	Verde
12	Heber Galindo	Mecánico	Verde	Verde	Verde
13	Saúl Hernandez	Mecánico	Verde	Verde	Verde
14	Eduardo Caal	Mecánico	Red	Verde	Verde
15	Rómulo Cuxun	Mecánico	Red	Verde	Verde
16	Samuel Patzán	Mecánico	Red	Verde	Verde
17	William Rixtún	Mecánico	Verde	Verde	Verde
18	Carlos Perez	Mecánico	Verde	Verde	Verde
19	Froilán Zepeda	Mecánico	Red	Verde	Verde
20	Rodolfo Velásquez	Eléctricista	Verde	Verde	Verde
21	Jesús Tzian	Eléctricista	Verde	Verde	Verde
22	Luis Diaz	Instrumentista	Red	Verde	Verde
23	Edy Diaz	Instrumentista	Red	Verde	Verde
24	German Gutierrez	Instrumentista	Red	Verde	Verde
25	Henry Torres	Instrumentista	Red	Verde	Verde
26	Samuels Carranza	Eléctricista	Red	Verde	Verde

Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

3.5. Presentación del diseño del plan de mantenimiento predictivo

Al iniciar la presentación y divulgar el diseño del plan de mantenimiento predictivo, el personal de mantenimiento expresa algunas preocupaciones sobre la ejecución de un plan de mantenimiento predictivo, se presentan los beneficios de las técnicas predictivas y la oportunidad de ampliar sus conocimientos en buenas prácticas de mantenimiento, en la presentación se hizo el requerimiento de capacitación y muestran interés en aprender nuevas técnicas que aporten a mejorar la disponibilidad de los equipos instalados.

Figura 31. **presentación de plan de mantenimiento predictivo**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

3.6. Importancia de la parte de operación en el mantenimiento

El trato que producción da a los equipos es, en muchos casos, poco acorde con los cuidados mínimos que debe tomarse en cuenta a los equipos instalados en la planta. No existen procedimientos de trabajo que hayan sido

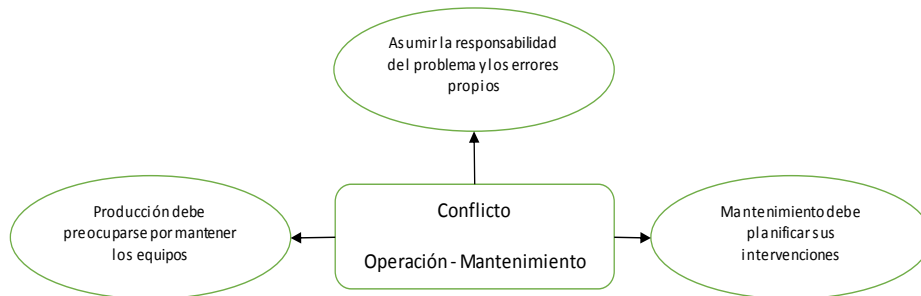
cuidadosamente elaborados para garantizar el buen estado de la maquinaria, ni existe una conciencia por parte del personal de producción de que un problema en la maquinaria es también 'su problema', sino más bien que una avería o un mal funcionamiento, sea cual sea la causa que lo provoca, es 'el problema de otro', por lo que se incentivó al personal de mantenimiento a trabajar en conjunto para que les den buen trato a los equipos.

Se propone una solución al conflicto operación-mantenimiento que se discutió con ambos departamentos. A continuación, se lista lo acordado.

- Los responsables de ambos departamentos deben dejar de pensar que la culpa es de otro, que si se dañó un equipo es responsabilidad del que ejecutó mantenimiento al equipo. Este cambio de mentalidad, el deseo de mejorar la situación y la asunción de su parte de responsabilidad en el problema es fundamental para cambiar.
- Los operarios de producción no deben desatender completamente del mantenimiento de las máquinas. De esta forma tanto las tareas de vigilancia de parámetros de funcionamiento y limpieza de los equipos son parte de su función, una vez entregado el equipo la responsabilidad de alertar y de que el equipo no llegue a la falla es de ellos.
- Mantenimiento debe de planificar las intervenciones cuando menos afecten a la operación.

Se divulgan estos lineamientos los cuales surgen de entrevistas de operadores y de personal de mantenimiento, con esto se gana en que esta relación operación-mantenimiento mejore y aporte a aumentar la disponibilidad de los equipos.

Figura 32. **Conflicto producción-mantenimiento**



Fuente: Departamento de Mantenimiento, ingenio Trinidad San Diego, S.A.

3.7. Programa de cierre de brechas de conocimientos técnicos

Luego de realizar la evaluación de diagnóstico se diagnostican las brechas de conocimiento técnicos del personal de mantenimiento, se menciona la importancia de este programa para obtener buenos resultados de la ejecución del plan. Estas incluirán capacitación sobre:

- Técnicas predictivas y confiabilidad
- Buenas prácticas de mantenimiento
- Seguridad industrial

CONCLUSIONES

1. El plan de mantenimiento predictivo es una herramienta fundamental para el área de mantenimiento, con una técnica predictiva ejecutada a los equipos críticos de la planta, conllevará a una predicción de una falla y adelantarse a la falla catastrófica, en el plan están identificados los equipos críticos y las técnicas aplicar más adecuadas para cada uno de los equipos.
2. La elaboración de la lista a detalle de equipos instalados en fábrica es de suma importancia para el diseño del plan de mantenimiento predictivo, esta lista cuenta con todo el equipo que será analizado y mantenido de tal forma que su disponibilidad aumente.
3. Se identificaron todos los equipos críticos instalados en la fábrica de azúcar, medidos por su frecuencia y consecuencia de falla.
4. Las tecnologías predictivas representan, en la actualidad, una herramienta fundamental para el departamento de mantenimiento de la fábrica de azúcar que serán utilizadas para monitorear los equipos y diagnosticar un potencial fallo, y se programen actividades de mantenimiento que impacten en la productividad de la planta.
5. La necesidad de capacitación sobre las técnicas de mantenimiento predictivo en el departamento de mantenimiento de la fábrica de azúcar del ingenio es alta, estos conocimientos agregarán valor a la ejecución del plan de mantenimiento predictivo diseñado.

6. Los indicadores de efectividad permiten ver el comportamiento operacional de la planta, midiendo la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento.
7. El análisis de inventario muestra un panorama para ver si se cuenta con los repuestos de seguridad para nuestros equipos críticos analizados, es de suma importancia contar con un buen *stock* de repuestos para garantizar que el tiempo para reparar un equipo sea el mínimo posible y aumentar la disponibilidad de dicho equipo.
8. La parte de operación es pilar importante para un buen mantenimiento a los equipos, la estrecha relación entre el personal de operación y mantenimiento es de vital importancia para una buena ejecución de mantenimiento.
9. El aumento de disponibilidad de los equipos hará que se tenga menos tiempo perdido en la planta y esto conlleve a un ahorro de energía eléctrica pudiéndolo utilizar para la venta.

RECOMENDACIONES

1. Implementar este diseño de mantenimiento predictivo realizado en este trabajo, evaluando los indicadores de efectividad para evaluar el desempeño de este.
2. Mantener actualizada la geográfica de equipos instalados en la fábrica, donde se tiene la criticidad, técnica predictiva aplicar y frecuencia con que se ejecutará el mantenimiento a cada uno de los equipos instalados.
3. Disminuir las brechas de conocimientos técnicos establecidos en el desarrollo del presente trabajo, los conocimientos técnicos de los ejecutores del mantenimiento son parte importante para asegurar que el mantenimiento sea ejecutado de una manera confiable.
4. Asignar tareas al departamento de planeación y control donde se revisen constantemente los indicadores de efectividad de la ejecución del plan de mantenimiento predictivo y alerten cuando alguno de ellos este fuera de rango y necesite revisión.
5. Como mejora continua, estar actualizado en los nuevos adelantos de la tecnología predictiva para evaluar si es posible su aplicación en el plan de mantenimiento predictivo desarrollado.
6. Estrechar lazos entre operadores y ejecutores de mantenimiento y la parte de mantenimiento no sea visualizada como un mal necesario.

BIBLIOGRAFÍA


1. CARRASCO, Gorka. *Curso sobre mantenimiento predictivo y sus distintas técnicas de aplicación*. S.L. España: Predictove Ingenieros, 2009. 14 p.
2. CRUZ JASSO, Adrián. *Implementación del mantenimiento predictivo en la empresa AGR-RACKEND*. Tesis de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, 2011. 87 p.
3. International Standard Organization, ISO 17359, *Condition monitoring and diagnostics of machines guidelines*. Suiza: ISO, 2003. 20 p.
4. _____. ISO 13379, *Condition monitoring and diagnostics of machines, general data interpretation and diagnostics technique*. Suiza: ISO, 2003. 11 p.
5. _____. ISO 13380, *Condition monitoring and diagnostics of machines, general guidelines on using parameters*. Suiza: ISO, 2003. 7 p.
6. MANRIQUEZ, Víctor. *Implementación de un programa de mantenimiento predictivo*. Revista Mantenimiento en Latinoamérica Volumen 5 No.1. Perú: Mantenimiento en Latinoamérica, 2013. 29 p.
7. PÉREZ, Mónica. *Introducción a la gestión de stocks*. 2a. ed. España: Ideas Propias, 2003. 22 p.

8. PESÁNTEZ HUERTA, Álvaro Eduardo. *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón*. Tesis de Ingeniería Industrial. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción, 2007. 260 p.
9. PUERTAS JEREZ, Jorge. *Incremento de disponibilidad en equipos críticos de refrigeración de empacadora Toledo, S.A. Planta Amatitlán*. Tesis de Maestría en Ingeniería de mantenimiento. Escuela de Estudios de Postgrado Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 50 p.
10. RUIZ ACEVEDO, Adriana. *Modelo para la implementación de mantenimiento predictivo en las facilidades de producción de petróleo*. Tesis de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Universidad Industrial de Santander, 2012. 130 p.
11. TROCEL, David. *Visibilizando su programa de inspección predictiva*. Revista Confiabilidad Industrial Volumen 9. Venezuela: GTS Confiabilidad, 2010. 20 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Geográfica, Departamento de Mantenimiento

Identificación	Descripción	Nomenclatura
A	Equipo con criticidad alta	
B	Equipo con criticidad media	
C	Equipo con criticidad baja	
NA	No Aplica	
6S	6 semanas	
4S	4 semanas	
2S	2 semanas	

	Departamento de Mantenimiento	Código:	FAZ-REG-86
	GEOGRÁFICA	Versión:	1

No.	Área	Categoría	Nombre	TAG	Criticidad			Técnica aplicar			
					F	C	CR	VOSO	Análisis de aceite	Termografía	Vibraciones
1	Patio de caña	Bombas	Bomba Hidráulica 1 virador 1	1BS1	1	1	C	6S	NA	6S	6S
2	Patio de caña	Bombas	Bomba Hidráulica 2 virador 1	1BS2	1	1	C	6S	NA	6S	6S
3	Patio de caña	Bombas	Bomba Hidráulica 1 virador 2	1BS3	1	1	C	6S	NA	6S	6S
4	Patio de caña	Bombas	Bomba Hidráulica 2 virador 2	1BS4	1	1	C	6S	NA	6S	6S
5	Patio de caña	Bombas	Bomba Sistema Lubricación Patio de Caña	1BS5	1	4	C	6S	NA	6S	6S
6	Patio de caña	Bombas	Bomba Lincoln Lubricación rodos de limpieza mesa 3	1BS6	1	4	C	6S	NA	6S	6S
7	Patio de caña	Bombas	Bomba Hidráulica compuerta mesa 3	1BS7	1	4	C	6S	NA	6S	6S
8	Patio de caña	Bombas	Bomba 2 Lavado Cond. Caña 1	1BS8	1	2	C	6S	NA	6S	6S
9	Patio de caña	Bombas	Bomba 1 de Inyección Mesas Patio de Caña	1BS9	1	2	C	6S	NA	6S	6S
10	Patio de caña	Bombas	Bomba 2 de Inyección Mesas Patio de Caña	1BS10	1	2	C	6S	NA	6S	6S
11	Patio de caña	Bombas	Bomba Sistema Hidráulico Tolva de basura	1BS11	1	1	C	6S	NA	6S	6S
12	Patio de caña	Bombas	Bomba lubricación Reductor Desfibradora (A)	1BS12	3	4	B	4S	NA	4S	4S
13	Patio de caña	Bombas	Bomba lubricación Reductor Desfibradora (B)	1BS13	3	4	B	4S	NA	4S	4S
14	Patio de caña	Bombas	Bomba lubricación reductor picadora de caña	1BS14	3	4	B	4S	NA	4S	4S
15	Patio de caña	Bombas	Bomba Sistema de lubricación Pre-Cuchilla	1BS15	3	4	B	4S	NA	4S	4S
16	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación unidad principal Molino 1B	2BS1	3	4	B	4S	NA	4S	4S
17	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación unidad principal Molino 1B	2BS2	3	4	B	4S	NA	4S	4S
18	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza cañera Molino 1B	2BS3	3	4	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

19	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza cañera Molino 1B	2BS4	3	4	B	4S	NA	4S	4S
20	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza bagacera Molino 1B	2BS5	3	4	B	4S	NA	4S	4S
21	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza bagacera Molino 1B	2BS6	3	4	B	4S	NA	4S	4S
22	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor principal Molino 2B	2BS7	3	4	B	4S	NA	4S	4S
23	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor principal Molino 2B	2BS8	3	4	B	4S	NA	4S	4S
24	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza cañera Molino 2B	2BS9	3	4	B	4S	NA	4S	4S
25	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza cañera Molino 2B	2BS10	3	4	B	4S	NA	4S	4S
26	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación maza bagacera Molino 2B	2BS11	3	4	B	4S	NA	4S	4S
27	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación maza bagacera Molino 2B	2BS12	3	4	B	4S	NA	4S	4S
28	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor principal molino 3B	2BS13	3	4	B	4S	NA	4S	4S
29	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor principal molino 3B	2BS14	3	4	B	4S	NA	4S	4S
30	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza cañera Molino 3B	2BS15	3	4	B	4S	NA	4S	4S
31	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza cañera Molino 3B	2BS16	3	4	B	4S	NA	4S	4S
32	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza bagacera Molino 3B	2BS17	3	4	B	4S	NA	4S	4S
33	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza bagacera Molino 3B	2BS18	3	4	B	4S	NA	4S	4S
34	Molinos	Bombas	Bomba maceración 1 TB	2BS19	3	4	B	4S	NA	4S	4S
35	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor principal Molino 4B	2BS20	3	4	B	4S	NA	4S	4S
36	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor principal Molino 4B	2BS21	3	4	B	4S	NA	4S	4S
37	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza bagacera Molino 4B	2BS22	3	4	B	4S	NA	4S	4S
38	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza bagacera Molino 4B	2BS23	3	4	B	4S	NA	4S	4S
39	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza cañera Molino 4B	2BS24	3	4	B	4S	NA	4S	4S
40	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza cañera Molino 4B	2BS25	3	4	B	4S	NA	4S	4S
41	Molinos	Bombas	Bomba maceración 2 TB	2BS26	3	4	B	4S	NA	4S	4S
42	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor principal Molino 5B	2BS27	3	4	B	4S	NA	4S	4S
43	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor principal Molino 5B	2BS28	3	4	B	4S	NA	4S	4S
44	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza cañera Molino 5B	2BS29	3	4	B	4S	NA	4S	4S
45	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza cañera Molino 5B	2BS30	3	4	B	4S	NA	4S	4S
46	Molinos	Bombas	Bomba 1 lubricación reductor maza bagacera Molino 5B	2BS31	3	4	B	4S	NA	4S	4S
47	Molinos	Bombas	Bomba 2 lubricación reductor maza bagacera Molino 5B	2BS32	3	4	B	4S	NA	4S	4S
48	Molinos	Bombas	Bomba maceración 3 TB	2BS33	3	4	B	4S	NA	4S	4S
49	Molinos	Bombas	Bomba Sistema de lubricación Farval 1 Molinos tándem B	2BS34	2	4	B	4S	NA	4S	4S
50	Molinos	Bombas	Bomba Sistema de lubricación Farval 2 Molinos tándem B	2BS35	2	4	B	4S	NA	4S	4S
51	Molinos	Bombas	Bomba Sistema lubricación Farval 3 Molinos tándem B	2BS36	2	4	B	4S	NA	4S	4S
52	Molinos	Bombas	Bomba Neumática de Lubricación Molinos tándem B	2BS37	2	4	B	4S	NA	4S	4S
53	Molinos	Bombas	Bomba Unidad hidráulica cabezotes Tándem B	2BS38	3	5	A	2S	NA	2S	2S
54	Molinos	Bombas	Bomba Hidráulica compuerta donellys molinos tándem B	2BS39	2	4	B	4S	NA	4S	4S
55	Molinos	Bombas	Bomba jugo primario TB	2BS40	3	5	A	2S	NA	2S	2S
56	Molinos	Bombas	Bomba jugo Mezclado TB	2BS41	3	5	A	2S	NA	2S	2S
57	Molinos	Bombas	Bomba jugo primario colado TB	2BS42	3	5	A	2S	NA	2S	2S
58	Molinos	Bombas	Bomba jugo mezclado colado TB	2BS43	3	5	A	2S	NA	2S	2S
59	Molinos	Bombas	Bomba auxiliar jugo primario y secundario	2BS44	2	4	B	4S	NA	4S	4S
60	Molinos	Bombas	Bomba 1 Imbibición Molinos	2BS45	2	4	B	4S	NA	4S	4S
61	Molinos	Bombas	Bomba 2 Imbibición Molinos	2BS46	2	4	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

62	Clarificación	Bombas	Bomba Tanque agua imbibición	3BS1	2	4	B	4S	NA	4S	4S
63	Clarificación	Bombas	Bomba inyección cal jugo alcalizado L1	3BS2	2	4	B	4S	NA	4S	4S
64	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Jugo Alcalizado L1	3BS3	2	3	C	6S	NA	6S	6S
65	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Jugo Alcalizado L1	3BS4	2	3	C	6S	NA	6S	6S
66	Clarificación	Bombas	Bomba condensados 1er efecto L1	3BS5	2	3	C	6S	NA	6S	6S
67	Clarificación	Bombas	Bomba Condensados 2do efecto Calentador 2 L1	3BS6	2	3	C	6S	NA	6S	6S
68	Clarificación	Bombas	Bomba Condensados calentadores 3er efecto L1	3BS7	2	3	C	6S	NA	6S	6S
69	Clarificación	Bombas	Bomba Auxiliar Tanque 1 y 2 Condesados Calentadores L1	3BS8	2	3	C	6S	NA	6S	6S
70	Clarificación	Bombas	Bomba 1 tanque TAI L1	3BS9	2	3	C	6S	NA	6S	6S
71	Clarificación	Bombas	Bomba 2 tanque TAI L1	3BS10	2	3	C	6S	NA	6S	6S
72	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Dosificador Floculante clarificadores jugo L1	3BS11	2	3	C	6S	NA	6S	6S
73	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Dosificador Floculante clarificadores jugo L1	3BS12	2	3	C	6S	NA	6S	6S
74	Clarificación	Bombas	Bomba diafragma 1 Clarificador 2 L1	3BS13	2	3	C	6S	NA	6S	6S
75	Clarificación	Bombas	Bomba diafragma 2 Clarificador 2 L1	3BS14	2	3	C	6S	NA	6S	6S
76	Clarificación	Bombas	Bomba Liquidación Clarificadores 1, 2, y 3 L1	3BS15	1	1	C	6S	NA	6S	6S
77	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque Recibidor de Cachaza	3BS16	1	1	C	6S	NA	6S	6S
78	Clarificación	Bombas	Bomba 2 de Tanque Recibidor de Cachaza	3BS17	1	1	C	6S	NA	6S	6S
79	Clarificación	Bombas	Bomba 1 inyección cal para filtro banda	3BS18	2	3	C	6S	NA	6S	6S
80	Clarificación	Bombas	Bomba 2 inyección cal para filtro banda	3BS19	2	3	C	6S	NA	6S	6S
81	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Jugo Claro L1	3BS20	2	3	C	6S	NA	6S	6S
82	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Jugo Claro L1	3BS21	2	3	C	6S	NA	6S	6S
83	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Meladura No Clarificada L1	3BS22	2	3	C	6S	NA	6S	6S
84	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Meladura No Clarificada L1	3BS23	2	3	C	6S	NA	6S	6S
85	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Meladura Clarificada L1	3BS24	2	3	C	6S	NA	6S	6S
86	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Meladura Clarificada L1	3BS25	2	3	C	6S	NA	6S	6S
87	Clarificación	Bombas	Bomba tanque 2 Dosificación Floculante meladura L1	3BS26	2	3	C	6S	NA	6S	6S
88	Clarificación	Bombas	Bomba Tanque Dosificación cal clarificador meladura L1	3BS27	2	3	C	6S	NA	6S	6S
89	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque espuma clarificador meladura L1	3BS28	2	3	C	6S	NA	6S	6S
90	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Tanque espuma clarificador meladura L1	3BS29	2	3	C	6S	NA	6S	6S
91	Clarificación	Bombas	Bomba dosificadora de decolorante L1	3BS30	2	3	C	6S	NA	6S	6S
92	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Sistema Hidráulico Clarificación L1	3BS31	2	2	C	6S	NA	6S	6S
93	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Sistema Hidráulico Clarificación L1	3BS32	2	2	C	6S	NA	6S	6S
94	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque Jugo Alcalizado L2	3BS33	2	3	C	6S	NA	6S	6S
95	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Tanque Jugo Alcalizado L2	3BS34	2	3	C	6S	NA	6S	6S
96	Clarificación	Bombas	Bomba inyección cal a tanque jugo alcalizado L2	3BS35	2	3	C	6S	NA	6S	6S
97	Clarificación	Bombas	Bomba 1 tanque Dosificador Floculante L2	3BS36	2	3	C	6S	NA	6S	6S
98	Clarificación	Bombas	Bomba 2 tanque Dosificador Floculante L2	3BS37	2	3	C	6S	NA	6S	6S
99	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Extracción Cachaza Clarificador 4 L2	3BS38	2	3	C	6S	NA	6S	6S
100	Clarificación	Bombas	Bomba de Liquidación Clarificador de Jugo 4 L2	3BS39	2	3	C	6S	NA	6S	6S
101	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Condensados Calentadores 1er Efecto L2	3BS40	2	2	C	6S	NA	6S	6S
102	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Condensados Calentadores 1er Efecto L2	3BS41	2	2	C	6S	NA	6S	6S
103	Clarificación	Bombas	Bomba Condensados Calentadores 2do Efecto L2	3BS42	2	2	C	6S	NA	6S	6S
104	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Condensados Calentadores 3er Efecto L2	3BS43	2	2	C	6S	NA	6S	6S
105	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Condesados Calentadores 2do y 3er Efecto L2	3BS44	2	2	C	6S	NA	6S	6S
106	Clarificación	Bombas	Bomba 1 TAI L2	3BS45	2	3	C	6S	NA	6S	6S
107	Clarificación	Bombas	Bomba 2 TAI L2	3BS46	2	3	C	6S	NA	6S	6S
108	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Soda de Calentadores de L1	3BS47	2	1	C	6S	NA	6S	6S
109	Clarificación	Bombas	Bomba 2 soda calentadores L1	3BS48	2	1	C	6S	NA	6S	6S

Continuación del apéndice 1.

110	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Soda Calentadores de L2	3BS49	2	1	C	6S	NA	6S	6S
111	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque de jugo claro L2	3BS50	2	3	C	6S	NA	6S	6S
112	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Tanque de jugo claro L2	3BS51	2	3	C	6S	NA	6S	6S
113	Clarificación	Bombas	Bomba Dosificación Sacarato L2	3BS52	2	2	C	6S	NA	6S	6S
114	Clarificación	Bombas	Bomba Tanque 2 Dosificación Floculante L2	3BS53	2	2	C	6S	NA	6S	6S
115	Clarificación	Bombas	Bomba peróxido Tanque Floculador Meladura L2	3BS54	2	2	C	6S	NA	6S	6S
116	Clarificación	Bombas	Bomba Tanque Dosificación decolorante L2	3BS55	2	2	C	6S	NA	6S	6S
117	Clarificación	Bombas	Motor Tanque Dosificación Ácido fosfórico L2	3BS56	2	2	C	6S	NA	6S	6S
118	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Meladura no Clarificada L2	3BS57	2	2	C	6S	NA	6S	6S
119	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Meladura no Clarificada L2	3BS58	2	2	C	6S	NA	6S	6S
120	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque Meladura Clarificada L2	3BS59	2	2	C	6S	NA	6S	6S
121	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Tanque Meladura Clarificada L2	3BS60	2	2	C	6S	NA	6S	6S
122	Clarificación	Bombas	Bomba Hidráulica Tolva de Cachaza	3BS61	2	2	C	6S	NA	6S	6S
123	Clarificación	Bombas	Bomba dosificadora de floculante 1	3BS62	2	2	C	6S	NA	6S	6S
124	Clarificación	Bombas	Bomba dosificadora de floculante 2	3BS63	2	2	C	6S	NA	6S	6S
125	Clarificación	Bombas	Bomba auxiliar dosificador de floculante 2	3BS64	2	2	C	6S	NA	6S	6S
126	Clarificación	Bombas	Bomba 1 agua caliente filtros banda	3BS65	2	3	C	6S	NA	6S	6S
127	Clarificación	Bombas	Bomba 2 agua caliente filtros banda	3BS66	2	3	C	6S	NA	6S	6S
128	Clarificación	Bombas	Bomba Auxiliar Lavado de Telas Filtro de Banda	3BS67	2	3	C	6S	NA	6S	6S
129	Clarificación	Bombas	Bomba lavada de torta filtros banda	3BS68	2	3	C	6S	NA	6S	6S
130	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque de Jugo Filtrado Filtros de Cachaza	3BS69	2	3	C	6S	NA	6S	6S
131	Clarificación	Bombas	Bomba 1 jugo filtrado	3BS70	2	3	C	6S	NA	6S	6S
132	Clarificación	Bombas	Bomba 2 jugo filtrado	3BS71	2	3	C	6S	NA	6S	6S
133	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque de Agua Caliente	3BS72	2	3	C	6S	NA	6S	6S
134	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Tanque de Agua Caliente	3BS73	2	3	C	6S	NA	6S	6S
135	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque Preparador de Lechada de Cal 1	3BS74	1	2	C	6S	NA	6S	6S
136	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Tanque Preparador de Lechada de Cal 1	3BS75	1	2	C	6S	NA	6S	6S
137	Clarificación	Bombas	Bomba 1 Tanque Preparador de Lechada 2	3BS76	1	2	C	6S	NA	6S	6S
138	Clarificación	Bombas	Bomba 2 Tanque Preparador de Lechada 2	3BS77	1	2	C	6S	NA	6S	6S
139	Evaporación	Bombas	Bomba transferencia Evaporador 9 L1	4BS1	3	5	A	2S	NA	2S	2S
140	Evaporación	Bombas	Bomba transferencia Evaporador 10 L1	4BS2	3	5	A	2S	NA	2S	2S
141	Evaporación	Bombas	Bomba vacío Evaporador 11 L1	4BS3	3	5	A	2S	NA	2S	2S
142	Evaporación	Bombas	Bomba vacío Evaporador 12 L1	4BS4	3	5	A	2S	NA	2S	2S
143	Evaporación	Bombas	Bomba 1 meladura evaporador 12 L1	4BS5	2	3	C	6S	NA	6S	6S
144	Evaporación	Bombas	Bomba 2 meladura evaporador 12 L1	4BS6	2	3	C	6S	NA	6S	6S
145	Evaporación	Bombas	Bomba Condensados No. 1 a Bloque 4 y 5	4BS7	2	3	C	6S	NA	6S	6S
146	Evaporación	Bombas	Bomba Condensados No. 2 a Bloque 4 y 5	4BS8	2	3	C	6S	NA	6S	6S
147	Evaporación	Bombas	Bomba 1 condensados 1er efecto evaporación L1	4BS9	2	3	C	6S	NA	6S	6S
148	Evaporación	Bombas	Bomba 2 condensados 2do efecto evaporación L1	4BS10	2	3	C	6S	NA	6S	6S
149	Evaporación	Bombas	Bomba 1 condensados 2do efecto evaporación L1	4BS11	2	3	C	6S	NA	6S	6S
150	Evaporación	Bombas	Bomba 2 condensados 2do efecto evaporación L1	4BS12	2	3	C	6S	NA	6S	6S
151	Evaporación	Bombas	Bomba 1 condensados 3er efecto L1	4BS13	2	3	C	6S	NA	6S	6S
152	Evaporación	Bombas	Bomba 1 condensador 4to y 5to Efecto evaporación L1	4BS14	2	3	C	6S	NA	6S	6S
153	Evaporación	Bombas	Bomba 2 condensador 4to y 5to Efecto evaporación L1	4BS15	2	3	C	6S	NA	6S	6S
154	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Soda Evaporadores L1	4BS16	2	3	C	6S	NA	6S	6S
155	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Soda Evaporadores L1	4BS17	2	3	C	6S	NA	6S	6S
156	Evaporación	Bombas	Bomba 1 condensados líquido-líquido L1	4BS18	2	3	C	6S	NA	6S	6S
157	Evaporación	Bombas	Bomba 2 condensados líquido-líquido L1	4BS19	2	3	C	6S	NA	6S	6S
158	Evaporación	Bombas	Bomba Alimentación Hidrolavadora L1	4BS20	3	5	A	2S	NA	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

159	Evaporación	Bombas	Bomba Evaporadores 1er Efecto L2	4BS21	2	2	C	6S	NA	6S	6S
160	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Evaporadores 2do Efecto L2	4BS22	2	2	C	6S	NA	6S	6S
161	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Evaporador 9 3er Efecto L2	4BS23	2	2	C	6S	NA	6S	6S
162	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Evaporador 9 3er Efecto L2	4BS24	2	2	C	6S	NA	6S	6S
163	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Evaporador 10 4to efecto L2	4BS25	2	2	C	6S	NA	6S	6S
164	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Evaporador 10 4to efecto L2	4BS26	2	2	C	6S	NA	6S	6S
165	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Evaporador 11 5to efecto L2	4BS27	2	2	C	6S	NA	6S	6S
166	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Evaporador 11 5to Efecto L2	4BS28	1	2	C	6S	NA	6S	6S
167	Evaporación	Bombas	Bomba liquidación evaporadores L2	4BS29	2	2	C	6S	NA	6S	6S
168	Evaporación	Bombas	Bomba Nash Condensador barométrico Evaporador 11 L2	4BS30	3	3	B	4S	NA	4S	4S
169	Evaporación	Bombas	Bomba Vacío Evaporador 12 Quinto Efecto L2	4BS31	3	3	B	4S	NA	4S	4S
170	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Taque Recibidor de Meladura Evaporador 12 L2	4BS32	2	2	C	6S	NA	6S	6S
171	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Taque Recibidor de Meladura Evaporador 12 L2	4BS33	2	2	C	6S	NA	6S	6S
172	Evaporación	Bombas	Bomba Dosificadora peróxido Floculador de Meladura L2	4BS34	2	2	C	6S	NA	6S	6S
173	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Condensados 1er Efecto evaporación L2	4BS35	2	2	C	6S	NA	6S	6S
174	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Condensados 1er Efecto evaporación L2	4BS36	2	2	C	6S	NA	6S	6S
175	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Condensados 2do Efecto evaporación L2	4BS37	2	2	C	6S	NA	6S	6S
176	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Condensados 2do Efecto evaporación L2	4BS38	2	2	C	6S	NA	6S	6S
177	Evaporación	Bombas	Bomba Tanque de Soda Evaporación L2	4BS39	2	2	C	6S	NA	6S	6S
178	Evaporación	Bombas	Bomba 1 Condensados 4to Y 5to Efecto Evaporadores L2	4BS40	2	2	C	6S	NA	6S	6S
179	Evaporación	Bombas	Bomba 2 Tanque de Condensados 4to Y 5to Efecto L2	4BS41	2	2	C	6S	NA	6S	6S
180	Tachos	Bombas	Bomba 1 vacío tacho Continuo	5BS1	3	5	A	2S	NA	2S	2S
181	Tachos	Bombas	Bomba 2 vacío tacho Continuo	5BS2	3	5	A	2S	NA	2S	2S
182	Tachos	Bombas	Bomba vacío Condensador Barométrico Tacho Batch	5BS3	3	5	A	2S	NA	2S	2S
183	Tachos	Bombas	Bomba 1 meladura Cabeza constante L1	5BS4	2	3	B	4S	NA	4S	4S
184	Tachos	Bombas	Bomba 2 meladura Cabeza constante L1	5BS5	2	3	B	4S	NA	4S	4S
185	Tachos	Bombas	Bomba 1 Tanque Semillero alimentación Tacho Continuo	5BS6	2	3	B	4S	NA	4S	4S
186	Tachos	Bombas	Bomba 2 Tanque Semillero alimentación Tacho Continuo	5BS7	2	3	B	4S	NA	4S	4S
187	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 1 L1	5BS8	3	4	B	4S	NA	4S	4S
188	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 2 L1	5BS9	3	4	B	4S	NA	4S	4S
189	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 3 L1	5BS10	3	4	B	4S	NA	4S	4S
190	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 4 L1	5BS11	3	4	B	4S	NA	4S	4S
191	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 5 L1	5BS12	3	4	B	4S	NA	4S	4S
192	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 6 L1	5BS13	3	4	B	4S	NA	4S	4S
193	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 7 L1	5BS14	3	4	B	4S	NA	4S	4S
194	Tachos	Bombas	Bomba Vacío tacho 8 L1	5BS15	3	4	B	4S	NA	4S	4S
195	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 9 L1	5BS16	3	4	B	4S	NA	4S	4S
196	Tachos	Bombas	Bomba Auxiliar general vacío tachos L1	5BS17	3	4	B	4S	NA	4S	4S
197	Tachos	Bombas	Bomba 1 unidad hidráulica Tachos L1	5BS18	2	2	C	6S	NA	6S	6S
198	Tachos	Bombas	Bomba 2 unidad hidráulica Tachos L1	5BS19	2	2	C	6S	NA	6S	6S
199	Tachos	Bombas	Bomba 1 Liquidación Cristalizador Vertical 1 L1	5BS20	2	2	C	6S	NA	6S	6S
200	Tachos	Bombas	Bomba 2 Liquidación Cristalizador Vertical 1 L1	5BS21	2	2	C	6S	NA	6S	6S
201	Tachos	Bombas	Bomba 1 de trasiego masa 3era hacia verticales de L 1	5BS22	2	2	C	6S	NA	6S	6S
202	Tachos	Bombas	Bomba 2 trasiego masa 3era hacia verticales de L 1	5BS23	2	2	C	6S	NA	6S	6S
203	Tachos	Bombas	Bomba 1 Condensados de Tachos L1	5BS24	2	2	C	6S	NA	6S	6S
204	Tachos	Bombas	Bomba 2 Condensados de Tachos L1	5BS25	2	2	C	6S	NA	6S	6S
205	Tachos	Bombas	Bomba Tanque No.1 preparador de mezcla masas 3eras L1	5BS26	2	2	C	6S	NA	6S	6S
206	Tachos	Bombas	Bomba Tanque No.2 preparador de mezcla masas 3eras L1	5BS27	2	2	C	6S	NA	6S	6S

Continuación del apéndice 1.

207	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 1 L2	5BS28	3	4	B	4S	NA	4S	4S
208	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 2 L2	5BS29	3	4	B	4S	NA	4S	4S
209	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 3 L2	5BS30	3	4	B	4S	NA	4S	4S
210	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 4 L2	5BS31	3	4	B	4S	NA	4S	4S
211	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 5 L2	5BS32	3	4	B	4S	NA	4S	4S
212	Tachos	Bombas	Bomba Vacío Tacho 6 L2	5BS33	3	4	B	4S	NA	4S	4S
213	Tachos	Bombas	Bomba 1 Auxiliar Vacío Tachos L2	5BS34	3	4	B	4S	NA	4S	4S
214	Tachos	Bombas	Bomba 2 Auxiliar Vacío Tachos L2	5BS35	3	4	B	4S	NA	4S	4S
215	Tachos	Bombas	Bomba Tanque mezclador tachos L2	5BS36	2	2	C	6S	NA	6S	6S
216	Tachos	Bombas	Bomba 1 Unidad Hidráulica L2	5BS37	2	2	C	6S	NA	6S	6S
217	Tachos	Bombas	Bomba 2 Unidad Hidráulica L2	5BS38	2	2	C	6S	NA	6S	6S
218	Tachos	Bombas	Bomba 1 Tanque de Condensados Tachos L2	5BS39	2	2	C	6S	NA	6S	6S
219	Tachos	Bombas	Bomba 2 Tanque de Condensados Tachos L2	5BS40	2	2	C	6S	NA	6S	6S
220	Tachos	Bombas	Bomba 1 Condensados Tachos Batch y Continuo	5BS41	3	4	B	4S	NA	4S	4S
221	Tachos	Bombas	Bomba 2 Condensados Tachos Batch y Continuo	5BS42	3	4	B	4S	NA	4S	4S
222	Centrifugas	Bombas	Bomba lubricación centrifugas 1ra L1	6BS1	3	4	B	4S	NA	4S	4S
223	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 lavado de centrifugas 1ra L1	6BS2	3	4	B	4S	NA	4S	4S
224	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 lavado de centrifugas 1ra L1	6BS3	3	4	B	4S	NA	4S	4S
225	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Recibidor miel 1ra L1	6BS4	2	2	C	6S	NA	6S	6S
226	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Recibidor miel 1ra L1	6BS5	2	2	C	6S	NA	6S	6S
227	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Recibidor de Magma 2da L1	6BS6	2	2	C	6S	NA	6S	6S
228	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Recibidor de Magma 2da L1	6BS7	2	2	C	6S	NA	6S	6S
229	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Miel 2da L1	6BS8	2	2	C	6S	NA	6S	6S
230	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Miel 2da L1	6BS9	2	2	C	6S	NA	6S	6S
231	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Recibidor de Magma 3ra L1	6BS10	2	2	C	6S	NA	6S	6S
232	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Recibidor de Magma 3ra L1	6BS11	2	2	C	6S	NA	6S	6S
233	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Recibidor de Miel Final Caliente L1	6BS12	2	2	C	6S	NA	6S	6S
234	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Recibidor de Miel Final Caliente L1	6BS13	2	2	C	6S	NA	6S	6S
235	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Tanque Recibidor de Miel Final Fría L1	6BS14	2	2	C	6S	NA	6S	6S
236	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Tanque Recibidor de Miel Final Fría L1	6BS15	2	2	C	6S	NA	6S	6S
237	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 lubricación Centrifugas de 2da y 3ra L1	6BS16	3	3	B	4S	NA	4S	4S
238	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 lubricación Centrifugas de 2da y 3ra L1	6BS17	3	3	B	4S	NA	4S	4S
239	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Condensados Lavado Centrifugas L1	6BS18	3	3	B	4S	NA	4S	4S
240	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Condensados Lavado Centrifugas L1	6BS19	3	3	B	4S	NA	4S	4S
241	Centrifugas	Bombas	Bomba 3 Condensados Lavado de Centrifugas L1	6BS20	3	3	B	4S	NA	4S	4S
242	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 recibidor Miel de 2da L2	6BS21	2	4	B	4S	NA	4S	4S
243	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 recibidor Miel de 2da L2	6BS22	2	4	B	4S	NA	4S	4S
244	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 recibidor Magma 2da L2	6BS23	2	4	B	4S	NA	4S	4S
245	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 recibidor Magma 2da L2	6BS24	2	4	B	4S	NA	4S	4S
246	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Unidad de lubricación centrifugas 2da L2	6BS25	2	4	B	4S	NA	4S	4S
247	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Unidad de lubricación centrifugas 2da L2	6BS26	2	4	B	4S	NA	4S	4S
248	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 lavado de centrifugas L2	6BS27	2	4	B	4S	NA	4S	4S
249	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 lavado de centrifugas L2	6BS28	2	4	B	4S	NA	4S	4S
250	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 Recibidor Miel 1era L2	6BS29	2	4	B	4S	NA	4S	4S
251	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 Recibidor Miel 1era L2	6BS30	2	4	B	4S	NA	4S	4S
252	Centrifugas	Bombas	Bomba 1 de lubricación Centrifugas de 1ra L2	6BS31	2	4	B	4S	NA	4S	4S
253	Centrifugas	Bombas	Bomba 2 de lubricación Centrifugas de 1ra L2	6BS32	2	4	B	4S	NA	4S	4S
254	Manejo de azúcar	Bombas	Bomba 1 Tanque Agua Fría (Disolutor Terrones de Azúcar)	8BS1	2	2	C	6S	NA	6S	6S
255	Manejo de azúcar	Bombas	Bomba 2 Tanque Agua Fría (Disolutor Terrones de Azúcar)	8BS2	2	2	C	6S	NA	6S	6S

Continuación del apéndice 1.

256	Agua de procesos	Bombas	Bomba de rechazo 1	7BS1	2	3	B	4S	NA	4S	4S
257	Agua de procesos	Bombas	Bomba de rechazo 2	7BS2	2	3	B	4S	NA	4S	4S
258	Agua de procesos	Bombas	Bomba de rechazo 3	7BS3	2	3	B	4S	NA	4S	4S
259	Agua de procesos	Bombas	Bomba de inyección 1	7BS4	2	3	B	4S	NA	4S	4S
260	Agua de procesos	Bombas	Bomba de inyección 2	7BS5	2	3	B	4S	NA	4S	4S
261	Agua de procesos	Bombas	Bomba de inyección 3	7BS6	2	3	B	4S	NA	4S	4S
262	Agua de procesos	Bombas	Bomba de inyección 4	7BS7	2	3	B	4S	NA	4S	4S
263	Agua de procesos	Bombas	Bomba de inyección 5	7BS8	2	3	B	4S	NA	4S	4S
264	Agua de procesos	Bombas	Bomba de inyección 6	7BS9	2	3	B	4S	NA	4S	4S
265	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 de Inyección Filtros de Cachaza	7BS10	2	3	B	4S	NA	4S	4S
266	Agua de procesos	Bombas	Bomba 1 rechazo torre de enfriamiento	7BS11	2	3	B	4S	NA	4S	4S
267	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 rechazo torre de enfriamiento	7BS12	2	3	B	4S	NA	4S	4S
268	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 inyección torre de enfriamiento	7BS13	2	3	B	4S	NA	4S	4S
269	Agua de procesos	Bombas	Bomba 1 Tanque Elevado	7BS14	2	3	B	4S	NA	4S	4S
270	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 Tanque Elevado	7BS15	2	3	B	4S	NA	4S	4S
271	Agua de procesos	Bombas	Bomba 1 Tanque reserva condensados Fabrica	7BS16	2	3	B	4S	NA	4S	4S
272	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 Tanque reserva condensados Fabrica	7BS17	2	3	B	4S	NA	4S	4S
273	Agua de procesos	Bombas	Bomba 30 GLS Sistema Dosificación de Cloro	7BS18	2	3	B	4S	NA	4S	4S
274	Agua de procesos	Bombas	Bomba 1 Tanque de Agua Clorada	7BS19	2	3	B	4S	NA	4S	4S
275	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 Tanque de Agua Clorada	7BS20	2	3	B	4S	NA	4S	4S
276	Agua de procesos	Bombas	Bomba 1 Torre Enfriamiento Bombas Vacío	7BS21	2	3	B	4S	NA	4S	4S
277	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 Torre Enfriamiento Bombas Vacío	7BS22	2	3	B	4S	NA	4S	4S
278	Agua de procesos	Bombas	Bomba 1 de Inyección Agua Caliente Verticales	7BS23	2	3	B	4S	NA	4S	4S
279	Agua de procesos	Bombas	Bomba 2 de Inyección Agua Fría Verticales	7BS24	2	3	B	4S	NA	4S	4S
280	Patio de caña	Electroimanes	Electro-ímán conductor caña 2A	1EL1	3	5	A	2S	2S	2S	2S
281	Patio de caña	Electroimanes	Electro-ímán conductor caña 3	1EL2	3	5	A	2S	2S	2S	2S
282	Patio de caña	Motores	Motor 1 Hidráulico virador 1	1ME1	2	4	B	4S	NA	4S	4S
283	Patio de caña	Motores	Motor 2 Hidráulico virador 1	1ME2	2	4	B	4S	NA	4S	4S
284	Patio de caña	Motores	Motor 1 Hidráulico virador 2	1ME3	2	4	B	4S	NA	4S	4S
285	Patio de caña	Motores	Motor 2 Hidráulico virador 2	1ME4	2	4	B	4S	NA	4S	4S
286	Patio de caña	Motores	Motor 1 Giro Derecha grúa radial	1ME5	2	4	B	4S	NA	4S	4S
287	Patio de caña	Motores	Motor 2 Giro Izquierda grúa radial	1ME6	2	4	B	4S	NA	4S	4S
288	Patio de caña	Motores	Motor levantamiento grúa radial	1ME7	2	4	B	4S	NA	4S	4S
289	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento carro grúa radial	1ME8	2	4	B	4S	NA	4S	4S
290	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento Mesa 1	1ME9	3	5	A	2S	NA	2S	2S
291	Patio de caña	Motores	Motor Nivelador Mesa 1	1ME10	3	5	A	2S	NA	2S	2S
292	Patio de caña	Motores	Motor Troceadora 1 mesa 1 A	1ME11	3	5	A	2S	NA	2S	2S
293	Patio de caña	Motores	Motor Troceadora 2 mesa 1 B	1ME12	3	5	A	2S	NA	2S	2S
294	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento Mesa 2A	1ME13	3	5	A	2S	NA	2S	2S
295	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento Mesa 2B	1ME14	3	5	A	2S	NA	2S	2S
296	Patio de caña	Motores	Motor troceadoras 1 y 2 2A	1ME15	3	5	A	2S	NA	2S	2S
297	Patio de caña	Motores	Motor Troceadora 1 y 2 Mesa 2B	1ME16	3	5	A	2S	NA	2S	2S
298	Patio de caña	Motores	Motor Rastra de Recuperación 1 (bajo mesa 2)	1ME17	3	5	A	2S	NA	2S	2S
299	Patio de caña	Motores	Motor Rastra recuperación 2 (hacia conductor de caña)	1ME18	3	5	A	2S	NA	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

300	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento Mesa 3A	1ME19	3	5	A	2S	NA	2S	2S
301	Patio de caña	Motores	Motor Nivelador mesa 3A	1ME20	3	5	A	2S	NA	2S	2S
302	Patio de caña	Motores	Motor 1 Rodos Limpieza Mesa 3A	1ME21	3	5	A	2S	NA	2S	2S
303	Patio de caña	Motores	Motor 2 Rodos Limpieza Mesa 3A	1ME22	3	5	A	2S	NA	2S	2S
304	Patio de caña	Motores	Motor 3 Rodos Limpieza Mesa 3A	1ME23	3	5	A	2S	NA	2S	2S
305	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento Mesa 3B	1ME24	3	5	A	2S	NA	2S	2S
306	Patio de caña	Motores	Motor Nivelador Mesa 3B	1ME25	3	5	A	2S	NA	2S	2S
307	Patio de caña	Motores	Motor 1 Rodos Limpieza mesa 3B	1ME26	3	5	A	2S	NA	2S	2S
308	Patio de caña	Motores	Motor 2 Rodos Limpieza mesa 3B	1ME27	3	5	A	2S	NA	2S	2S
309	Patio de caña	Motores	Motor 3 Rodos Limpieza mesa 3B	1ME28	3	5	A	2S	NA	2S	2S
310	Patio de caña	Motores	Motor Pateador mesa 3	1ME29	3	5	A	2S	NA	2S	2S
311	Patio de caña	Motores	Motor Unidad Hidráulica compuerta mesa 3	1ME30	3	5	A	2S	NA	2S	2S
312	Patio de caña	Motores	Motor Cond. 1 limpieza de Caña	1ME31	3	5	A	2S	NA	2S	2S
313	Patio de caña	Motores	Motor Cond. 2 limpieza de Caña	1ME32	3	5	A	2S	NA	2S	2S
314	Patio de caña	Motores	Motor Cond. 3 limpieza de Caña	1ME33	3	5	A	2S	NA	2S	2S
315	Patio de caña	Motores	Motor Cond. 4 limpieza de Caña	1ME34	3	5	A	2S	NA	2S	2S
316	Patio de caña	Motores	Motor Cond. 5 limpieza de Caña	1ME35	3	5	A	2S	NA	2S	2S
317	Patio de caña	Motores	Motor Cond. de caña 1	1ME36	3	5	A	2S	NA	2S	2S
318	Patio de caña	Motores	Motor 2 Lavado Cond. Caña 1	1ME37	3	4	B	4S	NA	4S	4S
319	Patio de caña	Motores	Motor 1 de Inyección Mesas Patio de Caña	1ME38	3	4	B	4S	NA	4S	4S
320	Patio de caña	Motores	Motor 2 de Inyección Mesas Patio de Caña	1ME39	3	4	B	4S	NA	4S	4S
321	Patio de caña	Motores	Motor Ventilador limpieza Fibra Cond. caña 1	1ME40	3	4	B	4S	NA	4S	4S
322	Patio de caña	Motores	Motor Conductor de Caña 2A	1ME41	3	4	B	4S	NA	4S	4S
323	Patio de caña	Motores	Motor Nivelador Conductor de Caña 2A	1ME42	3	4	B	4S	NA	4S	4S
324	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento Conductor de Caña 2B	1ME43	3	4	B	4S	NA	4S	4S
325	Patio de caña	Motores	Motor Movimiento Conductor de Caña 3	1ME44	3	5	A	2S	NA	2S	2S
326	Patio de caña	Motores	Motor Nivelador Conductor de caña 3	1ME45	3	5	A	2S	NA	2S	2S
327	Patio de caña	Motores	Motor 1 Movimiento Rodos Tolva de Basura Patio de Caña	1ME46	3	5	A	2S	NA	2S	2S
328	Patio de caña	Motores	Motor 2 Movimiento Rodos Tolva de Basura Patio de Caña	1ME47	3	5	A	2S	NA	2S	2S
329	Patio de caña	Motores	Motor Sistema Hidráulica Tolva de basura	1ME48	3	5	A	2S	NA	2S	2S
330	Patio de caña	Motores	Motor Desfibradora (A)	1ME49	3	5	A	2S	NA	2S	2S
331	Patio de caña	Motores	Motor Desfibradora (B)	1ME50	3	5	A	2S	NA	2S	2S
332	Patio de caña	Motores	Motor Rodo alimentador Desfibradora	1ME51	4	5	A	2S	NA	2S	2S
333	Patio de caña	Motores	Motor 1 Unidad Lubricación Núcleo Desfibradora	1ME52	2	5	B	4S	NA	4S	4S
334	Patio de caña	Motores	Motor 2 Unidad Lubricación Núcleo Desfibradora	1ME53	2	5	B	4S	NA	4S	4S
335	Patio de caña	Motores	Motor lubricación Reductor Desfibradora (A)	1ME54	2	5	B	4S	NA	4S	4S
336	Patio de caña	Motores	Motor lubricación Reductor Desfibradora (B)	1ME55	2	5	B	4S	NA	4S	4S
337	Patio de caña	Motores	Motor Picadora	1ME56	3	5	A	2S	NA	2S	2S
338	Patio de caña	Motores	Motor 1 Unidad Lubricación Picadora de Caña	1ME57	2	5	B				
339	Patio de caña	Motores	Motor 2 Unidad Lubricación Picadora de Caña	1ME58	2	5	B				
340	Patio de caña	Motores	Motor lubricación Reductor Picadora	1ME59	2	5	B				
341	Patio de caña	Motores	Motor Pre-Cuchilla	1ME60	3	5	A	2S	NA	2S	2S
342	Patio de caña	Motores	Motor Sistema de lubricación Pre-Cuchilla Motor Reductor Masa Superior Molino 1 Tándem B	1ME61	2	5	B	2S	NA	2S	2S
343	Molinos	Motores	Motor ventilación forzada molino 1 tándem B	2ME1	3	5	A	2S	NA	2S	2S
344	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación unidad principal Molino 1B	2ME2	3	5	A	2S	NA	2S	2S
345	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación unida principal Molino 1B	2ME3	3	5	A	2S	NA	2S	2S
346	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Cañera Molino 1 Tándem B	2ME4	3	5	A	2S	NA	2S	2S
347	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Cañera Molino 1 TB	2ME5	3	5	A	2S	NA	2S	2S
348	Molinos	Motores	Motor 1 Lubri. Planetario Masa Cañera Molino 1 tándem B	2ME6	3	5	A	4S	NA	4S	4S
349	Molinos	Motores		2ME7	2	4	B				

Continuación del apéndice 1.

350	Molinos	Motores	Motor 2 Lubri. Planetario Masa Cañera Molino 1 tándem B	2ME8	2	4	B	4S	NA	4S	4S
351	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Bagacera Molino 1 Tándem B	2ME9	3	5	A	2S	NA	2S	2S
352	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Bagacera Molino 1 TB	2ME10	3	5	A	2S	NA	2S	2S
353	Molinos	Motores	Motor 1 Lubri. Masa Bagacera Molino 1 tándem B	2ME11	2	4	B	4S	NA	4S	4S
354	Molinos	Motores	Motor 2 Lubri. Masa Bagacera Molino 1 tándem B	2ME12	2	4	B	4S	NA	4S	4S
355	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Superior Molino 2 Tándem B	2ME13	3	5	A	2S	NA	2S	2S
356	Molinos	Motores	Motor ventilación forzada molino 2 tándem B	2ME14	3	5	A	2S	NA	2S	2S
357	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor principal Molino 2B	2ME15	2	4	B	4S	NA	4S	4S
358	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor principal Molino 2B	2ME16	2	4	B	4S	NA	4S	4S
359	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Cañera Molino 2 Tándem B	2ME17	3	5	A	2S	NA	2S	2S
360	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Maza Cañera Molino 2 TB	2ME18	3	5	A	2S	NA	2S	2S
361	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor maza cañera Molino 2B	2ME19	2	4	B	4S	NA	4S	4S
362	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor maza cañera Molino 2B	2ME20	2	4	B	4S	NA	4S	4S
363	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Bagacera Molino 2 Tándem B	2ME21	3	5	A	2S	NA	2S	2S
364	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Bagacera Molino 2 TB	2ME22	3	5	A	2S	NA	2S	2S
365	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación maza bagacera Molino 2B	2ME23	2	4	B	4S	NA	4S	4S
366	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación maza bagacera Molino 2B	2ME24	2	4	B	4S	NA	4S	4S
367	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Superior Molino 3 Tándem B	2ME25	3	5	A	2S	NA	2S	2S
368	Molinos	Motores	Motor ventilación forzada molino 3 tándem B	2ME26	3	5	A	2S	NA	2S	2S
369	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor principal Molino 3B	2ME27	2	4	B	4S	NA	4S	4S
370	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor principal Molino 3B	2ME28	2	4	B	4S	NA	4S	4S
371	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Cañera Molino 3 Tándem B	2ME29	3	5	A	2S	NA	2S	2S
372	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Maza Cañera Molino 3 TB	2ME30	3	5	A	2S	NA	2S	2S
373	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor maza cañera Molino 3B	2ME31	2	4	B	4S	NA	4S	4S
374	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor maza cañera Molino 3B	2ME32	2	4	B	4S	NA	4S	4S
375	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Bagacera Molino 3 Tándem B	2ME33	3	5	A	2S	NA	2S	2S
376	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Bagacera Molino 3 TB	2ME34	3	5	A	2S	NA	2S	2S
377	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor maza bagacera Molino 3B	2ME35	2	4	B	4S	NA	4S	4S
378	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor maza bagacera Molino 3B	2ME36	2	4	B	4S	NA	4S	4S
379	Molinos	Motores	Motor Bomba Jugo Maceración Molino 3 Tándem B	2ME37	3	5	A	2S	NA	2S	2S
380	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Superior Molino 4 Tándem B	2ME38	3	5	A	2S	NA	2S	2S
381	Molinos	Motores	Motor ventilación forzada molino 4 tándem B	2ME39	3	5	A	2S	NA	2S	2S
382	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor principal Molino 4B	2ME40	2	4	B	4S	NA	4S	4S
383	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor principal Molino 4B	2ME41	2	4	B	4S	NA	4S	4S
384	Molinos	Motores	Motor Masa Bagacera Molino 4B	2ME42	3	5	A	2S	NA	2S	2S
385	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Bagacera Molino 4B	2ME43	3	5	A	2S	NA	2S	2S
386	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor maza bagacera Molino 4B	2ME44	2	4	B	4S	NA	4S	4S
387	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor maza bagacera Molino 4B	2ME45	2	4	B	4S	NA	4S	4S
388	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Cañera Molino 4 Tándem B	2ME46	3	5	A	2S	NA	2S	2S
389	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Cañera Molino 4 TB	2ME47	3	5	A	2S	NA	2S	2S
390	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor maza cañera Molino 4B	2ME48	2	4	B	4S	NA	4S	4S
391	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor maza cañera Molino 4B	2ME49	2	4	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

392	Molinos	Motores	Motor Bomba Jugo Maceración Molino 4 Tándem B	2ME50	3	5	A	2S	NA	2S	2S
393	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Superior Molino 5 Tándem B	2ME51	3	5	A	2S	NA	2S	2S
394	Molinos	Motores	Motor ventilación forzada molino 5 tándem B	2ME52	3	5	A	2S	NA	2S	2S
395	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor principal Molino 5B	2ME53	2	4	B	4S	NA	4S	4S
396	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor principal Molino 5B	2ME54	2	4	B	4S	NA	4S	4S
397	Molinos	Motores	Motor Reductor Maza Cañera Molino 5 Tándem B	2ME55	3	5	A	2S	NA	2S	2S
398	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Cañera Molino 5 TB	2ME56	3	5	A	2S	NA	2S	2S
399	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor maza cañera Molino 5B	2ME57	2	4	B	4S	NA	4S	4S
400	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor maza cañera Molino 5B	2ME58	2	4	B	4S	NA	4S	4S
401	Molinos	Motores	Motor Reductor Masa Bagacera Molino 5 Tándem B	2ME59	3	5	A	2S	NA	2S	2S
402	Molinos	Motores	Motor Ventilador Forzado Masa Bagacera Molino 5 TB	2ME60	3	5	A	2S	NA	2S	2S
403	Molinos	Motores	Motor 1 lubricación reductor maza bagacera Molino 5B	2ME61	2	4	B	4S	NA	4S	4S
404	Molinos	Motores	Motor 2 lubricación reductor maza bagacera Molino 5B	2ME62	2	4	B	4S	NA	4S	4S
405	Molinos	Motores	Motor Bomba Jugo Maceración Molino 5 Tándem B	2ME63	3	5	A	2S	NA	2S	2S
406	Molinos	Motores	Motor Conductor Intermedio 1 al Molino 2 Tándem B	2ME64	3	5	A	2S	NA	2S	2S
407	Molinos	Motores	Motor Conductor Intermedio 2 al Molino 3 Tándem B	2ME65	3	5	A	2S	NA	2S	2S
408	Molinos	Motores	Motor Conductor Intermedio 3 al Molino 4 Tándem B	2ME66	3	5	A	2S	NA	2S	2S
409	Molinos	Motores	Motor Conductor Intermedio 4 al Molino 5 Tándem B	2ME67	3	5	A	2S	NA	2S	2S
410	Molinos	Motores	Motor Sistema de lubricación Farval 1 Molinos tándem B	2ME68	2	4	B	4S	NA	4S	4S
411	Molinos	Motores	Motor Sistema de Lubricación Farval 2 Molinos Tándem B	2ME69	2	4	B	4S	NA	4S	4S
412	Molinos	Motores	Motor Sistema lubricación Farval 3 Molinos tándem B	2ME70	2	4	B	4S	NA	4S	4S
413	Molinos	Motores	Motor Unidad hidráulica cabezotes tándem B	2ME71	2	4	B	4S	NA	4S	4S
414	Molinos	Motores	Motor sistema hidráulico donellys molinos tándem B	2ME72	2	4	B	4S	NA	4S	4S
415	Molinos	Motores	Motor Bomba Tanque de Jugo Primario Tándem B	2ME73	3	5	A	2S	NA	2S	2S
416	Molinos	Motores	Motor Bomba Tanque de Jugo Mezclado Tándem B	2ME74	3	5	A	2S	NA	2S	2S
417	Molinos	Motores	Motor Bomba Tanque de Jugo Primario Colado Tándem B	2ME75	3	5	A	2S	NA	2S	2S
418	Molinos	Motores	Motor Bomba Tanque de Jugo Mezclado Colado Tándem B	2ME76	3	5	A	2S	NA	2S	2S
419	Molinos	Motores	Motor bomba auxiliar de jugo Molinos Tándem B	2ME77	3	5	A	2S	NA	2S	2S
420	Molinos	Motores	Motor movimiento Filtro drum tomel TB	2ME78	3	5	A	2S	NA	2S	2S
421	Molinos	Motores	Motor Conductor sin fin 1 TB	2ME79	3	5	A	2S	NA	2S	2S
422	Molinos	Motores	Motor Conductor sin fin 2 TB	2ME80	3	5	A	2S	NA	2S	2S
423	Molinos	Motores	Motor 1 Imbibición Molinos	2ME81	2	4	B	4S	NA	4S	4S
424	Molinos	Motores	Motor Bomba 2 Imbibición Molinos	2ME82	2	4	B	4S	NA	4S	4S
425	Molinos	Motores	Motor 4 movimiento izquierda grúa 40 toneladas TB	2ME83	2	4	B	4S	NA	4S	4S
426	Molinos	Motores	Motor 3 movimiento derecha grúa 40 toneladas TB	2ME84	2	4	B	4S	NA	4S	4S
427	Molinos	Motores	Motor 1 levante grúa 40 toneladas TB	2ME85	2	4	B	4S	NA	4S	4S
428	Molinos	Motores	Motor 2 movimiento carro grúa 40 toneladas TB	2ME86	2	4	B	4S	NA	4S	4S
429	Molinos	Motores	Motor movimiento izquierda grúa ABUS	2ME87	2	4	B	4S	NA	4S	4S
430	Molinos	Motores	Motor movimiento derecha grúa ABUS	2ME88	2	4	B	4S	NA	4S	4S
431	Molinos	Motores	Motor levante grúa ABUS	2ME89	2	4	B	4S	NA	4S	4S
432	Molinos	Motores	Motor 1 movimiento carro grúa ABUS	2ME90	2	4	B	4S	NA	4S	4S
433	Molinos	Motores	Motor 2 movimiento carro grúa ABUS	2ME91	2	4	B	4S	NA	4S	4S
434	Manejo de Azúcar	Motores	Motor 2 Movimiento Grúa Puente No. 2 de 8 Ton B.P	8ME15 3	5	5	A	2S	NA	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

435	Manejo de Azúcar	Motores	Motor 2 Movimiento Grúa Puente 10 Ton B.P.T. No. 10	8ME15 4	5	5	A	2S	NA	2S	2S
436	Molinos	Motores	Motor 1 enfriamiento Transformador Molinos tándem A	2ME92	2	4	B	4S	NA	4S	4S
437	Molinos	Motores	Motor 2 enfriamiento Transformador Molinos tándem A	2ME93	2	4	B	4S	NA	4S	4S
438	Molinos	Motores	Motor 1 enfriamiento Transformador molino 1 tándem B	2ME94	2	4	B	4S	NA	4S	4S
439	Molinos	Motores	Motor 2 enfriamiento Transformador molino 1 tándem B	2ME95	2	4	B	4S	NA	4S	4S
440	Molinos	Motores	Motor 3 enfriamiento Transformador molino 1 tándem B	2ME96	2	4	B	4S	NA	4S	4S
441	Molinos	Motores	Motor 4 enfriamiento Transformador molino 1 tándem B	2ME97	2	4	B	4S	NA	4S	4S
442	Molinos	Motores	Motor 5 enfriamiento Transformador molino 1 tándem B	2ME98	2	4	B	4S	NA	4S	4S
443	Molinos	Motores	Motor 1 enfriamiento Transformador 2 Molino tándem B	2ME99	2	4	B	4S	NA	4S	4S
444	Molinos	Motores	Motor 2 enfriamiento Transformador 2 Molino tándem B	2ME10 0	2	4	B	4S	NA	4S	4S
445	Molinos	Motores	Motor 1 enfriamiento Transformador 3 Molinos tándem B	2ME10 1	2	4	B	4S	NA	4S	4S
446	Molinos	Motores	Motor 2 enfriamiento Transformador 3 Molinos tándem B	2ME10 2	2	4	B	4S	NA	4S	4S
447	Clarificación	Motores	Motor bomba Tanque agua imbibición	3ME16 6	2	4	B	4S	NA	4S	4S
448	Clarificación	Motores	Motor extractor torre sulfitación L1	3ME1	2	4	B	4S	NA	4S	4S
449	Clarificación	Motores	Motor inyección cal jugo alcalizado L1	3ME2	2	4	B	4S	NA	4S	4S
450	Clarificación	Motores	Motor 1 Jugo Alcalizado L1	3ME3	2	4	B	4S	NA	4S	4S
451	Clarificación	Motores	Motor 2 Jugo Alcalizado L1	3ME4	2	4	B	4S	NA	4S	4S
452	Clarificación	Motores	Motor condensados 1er efecto L1	3ME5	2	4	B	4S	NA	4S	4S
453	Clarificación	Motores	Motor Condensados 2do efecto Calentador 2 L1	3ME6	2	4	B	4S	NA	4S	4S
454	Clarificación	Motores	Motor Condensados calentadores 3er efecto L1	3ME7	2	4	B	4S	NA	4S	4S
455	Clarificación	Motores	Motor aux. Tanque 1 y 2 Condesados de Calentadores L1	3ME8	2	4	B	4S	NA	4S	4S
456	Clarificación	Motores	Motor 1 tanque TAI L1	3ME9	2	4	B	4S	NA	4S	4S
457	Clarificación	Motores	Motor 2 tanque TAI L1	3ME10	2	4	B	4S	NA	4S	4S
458	Clarificación	Motores	Motor Preparador Floculante clarificadores jugo L1	3ME11	2	4	B	4S	NA	4S	4S
459	Clarificación	Motores	Motor 1 tanque Dosificador Floculante clarificador jugo L1	3ME12	2	4	B	4S	NA	4S	4S
460	Clarificación	Motores	Motor 2 tanque Dosificador Floculante clarificador jugo L1	3ME13	2	4	B	4S	NA	4S	4S
461	Clarificación	Motores	Motor Tanque Floculador de Meladura L1	3ME14	2	4	B	4S	NA	4S	4S
462	Clarificación	Motores	Motor movimiento clarificador 1 L1	3ME15	2	4	B	4S	NA	4S	4S
463	Clarificación	Motores	Motor Movimiento Clarificador 2 L1	3ME16	2	4	B	4S	NA	4S	4S
464	Clarificación	Motores	Motor movimiento diafragma 1 Clarificador 2 L1	3ME17	2	4	B	4S	NA	4S	4S
465	Clarificación	Motores	Motor movimiento diafragma 2 Clarificador 2 L1	3ME18	2	4	B	4S	NA	4S	4S
466	Clarificación	Motores	Motor Liquidación Clarificadores 1, 2, y 3 L1	3ME19	2	4	B	4S	NA	4S	4S
467	Clarificación	Motores	Motor Movimiento Clarificador 3 L1	3ME20	2	4	B	4S	NA	4S	4S
468	Clarificación	Motores	Motor Movimiento Tanque Recibidor de Cachaza	3ME21	2	4	B	4S	NA	4S	4S
469	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque Recibidor de Cachaza	3ME22	2	4	B	4S	NA	4S	4S
470	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque Recibidor de Cachaza	3ME23	2	4	B	4S	NA	4S	4S
471	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 1 L1	3ME24	4	4	A	2S	NA	2S	2S
472	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 2 L1	3ME25	4	4	A	2S	NA	2S	2S
473	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 3 L1	3ME26	4	4	A	2S	NA	2S	2S
474	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 4 L1	3ME27	4	4	A	2S	NA	2S	2S
475	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 5 L1	3ME28	4	4	A	2S	NA	2S	2S
476	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 6 L1	3ME29	4	4	A	2S	NA	2S	2S
477	Clarificación	Motores	Motor 1 inyección cal para filtro banda	3ME30	2	3	B	4S	NA	4S	4S
478	Clarificación	Motores	Motor 2 inyección cal para filtro banda	3ME31	2	3	B	4S	NA	4S	4S
479	Clarificación	Motores	Motor 1 Jugo Claro L1	3ME32	2	4	B	4S	NA	4S	4S
480	Clarificación	Motores	Motor 2 Jugo Claro L1	3ME33	2	4	B	4S	NA	4S	4S
481	Clarificación	Motores	Motor movimiento clarificador de meladura L1	3ME34	2	3	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

482	Clarificación	Motores	Motor 1 Meladura No Clarificada L1	3ME35	2	3	B	4S	NA	4S	4S
483	Clarificación	Motores	Motor 2 Meladura No Clarificada L1	3ME36	2	3	B	4S	NA	4S	4S
484	Clarificación	Motores	Motor 1 Meladura Clarificada L1	3ME37	2	3	B	4S	NA	4S	4S
485	Clarificación	Motores	Motor 2 Meladura Clarificada L1	3ME38	2	3	B	4S	NA	4S	4S
486	Clarificación	Motores	Motor Tanque 1 Preparación Floculante meladura L1	3ME39	2	3	B	4S	NA	4S	4S
487	Clarificación	Motores	Motor tanque 2 Dosificación Floculante meladura L1	3ME40	2	3	B	4S	NA	4S	4S
488	Clarificación	Motores	Motor Movimiento Tanque Dosificación cal meladura L1	3ME41	2	3	B	4S	NA	4S	4S
489	Clarificación	Motores	Motor Tanque Dosificación cal meladura L1	3ME42	2	3	B	4S	NA	4S	4S
490	Clarificación	Motores	Motor movimiento tanque floculador meladura L1	3ME43	2	3	B	4S	NA	4S	4S
491	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque espuma clarificador meladura L1	3ME44	2	3	B	4S	NA	4S	4S
492	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque espuma clarificador meladura L1	3ME45	2	3	B	4S	NA	4S	4S
493	Clarificación	Motores	Motor Aireador L1	3ME46	2	3	B	4S	NA	4S	4S
494	Clarificación	Motores	Motor 1 Sistema Hidráulico Clarificación L1	3ME47	2	3	B	4S	NA	4S	4S
495	Clarificación	Motores	Motor 2 Sistema Hidráulico Clarificación L1	3ME48	2	3	B	4S	NA	4S	4S
496	Clarificación	Motores	Motor inyección de azufre L2	3ME49	2	3	B	4S	NA	4S	4S
497	Clarificación	Motores	Motor Extractor 1 Torre de Sulfitación L2	3ME50	2	3	B	4S	NA	4S	4S
498	Clarificación	Motores	Motor extractor 2 torre de Sulfitación L2	3ME51	2	3	B	4S	NA	4S	4S
499	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque Jugo Alcalizado L2	3ME52	2	3	B	4S	NA	4S	4S
500	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque Jugo Alcalizado L2	3ME53	2	3	B	4S	NA	4S	4S
501	Clarificación	Motores	Motor inyección cal a tanque jugo alcalizado L2	3ME54	2	3	B	4S	NA	4S	4S
502	Clarificación	Motores	Motor agitador Tanque Preparador Floculante L2	3ME55	2	3	B	4S	NA	4S	4S
503	Clarificación	Motores	Motor 1 tanque Dosificador Floculante L2	3ME56	2	3	B	4S	NA	4S	4S
504	Clarificación	Motores	Motor 2 tanque Dosificador Floculante L2	3ME57	2	3	B	4S	NA	4S	4S
505	Clarificación	Motores	Motor 1 Movimiento Clarificador 4 L2	3ME58	2	3	B	4S	NA	4S	4S
506	Clarificación	Motores	Motor 1 Extracción Cachaza Clarificador 4 L2	3ME59	2	3	B	4S	NA	4S	4S
507	Clarificación	Motores	Motor Liquidación Clarificador de Jugo 4 L2	3ME60	2	3	B	4S	NA	4S	4S
508	Clarificación	Motores	Motor 1 Condensados Calentadores 1er Efecto L2	3ME61	2	3	B	4S	NA	4S	4S
509	Clarificación	Motores	Motor 2 Condensados Calentadores 1er Efecto L2	3ME62	2	3	B	4S	NA	4S	4S
510	Clarificación	Motores	Motor Condensados Calentadores 2do Efecto L2	3ME63	2	3	B	4S	NA	4S	4S
511	Clarificación	Motores	Motor 1 Condensados Calentadores 3er Efecto L2	3ME64	2	3	B	4S	NA	4S	4S
512	Clarificación	Motores	Motor 2 Condesados Calentadores 2do y 3er Efecto L2	3ME65	2	3	B	4S	NA	4S	4S
513	Clarificación	Motores	Motor 1 TAI L2	3ME66	2	4	B	4S	NA	4S	4S
514	Clarificación	Motores	Motor 2 TAI L2	3ME67	2	4	B	4S	NA	4S	4S
515	Clarificación	Motores	Motor 1 Soda de Calentadores L1	3ME68	2	3	B	4S	NA	4S	4S
516	Clarificación	Motores	Motor 2 soda calentadores L1	3ME69	2	3	B	4S	NA	4S	4S
517	Clarificación	Motores	Motor Soda Calentadores L2	3ME70	2	3	B	4S	NA	4S	4S
518	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 1 L2	3ME71	4	4	A	2S	NA	2S	2S
519	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 2 L2	3ME72	4	4	A	2S	NA	2S	2S
520	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 3 L2	3ME73	4	4	A	2S	NA	2S	2S
521	Clarificación	Motores	Motor Filtro Eriez 4 L2	3ME74	4	4	A	2S	NA	2S	2S
522	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque de jugo claro L2	3ME75	2	4	B	4S	NA	4S	4S
523	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque de jugo claro L2	3ME76	2	4	B	4S	NA	4S	4S
524	Clarificación	Motores	Motor agitador Tanque 1 Preparación Sacarato L2	3ME77	2	3	B	4S	NA	4S	4S
525	Clarificación	Motores	Motor Dosificación Sacarato L2	3ME78	2	3	B	4S	NA	4S	4S
526	Clarificación	Motores	Motor agitador Preparación Floculante meladura L2	3ME79	2	3	B	4S	NA	4S	4S
527	Clarificación	Motores	Motor Tanque 2 Dosificación Floculante L2	3ME80	2	3	B	4S	NA	4S	4S
528	Clarificación	Motores	Motor Movimiento Tanque Floculador Meladura L2	3ME81	2	3	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

529	Clarificación	Motores	Motor reductor Tanque Dosificación decolorante L2	3ME82	2	3	B	4S	NA	4S	4S
530	Clarificación	Motores	Bomba Tanque Dosificación Ácido fosfórico L2	3ME83	2	3	B	4S	NA	4S	4S
531	Clarificación	Motores	Motor agitador Tanque reacción Aireador L2	3ME84	2	3	B	4S	NA	4S	4S
532	Clarificación	Motores	Motor Movimiento Clarificador Meladura L2	3ME85	2	3	B	4S	NA	4S	4S
533	Clarificación	Motores	Motor 1 Meladura no Clarificada L2	3ME86	2	3	B	4S	NA	4S	4S
534	Clarificación	Motores	Motor 2 Meladura no Clarificada L2	3ME87	2	3	B	4S	NA	4S	4S
535	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque Meladura ClarificadaL2	3ME88	2	3	B	4S	NA	4S	4S
536	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque Meladura Clarificada L2	3ME89	2	3	B	4S	NA	4S	4S
537	Clarificación	Motores	Motor movimiento Filtro Banda 1	3ME90	2	3	B	4S	NA	4S	4S
538	Clarificación	Motores	Motor movimiento Filtro Banda 2	3ME91	2	3	B	4S	NA	4S	4S
539	Clarificación	Motores	Motor Ventilador de vacío Filtro de Banda 1	3ME92	2	3	B	4S	NA	4S	4S
540	Clarificación	Motores	Motor Ventilador de vacío Filtro banda 2	3ME93	2	3	B	4S	NA	4S	4S
541	Clarificación	Motores	Motor tanque mezclador dinámico filtro banda	3ME94	2	3	B	4S	NA	4S	4S
542	Clarificación	Motores	Motor Unidad Hidráulica Tolva de Cachaza	3ME95	2	3	B	4S	NA	4S	4S
543	Clarificación	Motores	Motor preparación de floculante	3ME96	2	3	B	4S	NA	4S	4S
544	Clarificación	Motores	Motor dosificador de floculante 1	3ME97	2	3	B	4S	NA	4S	4S
545	Clarificación	Motores	Motor Movimiento dosificador de floculante 2	3ME98	2	3	B	4S	NA	4S	4S
546	Clarificación	Motores	Motor dosificador de floculante 2	3ME99	2	3	B	4S	NA	4S	4S
547	Clarificación	Motores	Motor auxiliar dosificador de floculante 2	3ME100	2	3	B	4S	NA	4S	4S
548	Clarificación	Motores	Motor Tanque Madurador de Floculante Filtro Banda	3ME101	2	3	B	4S	NA	4S	4S
549	Clarificación	Motores	Motor 1 agua caliente filtros banda	3ME102	2	3	B	4S	NA	4S	4S
550	Clarificación	Motores	Motor 2 agua caliente filtros banda	3ME103	2	3	B	4S	NA	4S	4S
551	Clarificación	Motores	Motor Auxiliar Lavado de Telas Filtro de Banda	3ME104	2	3	B	4S	NA	4S	4S
552	Clarificación	Motores	Motor lavado de torta filtros banda	3ME105	2	3	B	4S	NA	4S	4S
553	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque de Jugo Filtrado Filtros de Cachaza	3ME106	2	3	B	4S	NA	4S	4S
554	Clarificación	Motores	Motor 1 jugo filtrado	3ME107	2	3	B	4S	NA	4S	4S
555	Clarificación	Motores	Motor 2 jugo filtrado	3ME108	2	3	B	4S	NA	4S	4S
556	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque de Agua Caliente	3ME109	2	3	B	4S	NA	4S	4S
557	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque de Agua Caliente	3ME110	2	3	B	4S	NA	4S	4S
558	Clarificación	Motores	Motor Tanque Preparador de Lechada de Cal 1	3ME111	2	3	B	4S	NA	4S	4S
559	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque Preparador de Lechada de Cal 1	3ME112	2	3	B	4S	NA	4S	4S
560	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque Preparador de Lechada de Cal 1	3ME113	2	3	B	4S	NA	4S	4S
561	Clarificación	Motores	Motor movimiento Tanque Preparador de Lechada 2	3ME114	2	3	B	4S	NA	4S	4S
562	Clarificación	Motores	Motor 1 Tanque Preparador de Lechada 2	3ME115	2	3	B	4S	NA	4S	4S
563	Clarificación	Motores	Motor 2 Tanque Preparador de Lechada 2	3ME116	2	3	B	4S	NA	4S	4S
564	Evaporación	Motores	Motor Transferencia Evaporador 9 L1	4ME1	2	3	B	4S	NA	4S	4S
565	Evaporación	Motores	Motor Transferencia Evaporador 10 L1	4ME2	2	3	B	4S	NA	4S	4S
566	Evaporación	Motores	Motor vacío Evaporador 11 L1	4ME3	4	4	A	2S	NA	2S	2S
567	Evaporación	Motores	Motor vacío Evaporador 12 L1	4ME4	4	4	A	2S	NA	2S	2S
568	Evaporación	Motores	Motor 1 meladura evaporador 12 L1	4ME5	2	3	B	4S	NA	4S	4S
569	Evaporación	Motores	Motor 2 meladura evaporador 12 L1	4ME6	2	3	B	4S	NA	4S	4S
570	Evaporación	Motores	Motor Condensados No. 1 a Bloque 4 y 5	4ME7	2	3	B	4S	NA	4S	4S
571	Evaporación	Motores	Motor Condensados No. 2 a Bloque 4 y 5	4ME8	2	3	B	4S	NA	4S	4S
572	Evaporación	Motores	Motor 1 condensados 1er efecto evaporación L1	4ME9	2	3	B	4S	NA	4S	4S
573	Evaporación	Motores	Motor 2 condensados 1er efecto evaporación L1	4ME10	2	3	B	4S	NA	4S	4S
574	Evaporación	Motores	Motor 1 condensados 2do efecto evaporación L1	4ME11	2	3	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

575	Evaporación	Motores	Motor 2 condensados 2do efecto evaporación L1	4ME12	2	3	B	4S	NA	4S	4S
576	Evaporación	Motores	Motor 1 condensados 3er efecto L1	4ME13	2	3	B	4S	NA	4S	4S
577	Evaporación	Motores	Motor 1 condensador 4to y 5to Efecto evaporación L1	4ME14	2	3	B	4S	NA	4S	4S
578	Evaporación	Motores	Motor 2 condensador 4to y 5to Efecto evaporación L1	4ME15	2	3	B	4S	NA	4S	4S
579	Evaporación	Motores	Motor 1 Soda Evaporadores L1	4ME16	2	3	B	4S	NA	4S	4S
580	Evaporación	Motores	Motor 2 Soda Evaporadores L1	4ME17	2	3	B	4S	NA	4S	4S
581	Evaporación	Motores	Motor 1 condensados liquido-liquido L1	4ME18	2	3	B	4S	NA	4S	4S
582	Evaporación	Motores	Motor 2 condensados liquido-liquido L1	4ME19	2	3	B	4S	NA	4S	4S
583	Evaporación	Motores	Motor Hidrolavadora L1	4ME20	3	5	A	2S	NA	2S	2S
584	Evaporación	Motores	Motor alimentación Hidrolavadora L1	4ME21	3	5	A	2S	NA	2S	2S
585	Evaporación	Motores	Motor Evaporadores 1er Efecto L2	4ME22	2	3	B	4S	NA	4S	4S
586	Evaporación	Motores	Motor 1 Evaporadores 2do Efecto L2	4ME23	2	3	B	4S	NA	4S	4S
587	Evaporación	Motores	Motor 1 Evaporador 9 3er Efecto L2	4ME24	2	3	B	4S	NA	4S	4S
588	Evaporación	Motores	Motor 2 Evaporador 9 3er Efecto L2	4ME25	2	3	B	4S	NA	4S	4S
589	Evaporación	Motores	Motor 1 Evaporador 10 4to efecto L2	4ME26	2	3	B	4S	NA	4S	4S
590	Evaporación	Motores	Motor 2 Evaporador 10 4to efecto L2	4ME27	2	3	B	4S	NA	4S	4S
591	Evaporación	Motores	Motor 1 Evaporador 11 5to Efecto L2	4ME28	2	3	B	4S	NA	4S	4S
592	Evaporación	Motores	Motor 2 Evaporador 11 5to Efecto L2	4ME29	2	3	B	4S	NA	4S	4S
593	Evaporación	Motores	Motor liquidación evaporadores L2	4ME30	2	3	B	4S	NA	4S	4S
594	Evaporación	Motores	Motor Condensador barométrico Evaporador 11 L2	4ME31	3	4	B	4S	NA	4S	4S
595	Evaporación	Motores	Motor Vacío Evaporador 12 Quinto Efecto L2	4ME32	3	5	A	2S	NA	2S	2S
596	Evaporación	Motores	Motor 1 Recibidor de Meladura Evaporador 12 L2	4ME33	2	3	B	4S	NA	4S	4S
597	Evaporación	Motores	Motor 2 Taque Recibidor de Meladura Evaporador 12 L2	4ME34	2	3	B	4S	NA	4S	4S
598	Evaporación	Motores	Motor 1 Condensados 1er Efecto evaporación L2	4ME35	2	3	B	4S	NA	4S	4S
599	Evaporación	Motores	Motor 2 Condensados 1er Efecto evaporación L2	4ME36	2	3	B	4S	NA	4S	4S
600	Evaporación	Motores	Motor 1 Condensados 2do Efecto evaporación L2	4ME37	2	3	B	4S	NA	4S	4S
601	Evaporación	Motores	Motor 2 Condensados 2do Efecto evaporación L2	4ME38	2	3	B	4S	NA	4S	4S
602	Evaporación	Motores	Motor Tanque de Soda de Evaporadores L2	4ME39	2	3	B	4S	NA	4S	4S
603	Evaporación	Motores	Motor 1 Condensados 4to Y 5to Efecto Evaporadores L2	4ME40	2	3	B	4S	NA	4S	4S
604	Evaporación	Motores	Motor 2 Condensados 4to Y 5to Efecto Evaporadores L2	4ME41	2	3	B	4S	NA	4S	4S
605	Evaporación	Motores	Motor Hidrolavadora L2	4ME42	3	5	A	2S	NA	2S	2S
606	Tachos	Motores	Motor 1 vacío tacho continuo	5ME1	3	5	A	2S	NA	2S	2S
607	Tachos	Motores	Motor 2 vacío tacho continuo	5ME2	3	5	A	2S	NA	2S	2S
608	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tacho Batch	5ME3	3	5	A	2S	NA	2S	2S
609	Tachos	Motores	Motor vacío Condensador barométrico Tacho Batch	5ME4	3	5	A	2S	NA	2S	2S
610	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque Semilla Limpieza B L1	5ME5	2	2	B	4S	NA	4S	4S
611	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque Magma L1	5ME6	2	2	B	4S	NA	4S	4S
612	Tachos	Motores	Motor 1 meladura Cabeza constante L1	5ME7	2	2	B	4S	NA	4S	4S
613	Tachos	Motores	Motor 2 meladura Cabeza constante L1	5ME8	2	2	B	4S	NA	4S	4S
614	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque granero A L1	5ME9	2	2	B	4S	NA	4S	4S
615	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque granero B L1	5ME10	2	2	B	4S	NA	4S	4S
616	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque sello A Tacho Continuo	5ME11	2	2	B	4S	NA	4S	4S
617	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque sello B Tacho Continuo	5ME12	2	2	B	4S	NA	4S	4S
618	Tachos	Motores	Motor 1 movimiento Tanque semillero L1	5ME13	2	2	B	4S	NA	4S	4S
619	Tachos	Motores	Motor 2 movimiento Tanque semillero L1	5ME14	2	2	B	4S	NA	4S	4S
620	Tachos	Motores	Motor 1 Tanque Semillero alimentación Tacho Continuo	5ME15	2	2	B	4S	NA	4S	4S
621	Tachos	Motores	Motor 2 Tanque Semillero alimentación Tacho Continuo	5ME16	2	2	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

622	Tachos	Motores	Motor 1 Movimiento Tanque Masa 1era L1	5ME17	2	2	B	4S	NA	4S	4S
623	Tachos	Motores	Motor 2 Movimiento Tanque Masa 1era L1	5ME18	2	2	B	4S	NA	4S	4S
624	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 1 L1	5ME19	3	5	A	2S	NA	2S	2S
625	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tacho 2 L1	5ME20	3	5	A	2S	NA	2S	2S
626	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 2 L1	5ME21	3	5	A	2S	NA	2S	2S
627	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 3 L1	5ME22	3	5	A	2S	NA	2S	2S
628	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 4 L1	5ME23	3	5	A	2S	NA	2S	2S
629	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 5 L1	5ME24	3	5	A	2S	NA	2S	2S
630	Tachos	Motores	Motor movimiento tacho 6 L1	5ME25	3	5	A	2S	NA	2S	2S
631	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 6 L1	5ME26	3	5	A	2S	NA	2S	2S
632	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 7 L1	5ME27	3	5	A	2S	NA	2S	2S
633	Tachos	Motores	Motor Vacío tacho 8 L1	5ME28	3	5	A	2S	NA	2S	2S
634	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 9 L1	5ME29	3	5	A	2S	NA	2S	2S
635	Tachos	Motores	Motor Auxiliar general vacío tachos L1	5ME30	3	5	A	2S	NA	2S	2S
636	Tachos	Motores	Motor 1 Unidad hidráulica Tachos L1	5ME31	2	2	B	4S	NA	4S	4S
637	Tachos	Motores	Motor 2 Unidad hidráulica Tachos L1	5ME32	2	2	B	4S	NA	4S	4S
638	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 1 masa 2da L1	5ME33	2	2	B	4S	NA	4S	4S
639	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 2 masa 2da L1	5ME34	2	2	B	4S	NA	4S	4S
640	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador Vertical 1 L1	5ME35	2	2	B	4S	NA	4S	4S
641	Tachos	Motores	Motor Bomba 1 Liquidación Cristalizador Vertical 1 L1	5ME36	2	2	B	4S	NA	4S	4S
642	Tachos	Motores	Motor Bomba 2 Liquidación Cristalizador Vertical 1 L1	5ME37	2	2	B	4S	NA	4S	4S
643	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador Vertical 2 L1	5ME38	3	5	A	2S	NA	2S	2S
644	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador Vertical 3 L1	5ME39	3	5	A	2S	NA	2S	2S
645	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 3 masa 2da L1	5ME40	3	5	A	2S	NA	2S	2S
646	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 4 masa 2da L1	5ME41	3	5	A	2S	NA	2S	2S
647	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 5 masa 2da L1	5ME42	3	5	A	2S	NA	2S	2S
648	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 6 masa 2da L1	5ME43	3	5	A	2S	NA	2S	2S
649	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 7 masa 2da L1	5ME44	3	5	A	2S	NA	2S	2S
650	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque semillero 1 Recibidor 3era L1	5ME45	2	3	B	4S	NA	4S	4S
651	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque semillero 2 Recibidor 3era L1	5ME46	2	3	B	4S	NA	4S	4S
652	Tachos	Motores	Motor Tanque General Recibidor de soplos tachos L1	5ME47	2	3	B	4S	NA	4S	4S
653	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 1 masa 3ra L1	5ME48	2	3	B	4S	NA	4S	4S
654	Tachos	Motores	Motor 1 de trasiego masa 3era hacia verticales de L1	5ME49	2	3	B	4S	NA	4S	4S
655	Tachos	Motores	Motor 2 de trasiego masa 3era hacia verticales de L1	5ME50	2	3	B	4S	NA	4S	4S
656	Tachos	Motores	Motor Movimiento Cristalizador 2 masa 3ra L1	5ME51	2	3	B	4S	NA	4S	4S
657	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque Magma 3ra L1	5ME52	2	3	B	4S	NA	4S	4S
658	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque Disolutor de Magma L1	5ME53	2	3	B	4S	NA	4S	4S
659	Tachos	Motores	Motor 1 Condensados de Tachos L1	5ME54	2	3	B	4S	NA	4S	4S
660	Tachos	Motores	Motor 2 Condensados de Tachos L1	5ME55	2	3	B	4S	NA	4S	4S
661	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque Semillero Limpieza L1	5ME56	2	3	B	4S	NA	4S	4S
662	Tachos	Motores	Motor Tanque No.1 preparador de mezcla masas 3eras L1	5ME57	2	3	B	4S	NA	4S	4S
663	Tachos	Motores	Motor mov. Tanque No.1 preparador de mezcla 3eras L1	5ME58	2	3	B	4S	NA	4S	4S
664	Tachos	Motores	Motor Tanque No.2 preparador de mezcla masas 3eras L1	5ME59	2	3	B	4S	NA	4S	4S
665	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque No. 2 Rectificador Magma L1	5ME60	2	3	B	4S	NA	4S	4S
666	Tachos	Motores	Motor agitador tacho 1 L2	5ME61	2	3	B	4S	NA	4S	4S
667	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 1 L2	5ME62	3	5	A	2S	NA	2S	2S
668	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 2 L2	5ME63	3	5	A	2S	NA	2S	2S
669	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 3 L2	5ME64	3	5	A	2S	NA	2S	2S
670	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 4 L2	5ME65	3	5	A	2S	NA	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

671	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tacho 5 L2	5ME66	3	5	A	2S	NA	2S	2S
672	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 5 L2	5ME67	3	5	A	2S	NA	2S	2S
673	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tacho 6 L2	5ME68	3	5	A	2S	NA	2S	2S
674	Tachos	Motores	Motor Vacío Tacho 6 L2	5ME69	3	5	A	2S	NA	2S	2S
675	Tachos	Motores	Motor 1 Auxiliar Vacío Tachos L2	5ME70	3	5	A	2S	NA	2S	2S
676	Tachos	Motores	Motor 2 Auxiliar Vacío Tachos L2	5ME71	3	5	A	2S	NA	2S	2S
677	Tachos	Motores	Motor Tanque 2 Disolutor de Magma L2	5ME72	2	3	B	4S	NA	4S	4S
678	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque disolutor 2 L2	5ME73	2	3	B	4S	NA	4S	4S
679	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque Magma 2da L2	5ME74	2	3	B	4S	NA	4S	4S
680	Tachos	Motores	Motor movimiento preparador masas 3eras L1	5ME75	2	3	B	4S	NA	4S	4S
681	Tachos	Motores	Motor Tanque mezclador tachos L2	5ME76	2	3	B	4S	NA	4S	4S
682	Tachos	Motores	Motor Movimiento Tanque Granero de 1ra L2	5ME77	2	3	B	4S	NA	4S	4S
683	Tachos	Motores	Motor 1 Unidad Hidráulica L2	5ME78	2	3	B	4S	NA	4S	4S
684	Tachos	Motores	Motor 2 Unidad Hidráulica L2	5ME79	2	3	B	4S	NA	4S	4S
685	Tachos	Motores	Motor movimiento semillero de 2da 1 L2	5ME80	2	3	B	4S	NA	4S	4S
686	Tachos	Motores	Motor movimiento semillero de 2da 2 L2	5ME81	2	3	B	4S	NA	4S	4S
687	Tachos	Motores	Motor 1 Movimiento Masa 1era L2 (Recibidor)	5ME82	2	3	B	4S	NA	4S	4S
688	Tachos	Motores	Motor 2 Movimiento Masa 1era L2 (Recibidor)	5ME83	2	3	B	4S	NA	4S	4S
689	Tachos	Motores	Motor 1 Tanque de Masa 2da L2	5ME84	2	3	B	4S	NA	4S	4S
690	Tachos	Motores	Motor 1 Tanque de Condensados Tachos L2	5ME85	2	3	B	4S	NA	4S	4S
691	Tachos	Motores	Motor 2 Tanque de Condensados Tachos L2	5ME86	2	3	B	4S	NA	4S	4S
692	Tachos	Motores	Motor Tanque Disolutor de Miel A y Meladura Tachos L2	5ME87	2	3	B	4S	NA	4S	4S
693	Tachos	Motores	Motor 1 Condensados Tachos Batch y Continuo	5ME88	2	3	B	4S	NA	4S	4S
694	Tachos	Motores	Motor 2 Condensados Tachos Batch y Continuo	5ME89	2	3	B	4S	NA	4S	4S
695	Centrifugas	Motores	Motor Movimiento Tanque Disolutor Miel 2da L1	6ME1	2	3	B	4S	NA	4S	4S
696	Centrifugas	Motores	Motor lubricación centrifugas 1ra L1	6ME2	3	5	A	2S	NA	2S	2S
697	Centrifugas	Motores	Motor Principal Centrifuga 1 de 1ra L1	6ME3	3	5	A	2S	NA	2S	2S
698	Centrifugas	Motores	Motor de Enfriamiento Centrifuga 1 de 1era L1	6ME4	3	5	A	2S	NA	2S	2S
699	Centrifugas	Motores	Motor principal Centrifuga 2 1ra L1	6ME5	3	5	A	2S	NA	2S	2S
700	Centrifugas	Motores	Motor de Enfriamiento Centrifuga 2 de 1era L1	6ME6	3	5	A	2S	NA	2S	2S
701	Centrifugas	Motores	Motor principal Centrifuga 3 1ra L1	6ME7	3	5	A	2S	NA	2S	2S
702	Centrifugas	Motores	Motor de Enfriamiento Centrifuga 3 de 1era L1	6ME8	3	5	A	2S	NA	2S	2S
703	Centrifugas	Motores	Motor principal Centrifuga 4 1ra L1	6ME9	3	5	A	2S	NA	2S	2S
704	Centrifugas	Motores	Motor de Enfriamiento Centrifuga 4 de 1era L1	6ME10	3	5	A	2S	NA	2S	2S
705	Centrifugas	Motores	Motor principal Centrifuga 5 de 1ra L1	6ME11	3	5	A	2S	NA	2S	2S
706	Centrifugas	Motores	Motor reversa Centrifuga 5 de 1ra L1	6ME12	3	5	A	2S	NA	2S	2S
707	Centrifugas	Motores	Motor principal Centrifuga 6 de 1ra L1	6ME13	3	5	A	2S	NA	2S	2S
708	Centrifugas	Motores	Motor reversa Centrifuga 6 de 1ra L1	6ME14	3	5	A	2S	NA	2S	2S
709	Centrifugas	Motores	Motor 1 lavado de centrifugas 1ra L1	6ME15	2	3	B	4S	NA	4S	4S
710	Centrifugas	Motores	Motor 2 lavado de centrifugas 1ra L1	6ME16	2	3	B	4S	NA	4S	4S
711	Centrifugas	Motores	Motor Tanque Disolutor Miel 1ra L1	6ME17	2	3	B	4S	NA	4S	4S
712	Centrifugas	Motores	Motor 1 Recibidor miel 1ra L1	6ME18	2	3	B	4S	NA	4S	4S
713	Centrifugas	Motores	Motor 2 Recibidor miel 1ra L1	6ME19	2	3	B	4S	NA	4S	4S
714	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga 1 de 2da L1	6ME20	3	4	B	4S	NA	4S	4S
715	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga 2 de 2da L1	6ME21	3	4	B	4S	NA	4S	4S
716	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 3 L1	6ME22	3	4	B	4S	NA	4S	4S
717	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 4 L1	6ME23	3	4	B	4S	NA	4S	4S
718	Centrifugas	Motores	Motor Movimiento Recibidor de Magma 2da L1	6ME24	2	3	B	4S	NA	4S	4S
719	Centrifugas	Motores	Motor 1 Recibidor de Magma 2da L1	6ME25	2	3	B	4S	NA	4S	4S
720	Centrifugas	Motores	Motor 2 Recibidor de Magma 2da L1	6ME26	2	3	B	4S	NA	4S	4S
721	Centrifugas	Motores	Motor Conductor sin fin conductor magma 2da L1	6ME27	2	3	B	4S	NA	4S	4S
722	Centrifugas	Motores	Motor 2 Miel 2da L1	6ME28	2	3	B	4S	NA	4S	4S
723	Centrifugas	Motores	Motor 1 Miel 2da L1	6ME29	2	3	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

724	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 3ra 1 L1	6ME30	3	5	A	2S	NA	2S	2S
725	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 3ra 2 L1	6ME31	3	5	A	2S	NA	2S	2S
726	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 3ra 3 L1	6ME32	3	5	A	2S	NA	2S	2S
727	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 3ra 4 L1	6ME33	3	5	A	2S	NA	2S	2S
728	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 1 L1	6ME34	3	5	A	2S	NA	2S	2S
729	Centrifugas	Motores	Motor Movimiento Recibidor Magma 3ra L1	6ME35	2	3	B	4S	NA	4S	4S
730	Centrifugas	Motores	Motor 1 Recibidor Magma 3ra L1	6ME36	2	3	B	4S	NA	4S	4S
731	Centrifugas	Motores	Motor 2 Recibidor de Magma 3ra L1	6ME37	2	3	B	4S	NA	4S	4S
732	Centrifugas	Motores	Motor Conductor sin fin magma 3ra L1	6ME38	2	3	B	4S	NA	4S	4S
733	Centrifugas	Motores	Motor 1 Recibidor de Miel Final Caliente L1	6ME39	2	3	B	4S	NA	4S	4S
734	Centrifugas	Motores	Motor 2 Recibidor de Miel Final Caliente L1	6ME40	2	3	B	4S	NA	4S	4S
735	Centrifugas	Motores	Motor 1 Tanque Recibidor de Miel Final Fría L1	6ME41	2	3	B	4S	NA	4S	4S
736	Centrifugas	Motores	Motor 2 Tanque Recibidor de Miel Final Fría L1	6ME42	2	3	B	4S	NA	4S	4S
737	Centrifugas	Motores	Motor 1 lubricación Centrifugas de 2da y 3raL1	6ME43	2	3	B	4S	NA	4S	4S
738	Centrifugas	Motores	Motor 2 lubricación Centrifugas de 2da y 3ra L1	6ME44	2	3	B	4S	NA	4S	4S
739	Centrifugas	Motores	Motor 1 Condensados Lavado Centrifugas L1	6ME45	2	3	B	4S	NA	4S	4S
740	Centrifugas	Motores	Motor 2 Condensados Lavado de Centrifugas L1	6ME46	2	3	B	4S	NA	4S	4S
741	Centrifugas	Motores	Motor 3 Condensados Lavado de Centrifugas L1	6ME47	2	3	B	4S	NA	4S	4S
742	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 1 L2	6ME48	3	4	B	4S	NA	4S	4S
743	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 2 L2	6ME49	3	4	B	4S	NA	4S	4S
744	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 3 L2	6ME50	3	4	B	4S	NA	4S	4S
745	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 4 L2	6ME51	3	4	B	4S	NA	4S	4S
746	Centrifugas	Motores	Motor Centrifuga de 2da 5 L2	6ME52	3	4	B	4S	NA	4S	4S
747	Centrifugas	Motores	Motor 1 recibidor Miel de 2da L2	6ME53	2	3	B	4S	NA	4S	4S
748	Centrifugas	Motores	Motor 2 recibidor Miel de 2da L2	6ME54	2	3	B	4S	NA	4S	4S
749	Centrifugas	Motores	Motor Movimiento recibidor Magma 2da L2	6ME55	2	3	B	4S	NA	4S	4S
750	Centrifugas	Motores	Motor 1 recibidor Magma 2da L2	6ME56	2	3	B	4S	NA	4S	4S
751	Centrifugas	Motores	Motor 2 recibidor Magma 2da L2	6ME57	2	3	B	4S	NA	4S	4S
752	Centrifugas	Motores	Motor movimiento Conductor sin fin magma 2da L2	6ME58	2	3	B	4S	NA	4S	4S
753	Centrifugas	Motores	Motor 1 Unidad de lubricación centrifugas 2da L2	6ME59	2	3	B	4S	NA	4S	4S
754	Centrifugas	Motores	Motor 2 Unidad de lubricación centrifugas 2da L2	6ME60	2	3	B	4S	NA	4S	4S
755	Centrifugas	Motores	Motor Principal Centrifuga Bach 1 L2	6ME61	3	5	A	2S	NA	2S	2S
756	Centrifugas	Motores	Motor Reversa Centrifuga Bach 1 L2	6ME62	3	5	A	2S	NA	2S	2S
757	Centrifugas	Motores	Motor Principal Centrifuga Bach 2 L2	6ME63	3	5	A	2S	NA	2S	2S
758	Centrifugas	Motores	Motor Reversa Centrifuga Bach 2 L2	6ME64	3	5	A	2S	NA	2S	2S
759	Centrifugas	Motores	Motor Principal Centrifuga Bach 3 L2	6ME65	3	5	A	2S	NA	2S	2S
760	Centrifugas	Motores	Motor Reversa Centrifuga Bach 3 L2	6ME66	3	5	A	2S	NA	2S	2S
761	Centrifugas	Motores	Motor Principal Centrifuga Bach 4 L2	6ME67	3	5	A	2S	NA	2S	2S
762	Centrifugas	Motores	Motor Reversa Centrifuga Bach 4 L2	6ME68	3	5	A	2S	NA	2S	2S
763	Centrifugas	Motores	Motor principal Centrifuga 5 1ra L2	6ME69	3	5	A	2S	NA	2S	2S
764	Centrifugas	Motores	Motor de Enfriamiento Centrifuga 5 de 1ra L2	6ME70	2	2	B	4S	NA	4S	4S
765	Centrifugas	Motores	Motor 1 lavado de centrifugas L2	6ME71	2	2	B	4S	NA	4S	4S
766	Centrifugas	Motores	Motor 2 lavado de centrifugas L2	6ME72	2	2	B	4S	NA	4S	4S
767	Centrifugas	Motores	Motor 1 Recibidor Miel 1era L2	6ME73	2	2	B	4S	NA	4S	4S
768	Centrifugas	Motores	Motor 2 Recibidor Miel 1era L2	6ME74	2	2	B	4S	NA	4S	4S
769	Centrifugas	Motores	Motor 1 de lubricación Centrifugas de 1ra L2	6ME75	2	2	B	4S	NA	4S	4S
770	Centrifugas	Motores	Motor 2 de lubricación Centrifugas de 1ra L2	6ME76	2	2	B	4S	NA	4S	4S
771	Centrifugas	Motores	Motor 1 de Enfriamiento Transformador Centrifugas L1	6ME77	2	2	B	4S	NA	4S	4S
772	Centrifugas	Motores	Motor 2 de Enfriamiento Transformador Centrifugas L1	6ME78	2	2	B	4S	NA	4S	4S
773	Manejo de azúcar	Motores	Motor conductor de azúcar 1 L1	8ME1	3	5	A	2S	NA	2S	2S
774	Manejo de azúcar	Motores	Motor Ventilador Conductor 1 banda de azúcar crudo L1	8ME2	3	4	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

775	Manejo de azúcar	Motores	Motor elevador de azúcar 1 L1	8ME3	3	5	A	2S	NA	2S	2S
776	Manejo de azúcar	Motores	Motor elevador de azúcar 2 L1	8ME4	3	5	A	2S	NA	2S	2S
777	Manejo de azúcar	Motores	Motor conductor de azúcar 2 L1	8ME5	3	5	A	2S	NA	2S	2S
778	Manejo de azúcar	Motores	Motor Conductor azúcar 3 L1	8ME6	3	5	A	2S	NA	2S	2S
779	Manejo de azúcar	Motores	Motor Conductor azúcar 4 L1	8ME7	3	5	A	2S	NA	2S	2S
780	Manejo de azúcar	Motores	Motor Conductor azúcar 5 L1	8ME8	3	5	A	2S	NA	2S	2S
781	Manejo de azúcar	Motores	Motor Movimiento Conductor Banda de azúcar 1 L2	8ME9	3	5	A	2S	NA	2S	2S
782	Manejo de azúcar	Motores	Motor Ventilador inyector conductor de azúcar 1 L2	8ME10	3	4	B	4S	NA	4S	4S
783	Manejo de azúcar	Motores	Motor Ventilador Extractor Conductor de azúcar 1 L2	8ME11	3	4	B	4S	NA	4S	4S
784	Manejo de azúcar	Motores	Motor elevador de azúcar 1 L2	8ME12	3	5	A	2S	NA	2S	2S
785	Manejo de azúcar	Motores	Motor elevador de azúcar 2 L2	8ME13	3	5	A	2S	NA	2S	2S
786	Manejo de azúcar	Motores	Motor Conductor Banda de Azúcar 2 L2	8ME14	3	5	A	2S	NA	2S	2S
787	Manejo de azúcar	Motores	Motor Ventilador inyector conductor de azúcar 2 L2	8ME15	3	4	B	4S	NA	4S	4S
788	Manejo de azúcar	Motores	Motor extractor de aire 1 conductor de azúcar 2 L2	8ME16	3	4	B	4S	NA	4S	4S
789	Manejo de azúcar	Motores	Motor extractor de aire 2 conductor de azúcar 2 L2	8ME17	3	4	B	4S	NA	4S	4S
790	Manejo de azúcar	Motores	Motor conductor de azúcar 3 L2	8ME18	3	5	A	2S	NA	2S	2S
791	Manejo de azúcar	Motores	Motor Ventilador Inyector conductor de azúcar 3 L2	8ME19	3	4	B	4S	NA	4S	4S
792	Manejo de azúcar	Motores	Motor conductor de azúcar 4 L2	8ME20	3	5	A	2S	NA	2S	2S
793	Manejo de azúcar	Motores	Motor extractor conductor de azúcar 4 L2	8ME21	3	5	A	2S	NA	2S	2S
794	Manejo de azúcar	Motores	Motor ventilador inyector conductor de azúcar 4 L2	8ME22	3	4	B	4S	NA	4S	4S
795	Manejo de azúcar	Motores	Motor Movimiento Secadora Rotativa de Azúcar	8ME23	3	5	A	2S	NA	2S	2S
796	Manejo de azúcar	Motores	Motor Movimiento Gusano Secadora Rotativa de Azúcar	8ME24	3	5	A	2S	NA	2S	2S
797	Manejo de azúcar	Motores	Motor ventilador secadora de Azúcar	8ME25	3	5	A	2S	NA	2S	2S
798	Manejo de azúcar	Motores	Motor movimiento Enfriadora Rotativa de Azúcar	8ME26	3	5	A	2S	NA	2S	2S
799	Manejo de azúcar	Motores	Motor Ventilador Enfriadora Rotativa de Azúcar	8ME27	3	5	A	2S	NA	2S	2S
800	Manejo de azúcar	Motores	Motor Gusano Sin Fin desvío de azúcar crudo a L2	8ME28	3	5	A	2S	NA	2S	2S
801	Manejo de azúcar	Motores	Motor Elevador de Azúcar 3 Bodega de Jumbos	8ME29	3	5	A	2S	NA	2S	2S
802	Manejo de azúcar	Motores	Motor Movimiento Zaranda Para Azúcar BPT	8ME30	3	4	B	4S	NA	4S	4S
803	Manejo de azúcar	Motores	Motor 1 Tanque Agua Fría (Disolutor Terrones de Azúcar)	8ME31	3	4	B	4S	NA	4S	4S
804	Manejo de azúcar	Motores	Motor 2 Tanque Agua Fría (Disolutor Terrones de Azúcar)	8ME32	3	4	B	4S	NA	4S	4S
805	Manejo de azúcar	Motores	Motor Llenadora de Sacos	8ME33	2	2	B	4S	NA	4S	4S
805	Manejo de azúcar	Motores	Motor Llenadora de Sacos	8ME33	2	2	B	4S	NA	4S	4S
806	Agua de procesos	Motores	Motor de rechazo 1	7ME1	4	4	A	2S	NA	2S	2S
807	Agua de procesos	Motores	Motor de rechazo 2	7ME2	4	4	A	2S	NA	2S	2S
808	Agua de procesos	Motores	Motor de rechazo 3	7ME3	4	4	A	2S	NA	2S	2S
809	Agua de procesos	Motores	Motor inyección 1	7ME4	4	4	A	2S	NA	2S	2S
810	Agua de procesos	Motores	Motor inyección 2	7ME5	4	4	A	2S	NA	2S	2S
811	Agua de procesos	Motores	Motor inyección 3	7ME6	4	4	A	2S	NA	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

812	Agua de procesos	Motores	Motor inyección 4	7ME7	4	4	A	2S	NA	2S	2S
813	Agua de procesos	Motores	Motor inyección 5	7ME8	4	4	A	2S	NA	2S	2S
814	Agua de procesos	Motores	Motor inyección 6	7ME9	4	4	A	2S	NA	2S	2S
815	Agua de procesos	Motores	Motor 2 de Inyección Filtros de Cachaza	7ME10	2	2	B	4S	NA	4S	4S
816	Agua de procesos	Motores	Motor 1 rechazo torre de enfriamiento	7ME11	4	4	A	2S	NA	2S	2S
817	Agua de procesos	Motores	Motor 2 rechazo torre de enfriamiento	7ME12	4	4	A	2S	NA	2S	2S
818	Agua de procesos	Motores	Motor 2 inyección torre de enfriamiento	7ME13	4	4	A	2S	NA	2S	2S
819	Agua de procesos	Motores	Motor bomba 1 Tanque Elevado	7ME14	4	4	A	2S	NA	2S	2S
820	Agua de procesos	Motores	Motor bomba 2 Tanque Elevado	7ME15	4	4	A	2S	NA	2S	2S
821	Agua de procesos	Motores	Motor 1 Tanque reserva condensados fábrica	7ME16	2	2	B	4S	NA	4S	4S
822	Agua de procesos	Motores	Motor 2 Tanque reserva condensados fábrica	7ME17	2	2	B	4S	NA	4S	4S
823	Agua de procesos	Motores	Motor 1 Tanque de Agua Clorada	7ME18	2	2	B	4S	NA	4S	4S
824	Agua de procesos	Motores	Motor 2 Tanque de Agua Clorada	7ME19	2	2	B	4S	NA	4S	4S
825	Agua de procesos	Motores	Motor 1 Torre Enfriamiento Bombas de Vacío	7ME20	2	3	B	4S	NA	4S	4S
826	Agua de procesos	Motores	Motor 2 Torre Enfriamiento Bombas Vacío	7ME21	2	3	B	4S	NA	4S	4S
827	Agua de procesos	Motores	Motor bomba 1 Torre Enfriamiento Bombas Vacío	7ME22	2	3	B	4S	NA	4S	4S
828	Agua de procesos	Motores	Motor bomba 2 Torre Enfriamiento Bombas Vacío	7ME23	2	3	B	4S	NA	4S	4S
829	Agua de procesos	Motores	Motor 1 de Inyección Agua Caliente Verticales	7ME24	2	2	B	4S	NA	4S	4S
830	Agua de procesos	Motores	Motor 2 de Inyección Agua Fría Verticales	7ME25	2	2	B	4S	NA	4S	4S
831	Patio de caña	Panel Eléctrico	Panel del Electro-Imán Conductor de Caña 2	1PE1	2	5	B	4S	NA	4S	4S
832	Patio de caña	Panel Eléctrico	Panel Eléctrico Breakers Troceadoras Lado A y B Mesa 1	1PE2	2	5	B	4S	NA	4S	4S
833	Patio de caña	Panel Eléctrico	Panel Eléctrico CCM Patio de Caña	1PE3	2	5	B	4S	NA	4S	4S
834	Patio de caña	Panel Eléctrico	Panel Arrancador Suave 350 HP Troceadora A Mesa 2	1PE4	2	5	B	4S	NA	4S	4S
835	Patio de caña	Panel Eléctrico	Panel Arrancador Suave 350 HP Troceadora B Mesa 2	1PE5	2	5	B	4S	NA	4S	4S
836	Patio de caña	Panel Eléctrico	Gabinete 6 arrancadores directos rodillos de limpieza	1PE6	2	5	B	4S	NA	4S	4S
837	Patio de caña	Panel Eléctrico	Switchboard 4000 Amperios 480 V, CCM Patio de Caña	1PE7	2	5	B	4S	NA	4S	4S
838	Patio de caña	Panel Eléctrico	Panel Electroimán 2 conductor caña 2	1PE8	2	5	B	4S	NA	4S	4S
839	Molinos	Panel Eléctrico	Panel A CCM Molinos tandem B	2PE1	2	5	B	4S	NA	4S	4S
840	Molinos	Panel Eléctrico	Panel B CCM Molinos tandem B	2PE2	2	5	B	4S	NA	4S	4S
841	Molinos	Panel Eléctrico	Panel C CCM Molinos tandem B	2PE3	2	5	B	4S	NA	4S	4S
842	Molinos	Panel Eléctrico	Panel D CCM Molinos tandem B	2PE4	2	5	B	4S	NA	4S	4S
843	Molinos	Panel Eléctrico	Panel E CCM Molinos tandem B	2PE5	2	5	B	4S	NA	4S	4S
844	Molinos	Panel Eléctrico	Panel F CCM Molinos tandem B	2PE6	2	5	B	4S	NA	4S	4S
845	Molinos	Panel Eléctrico	Panel G CCM Molinos tandem B	2PE7	2	5	B	4S	NA	4S	4S
846	Molinos	Panel Eléctrico	Panel H CCM Molinos tandem B	2PE8	2	5	B	4S	NA	4S	4S
847	Molinos	Panel Eléctrico	Panel I CCM Molinos tandem B	2PE9	2	5	B	4S	NA	4S	4S
848	Molinos	Panel Eléctrico	Panel J CCM Molinos tandem B	2PE10	2	5	B	4S	NA	4S	4S
849	Molinos	Panel Eléctrico	Panel K CCM Molinos tandem B	2PE11	2	5	B	4S	NA	4S	4S
850	Molinos	Panel Eléctrico	Panel L CCM Molinos tandem B	2PE12	2	5	B	4S	NA	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

851	Molinos	Panel Eléctrico	Panel M CCM Molinos tándem B	2PE13	2	5	B	4S	NA	4S	4S
852	Molinos	Panel Eléctrico	Medición Barra 4.16 Kv Motores Molinos tándem B	2PE14	2	5	B	4S	NA	4S	4S
853	Molinos	Panel Eléctrico	Interruptor Principal Barra 4.16 Kv Molinos tándem B	2PE15	2	5	B	4S	NA	4S	4S
854	Molinos	Panel Eléctrico	Interruptor Principal Variador Molino 1 tándem B	2PE16	2	5	B	4S	NA	4S	4S
855	Molinos	Panel Eléctrico	Interruptor Principal Variador Molino 2 tándem B	2PE17	2	5	B	4S	NA	4S	4S
856	Molinos	Panel Eléctrico	Interruptor Principal Variador Molino 3 tándem B	2PE18	2	5	B	4S	NA	4S	4S
857	Molinos	Panel Eléctrico	Interruptor Principal Variador Molino 4 tándem B	2PE19	2	5	B	4S	NA	4S	4S
858	Molinos	Panel Eléctrico	Interruptor Principal Variador Molino 5 tándem B	2PE20	2	5	B	4S	NA	4S	4S
859	Molinos	Panel Eléctrico	Tablero 1 Breakers A/C CCM Variadores tándem B	2PE21	2	5	B	4S	NA	4S	4S
860	Molinos	Panel Eléctrico	Tablero 2 Breakers A/C CCM Variadores tándem B	2PE22	2	5	B	4S	NA	4S	4S
861	Molinos	Panel Eléctrico	Tablero 3 Breakers A/C CCM Variadores tándem B	2PE23	2	5	B	4S	NA	4S	4S
862	Molinos	Panel Eléctrico	Tablero 4 Breakers A/C CCM Variadores tándem B	2PE24	2	5	B	4S	NA	4S	4S
863	Clarificación	Panel Eléctrico	Panel 1 Alimentación Fabrica L2	3PE1	2	5	B	4S	NA	4S	4S
864	Clarificación	Panel Eléctrico	Panel 2 Alimentación Fabrica L2	3PE2	2	5	B	4S	NA	4S	4S
865	Clarificación	Panel Eléctrico	Panel 3 Distribución Alimentación Fabrica L2	3PE3	2	5	B	4S	NA	4S	4S
866	Clarificación	Panel Eléctrico	Panel Board I- line 800A Filtros de Cachaza	3PE4	2	5	B	4S	NA	4S	4S
867	Evaporación	Panel Eléctrico	Panel Arrancadores IEC Conductores de azúcar L1	4PE1	2	5	B	4S	NA	4S	4S
868	Evaporación	Panel Eléctrico	Panel 2 Alimentación Evaporación L2	4PE2	2	5	B	4S	NA	4S	4S
869	Evaporación	Panel Eléctrico	Panel 1 Alimentación Evaporación L2	4PE3	2	5	B	4S	NA	4S	4S
870	Tachos	Panel Eléctrico	Tablero 5 distribución fábrica de crudo	5PE1	2	5	B	4S	NA	4S	4S
871	Tachos	Panel Eléctrico	Tablero 4 distribución fábrica de crudo	5PE2	2	5	B	4S	NA	4S	4S
872	Tachos	Panel Eléctrico	Tablero 3 distribución fábrica de crudo	5PE3	2	5	B	4S	NA	4S	4S
873	Tachos	Panel Eléctrico	Tablero 2 distribución fábrica de crudo	5PE4	2	5	B	4S	NA	4S	4S
874	Tachos	Panel Eléctrico	Tablero 1 distribución fábrica de crudo	5PE5	2	5	B	4S	NA	4S	4S
875	Centrifugas	Panel Eléctrico	Panel 1 Eléctrico 480V Centrifugas de 2da y 3era L1	6PE1	2	5	B	4S	NA	4S	4S
876	Centrifugas	Panel Eléctrico	Panel 2 Eléctrico 480V Centrifugas de 2da y 3era L1	6PE2	2	5	B	4S	NA	4S	4S
877	Centrifugas	Panel Eléctrico	Panel CCM Centrifugas de 2da y 3ra 2do nivel	6PE3	2	5	B	4S	NA	4S	4S
878	Patio de caña	Reductores	Reductor Movimiento Mesa 2A	1RS1	4	5	A	2S	NA	2S	2S
879	Patio de caña	Reductores	Reductor Movimiento Mesa 2B	1RS2	4	5	A	2S	NA	2S	2S
880	Patio de caña	Reductores	Reductor Rastra de Recuperación 1 (bajo mesa 2)	1RS3	3	5	A	2S	NA	2S	2S
881	Patio de caña	Reductores	Reductor Rastra recuperación 2 (hacia conductor de caña)	1RS4	3	5	A	2S	NA	2S	2S
882	Patio de caña	Reductores	Reductor Movimiento Mesa 3A	1RS5	3	5	A	2S	NA	2S	2S
883	Patio de caña	Reductores	Reductor Nivelador mesa 3A	1RS6	3	5	A	2S	NA	2S	2S
884	Patio de caña	Reductores	Reductor 1 Rodos Limpieza Mesa 3A	1RS7	3	5	A	2S	NA	2S	2S
885	Patio de caña	Reductores	Reductor 2 Rodos Limpieza Mesa 3A	1RS8	3	5	A	2S	NA	2S	2S
886	Patio de caña	Reductores	Reductor 3 Rodos Limpieza Mesa 3A	1RS9	3	5	A	2S	NA	2S	2S
887	Patio de caña	Reductores	Reductor Movimiento Mesa 3B	1RS10	3	5	A	2S	NA	2S	2S
888	Patio de caña	Reductores	Reductor Nivelador Mesa 3B	1RS11	3	5	A	2S	NA	2S	2S
889	Patio de caña	Reductores	Reductor 1 Rodo Limpieza mesa 3B	1RS12	3	5	A	2S	NA	2S	2S
890	Patio de caña	Reductores	Reductor 2 Rodos Limpieza mesa 3B	1RS13	3	5	A	2S	NA	2S	2S
891	Patio de caña	Reductores	Reductor 3 Rodos de Limpieza mesa 3B	1RS14	3	5	A	2S	NA	2S	2S
892	Patio de caña	Reductores	Reductor Pateador mesa 3	1RS15	3	5	A	2S	NA	2S	2S
893	Patio de caña	Reductores	Reductor Cond. 1 Limpieza de Caña	1RS16	3	5	A	2S	NA	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

894	Patio de caña	Reductores	Reductor Cond. 2 Limpieza de Caña	1RS17	3	5	A	2S	2S	2S	2S
895	Patio de caña	Reductores	Reductor Cond. 3 Limpieza de Caña	1RS18	3	5	A	2S	2S	2S	2S
896	Patio de caña	Reductores	Reductor Cond. 4 Limpieza de Caña	1RS19	3	5	A	2S	2S	2S	2S
897	Patio de caña	Reductores	Reductor Cond. 5 Limpieza de Caña	1RS20	3	5	A	2S	2S	2S	2S
898	Patio de caña	Reductores	Reductor Cond. de caña 1	1RS21	3	5	A	2S	2S	2S	2S
899	Patio de caña	Reductores	Reductor Nivelador Conductor de Caña 2A	1RS22	3	5	A	2S	2S	2S	2S
900	Patio de caña	Reductores	Reductor Movimiento Conductor de Caña 2B	1RS23	3	5	A	2S	2S	2S	2S
901	Patio de caña	Reductores	Reductor Movimiento Conductor de Caña 3	1RS24	3	5	A	2S	2S	2S	2S
902	Patio de caña	Reductores	Reductor Nivelador conductor de caña 3	1RS25	3	5	A	2S	2S	2S	2S
903	Patio de caña	Reductores	Reductor 1 Movimiento Rodos Tolva de Basura Patio	1RS26	3	5	A	2S	2S	2S	2S
904	Patio de caña	Reductores	Reductor 2 Movimiento Rodos Tolva de Basura Patio	1RS27	3	5	A	2S	2S	2S	2S
905	Patio de caña	Reductores	Reductor Desfibradora (A)	1RS28	3	5	A	2S	2S	2S	2S
906	Patio de caña	Reductores	Reductor Desfibradora (B)	1RS29	3	5	A	2S	2S	2S	2S
907	Patio de caña	Reductores	Reductor Rodo alimentador Desfibradora	1RS30	3	5	A	2S	2S	2S	2S
908	Patio de caña	Reductores	Reductor Picadora	1RS31	3	5	A	2S	2S	2S	2S
909	Patio de caña	Reductores	Reductor Pre-Cuchilla	1RS32	3	5	A	2S	2S	2S	2S
910	Molinos	Reductores	Reductor principal Molino 1B	2RS1	3	5	A	2S	2S	2S	2S
911	Molinos	Reductores	Reductor maza cañera Molino 1B	2RS2	3	5	A	2S	2S	2S	2S
912	Molinos	Reductores	Reductor maza bagacera Molino 1B	2RS3	3	5	A	2S	2S	2S	2S
913	Molinos	Reductores	Reductor principal Molino 2B	2RS4	3	5	A	2S	2S	2S	2S
914	Molinos	Reductores	Reductor maza cañera Molino 2B	2RS5	3	5	A	2S	2S	2S	2S
915	Molinos	Reductores	Reductor maza bagacera Molino 2B	2RS6	3	5	A	2S	2S	2S	2S
916	Molinos	Reductores	Reductor principal Molino 3B	2RS7	3	5	A	2S	2S	2S	2S
917	Molinos	Reductores	Reductor maza cañera Molino 3B	2RS8	3	5	A	2S	2S	2S	2S
918	Molinos	Reductores	Reductor maza bagacera Molino 3B	2RS9	3	5	A	2S	2S	2S	2S
919	Molinos	Reductores	Reductor principal Molino 4B	2RS10	3	5	A	2S	2S	2S	2S
920	Molinos	Reductores	Reductor maza bagacera Molino 4B	2RS11	3	5	A	2S	2S	2S	2S
921	Molinos	Reductores	Reductor maza cañera Molino 4B	2RS12	3	5	A	2S	2S	2S	2S
922	Molinos	Reductores	Reductor principal Molino 5B	2RS13	3	5	A	2S	2S	2S	2S
923	Molinos	Reductores	Reductor maza cañera Molino 5B	2RS14	3	5	A	2S	2S	2S	2S
924	Molinos	Reductores	Reductor maza bagacera Molino 5B	2RS15	3	5	A	2S	2S	2S	2S
925	Molinos	Reductores	Reductor Donelly 1B	2RS16	3	5	A	2S	2S	2S	2S
926	Molinos	Reductores	Reductor Donelly 2B	2RS17	3	5	A	2S	2S	2S	2S
927	Molinos	Reductores	Reductor Donelly 3B	2RS18	3	5	A	2S	2S	2S	2S
928	Molinos	Reductores	Reductor Donelly 4B	2RS19	3	5	A	2S	2S	2S	2S
929	Molinos	Reductores	Reductor sistema de lubricación Farval 1 molinos B	2RS20	3	4	B	4S	4S	4S	4S
930	Molinos	Reductores	Reductor Filtro drum tomel TB	2RS21	3	5	A	2S	2S	2S	2S
931	Molinos	Reductores	Reductor Conductor sin fin 1 TB	2RS22	3	5	A	2S	2S	2S	2S
932	Molinos	Reductores	Reductor Conductor sin fin 2 TB	2RS23	3	5	A	2S	2S	2S	2S
933	Molinos	Reductores	Reductor 4 movimiento derecha grúa 40 toneladas TB	2RS24	3	4	B	4S	4S	4S	4S
934	Molinos	Reductores	Reductor 3 movimiento izquierda grúa 40 toneladas TB	2RS25	3	4	B	4S	4S	4S	4S
935	Molinos	Reductores	Reductor 1 levante grúa 40 toneladas TB	2RS26	3	4	B	4S	4S	4S	4S
936	Molinos	Reductores	Reductor 2 movimiento carro grúa 40 toneladas TB	2RS27	3	4	B	4S	4S	4S	4S
937	Molinos	Reductores	Reductor movimiento izquierda grúa ABUS	2RS28	3	4	B	4S	4S	4S	4S
938	Molinos	Reductores	Reductor movimiento derecha grúa ABUS	2RS29	3	4	B	4S	4S	4S	4S
939	Molinos	Reductores	Reductor levante grúa ABUS	2RS30	3	4	B	4S	4S	4S	4S
940	Molinos	Reductores	Reductor 1 movimiento carro grúa ABUS	2RS31	3	4	B	4S	4S	4S	4S
941	Molinos	Reductores	Reductor 2 movimiento carro grúa ABUS	2RS32	3	4	B	4S	4S	4S	4S
942	Clarificación	Reductores	Reductor inyección cal jugo alcalizado L1	3RS1	2	3	B	4S	4S	4S	4S
943	Clarificación	Reductores	Reductor Preparador Floculante clarificadores jugo L1	3RS2	2	3	B	4S	4S	4S	4S
944	Clarificación	Reductores	Reductor 1 tanque Dosificador Floculante clarificadores L1	3RS3	2	3	B	4S	4S	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

945	Clarificación	Reductores	Reductor 2 Tanque Dosificador Floculante clarificadores L1	3RS4	2	3	B	4S	4S	4S	4S
946	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque de Floculador de Meladura L1	3RS5	2	3	B	4S	4S	4S	4S
947	Clarificación	Reductores	Reductor movimiento clarificador 1 L1	3RS6	2	3	B	4S	4S	4S	4S
948	Clarificación	Reductores	Reductor Movimiento Clarificador 2 L1	3RS7	2	3	B	4S	4S	4S	4S
949	Clarificación	Reductores	Reductor movimiento diafragma1 Clarificador 2 L1	3RS8	2	3	B	4S	4S	4S	4S
950	Clarificación	Reductores	Reductor movimiento diafragma 2 Clarificador 2 L1	3RS9	2	3	B	4S	4S	4S	4S
951	Clarificación	Reductores	Reductor Movimiento Clarificador 3 L1	3RS10	2	3	B	4S	4S	4S	4S
952	Clarificación	Reductores	Reductor Movimiento Tanque Recibidor de Cachaza	3RS11	2	3	B	4S	4S	4S	4S
953	Clarificación	Reductores	Reductor 1 Tanque Recibidor de Cachaza	3RS12	2	3	B	4S	4S	4S	4S
954	Clarificación	Reductores	Reductor 2 Tanque Recibidor de Cachaza	3RS13	2	3	B	4S	4S	4S	4S
955	Clarificación	Reductores	Reductor 1 Inyección cal para filtro banda	3RS14	2	3	B	4S	4S	4S	4S
956	Clarificación	Reductores	Reductor 2 Inyección cal para filtro banda	3RS15	2	3	B	4S	4S	4S	4S
957	Clarificación	Reductores	Reductor movimiento clarificador de meladura L1	3RS16	2	3	B	4S	4S	4S	4S
958	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque 1 Preparación Floculante meladura L1	3RS17	2	3	B	4S	4S	4S	4S
959	Clarificación	Reductores	Reductor tanque 2 Dosificación Floculante meladura L1	3RS18	2	3	B	4S	4S	4S	4S
960	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque Dosificación cal clarificador meladura L1	3RS19	2	3	B	4S	4S	4S	4S
961	Clarificación	Reductores	Reductor tanque floculador meladura L1	3RS20	2	3	B	4S	4S	4S	4S
962	Clarificación	Reductores	Reductor inyección de azufre L2	3RS21	2	3	B	4S	4S	4S	4S
963	Clarificación	Reductores	Reductor inyección cal a tanque jugo alcalizado L2	3RS22	2	3	B	4S	4S	4S	4S
964	Clarificación	Reductores	Reductor agitador Tanque Preparador Floculante L2	3RS23	2	3	B	4S	4S	4S	4S
965	Clarificación	Reductores	Reductor 1 tanque Dosificador Floculante L2	3RS24	2	3	B	4S	4S	4S	4S
966	Clarificación	Reductores	Reductor 2 Tanque Dosificador Floculante L2	3RS25	2	3	B	4S	4S	4S	4S
967	Clarificación	Reductores	Reductor 1 Movimiento Clarificador 4 L2	3RS26	2	3	B	4S	4S	4S	4S
968	Clarificación	Reductores	Reductor 1 Extracción Cachaza Clarificador 4 L2	3RS27	2	3	B	4S	4S	4S	4S
969	Clarificación	Reductores	Reductor agitador Tanque 1 Preparación Sacarato L2	3RS28	2	3	B	4S	4S	4S	4S
970	Clarificación	Reductores	Reductor bomba Dosificación Sacarato L2	3RS29	2	3	B	4S	4S	4S	4S
971	Clarificación	Reductores	Reductor agitador Preparación Floculante meladura L2	3RS30	2	3	B	4S	4S	4S	4S
972	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque 2 Dosificación Floculante L2	3RS31	2	3	B	4S	4S	4S	4S
973	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque Floculador Meladura L2	3RS32	2	3	B	4S	4S	4S	4S
974	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque Dosificación Acido fosfórico L2	3RS33	2	3	B	4S	4S	4S	4S
975	Clarificación	Reductores	Reductor Movimiento Clarificador Meladura L2	3RS34	2	3	B	4S	4S	4S	4S
976	Clarificación	Reductores	Reductor Movimiento Filtro Banda 1	3RS35	2	3	B	4S	4S	4S	4S
977	Clarificación	Reductores	Reductor Movimiento Filtro Banda 2	3RS36	2	3	B	4S	4S	4S	4S
978	Clarificación	Reductores	Reductor tanque mezclador dinámico filtro banda	3RS37	2	3	B	4S	4S	4S	4S
979	Clarificación	Reductores	Reductor preparación de floculante	3RS38	2	3	B	4S	4S	4S	4S
980	Clarificación	Reductores	Reductor dosificador de floculante 1	3RS39	2	3	B	4S	4S	4S	4S
981	Clarificación	Reductores	Reductor Movimiento dosificador de floculante 2	3RS40	2	3	B	4S	4S	4S	4S
982	Clarificación	Reductores	Reductor dosificador de floculante 2	3RS41	2	3	B	4S	4S	4S	4S
983	Clarificación	Reductores	Reductor auxiliar dosificador de floculante 2	3RS42	2	3	B	4S	4S	4S	4S
984	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque Madurador de Floculante Filtro Banda	3RS43	2	3	B	4S	4S	4S	4S
985	Clarificación	Reductores	Reductor Preparador de Lechada de Cal 1	3RS44	2	3	B	4S	4S	4S	4S
986	Clarificación	Reductores	Reductor Tanque Preparador de Lechada 2	3RS45	2	3	B	4S	4S	4S	4S
987	Tachos	Reductores	Reductor movimiento Tacho Batch	5RS1	2	3	B	4S	4S	4S	4S
988	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque Semilla Limpieza B L1	5RS2	2	3	B	4S	4S	4S	4S
989	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque Magma L1	5RS3	2	3	B	4S	4S	4S	4S
990	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque granero A L1	5RS4	3	5	A	2S	2S	2S	2S
991	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque granero B L1	5RS5	3	5	A	2S	2S	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

992	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque sello A Tacho Continuo	5RS6	2	3	B	4S	4S	4S	4S
993	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque sello B Tacho Continuo	5RS7	2	3	B	4S	4S	4S	4S
994	Tachos	Reductores	Reductor 1 Movimiento Tanque semillero L1	5RS8	3	5	A	2S	2S	2S	2S
995	Tachos	Reductores	Reductor 2 Movimiento Tanque semillero L1	5RS9	3	5	A	2S	2S	2S	2S
996	Tachos	Reductores	Reductor 1 Semillero alimentación Tacho Continuo	5RS10	3	5	A	2S	2S	2S	2S
997	Tachos	Reductores	Reductor 2 Semillero alimentación Tacho Continuo	5RS11	3	5	A	2S	2S	2S	2S
998	Tachos	Reductores	Reductor 1 Movimiento Tanque Masa 1era L1	5RS12	3	5	A	2S	2S	2S	2S
999	Tachos	Reductores	Reductor 2 Movimiento Tanque Masa 1era L1	5RS13	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1000	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tacho 2 L1	5RS14	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1001	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento tacho 6 L1	5RS15	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1002	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador 1 masa 2da L1	5RS16	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1003	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador 2 masa 2da L1	5RS17	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1004	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador Vertical 1 L1	5RS18	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1005	Tachos	Reductores	Reductor Bomba 1 Liquidación Cristalizador Vertical 1 L1	5RS19	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1006	Tachos	Reductores	Reductor Bomba 2 Liquidación Cristalizador Vertical 1 L1	5RS20	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1007	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador Vertical 2 L1	5RS21	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1008	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador Vertical 3 L1	5RS22	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1009	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador 3 masa 2da L1	5RS23	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1010	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador 4 masa 2da L1	5RS24	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1011	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador 5 masa 2da L1	5RS25	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1012	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador 6 masa 2da L1	5RS26	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1013	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Cristalizador 7 masa 2da L1	5RS27	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1014	Tachos	Reductores	Reductor semillero 1 Recibidor Pie de 3era L1	5RS28	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1015	Tachos	Reductores	Reductor Tanque semillero 2 Recibidor Pie de 3era L1	5RS29	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1016	Tachos	Reductores	Reductor Tanque General Recibidor de soplos tachos L1	5RS30	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1017	Tachos	Reductores	Reductor Cristalizador 1 masa 3ra L1	5RS31	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1018	Tachos	Reductores	Reductor 1 de trasiego masa 3era hacia verticales de L1	5RS32	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1019	Tachos	Reductores	Reductor 2 de trasiego masa 3era hacia verticales de L1	5RS33	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1020	Tachos	Reductores	Reductor Cristalizador 2 masa 3ra L1	5RS34	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1021	Tachos	Reductores	Reductor Tanque Magma 3ra L1	5RS35	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1022	Tachos	Reductores	Reductor Tanque Disolutor de Magma L1	5RS36	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1023	Tachos	Reductores	Reductor Tanque Semillero Limpieza L1	5RS37	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1024	Tachos	Reductores	Reductor Tanque No.1 masas 3eras línea 1	5RS38	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1025	Tachos	Reductores	Reductor Tanque No. 2 Rectificador de Magma L1	5RS39	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1026	Tachos	Reductores	Reductor agitador tacho 1 L2	5RS40	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1027	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tacho 5 L2	5RS41	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1028	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tacho 6 L2	5RS42	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1029	Tachos	Reductores	Reductor Tanque 2 disolutor de Magma L2	5RS43	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1030	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque disolutor 2 L2	5RS44	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1031	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque Magma 2da L2	5RS45	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1032	Tachos	Reductores	Reductor Movimiento Tanque No.2 masas 3eras línea 1	5RS46	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1033	Tachos	Reductores	Reductor de Movimiento Tanque Granero de 1ra L2	5RS47	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1034	Tachos	Reductores	Reductor de Movimiento semillero de 2da 1 L2	5RS48	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1035	Tachos	Reductores	Reductor de Movimiento semillero de 2da 2 L2	5RS49	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1036	Tachos	Reductores	Reductor 1 Movimiento Masa 1era L2 (Recibidor)	5RS50	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1037	Tachos	Reductores	Reductor 2 Movimiento Masa 1era L2 (Recibidor)	5RS51	2	3	B	4S	4S	4S	4S

Continuación del apéndice 1.

1038	Tachos	Reductores	Reductor 1 Tanque de Masa 2da L2	5RS52	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1039	Tachos	Reductores	Reductor Disolutor de Miel A y Meladura Tachos L2	5RS53	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1040	Centrifugas	Reductores	Reductor Disolutor Miel 2da L1	6RS1	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1041	Centrifugas	Reductores	Reductor Tanque Disolutor Miel 1ra L1	6RS2	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1042	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 Recibidor miel 1ra L1	6RS3	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1043	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 Recibidor miel 1ra L1	6RS4	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1044	Centrifugas	Reductores	Reductor Recibidor de Magma 2da L1	6RS5	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1045	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 Recibidor de Magma 2da L1	6RS6	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1046	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 Recibidor de Magma 2da L1	6RS7	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1047	Centrifugas	Reductores	Reductor Conductor sin fin conductor magma 2da L1	6RS8	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1048	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 Miel 2da L1	6RS9	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1049	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 Miel 2da L1	6RS10	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1050	Centrifugas	Reductores	Reductor Recibidor Magma 3ra L1	6RS11	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1051	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 Recibidor de Magma 3ra L1	6RS12	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1052	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 Recibidor de Magma 3ra L1	6RS13	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1053	Centrifugas	Reductores	Reductor Conductor sin fin magma 3ra L1	6RS14	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1054	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 Recibidor de Miel Final Caliente L1	6RS15	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1055	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 Recibidor de Miel Final Caliente L1	6RS16	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1056	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 Tanque Recibidor de Miel Final fría L1	6RS17	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1057	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 Tanque Recibidor de Miel Final fría L1	6RS18	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1058	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 recibidor Miel de 2da L2	6RS19	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1059	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 recibidor Miel de 2da L2	6RS20	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1060	Centrifugas	Reductores	Reductor recibidor Magma 2da L2	6RS21	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1061	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 recibidor Magma 2da L2	6RS22	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1062	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 recibidor Magma 2da L2	6RS23	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1063	Centrifugas	Reductores	Reductor Conductor sin fin magma 2da L2	6RS24	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1064	Centrifugas	Reductores	Reductor 1 Recibidor Miel 1era L2	6RS25	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1065	Centrifugas	Reductores	Reductor 2 Recibidor Miel 1era L2	6RS26	2	3	B	4S	4S	4S	4S
1066	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor conductor de azúcar 1 L1	8RS1	2	3	B	2S	2S	2S	2S
1067	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor elevador de azúcar 1 L1	8RS2	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1068	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor elevador de azúcar 2 L1	8RS3	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1069	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor conductor de azúcar 2 L1	8RS4	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1070	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Conductor azúcar 3 L1	8RS5	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1071	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Conductor azúcar 4 L1	8RS6	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1072	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Conductor azúcar 5 L1	8RS7	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1073	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Conductor Banda de Azúcar 1 L2	8RS8	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1074	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor elevador de azúcar 1 L2	8RS9	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1075	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor elevador de azúcar 2 L2	8RS10	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1076	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Conductor Banda de Azúcar 2 L2	8RS11	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1077	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor conductor de azúcar 3 L2	8RS12	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1078	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor conductor de azúcar 4 L2	8RS13	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1079	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Secadora Rotativa de Azúcar	8RS14	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1080	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Gusano Secador Rotativa de Azúcar	8RS15	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1081	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Enfriadora Rotativa de Azúcar	8RS16	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1082	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor desvío de azúcar crudo a línea de blanco	8RS17	3	5	A	2S	2S	2S	2S
1083	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Elevador de azúcar 3 Bodega de Jumbos	8RS18	3	5	A	2S	2S	2S	2S

Continuación del apéndice 1.

1084	Manejo de azúcar	Reductores	Reductor Llenadora de Sacos	8RS19	2	2	B	4S	4S	4S	4S
1085	Patio de caña	Transformadores	Transformador del Electro-Imán Conductor de Caña 2	1TF1	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1086	Molinos	Transformadores	Transformador 3,500 KVA Molinos tándem A	2TF1	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1087	Molinos	Transformadores	Transformador 10,000 KVA de Molinos tándem B	2TF2	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1088	Molinos	Transformadores	Transformador 2,500 KVA Barra tándem B	2TF3	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1089	Molinos	Transformadores	Transformador 2 Estrella Delta 3,500 KVA tándem B	2TF4	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1090	Molinos	Transformadores	Transformador 1 Estrella Delta 3,500 KVA tándem B	2TF5	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1091	Molinos	Transformadores	Transformador seco A/C CCM Planetarios tándem B	2TF6	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1092	Molinos	Transformadores	Transformador seco No. 5 a/c CCM planetarios tándem b	2TF11	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1093	Centrifugas	Transformadores	Transformador 1,500 KVA Centrifugas de L1	6TF1	1	5	B	4S	4S	4S	4S
1094	Manejo de azúcar	Transformadores	Transformador Sistema eléctrico Bodega de Jumbos	8TF1	1	5	B	4S	4S	4S	4S

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Cuestionario de generalidades de mantenimiento

ACTIVIDADES TÁCTICAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO

- Conceptualmente para efectos de programación un "Equipo Crítico" es:
 - Equipo dañado
 - Equipo prioritario para el proceso productivo
 - Equipo obsoleto
 - Equipo de alto costo económico
- Un "Aviso de Mantenimiento" hace referencia a:
 - Una señalización de taller
 - Una alarma sonora de falla de equipo
 - Un reporte de Operación dirigido a Mantenimiento por mal funcionamiento de equipo
 - Un reporte de mantenimiento sobre condición final de intervención de equipo
- El concepto de equipo o unidad disponible se aplica a:
 - Sistema apagado listo para ser puesto en servicio cuando operación lo requiera
 - Sistema en operación
 - Sistema en proceso de alistamiento posterior a una intervención
 - Sistema en proceso de reparación
- Cuando se detecta un mal funcionamiento en un equipo sin que amerite su salida de operación por razones de servicio, este puede ser incluido en una lista para una intervención de:
 - Mantenimiento Preventivo.
 - Mantenimiento Correctivo Programado
 - Mantenimiento Correctivo No Programado
 - Mantenimiento Predictivo

Continuación del apéndice 2.

5. Una "Desviación Operativa" es un evento que corresponde a:
 - a) Salida del programa e Operación por falla en equipos
 - b) Salida del programa de Operación por razones comerciales
 - c) Salida del programa de Operación por limitación de recursos
 - d) Salida del programa de Operación por decisiones administrativas

6. Un programa de parada de Unidad es:
 - a) Ejecución de actividades de mantenimiento con Unidad Parada y Disponible
 - b) Ejecución de actividades de mantenimiento con Unidad Parada e Indisponible
 - c) Ejecución de actividades de mantenimiento a equipos respaldo Parados con Unidad Operativa
 - d) Ejecución de actividades de mantenimiento con Unidad Parada por Salida de Emergencia o Disparo

7. Una acción de mantenimiento correctivo sobre un equipo reportado por operación puede ser atendida:
 - a) Dentro de un programa de parada con Unidad Disponible
 - b) Dentro de un programa de parada con Unidad Indisponible
 - c) Con unidad en operación, siempre y cuando el equipo este en seguridad
 - d) En todas las anteriores

8. Los recursos programables para la ejecución de actividades de mantenimiento son:
 - a) Personal de cada una de las disciplinas involucradas para la intervención
 - b) Equipos y Herramientas necesarios para la intervención
 - c) Subcontratistas y Terceros externos
 - d) Todos los anteriores

9. La definición del alcance de una intervención de mantenimiento correctivo de un equipo la establece:
 - a) El personal de Operación cuando genera la alerta
 - b) El personal de mantenimiento posterior a la inspección de diagnóstico
 - c) El fabricante del equipo
 - d) La Jefatura de Planta

10. Un programa de salida de Unidad a mantenimiento debe contemplar:
 - a) Actividades Preventivas periódicas, Inspecciones por variación de tendencias de predictivo y actividades correctivas programadas.
 - b) Solamente actividades Preventivas periódicas y Correctivo programado.
 - c) Solamente inspecciones por tendencias de predictivo y preventivo periódico.
 - d) Intervención preventiva de la totalidad de los equipos que conforman la Unidad.

11. El alcance y periodicidad de una intervención de mantenimiento preventivo de un equipo lo define:
 - a) El Operador
 - b) El Equipo de Mantenimiento
 - c) El Fabricante
 - d) La Jefatura de Planta

12. Los tiempos para la ejecución de una actividad de mantenimiento correctivo de un equipo los define:
 - a) Mantenimiento en dependencia del alcance y restricciones funcionales.
 - b) Operación en dependencia de las necesidades del servicio.
 - c) La jefatura de planta en dependencia de los compromisos comerciales.
 - d) El fabricante en dependencia del diseño del equipo.

Continuación del apéndice 2.

13. La definición de materiales para la ejecución de actividades de mantenimiento correctivo se caracteriza por:
- a) Depender del alcance solicitado por Operación
 - b) Depender de los presupuestos asignados por la Jefatura de planta
 - c) Depender de las inspecciones preliminares efectuadas por mantenimiento para valoración de daños
 - d) Depender de la información disponible en planos y manuales
14. El Permiso de Trabajo en una intervención de mantenimiento programado es un documento que:
- a) Respalda el programa de ejecución de mantenimiento.
 - b) Autoriza la entrega del equipo de operación a mantenimiento y su puesta en seguridad
 - c) Identifica los riesgos para la ejecución del trabajo
 - d) Autoriza el alcance de la intervención.
15. La puesta en seguridad de un equipo para la intervención de mantenimiento incluye:
- a) Apertura del Permiso de Trabajo
 - b) Colocación de bloqueos por parte de Operación
 - c) Colocación de bloqueos por parte del ejecutante de mantenimiento
 - d) Todas las anteriores
16. La Confiabilidad de un equipo posterior a una intervención de mantenimiento está relacionada con:
- a) Calidad de los repuestos
 - b) Mano de obra de la intervención
 - c) Nivel de envejecimiento del equipo
 - d) Todas las anteriores
17. La frecuencia para la intervención de un equipo es una variable asociada a:
- a) Mantenimiento Preventivo
 - b) Mantenimiento Predictivo
 - c) Mantenimiento Correctivo Programado
 - d) Mantenimiento Correctivo de Emergencia
18. Las tendencias obtenidas de las rutinas de mantenimiento predictivo buscan:
- a) Definir anticipadamente materiales y recursos para futuras intervenciones
 - b) Hacer más asertivas las paradas en dependencia de la condición optimizando la explotación del equipo
 - c) Identificar previamente los tiempos de intervención requeridos de próximas paradas
 - d) Identificar el nivel de envejecimiento
19. La motivación personal es un aspecto en la programación y asignación de tareas que:
- a) No es relevante porque de por sí el salario ya es un factor de motivación
 - b) Es relevante porque afecta calidad y confiabilidad por factores personales
 - c) Es un tema de competencia de HSE y no debe ser tenido en cuenta para asignar trabajos
 - d) Es un tema que solo se debe tratar en las evaluaciones periódicas de personal

ALINEACIÓN

1. De acuerdo con la Norma Técnica de Dibujo el símbolo de tolerancia mostrado a continuación indica la característica de:
- a) Redondez.
 - a) Cilindricidad.
 - b) Concentricidad.
 - c) Simetría.



Continuación del apéndice 2.

2. De acuerdo con la Norma Técnica de Dibujo el símbolo de tolerancia mostrado a continuación indica la característica de:

- a) Rectitud.
- b) Paralelismo.
- c) Inclinación.
- d) Posición.



3. De acuerdo con la Norma Técnica de Dibujo el símbolo de tolerancia mostrado a continuación indica la característica de:

- a) Redondez.
- b) Cilindricidad.
- c) Concentricidad.
- d) Posición.



4. De acuerdo con la Norma Técnica de Dibujo el símbolo de tolerancia mostrado a continuación indica la característica de:

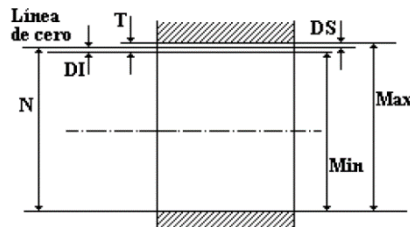
- a) Rectitud.
- b) Perpendicularidad.
- c) Inclinación.
- d) Simetría.



5. La Unidad de dimensión básica del Sistema Internacional es:

- a) Pulgada
- b) Milímetro
- c) Centímetro
- d) Pie

Las dos preguntas que encuentran a continuación hacen referencia al siguiente dibujo.



6. La tolerancia se define como:

- a) Encajar una pieza con otra pieza.
- b) La diferencia entre la medida máxima y la medida mínima.
- c) El grado de precisión con el que se desea trabajar una pieza.
- d) Es la medida mayor y menor que la nominal o permitida.

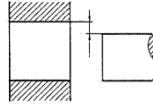
7. La medida nominal se puede definir como:

- a) La medida de partida en la ejecución de una pieza.
- b) La medida límite mayor que la nominal.
- c) La diferencia entre la medida máxima y la medida mínima.
- d) La diferencia entre la medida mínima y la nominal.

Continuación del apéndice 2.

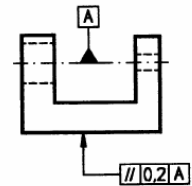
8. La figura mostrada a continuación representa un ajuste:

- Con juego
- De apriete
- De apriete máximo
- De apriete mínimo

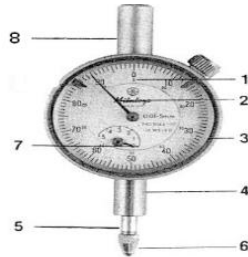


9. La lectura de la siguiente figura es:

- El plano señalado es paralelo a la línea de eje con una tolerancia de 0.2
- El plano señalado es colineal a la línea de eje con una tolerancia de 0.2
- El plano señalado es perpendicular a el plano superior con una tolerancia de 0.2
- La línea de eje es paralela al plano inferior con una desviación de 0.2 grados



10. La siguiente imagen pertenece a un comparador de carátulas, identifique cada una de las partes:



a. Carátula	1
b. Vástago	4
c. Capuchón	8
d. Punta de contacto	6
e. Aguja Principal	2
f. Arillo	3
g. Husillo	5
h. Aguja cuentavueltas	7

11. Si es usado un comparador de carátula como el mostrado en la figura anterior, se puede decir que es de lectura de este se realiza de forma:

- Directa.
- Indirecta.
- Fija.
- Comparativa.

12. Con un comparador de caratulas se puede hacer la verificación de:

- Concentricidad y paralelismo.
- Concentricidad y profundidad.
- Paralelismo y profundidad.
- Profundidad y angularidad.

13. El error de posición de una persona frente a un instrumento de calibración se denomina:

- Paralaje.
- Distorsión
- Repetibilidad.
- Inexactitud.

14. La utilización de instrumentos descalibrados para hacer mediciones puede ocasionar:

- Lecturas mayores.
- Lecturas menores.
- Lecturas inciertas.
- Lecturas fuera de Tolerancia.

Continuación del apéndice 2.

15. Organice los pasos necesarios para elaborar un procedimiento completo de alineación:
- puesta en seguridad, limpieza de superficies, ajuste de los componentes, verificación de la alineación, Pequeños ajustes, final de alineación.
 - limpieza, ajuste de los componentes, verificación de la alineación, puesta en seguridad, Pequeños ajustes, final de alineación.
 - puesta en seguridad, limpieza de superficies, ajuste de los componentes, verificación de la alineación, puesta en seguridad, Pequeños ajustes
 - puesta en seguridad, limpieza de superficies, verificación de la alineación, Pequeños ajustes, final de alineación, ajuste de los componentes
16. Cuando se habla de 120 (°K) grados Kelvin, se está hablando de una unidad de:
- Presión
 - Temperatura
 - Rugosidad
 - Humedad
17. La falta de alineación ocasionará fuerzas nocivas en los siguientes planos:
- Vertical exclusivamente
 - Horizontal exclusivamente
 - Axial y radial
 - Axial y vertical
18. Los elementos asociados al equipo de alineación laser para la generación de lecturas son:
- Comparador - Receptor
 - Emisor – Receptor
 - Emisor – Comparador
 - Emisor – Reflector
19. La señal de laser en un equipo de alineación puede:
- sensar cualquier desviación
 - sensar desviaciones limitadas sí sale de rango emite señal de error
 - sensar desviaciones limitadas sí sale de rango se apaga
 - sensar desviaciones altas, las pequeñas desviaciones no las detecta.
20. El equipo de alineación laser, para efectuar correctivos, emite datos en:
- Pantalla
 - Impresora
 - Los envía a un computador para su procesamiento
 - Los guarda en la memoria para efectuar cálculos posteriormente
21. La fijación del emisor y el receptor se hace a:
- Las carcasas
 - Las chumaceras
 - Los ejes
 - Las bases
22. La fijación del emisor y receptor se hace con:
- Base magnética
 - Cadena
 - Guaya de acero
 - Presillas plásticas

Continuación del apéndice 2.

23. Para la toma de lecturas se debe:
- a) Arrancar el equipo
 - b) El equipo no se debe mover
 - c) Girarlo a mano más de dos vueltas
 - d) Desplazarlo 90 grados
24. Cuál de los siguientes defectos NO se corrige con equipos de alineación laser:
- a) Soltura mecánica
 - b) Ejes paralelos
 - c) Desalineación angular
 - d) Ejes cruzados
25. La corrección de lateralidad consiste en un ajuste del eje del equipo efectuando:
- a) Calces en los apoyos traseros
 - b) Movimiento lateral con gatos
 - c) Calces en los apoyos delanteros
 - d) Torqueo de los apoyos de un lado
26. Cuál de las siguientes aseveraciones es FALSA:
- a) Los equipos de alineación laser manejan unidades en pulgadas y en milímetros
 - b) En un proceso de alineación laser se deben hacer varias corridas de ajuste vertical y lateralidad
 - c) El emisor laser también sirve para medir distancia en el equipo
 - d) Los movimientos de los ejes con el equipo laser instalado deben ser suaves y uniformes.
27. Para la toma de lecturas se debe:
- a) Arrancar el equipo
 - b) El equipo no se debe mover
 - c) Girarlo a mano más de dos vueltas
 - d) Desplazarlo 90 grados
28. Cuál de los siguientes defectos NO se corrige con equipos de alineación laser:
- a) Soltura mecánica
 - b) Ejes paralelos
 - c) Desalineación angular
 - d) Ejes cruzados
29. La corrección de lateralidad consiste en un ajuste del eje del equipo efectuando:
- a) Calces en los apoyos traseros
 - b) Movimiento lateral con gatos
 - c) Calces en los apoyos delanteros
 - d) Torqueo de los apoyos de un lado
30. Cuál de las siguientes aseveraciones es FALSA:
- a) Los equipos de alineación laser manejan unidades en pulgadas y en milímetros
 - b) En un proceso de alineación laser se deben hacer varias corridas de ajuste vertical y lateralidad
 - c) El emisor laser también sirve para medir distancia en el equipo
 - d) Los movimientos de los ejes con el equipo laser instalado deben ser suaves y uniformes.

Continuación del apéndice 2.

VENTILADORES

1. Cuál de los siguientes elementos no corresponde a un ventilador:
 - a) Compuertas
 - b) Rotor
 - c) Cojinetes
 - d) Cheque

2. Sí el flujo de succión y descarga en un ventilador es paralelo al eje se considera que es de flujo:
 - a) Axial
 - b) Radial
 - c) Centrifugo
 - d) Ninguno de los anteriores

3. Cuál de las siguientes partes de un ventilador está expuesta a desgaste por acción abrasiva:
 - a) Carcasa
 - b) Chumacera
 - c) Alabes
 - d) Ductos

4. Se considera que un ventilador en un sistema de caldera es de tiro inducido porque:
 - a) Genera presión dentro del hogar
 - b) Genera succión dentro del hogar
 - c) Facilita el transporte del combustible
 - d) Facilita el enfriamiento del hogar

5. Cuál de los siguientes ventiladores en un sistema de caldera está en contacto con partículas abrasivas subproducto de combustión:
 - a) Tiro inducido
 - b) Aire Primario
 - c) Tiro Forzado
 - d) Aire de Sellos

6. Cuál de los siguientes elementos no corresponde a un ventilador:
 - a) Compuertas
 - b) Rotor
 - c) Cojinetes
 - d) Cheque

7. Sí el flujo de succión y descarga en un ventilador es paralelo al eje se considera que es de flujo:
 - a) Axial
 - b) Radial
 - c) Centrifugo
 - d) Ninguno de los anteriores

8. Cuál de las siguientes partes de un ventilador está expuesta a desgaste por acción abrasiva:
 - a) Carcasa
 - b) Chumacera
 - c) Alabes
 - d) Ductos

Continuación del apéndice 2.

9. Se considera que un ventilador en un sistema de caldera es de tiro inducido porque:
- Genera presión dentro del hogar
 - Genera succión dentro del hogar
 - Facilita el transporte del combustible
 - Facilita el enfriamiento del hogar
10. Cuál de los siguientes ventiladores en un sistema de caldera está en contacto con partículas abrasivas subproducto de combustión:
- Tiro inducido
 - Aire Primario
 - Tiro Forzado
 - Aire de Sellos
11. Cuál de los siguientes ventiladores aporta flujo de aire para el transporte de carbón en el proceso de combustión:
- Tiro Forzado
 - Tiro Inducido
 - Aire primario
 - Enfriadores detectores de llama
12. Un sistema de enfriamiento con agua para ventilador se encarga de:
- Enfriar las camisas de los cojinetes
 - Enfriar el eje del ventilador
 - Enfriar la carcasa del motor
 - Enfriar el flujo de gases evacuados por un ventilador
13. Las vibraciones por desbalanceo en un ventilador provienen de:
- Roturas y/o desgaste desigual de los alabes del rotor
 - Flujos turbulentos por irregularidades internas de la carcasa
 - Desgaste del eje en la zona de trabajo del cojinete
 - Ninguna de las anteriores
14. Cuando un ventilador de succión axial y descarga centrifuga presenta vibraciones altas en sentido axial se debe a:
- Problemas en las compuertas de descarga
 - Problemas en compuertas de succión
 - Problemas de desgaste de cojinetes
 - Problemas en el acople
15. Una chumacera que haya arrastrado babbit se reflejara en:
- Predominio de vibraciones axiales
 - Calentamiento y sobre carga del motor
 - Predominio de vibraciones radiales y calentamiento de chumacera
 - No presenta síntomas durante la operación
16. Cuál de los siguientes elementos corresponde al punto 3 en la identificación de posiciones para toma de vibraciones:
- Cojinete ventilador lado acople
 - Cojinete motor lado libre
 - Cojinete motor lado acople
 - Cojinete ventilador lado libre

Continuación del apéndice 2.

17. Normalmente en cuál de los siguientes ventiladores hay reductor de velocidad:
- Tiro forzado
 - Torre de enfriamiento
 - Tiro Inducido
 - Aire Primario
18. Cuál de los siguientes no es un criterio para decidir el reemplazo de un lubricante de cojinete:
- Aceite con aspecto blancuzco por emulsionamiento con agua
 - Horas de servicio por encima del límite permitido para el lubricante
 - Registros de eventos de sobre temperatura en cojinete
 - Presencia de partículas metálicas en suspensión por arrastre de babbit
19. Cuál de los siguientes puntos de apoyo está sometido a mayores esfuerzos en un ventilador en cantiléver:
- Cojinete lado ventilador
 - Cojinete lado motor
 - Rodamiento motor lado acople
 - Rodamiento motor lado libre
20. Los síntomas que evidencian problemas en las compuertas de un ventilador son:
- Calentamiento de motor
 - Calentamiento de cojinetes
 - Perdida de aceite en cojinetes
 - Disminución del flujo de aire y/o gases
21. La manzana de sujeción de las aspas de un ventilador de torre de enfriamiento es recomendable efectuar:
- Balanceo
 - Maquinados de restitución de planitud.
 - Tintas y partículas magnéticas para detección de grietas
 - Recubrimientos periódicos para controlar corrosión
22. Cuándo se hacen reparaciones interiores en carcasa es necesario revisar que las superficies queden sin cambios abruptos para:
- Prevenir turbulencias que socaven la superficie contigua
 - Prevenir turbulencias que erosionen el eje
 - Prevenir turbulencias que aumenten la carga del motor
 - Prevenir turbulencias que calienten el aceite de los cojinetes
23. Cuál de los siguientes datos metrológicos no es aplicable a un mantenimiento de ventiladores:
- Holguras entre en zona de conos de succión entre partes estáticas y rotativas
 - Deflexión de rotor
 - Holguras entre babbit y eje
 - Distancia entre centros ejes de compuertas.
24. Cuál de los siguientes elementos demandan ajuste con interferencia:
- Cojinete - Eje
 - Rotor - Carcasa
 - Eje - Acople
 - Todos los anteriores

Continuación del apéndice 2.

25. En cuál de los siguientes ventiladores es crítica la verificación del ángulo de ataque de elementos rotativos:
- a) Tiro Inducido
 - b) Torre de enfriamiento
 - c) Tiro Forzado
 - d) Aire de Sellos
26. Los sellos laberinto son componentes asociados a:
- a) Cojinetes
 - b) Chumaceras
 - c) Conos de Succión
 - d) Reductores de velocidad.
27. Los tubos Venturi son elementos de instrumentación para medir:
- a) Flujos de aire - gases
 - b) Temperatura de aire - gases
 - c) Flujo de agua de enfriamiento
 - d) Flujo de aceite de lubricación

BOMBAS

1. Las bombas de desplazamiento positivo se caracterizan por:
- a) Presión sube sustancialmente por restricción de descarga
 - b) Presión no presenta mayores variaciones por restricción de descarga
 - c) Presión baja por restricción de descarga
 - d) La presión nunca varía
2. Una bomba de engranajes es del tipo:
- a) Cinético
 - b) Desplazamiento positivo
 - c) Turbina
 - d) Ninguna de las anteriores
3. Las bombas de tipo centrífugo se utilizan para:
- a) Manejar aceites o fluidos limpios a alta presión
 - b) Manejar agua o fluidos con partículas en suspensión grandes caudales presiones medias y bajas
 - c) Manejar aceite o agua a gran caudal y baja presión
 - d) Todas las anteriores
4. La cavitación es un fenómeno nocivo ocasionado por:
- a) Partículas sólidas en suspensión en el fluido
 - b) Calidad del material de la bomba
 - c) Restricción o bajo nivel de la succión
 - d) Restricción de la descarga
5. La desalineación del conjunto motor –bomba ocasionará:
- a) Cavitación
 - b) Alta temperatura del fluido
 - c) Vibraciones
 - d) Corrosión

Continuación del apéndice 2.

6. La turbulencia de flujos en una línea puede causar vibraciones nocivas y estas se pueden dar por:
 - a) Flujos desiguales que convergen a la línea de descarga
 - b) Bajo nivel de la succión
 - c) Alta temperatura del fluido
 - d) Fugas en la descarga

7. Cuál de las siguientes partes no corresponde a elementos del conjunto hidráulico de la bomba:
 - a) Voluta
 - b) Impeler
 - c) Carcasa
 - d) Caja Prensaestopas

8. Cuál de los siguientes elementos debe permitir un pequeño goteo en el funcionamiento normal de una bomba:
 - a) Retenedor
 - b) Prensaestopas
 - c) Sello hidráulico
 - d) Ninguna de las anteriores

9. Las chumaceras de una bomba centrífuga horizontal requieren:
 - a) Lubricación con aceite
 - b) Lubricación con agua
 - c) No requiere lubricación
 - d) Todas las tres anteriores son posibles en dependencia del tamaño

10. Los retenedores en una bomba horizontal mediana o grande se utilizan para:
 - a) Evitar fugas del fluido bombeado a través del eje
 - b) Evitar fugas del lubricante de las chumaceras y/o cojinetes
 - c) Las dos anteriores son ciertas
 - d) Los retenedores solo se usan en bombas pequeñas

11. Una bomba multietapa consiste en:
 - a) Tiene varios impulsores en un mismo eje
 - b) Tiene más de un punto de succión
 - c) Tiene más de un punto de descarga
 - d) Funciona a diferentes presiones

12. El látigo de aceite es una particularidad que se presenta en:
 - a) Cojinetes
 - b) Chumaceras
 - c) Retenedores
 - d) Prensaestopas

13. Cuál de los siguientes fenómenos NO causa vibraciones:
 - a) Turbulencia
 - b) Cavitación
 - c) Corrosión
 - d) Soltura mecánica

Continuación del apéndice 2.

14. Cuál de las siguientes bombas requiere cebado para su arranque:

- a) Centrífuga
- b) Paletas
- c) Engranajes
- d) Pistón

15. El término grouting en una bomba hace referencia a:

- a) Carcasa
- b) Concreto de nivelación
- c) Placa metálica de nivelación
- d) Patas de la bomba

Fuente: elaboración propia.

