

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**



**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA
DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS E INSTALACIONES DE LA
PLANTA DE PROCESOS DE LADRILLO DE LA EMPRESA
LADRILLERA EL DIAMANTE S.A.C. – AREQUIPA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

**ADRIAN PACORI PAREDES
JESÚS RAÚL MAMANI GUTIERREZ**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS E
INSTALACIONES DE LA PLANTA DE PROCESOS DE LADRILLO DE
LA EMPRESA LADRILLERA EL DIAMANTE S.A.C. – AREQUIPA”**

TESIS PRESENTADA POR:

**ADRIAN PACORI PAREDES
JESÚS RAÚL MAMANI GUTIERREZ**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE:


M.Sc. MATEO ALEJANDRO SALINAS MENA

PRIMER MIEMBRO:


M.Sc. WALTER OSWALDO PAREDES PAREJA

SEGUNDO MIEMBRO:


M.Sc. MARCOS JOSE VILLANUEVA CORNEJO

DIRECTOR / ASESOR:


Dr. NORMAN JESÚS BELTRÁN CASTAÑÓN

**TEMA : Mantenimiento de Planta.
ÁREA : Mecánica.**

FECHA DE SUSTENTACIÓN 15 DE NOVIEMBRE DE 2019

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a nuestros padres, quienes confiaron en nosotros en todo momento, por la formación y educación que nos brindó y por los apoyos incondicionales que siempre nos ofreció, a nuestros hermanos, amigos y de más familiares.

Los Autores.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, a Dios. Agradecemos a la primera casa de estudios, la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por brindarnos la formación profesional y a los docentes de IME por todos los conocimientos transmitidos.

Los Autores.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE GENERAL	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	13
ÍNDICE DE ANEXO	14
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	19
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.	19
1.3. PREGUNTA GENERAL.	20
1.4. PREGUNTAS ESPECÍFICAS.....	20
1.5. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.	21
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.	23
1.6.1. Justificación técnica.....	23
1.6.2. Justificación económica y social.	24
1.7. OBJETIVOS.	24
1.7.1. Objetivo general.....	24
1.7.2. Objetivos específicos.....	24
1.8. ALCANCE DEL ESTUDIO.	25
1.9. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.	25
1.9.1. Delimitación del espacio.....	25
1.9.2. Delimitación del tiempo.	25
1.10. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.	25
1.10.1. Hipótesis general.....	25
1.10.2. Hipótesis específicas.	26
1.11. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	26
1.12. VARIABLE DEPENDIENTE.	26
1.13. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	26

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	28
2.1. MANTENIMIENTO.	28
2.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO.....	28
2.3. ETAPAS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.	30
2.3.1. Planificación.....	30
2.3.2. Programación.....	31
2.3.3. Ejecución.	31
2.3.4. Control.....	32
2.4. TIPOS DE MANTENIMIENTO.	32
2.5. FIABILIDAD.	33

2.6. MANTENIBILIDAD.....	34
2.7. DISPONIBILIDAD.....	34
2.8. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM).....	35
2.9. INDICADORES.....	35
2.9.1. Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF).....	35
2.9.2. Tiempo Medio de Reparación (MTTR).....	35
2.9.3. Índice de disponibilidad (A).....	36
2.10. PLAN DE MANTENIMIENTO.....	36
2.11. ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	36
2.11.1. Niveles de criticidad.....	36
2.11.2. Criterios de valoración de criticidad.....	37
2.11.3. Ponderación de criticidad de equipos.....	40
2.12. MÁQUINA CRÍTICA.....	40
2.13. FALLA.....	40
2.14. AVERÍA.....	40
2.15. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	40

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	57
3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	57
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	58
3.5.1. Técnica de investigación.....	58
3.5.2. Instrumentos de investigación.....	58
3.6. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
3.7. MATERIALES DE INVESTIGACIÓN.....	66
3.8. ANÁLISIS DATOS.....	66

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	67
4.1.1. Datos de la empresa.....	67
4.1.2. Breve reseña histórica.....	67
4.1.3. Misión.....	68
4.1.4. Visión.....	68
4.1.5. Política de calidad.....	68
4.1.6. Organigrama de la empresa.....	69
4.1.7. Recursos humanos.....	70
4.1.8. Productos.....	70
4.1.9. Materiales.....	71
4.1.10. Distribución de planta.....	71
4.1.11. Proceso de producción.....	74
4.1.11.1. Extracción de materia prima.....	75
4.1.11.2. Almacenamiento de materia prima.....	76
4.1.11.3. Molienda.....	76

4.1.11.4. Conformado.....	77
4.1.11.5. Secado.....	78
4.1.11.6. Cocción.....	79
4.1.11.7. Almacenamiento del producto terminado.....	80
4.1.12. Diagrama de producción.....	80
4.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	81
4.2.1. Diagnóstico actual del área de mantenimiento.....	81
4.2.1.1. Disponibilidad de planta.....	81
4.2.1.2. Auditoría de mantenimiento.....	87
4.2.2. Identificación de los puntos de mejora.....	94
4.2.2.1. Organización del mantenimiento.....	94
4.2.2.2. Planificación y control de mantenimiento.....	94
4.2.2.3. Habilidad del personal de mantenimiento.....	94
4.2.2.4. Ejecución del mantenimiento.....	94
4.2.2.5. Supervisión de mantenimiento.....	95
4.3. PROPUESTA DE MEJORA.....	95
4.3.1. Planteamiento de las estrategias de mejora.....	95
4.3.1.1. Organización del mantenimiento.....	96
4.3.1.1.1 <i>Definición de la Línea de Jerarquía del Área de Mantenimiento.....</i>	96
4.3.1.1.2 <i>Definición de Objetivos en el Área de Mantenimiento.....</i>	96
4.3.1.1.3 <i>Definición del Manual de Funciones.....</i>	97
4.3.1.2. Planificación y control de mantenimiento.....	103
4.3.1.2.1 <i>Diseño y Elaboración del Plan de MP de los Equipos Críticos.....</i>	103
4.3.1.2.1.1. Inventario de Equipos.....	103
4.3.1.2.1.2. Codificación de Equipos.....	103
4.3.1.2.1.3. Análisis de Criticidad.....	113
4.3.1.2.1.4. Posibles Modelos de Mantenimiento a Aplicar.....	118
4.3.1.2.1.5. Selección de Modelos de Mantenimiento.....	120
4.3.1.2.1.6. Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF).....	120
4.3.1.2.1.7. Conformación de Equipo de Trabajo.....	121
4.3.1.2.1.8. Resumen del Plan de Mantenimiento Preventivo.....	124
4.3.1.2.2 <i>Definición de la Orden de Trabajo.....</i>	140
4.3.1.2.3 <i>Definición de la Fuerza de Trabajo.....</i>	141
4.3.1.2.4 <i>Planeamiento de Herramientas y Equipos.....</i>	141
4.3.1.2.5 <i>Reporte de Cumplimiento de Actividades del Área de Mantenimiento... 144</i>	144
4.3.1.3. Habilidad del personal del mantenimiento.....	145
4.3.1.3.1 <i>Capacitación Técnica Externa Permanentemente.....</i>	145
4.3.1.3.2 <i>Capacitación de Personal Técnico en Mantenimiento.....</i>	145
4.3.1.4. Ejecución del mantenimiento.....	146
4.3.1.5. Supervisión de mantenimiento.....	151
4.4. EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	152
4.4.1. Evaluación de resultados.....	152
4.4.2. Interpretación y comparación de resultados.....	155
CONCLUSIONES.....	157
RECOMENDACIONES.....	159
REFERENCIA.....	161
ANEXOS.....	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1: Operacionalización de Variables.....	27
Tabla N° 2.1: Criterio de Factor de Frecuencia de Fallos para Equipos.	37
Tabla N° 2.2: Criterio de Impacto Operacional para Equipos.	38
Tabla N° 2.3: Criterio de Impacto por Flexibilidad Operacional para Equipos.	38
Tabla N° 2.4: Criterio de Impacto en Coste de Mantenimiento para Equipos.	39
Tabla N° 2.5: Criterio Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiental para Equipos.....	39
Tabla N° 2.6: Matriz General de Criticidad para Equipos.....	40
Tabla N° 3.1: Criterios de Criticidad.	61
Tabla N° 3.2: Matriz de Criticidad 4x4.	62
Tabla N° 3.3: Formato de Análisis de Modos y Efectos de Fallo Potenciales de Proceso.	65
Tabla N° 4.1: Información de la Empresa.	67
Tabla N° 4.2: Representación del Personal General.....	70
Tabla N° 4.3: Indicadores Planta N° 1 2018.....	81
Tabla N° 4.4: Indicadores de la Planta N° 2 2018.....	83
Tabla N° 4.5: Registro de Fallas Planta N° 1.	85
Tabla N° 4.6: Parámetros de Aplicación del Diagrama de Pareto-Planta N° 1.....	85
Tabla N° 4.7: Registro de Fallas Planta N° 2.	86
Tabla N° 4.8: Parámetros de Aplicación del Diagrama de Pareto-Planta N° 2.....	87
Tabla N° 4.9: Auditoría de la Organización del Mantenimiento.....	88
Tabla N° 4.10: Auditoría del Planeamiento del Mantenimiento.	89
Tabla N° 4.11: Auditoría de la Habilidad del Personal de Mantenimiento.	90
Tabla N° 4.12: Auditoría de la Ejecución del Mantenimiento.	91
Tabla N° 4.13: Auditoría de la Supervisión del Mantenimiento.	92
Tabla N° 4.14: Resultado de la Auditoría de Mantenimiento.....	93
Tabla N° 4.15: Mando Integral de Mantenimiento.....	97
Tabla N° 4.16: Funciones del Personal Administrativo.	98
Tabla N° 4.17: Funciones del Personal Administrativo (Continuación).	99
Tabla N° 4.18: Funciones del Personal Administrativo (Continuación).	100
Tabla N° 4.19: Funciones del Personal Operativo.....	101
Tabla N° 4.20: Funciones del Personal Operativo (Continuación).	102
Tabla N° 4.21: Inventario de Equipos – Planta Molienda.	105

Tabla N° 4.22: Inventario de Equipos – Planta N° 1.....	106
Tabla N° 4.23: Inventario de Equipos Planta N° 2.....	107
Tabla N° 4.24: Inventario de Equipos del Secado.....	108
Tabla N° 4.25: Inventario de Equipos del Secado 01.....	109
Tabla N° 4.26: Inventario de Equipos del Secado 02.....	109
Tabla N° 4.27: Inventario de Equipos del Secado 03.....	110
Tabla N° 4.28: Inventario de Equipos del Secado 04.....	110
Tabla N° 4.29: Inventario de Equipos del Secado 05.....	111
Tabla N° 4.30: Inventario de Equipos de la Sub-Estación 01.....	111
Tabla N° 4.31: Inventario de Equipos de la Sub-Estación 02.....	112
Tabla N° 4.32: Inventario de Equipos del Horno.....	112
Tabla N° 4.33: Inventario de Equipos del Horno 01.....	113
Tabla N° 4.34: Inventario de Equipos del Horno 02.....	113
Tabla N° 4.35: Criticidad de Equipos de la Planta Molienda.....	115
Tabla N° 4.36: Criticidad de la Planta N° 1.....	116
Tabla N° 4.37: Criticidad de Equipos de la Planta N° 2.....	117
Tabla N° 4.38: Criterios de Ocurrencia.....	122
Tabla N° 4.39: Criterios de Severidad.....	123
Tabla N° 4.40: Probabilidades de Detección Por Controles del Proceso.....	124
Tabla N° 4.41: Plan de Mantenimiento Preventivo.....	125
Tabla N° 4.42: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	126
Tabla N° 4.43: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	127
Tabla N° 4.44: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	128
Tabla N° 4.45: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	129
Tabla N° 4.46: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	130
Tabla N° 4.47: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	131
Tabla N° 4.48: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	132
Tabla N° 4.49: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	133
Tabla N° 4.50: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	134
Tabla N° 4.51: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	135
Tabla N° 4.52: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	136
Tabla N° 4.53: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	137
Tabla N° 4.54: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	138
Tabla N° 4.55: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).....	139

Tabla N° 4.56: Formato de Orden Trabajo.	140
Tabla N° 4.57: Horas Hombre por Áreas.	141
Tabla N° 4.58: Definición de Número de Técnicos por Área.	141
Tabla N° 4.59: Lista de Herramientas.	142
Tabla N° 4.60: Herramientas Eléctricas.	142
Tabla N° 4.61: Equipos Colectivos en Custodia del Área de Mantenimiento.....	142
Tabla N° 4.62: Equipos Eléctricos.....	143
Tabla N° 4.63: Descripción de Actividades.....	143
Tabla N° 4.64: Cumplimiento de las Actividades de Mantenimiento.	144
Tabla N° 4.65: Personal de Mantenimiento Total.	145
Tabla N° 4.66: Módulos de Capacitación.	145
Tabla N° 4.67: Elaboración de Programas y Planes de Mantenimiento.	146
Tabla N° 4.68: Elaboración de Programas y Planes de Mantenimiento (Continuación).	147
Tabla N° 4.69: Elaboración de Programas y Planes de Mantenimiento (Continuación).	148
Tabla N° 4.70: Formato de Control y Registro de Paradas.	149
Tabla N° 4.71: Presupuesto Anual de Mantenimiento.	150
Tabla N° 4.72: Comparación Antes y Después de Costos de la Planta N° 1 y Planta N° 2.	152
Tabla N° 4.73: Indicadores 2018, Planta N° 1.....	153
Tabla N° 4.74: Indicadores 2019, Planta N° 1.....	153
Tabla N° 4.75: Indicadores 2018, Planta N° 2.....	154
Tabla N° 4.76: Indicadores 2019, Planta N° 2.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Representación de la Evolución de Mantenimiento en la Historia.	30
Figura N° 2.2: Tipos de Mantenimiento.	33
Figura N° 2.3: Elementos Estructurales de Ingeniería de Fábricas.	34
Figura N° 2.4: Maquinaria de Movimiento de Tierra: Tractor Oruga.	41
Figura N° 2.5: Maquinaria de Movimiento de Tierra: Cargador Frontal.	42
Figura N° 2.6: Maquinaria de Movimiento de Tierra: Excavadora.	43
Figura N° 2.7: Equipo de Carguío: Minicargador.	43
Figura N° 2.8: Tractor Agrícola.	44
Figura N° 2.9: Equipo de Transporte: Montacargas.	44
Figura N° 2.10: Máquina de Alimentación: Tolva.	45
Figura N° 2.11: Máquina Alimentador de Placas.	45
Figura N° 2.12: Faja Transportadora.	46
Figura N° 2.13: Equipo de Elevador de Cangilones.	46
Figura N° 2.14: Máquina Separador de Partículas: Zaranda Vibratoria.	47
Figura N° 2.15: Máquina Trituradora: Molino de Martillo.	48
Figura N° 2.16: Máquina de Mezcla: Amasadora.	49
Figura N° 2.17: Máquina Laminador.	49
Figura N° 2.18: Maquina Extrusora.	50
Figura N° 2.19: Máquina Cortadora.	51
Figura N° 2.20: El Automatismo de Carga y Descarga.	52
Figura N° 2.21: Máquina Transbordadora de Carga.	52
Figura N° 2.22: Ventilador Axial Autoviajante.	53
Figura N° 2.23: Equipo Exaustor.	53
Figura N° 2.24: Extractor de Aire Húmedo.	54
Figura N° 2.25: Bomba de Engranaje de Recirculación del Combustible R500.	54
Figura N° 2.26: Máquinas de Quemar.	55
Figura N° 2.27: Interior del Horno Hoffman.	56
Figura N° 2.28: Ambiente de la Cámara de Secado.	56
Figura N° 4.1: Organigrama de la Empresa.	69
Figura N° 4.2: Distribución de la Planta Molienda.	71
Figura N° 4.3: Distribución de la Planta N° 1.	72
Figura N° 4.4: Distribución de la Planta N° 2.	73

Figura N° 4.5: Distribución del Secadero 05.....	74
Figura N° 4.6: Equipos de Extracción de Materia Prima.	75
Figura N° 4.7: Equipos de Movimiento de Tierra.	76
Figura N° 4.8: Representación del Diagrama de Producción.	80
Figura N° 4.9: Gráfico de Disponibilidad Planta N° 1 2018.	82
Figura N° 4.10: Gráfico de Tiempo Medio Entre Fallas Planta N° 1 2018.....	82
Figura N° 4.11: Gráfico de Tiempo Medio Para Reparar Planta N° 1 2018.	83
Figura N° 4.12: Gráfico de Disponibilidad Planta N° 2 2018.	84
Figura N° 4.13: Gráfico de Tiempo Medio Entre Fallas Planta N° 2 2018.....	84
Figura N° 4.14: Gráfico de Tiempo Medio Para Reparar Planta N° 2 2018.	85
Figura N° 4.15: Diagrama de Pareto Planta N° 1.	86
Figura N° 4.16: Diagrama de Pareto Planta N° 2.	87
Figura N° 4.17: Organización del Mantenimiento.....	88
Figura N° 4.18: Planeamiento del Mantenimiento.	89
Figura N° 4.19: Habilidad Personal Mantenimiento.	90
Figura N° 4.20: Ejecución del Mantenimiento.	91
Figura N° 4.21: Supervisión del Mantenimiento.	92
Figura N° 4.22: Auditoria de Mantenimiento.	93
Figura N° 4.23: Organigrama del Área de Mantenimiento.	96
Figura N° 4.24: Diagrama de Selección de Modelos de Mantenimiento.	120
Figura N° 4.25: Disponibilidad Antes y Después de la Planta N°1.....	155
Figura N° 4.26: Disponibilidad Antes y Después de la Planta N° 2.....	155
Figura N° 4.27: Comparación de Costos Antes y Después de la Planta N° 1.	156
Figura N° 4.28: Comparación de Costos Antes y Después de la Planta N° 2.	156

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- (MP) Mantenimiento Preventivo / Preventive Maintenance
- (CM) Mantenimiento Correctivo / Corrective Maintenance
- (MTBF) Tiempo Medio Entre Fallas
- (MTTR) Tiempo Medio Para Reparar
- (AMEF) Análisis de Modos y Efectos de Falla
- (MBR) Mantenimiento Basado en Riesgo
- (TPM) Mantenimiento Productivo Total
- (RCM) Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
- (KPIs) Key Performance Indicator / Indicadores de Gestión
- (ISO) International Organization for Standardization / Organización Internacional para la Estandarización
- (FF) Frecuencia de Fallos
- (IO) Impacto Operacional
- (FO) Flexibilidad Operacional
- (CM) Coste de Mantenimiento
- (SHA) Seguridad, Higiene y Ambiente
- (MC) Media Criticidad
- (NC) No Crítico
- (C) Crítico
- (NPR) Numero de Prioridad en Riesgos
- (S) Severidad
- (O) Ocurrencia
- (D) Detactabilidad
- (SAP PM) Systeme Anwendungen und Prosukte /Sistema Informático Integrado de gestión Empresarial
- (OT) Orden de Trabajo.
- (PLC) Controlador Lógico Programable
- (SCADA) Supervisión, Control y Adquisición de Datos
- (ET CAT) Electronic Technician Caterpillar
- (SIS CAT) Service Information System Caterpillar
- (SSOMAS) Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Análisis de Modos y Efectos de Fallo para los Equipos Críticos de la Planta Molienda, Planta N° 1 y Planta N° 2.	162
--	-----

RESUMEN

El presente proyecto de tesis, tiene como objetivo principal proponer un plan de mantenimiento preventivo para los equipos más críticos que intervienen en la cadena productiva, con la finalidad de optimizar los equipos e instalaciones, de modo que se pueda disminuir las paradas imprevistas y pérdidas en la producción de la planta de procesos de ladrillo de la ladrillera el diamante S.A.C. ubicado en la variante Uchumayo k-4, distrito de Cerro Colorado de la ciudad de Arequipa.

Para llevar a cabo el presente proyecto, se ha visto por conveniente identificar deficiencias y puntos de mejora del área de mantenimiento a través de la auditoria del mantenimiento, que nos permite evaluar cinco aspectos: Organización del Mantenimiento, Planificación y Control del Mantenimiento, Habilidades del Personal de Mantenimiento, Ejecución del Mantenimiento y Supervisión del Mantenimiento.

Para elaborar un plan de mantenimiento preventivo se ha seguido varias etapas como es la recopilación de información y datos de los equipos e instalaciones para registrar en la lista maestra de activos (ERP Spring Royal Systems), el análisis de criticidad de los activos, seguidamente seleccionar el modelo de mantenimiento a emplearse en cada uno de los activos críticos, el análisis de modos y efectos de fallo (AMEF). La evaluación del plan de mantenimiento preventivo mediante indicadores de mantenimiento, la cual nos permitirá el desempeño del área de mantenimiento.

El cumplimiento efectivo del plan de mantenimiento preventivo de los equipos más críticos de las líneas de producción Planta N° 1 y Planta N° 2, se espera alcanzar una disponibilidad por encima de 96%.

Palabras Claves.

Propuesta, mantenimiento, plan, disponibilidad, criticidad.

ABSTRACT

This thesis project has as main objective to propose a preventive maintenance plan for the most critical equipment involved in the production chain, with the purpose of optimizing the equipment and facilities, so that unexpected and lost stops can be reduced in The production of the brick process plant of the brick the diamond SAC located in the Uchumayo K-4 variant, Cerro Colorado district of the city of Arequipa.

In order to carry out this project, it has been found convenient to identify deficiencies and improvement points in the maintenance area through the maintenance audit, which allows us to evaluate five aspects: Maintenance Organization, Maintenance Planning and Control, Maintenance Personnel, Maintenance Execution and Maintenance Supervision.

In order to prepare a preventive maintenance plan, several stages have been followed, such as the collection of information and data of the equipment and facilities to record in the master list of assets (ERP Spring Royal Systems), the criticality analysis of the assets, then select the maintenance model to be used in each of the critical assets, the analysis of failure modes and effects (AMEF). The evaluation of the preventive maintenance plan through maintenance indicators, which will allow us to perform the maintenance area.

The effective fulfillment of the preventive maintenance plan of the most critical equipment of the production lines Plant N° 1 and Plant N° 2 is expected to reach an availability above 96%.

Keywords.

Proposal, maintenance, plan, availability, criticality.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Ladrillera el diamante S.A.C es una empresa dedicada a fabricar y comercializar productos cerámicos y complementos utilizando la mejor tecnología disponible de una manera eficiente y competitiva; además a lo largo de su trayectoria viene experimentando grandes cambios en la infraestructura e instalaciones del proceso productivo, debido al incremento de la oferta y la demanda en el mercado a nivel local y la macro región sur del Perú. Sin embargo, es necesario identificar los problemas y las oportunidades de mejora en el área de mantenimiento, para ello se ha empleado la auditoria del mantenimiento.

En la actualidad el área de mantenimiento de la empresa ladrillera el diamante se encuentra con serias dificultades debido a que no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo anual, mensual, semanal y/o diario, el mantenimiento que se realiza en su mayoría es correctiva y como consecuencia se tiene paradas imprevistas y tiempos muertos no planificados que afectan el presupuesto anual de la empresa.

Mediante la presente investigación se desea proponer un plan de mantenimiento preventivo para equipos más críticos de la planta de procesos, de modo que se pueda mejorar la disponibilidad de los mismos. Para lo cual fue necesario el procesamiento sistemático de datos de los equipos e instalaciones (inventario y codificación), el desarrollo del análisis de criticidad, que nos permitió jerarquizar los equipos e instalaciones de la planta de procesos; además del uso del análisis de modos y efectos de fallo (AMEF) el cual nos brinda los planes de mantenimiento y las intervenciones de las actividades de mantenimiento.

El presente estudio tiene cuatro capítulos los cuales se describen a continuación:

Capítulo I “Introducción” se plantea la problemática del estudio, las interrogantes general y específicas, antecedentes del estudio, justificación del estudio en diferentes aspectos, se plantea el objetivo general y específicos, alcances de la investigación, delimitación del estudio en el espacio y tiempo, se formula la hipótesis general y específicas.

Capítulo II “Marco Teórico” se estudia las bases teóricas de diferentes autores referentes a la investigación que nos permitirá entender mejor la investigación y finalmente se hace una descripción breve de los equipos e instalaciones que intervienen en la cadena productiva.

Capítulo III “Materiales y Métodos” se define el diseño, tipo y nivel investigación, seguidamente se establece el grupo de estudio, técnicas de investigación, instrumentos de investigación, métodos de la investigación, materiales de investigación y finalmente el análisis de datos.

Capítulo IV “Resultados y Discusión” este apartado comienza con la descripción general de la empresa, Seguidamente se hace un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento a través de la Auditoria del Mantenimiento. Se plantea la propuesta de mejora de los diferentes aspectos analizados, el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos más críticos; a partir del inventario y codificación de equipos e instalaciones, el Análisis de Criticidad y el desarrollo del AMEF. Se concluye el capítulo con la evaluación e interpretación de los resultados, donde se evalúan los datos obtenidos mediante el análisis estadístico, la comparación de indicadores (MTBF, MTTR Y DISPONIBILIDAD), de las Plantas N° 1 y Planta N° 2, en los años 2018 y 2019 respectivamente. Conclusiones a las que se llegó, recomendaciones, referencias y anexo.

1.1. Planteamiento del problema.

El área de mantenimiento en su mayor parte realiza acciones correctivas y una programación básica, por lo que las operaciones productivas se ven afectadas por fallas y paradas no planificadas, ello refleja una baja disponibilidad de los equipos e instalaciones, productos de baja calidad, incumplimiento de objetivos y metas de producción, incurriendo en gastos mayores del presupuesto asignado al área de mantenimiento, esto evidencia la carencia de un plan de mantenimiento preventivo.

En ese sentido se propone elaborar un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología de jerarquización semi-cuantitativa de análisis de criticidad total por riesgo y análisis de modos y efectos de falla (AMEF).

1.2. Descripción de la realidad problemática.

El presente proyecto de investigación se desarrolla a partir del mes de enero del año 2018 hasta el mes de enero del año 2019, en la planta procesadora de ladrillos propiedad de la empresa Ladrillera El Diamante S.A.C. ubicado actualmente en la Variante Uchumayo Km-4, distrito de Cerro Colorado de la ciudad de Arequipa.

La planta está estructurada por proceso de almacenamiento de materia prima, molienda, conformado, secado, cocción y producto terminado; cabe señalar que el proceso de molienda y conformado son los procesos más críticos, el proceso de conformado está constituido por 2 líneas de producción planta 1 y planta 2, estas líneas de producción poseen la mayor parte de los equipos críticos que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo, el mantenimiento que se realiza en su mayoría es correctiva trayendo como consecuencia paradas imprevistas y tiempos muertos no planificados.

En ese sentido es relevante proponer un plan de mantenimiento preventivo para equipos más críticos, objetivo principal de la investigación, aplicando metodologías como el método de la jerarquización semicuantitativa Criticidad Total por Riesgo y el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF).

Con el fin de encontrar resultados se ha realizado una proyección del plan de mantenimiento preventivo para el año 2019, en la cual se llega a una de las conclusiones, si se reduce en un 40.27% de fallas en la planta N°1 y 51.42% de fallas en la planta N° 2, se alcanza una disponibilidad de planta mayor a 95%.

1.3. Pregunta general.

- ✓ ¿En qué medida contribuirá la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, en la optimización de la disponibilidad de equipos e instalaciones de la planta procesadora de la empresa- Ladrillera el Diamante S.A.C.?

1.4. Preguntas específicas.

- ✓ ¿Cómo influirá la sistematización de la información de datos de equipos e instalaciones en la administración del área de mantenimiento?
- ✓ ¿Cómo interviene el análisis de criticidad en la mejora del plan de mantenimiento preventivo?
- ✓ ¿Cómo influirá el diseño del plan de mantenimiento preventivo en la producción de la planta?
- ✓ ¿En qué medida permitirá la evaluación del plan de mantenimiento preventivo el desempeño del área de mantenimiento?

1.5. Antecedentes del estudio.

En esta parte se recopila información netamente de estudios que se han hecho en similares plantas de proceso de ladrillera, que ayudaran a desarrollar la presente investigación, como son los siguientes:

(Gonzales Guzmán, Jorge Luis, 2016) en su tesis “PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C.” Plantea como objetivo principal la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo.

La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en línea de producción, ocasionando caos, tiempo e incumplimiento de la demanda.

A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del programa de mantenimiento, el cual describe la tarjeta de activo de los equipos, en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento.

El resultado que se busca, es el desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo, que garantice la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto el aumento de la capacidad de los equipos, para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de operar sin producir daño material como laborales.

La investigación concluyó que con el proceso actual por semana de ladrillo del tipo estándar es 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada es 459,824 millares lo que hace una diferencia de 49,266 millares por semana, dependiendo del ladrillo a producir teniendo un aumento en la producción por cada tipo de ladrillo es un promedio de 12 %.

Según (Molano y Quintero, 2016) en el proyecto de tesis “DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA ORGANIZACIÓN LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C EN EL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA”. Se plantea como propósito presentar el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la organización LADRILLERA SANTANDER DÍAZ MUÑOZ S. EN C, para lo cual se efectuó la investigación descriptiva, iniciando con el diagnóstico empresarial para determinar objetivos y alcances del proyecto, de esta manera proponer, una metodología de trabajo ordenado donde las actividades correctivas y preventivas presenten resultados favorables para la organización.

Mediante un sistema de información conformado por documentos tales como las hojas de vida de maquinaria, orden de mantenimiento, de salida, inventario, codificación de la maquinaria, y la integración de los mismos, se levanta una base de datos con la que se inicia un estudio de criticidad, teniendo en cuenta el impacto operacional, en mantenimiento, en ambiente, seguridad y salud en el trabajo, e impacto en calidad, según los datos obtenidos se ejecutan métodos para el cálculo de pronósticos, en este caso el método de regresión lineal y el de promedio móvil ponderado, dando como resultado las fechas óptimas para realizar los mantenimiento preventivos, permitiendo la construcción de cronogramas de mantenimiento.

Adicionalmente, se crea un conjunto de indicadores de gestión cuyo objetivo es realizar un análisis cuantitativo del comportamiento que tendrá el departamento de mantenimiento y su efecto en la organización. Finalmente se realiza un análisis comparativo entre el costo de mantenimiento correctivo realizado en los meses de febrero, marzo y abril, y los posibles costos que se generarían del mantenimiento preventivo si la organización decide implementarlo en los meses de noviembre, diciembre y enero.

Concluyó, que implementar el plan de mantenimiento preventivo permitirá a la organización disminuir hasta el 60% de los costos producidos por el departamento de mantenimiento, ahorrando aproximadamente 50 millones por mes, el origen actual de este sobre costo son los repuestos y el producto defectuoso generados por realizar mantenimientos correctivos, teniendo en cuenta que el mantenimiento preventivo se toma en el estudio como un caso ideal que garantiza cero productos defectuosos por mal funcionamiento de la máquina.

1.6. Justificación del estudio.

1.6.1. Justificación técnica.

En la actualidad el área de mantenimiento de la empresa Ladrillera el Diamante S.A.C. se encuentra con serias dificultades debido a que no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo anual, mensual, semanal y/o diario, el mantenimiento que se realiza en su mayoría es correctiva y como consecuencia se tiene paradas y tiempos muertos no planificados.

Mediante la presente investigación se desea mejorar la gestión del área de mantenimiento, de equipos e instalaciones de la planta de producción, que permitirá una adecuada planificación y programación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, de tal manera que pueda reducir las paradas innecesarias y como consecuencia la reducción de costos directos e indirectos de mantenimiento y reparación.

1.6.2. Justificación económica y social.

Con el cumplimiento efectivo del plan de mantenimiento preventivo se logra reducir costos a mediano o largo plazo, porque al disminuir el número de paradas por fallas se incrementan las horas destinadas a la producción, además se genera un ahorro en los costos por parada de planta. Estos ahorros pueden emplearse en programas de capacitación de personal del área de mantenimiento y asimismo en programas sociales.

La optimización de disponibilidad de la planta traerá en consecuencia más productividad, lo cual implica la entrega de productos de mejor calidad y en el tiempo establecido a los clientes.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

- ✓ Proponer un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones, de modo que se pueda evitar paradas y pérdidas en la producción de la planta procesadora de ladrillos de la empresa- Ladrillera el Diamante S.A.C.

1.7.2. Objetivos específicos.

- ✓ Sistematización de datos de los equipos e instalaciones.
- ✓ Análisis de criticidad de activos.
- ✓ Diseño del plan de mantenimiento preventivo, de los equipos e instalaciones más críticos.
- ✓ Evaluación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo.

1.8. Alcance del estudio.

El estudio se enmarca dentro de la investigación aplicada, es decir se propone un plan de mantenimiento preventivo a los equipos y/o instalaciones más críticas, en tanto los resultados beneficiarán a similares plantas de procesadora de ladrillos.

1.9. Delimitación del proyecto de investigación.

1.9.1. Delimitación del espacio.

El presente proyecto de tesis se ha desarrollado en el área de mantenimiento de la planta de producción de la – empresa Ladrillera el Diamante S.A.C. de la ciudad de Arequipa.

Región	:	Arequipa
Provincia	:	Arequipa
Distrito	:	Cerro Colorado
Dirección	:	Variante Uchumayo K-4

1.9.2. Delimitación del tiempo.

El presente proyecto de investigación se realiza a partir del mes de enero del año 2018 y finales del mes de enero del año 2019.

1.10. Hipótesis del estudio.

1.10.1. Hipótesis general.

- ✓ A través del proyecto de la propuesta del Plan de Mantenimiento Preventivo, es posible, optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones, para evitar paradas y pérdidas en el proceso productivo de la empresa- Ladrillera el Diamante S.A.C.

1.10.2. Hipótesis específicas.

- ✓ La sistematización de datos de los equipos e instalaciones permitirá manejar la información óptima de los activos de la planta.
- ✓ Realizar el análisis de la criticidad de activos, contribuirá en la elaboración del plan de mantenimiento preventivo.
- ✓ Introducir el diseño del plan de mantenimiento preventivo permitirá un incremento en la producción.
- ✓ La evaluación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, es posible conocer el desempeño del área de mantenimiento.

1.11. Variable independiente.

Plan de mantenimiento preventivo.

1.12. Variable dependiente.

Optimización de la disponibilidad de los equipos críticos.

1.13. Operacionalización de variables.

Objetivo General: Proponer un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones, de modo que se pueda evitar paradas y pérdidas en la producción de la planta procesadora de ladrillos de la empresa- Ladrillera el Diamante S.A.C.

Tabla N° 1.1: Operacionalización de Variables.

Objetivos Específicos	Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento	Medición (Ítems)
Sistematización de datos de los equipos e instalaciones.	SITEMATIZACIÓN DE DATOS	Proceso por el cual se quiere ordenar una serie de elementos. (creación de base de datos)	Planta Molienda	Nivel de orden, organización y clasificación de equipos e instalaciones	SOFTWARE ERP Spring	EXCELENTE MUY BUENO DEFICIENTE REGULAR MALO
			Planta N° 1			
			Planta N° 2			
			Secadero			
			Horno			
Subestación						
Análisis de Criticidad de activos	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	Es un método de jerarquización de procesos, sistemas y equipos de una planta, basado en el impacto global	Muy críticos	Grado de jerarquización e importancia de equipos e instalaciones en una planta de procesos.	HOJAS DE CRITICIDAD	Muy Crítico (%) Semi Crítico (%) No Crítico (%)
			Semi críticos			
			No críticos			
Diseño del plan de mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones más críticos	DISEÑO	Es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, a través de la aplicación de métodos y técnicas	Falla funcional	Satisfacción de cumplimiento de la función para la cual fue requerida	HOJAS AMEF	MUY ÓPTIMA OPTIMA REGULARM. OPTIMA DEFICIENTE
			Modo de falla			
			Nivel de riesgo			
			Lista de trabajos p.			
			Frecuencia			
Evaluación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo	EVALUACIÓN	Es una operación sistemática o la medición de resultados mediante indicadores.	Disponibilidad	Nivel de desempeño de la gestión de mantenimiento	MS Excel	Disponibilidad (%) Ahorro por paradas (S/.)
			Costos			

Elaborado por el equipo de trabajo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mantenimiento.

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se reestablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2006).

El papel de mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades, tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos, y sus funciones van más allá de las reparaciones. Su valor se aprecia en la medida en que estas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos (Mora, 2009).

2.2. Evolución histórica del mantenimiento.

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento" (Diaz, 2010).

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 (Diaz, 2010).

(Diaz, 2010): El mantenimiento toma posición en los diferentes campos de la 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, podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento (Díaz, 2010):

1ª Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la Segunda Guerra Mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El Mantenimiento se ocupa sólo de arreglar las averías. Es el Mantenimiento Correctivo (Díaz, 2010).

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 (Díaz, 2010).

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 (Díaz, 2010).

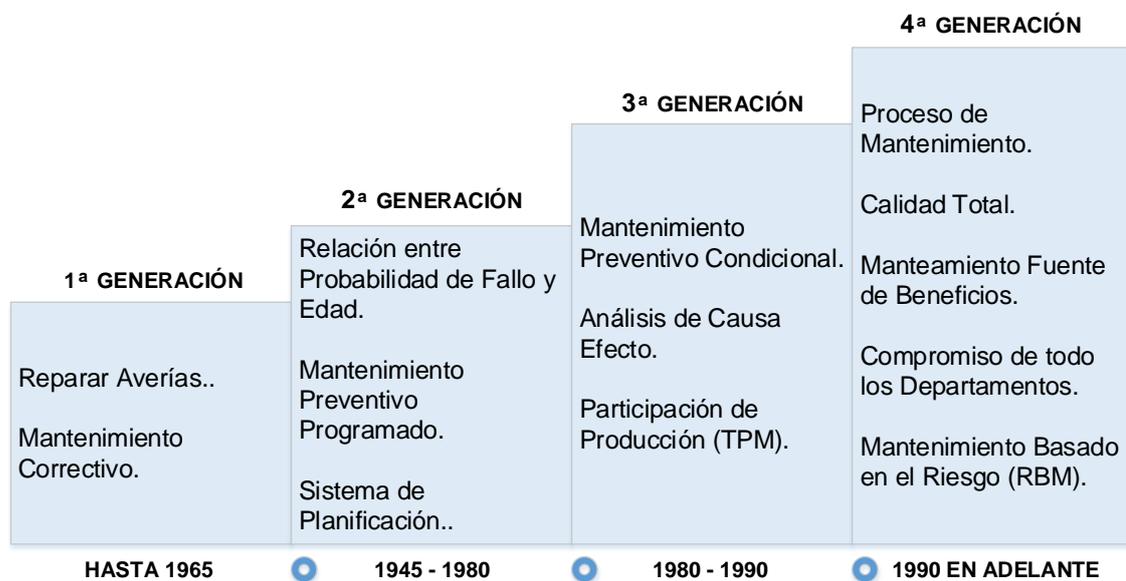
4ª Generación: Aparece en los primeros años 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: "Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe 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 (Díaz, 2010).

Según (Díaz, 2010), menciona que se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como:

- ✓ Ingeniería del Riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no).
- ✓ Análisis de Fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables).
- ✓ Mejora de la Mantenibilidad (Reducir tiempos y costes de mantenimiento).

Figura N° 2.1: Representación de la Evolución de Mantenimiento en la Historia.



Fuente: (Díaz, 2010).

2.3. Etapas de la gestión de mantenimiento.

2.3.1. Planificación.

La planificación en el contexto del mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar un trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales, la requisición

de compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2006).

(Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2006): El proceso de planeación puede dividirse en tres niveles básicos, dependiendo del horizonte de planeación.

- ✓ Planeación a largo plazo (cubre un periodo de 5 años a más).
- ✓ Planeación a mediano plazo (planes a 1 mes y hasta 1 año).
- ✓ Planeación a corto plazo (planes diarios y semanales).

2.3.2. Programación.

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2006).

(Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2006): El programa de mantenimiento puede prepararse en tres niveles, dependiendo de su horizonte:

- ✓ El programa a largo plazo o maestro, que cubre un periodo de 3 meses a 1 año.
- ✓ El programa semanal que cubre 1 semana.
- ✓ El programa diario que cubre el trabajo que debe completarse cada día.

2.3.3. Ejecución.

Es la intervención de las actividades de mantenimiento propuestas en la etapa de planificación y programación, hasta dejar en condición operativa de máquinas, equipos e instalaciones intervenidos. Involucran aspectos como:

- ✓ Ejecución del trabajo diario.
- ✓ Suministro de repuestos y herramientas.
- ✓ Ver el tema de seguridad.
- ✓ Llevar registro de datos.
- ✓ Seguimiento del trabajo diario.

2.3.4. Control.

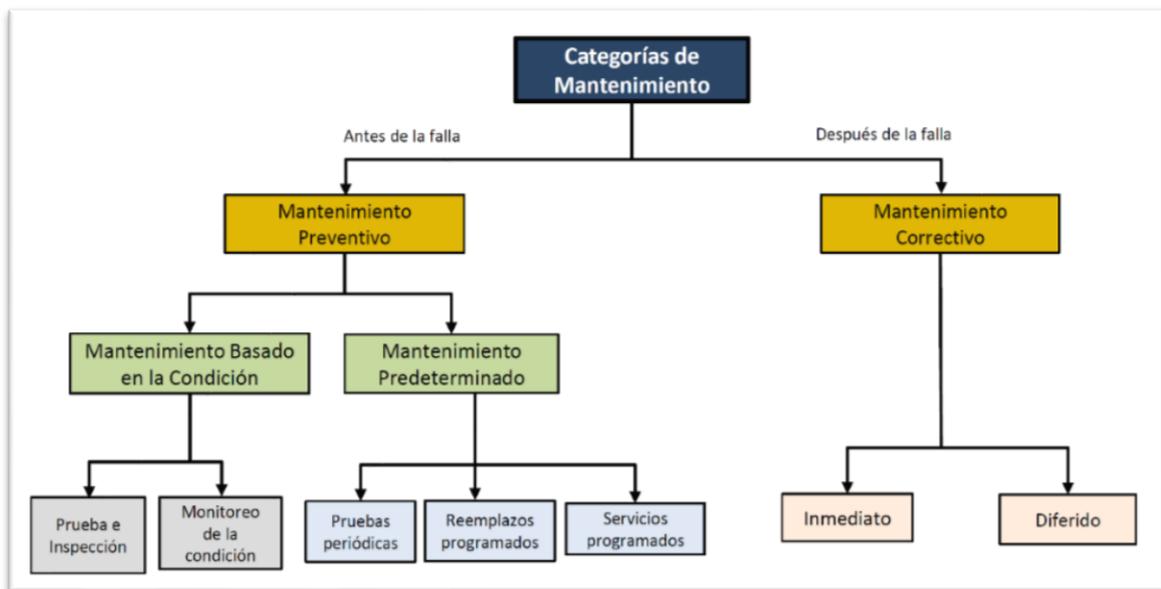
Es la verificación del cumplimiento de parámetros determinados en la etapa de ejecución. Consiste en:

- ✓ Representar los datos obtenidos estadísticamente.
- ✓ Interpretar resultados a través de indicadores.
- ✓ Evaluar metas planificadas y resultados obtenidos.
- ✓ Detectar problemas en el cumplimiento de objetivos de la producción.
- ✓ Mejora continua.

2.4. Tipos de mantenimiento.

Según la (ISO 14224: 2016), existen dos categorías básicas de mantenimiento:

- a) Aquellas que se realizan para corregir un ítem después de la falla (mantenimiento correctivo).
- b) Aquellas que se realizan para prevenir que un ítem caiga en estado de falla (mantenimiento preventivo); parte de esto pueden ser simplemente los chequeos (inspecciones, pruebas) para verificar la condición y el rendimiento del equipo con el fin de decidir si se requiere un mantenimiento preventivo.

Figura N° 2.2: Tipos de Mantenimiento.

Fuente: ISO 14224: 2016.

2.5. Fiabilidad.

“La Fiabilidad es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas” (Torres, 2005).

Según (Torres, 2005): La probabilidad puede variar entre 0 (indica la certeza de falla) y 1 (indica la certeza de buen desempeño).

Por lo tanto, la probabilidad de falla está necesariamente unida a la fiabilidad. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominados la tasa de falla, que es el cociente del número de fallas sobre el total de horas de operación del equipo (Torres, 2005).

2.6. Mantenibilidad.

“La Mantenibilidad, es la probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad” (Torres, 2005).

2.7. Disponibilidad.

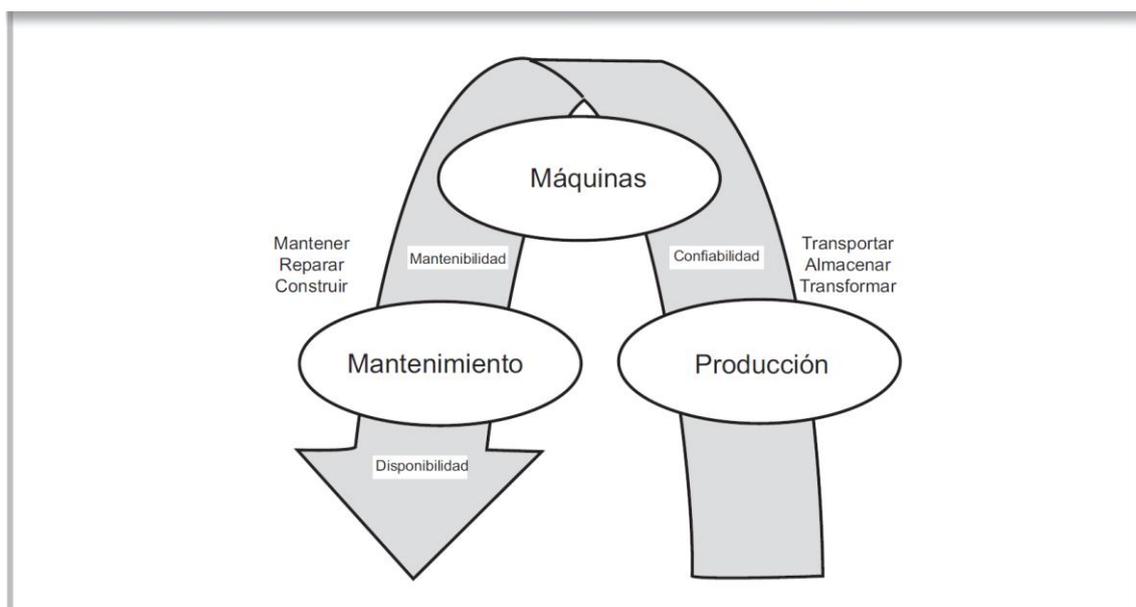
“La Disponibilidad es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado” (Torres, 2005).

(Torres, 2005): La disponibilidad depende de:

- ✓ La frecuencia de las fallas.
- ✓ El tiempo que nos demande reanudar el servicio.

Por supuesto que no están comprendidos en el tiempo de paradas aquellas que se producen por problemas de huelgas, o suspensión de la producción por caída en la demanda (Torres, 2005).

Figura N° 2.3: Elementos Estructurales de Ingeniería de Fábricas.



Fuente: (Mora, 2009).

2.8. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).

Es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual (Moubray, 2004).

2.9. Indicadores.

Indicador, según Sánchez y Reyes (2006), puede ser considerado como una subvariable que se desprende del análisis de las variables con el objetivo de facilitar, su control, manipulación, medición y evaluación.

- ✓ Los indicadores de gestión se pueden utilizar para el análisis de factores que se interrelacionan con la función del mantenimiento.
- ✓ Permite resaltar las principales causas de falla de los equipos, rendimiento de la mano de obra y/o recursos.
- ✓ Permite identificar la frecuencia de ocurrencia de averías con vistas a establecer mejoras en los planes de inspecciones y reparaciones.

2.9.1. Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF).

Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías (García, 2003).

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ Horas Totales de Periodo de Tiempo Analizado}}{N^{\circ} \text{ averías}} \dots\dots(2.1)$$

2.9.2. Tiempo Medio de Reparación (MTTR).

Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución (García, 2003).

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas de Paro por Averías}}{N^{\circ} \text{ de Averías}} \dots\dots(2.2)$$

2.9.3. Índice de disponibilidad (A).

Es uno de los indicadores más importantes de la planta. Es el cociente de dividir el número de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales de un periodo (García, 2003).

2.10. Plan de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento debe elaborar un conjunto de gamas en el que se reflejen las tareas de mantenimiento preventivo a realizar en los equipos que se consideren necesario. El resultado de estas inspecciones, revisiones o sustituciones de elementos debe recogerse por escrito, como listas de chequeo, toma de datos, etc. (García, 2003).

2.11. Análisis de criticidad.

Se concibe como una metodología de análisis, el cual nos permite jerarquizar sistemas, maquinas, equipos e instalaciones. Según (García, 2003) No todos los equipos tienen la misma importancia en el proceso productivo, de hecho, que algunos equipos son más importantes que otros de tal manera que para realizar un plan de mantenimiento se tiene que evaluar la criticidad de cada activo en la línea de producción minuciosamente.

2.11.1. Niveles de criticidad.

Según (García, 2003), se distingue tres niveles de importancia o criticidad:

a) *Equipos Críticos.*

Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.

b) *Equipos Importantes.*

Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.

c) Equipos Prescindibles.

Son equipos con una escasa incidencia en los resultados. Como muchos supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de transcendencia o un pequeño coste adicional.

La expresión matemática de un análisis de criticidad es:

$$Criticidad = Frecuencia * Consecuencia.....(2.3)$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presentan el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

2.11.2. Criterios de valoración de criticidad.

En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

a) Factor de Frecuencia de Fallos.

Como su nombre lo indica es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un periodo de tiempo.

Tabla N° 2.1: Criterio de Factor de Frecuencia de Fallos para Equipos.

FACTOR DE FRECUENCIA DE FALLOS		
Numero	Criterios	Puntaje
1	Excelente: menos 0,5 eventos al año	1
2	Bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año	2
3	Promedio: 1 y 2 eventos al año	3
4	Frecuente: mayor a 2 eventos	4

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

b) Impacto Operacional.

Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

Tabla N° 2.2: Criterio de Impacto Operacional para Equipos.

IMPACTO OPERACIONAL		
Numero	Criterios	Puntaje
1	Perdida de producción menor al 10%	1
2	Perdida de producción entre el 10% y 24%	3
3	Perdida de producción entre el 25% y 49%	5
4	Perdida de producción entre el 50% y el 74%	7
5	Perdida de producción superiores al 75%	10

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

c) Impacto por Flexibilidad Operacional (Mantenibilidad).

Definida como el tiempo en que se toma la acción de la reparación del equipo.

Tabla N° 2.3: Criterio de Impacto por Flexibilidad Operacional para Equipos.

IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
Numero	Criterios	Puntaje
1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1
2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2
3	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	4

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

d) Impacto en Coste de Mantenimiento.

Tomando todos los costos que implican la labor de mantenimiento, dejando por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla.

Tabla N° 2.4: Criterio de Impacto en Coste de Mantenimiento para Equipos.

IMPACTO EN COSTE DE MANTENIMIENTO		
Numero	Criterios	Puntaje
1	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20 000. 00 dólares	1
2	Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20 000. 00 dólares	2

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

e) Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiental.

Enfocado a los posibles daños que pueden causar a las personas o equipos.

Tabla N° 2.5: Criterio Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiental para Equipos.

IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTAL		
Numero	Criterios	Puntaje
1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1
2	Riesgo mínimo de perdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	3
3	Riesgo medio de perdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
4	Riesgo alto de perdida de vida, daños graves de salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos	8

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieren ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte.

2.11.3. Ponderación de criticidad de equipos.

Tabla N° 2.6: Matriz General de Criticidad para Equipos.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

2.12. Máquina crítica.

Es aquel elemento que influye de manera drásticamente el normal funcionamiento de una planta, dejándola fuera de servicio. El proceso productivo no entrará en funcionamiento hasta reparar la falla.

2.13. Falla.

“La falla se define como el deterioro o desperfecto en las instalaciones, maquinas o equipos que no permiten su normal funcionamiento” (Torres, 2005).

2.14. Avería.

Es la secuela que deja una falla, es decir deja de cumplir la función para la cual fue diseñada.

2.15. Descripción de equipos del proceso productivo.

A continuación, se menciona cada uno de los equipos que intervienen en cada proceso productivo y explicaremos brevemente la función que cumplen cada uno de los equipos.

a) Tractor Sobre Oruga.

Entre las máquinas de empuje podemos encontrar los tractores sobre cadenas.

Los tractores sobre cadenas tienen una hoja para empujar, excavar o nivelar la tierra. La hoja puede ser del tipo recto de media U o de U completa.

La hoja es de acero que esta echa de una cuchilla o varios tramos de cuchillas atornilladas a ella. La hoja puede estar unida rígidamente al bastidor de empuje, estar sujeta por pasadores y sistemas de varillas o estar montada al bastidor de empuje, estar sujeta por pasadores y sistemas de varillas o estar montada al bastidor de empuje de manera que pueda inclinarse o pueda variar el ángulo que forma con el eje longitudinal del tractor.

Cuentan con un ripper que es componente clave en su eficiencia. Su labor consiste en ejecutar el trabajo de quiebre con profundidad del terreno, por lo que está siempre expuesto a grandes esfuerzos de flexión, es por ello que se requiere de un acero de alta resistencia mecánica.

La empresa ladrillera diamante cuenta con dos tractores sobre cadena modelo D7RII.

Figura N° 2.4: Maquinaria de Movimiento de Tierra: Tractor Oruga.



Elaborado por el equipo de trabajo.

b) Cargador Frontal.

Los cargadores frontales son tractores equipados con un lampón excavador montado sobre brazos articulados sujetos al tractor y que son accionados por medio de dispositivos hidráulicos. Estas máquinas están diseñadas especialmente para trabajos ligeros de excavación de materiales suaves o previamente aflojados.

La empresa cuenta con cinco equipos de modelo 950H y dos equipos de modelo 962H en total la flota cuenta de 7 cargadores frontales.

Figura N° 2.5: Maquinaria de Movimiento de Tierra: Cargador Frontal.



Elaborado por el equipo de trabajo.

c) Excavadora.

La excavadora hidráulica está diseñada para excavar, sacar la tierra con el cucharón, cortar una zanja y mover la tierra excavada fuera de la zanja o cargarla a la tolva de un camión.

Se denomina excavadora a la máquina autopropulsada sobre neumáticos u orugas. Posee una estructura capaz de girar al menos 360°C (en un sentido y en otro, de forma ininterrumpida) que excava terrenos, carga, eleva gira y descarga materiales por la acción de la cuchara.

En la empresa se cuenta con una excavadora hidráulica modelo 336DL.

Figura N° 2.6: Maquinaria de Movimiento de Tierra: Excavadora.



Elaborado por el equipo de trabajo.

d) *Minicargador.*

Ocupan espacios muy reducidos, eso permite que sea muy versátil a la hora de operar.

El cucharón de carga es de medio metro cubico.

Figura N° 2.7: Equipo de Carguío: Minicargador.



Elaborado por el equipo de trabajo.

e) *Tractor Agrícola.*

Un tractor es una maquinaria con la capacidad de generar tracción. Hoy en día la velocidad, fuerza, flexibilidad, adaptabilidad y el fácil manejo hacen que sean tan valiosos e indispensables para la agricultura moderna.

En la empresa el tractor agrícola es acondicionado con unas cuchillas para nivelar las pistas de desplazamiento del montacargas.

Figura N° 2.8: Tractor Agrícola.



Fuente: Internet.

f) Montacargas.

Un montacargas es un equipo de elevación que sirve para cargar y transportar materiales de gran peso y tamaño. Lo hace a través de una plataforma que se desliza a lo largo de dos guías rígidas paralelas. Debido a sus diversos tipos y aplicaciones, el montacargas puede ser usado tanto en la industria de carga y almacenamiento, como en el sector construcción.

Ladrillera el Diamante S.A.C cuenta con 14 montacargas con uñas modificadas para el carguío de ladrillos crudos y ladrillos cocidos.

Figura N° 2.9: Equipo de Transporte: Montacargas.



Elaborado por el equipo de trabajo.

g) Tolvas de Alimentación.

Se denomina tolva a una estructura metálica similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de la arcilla granulado.

Figura N° 2.10: Máquina de Alimentación: Tolva.



Fuente: Internet.

h) Alimentadores de Placas.

El alimentador de placas se caracteriza principalmente por su gran robustez y seguridad, permitiendo realizar alimentaciones óptimas y uniformes de material, a las diferentes líneas de producción.

Figura N° 2.11: Máquina Alimentador de Placas.



Elaborado por el equipo de trabajo.

i) Fajas Transportadoras.

Son elementos esenciales para transporte de material. Las fajas son fabricadas con cubiertas de caucho y núcleos de fibras o cables de acero, existiendo una infinidad de variables de acuerdo a la necesidad de los medios a transportar.

Figura N° 2.12: Faja Transportadora.



Elaborado por el equipo de trabajo.

j) Elevador de Cangilones.

Los elevadores de cangilones son los sistemas más utilizados para el transporte vertical (5 a 30 metros) de material a granel, seco, húmedo e incluso líquido.

Figura N° 2.13: Equipo de Elevador de Cangilones.



Elaborado por el equipo de trabajo.

k) Zarandas Vibratorias.

Este tipo de cribas se utilizan de forma habitual cuando se desea tratar una gran capacidad de material y obtener una elevada eficacia en la operación de tamizado. La capacidad, sobre todo en los tamaños más finos, es mucho mayor que en cualquiera de los otros tipos de cribas, por lo que han remplazado prácticamente a todos los otros tipos, en los casos en los que la eficacia de la criba es un factor importante.

Figura N° 2.14: Máquina Separador de Partículas: Zaranda Vibratoria.



Elaborado por el equipo de trabajo.

l) Molinos de Martillo.

Conocido también como trituradora de martillos que fue desarrollado para procesos de trituración húmeda y seca de materiales de mediana a extrema dureza para la industria del cemento, carbón, agregados, arcilla y entre otros materiales.

Cuando el material cae en la tolva de alimentación del molino esta ingresa directamente al área de trabajo de los martillos, la arcilla es triturado por los martillos rotativos que al estar girando se expanden, una vez triturados pasan a la zona de descarga, los materiales gruesos son traídos de regreso a la cámara de trituración por los martillos, son molidos y remolidos hasta alcanzar el tamaño requerido menor igual a 2 mm y posteriormente es descargado por la compuerta de descarga.

Figura N° 2.15: Máquina Trituradora: Molino de Martillo.



Elaborado por el equipo de trabajo.

m) Batea Amasadora.

La función principal de la amasadora es la de mezclar eficientemente los diferentes tipos de arcillas empleadas en la Industria Cerámica. Por este proceso se puede mezclar varios tipos de arcilla en una sola operación, promoviendo también el humedecimiento y la homogeneidad de la masa.

La mezcla correcta tanto es útil para la arcilla reposada y anticipadamente humedecida, como para aquella que es humedecida en el propio Mezclador.

Durante la permanencia de la arcilla en el tambor, se efectúa una intensa mezcla y homogeneidad a través de dos ejes horizontales con doble fila de palas helicoidales accionados por un conjunto de engranajes con dos salidas. La arcilla se desplaza gradualmente homogeneizada hacia su salida al nivel siguiente de preparación, debidamente mezclada y humedecida.

Figura N° 2.16: Máquina de Mezcla: Amasadora.



Fuente: Bonfanti S.A.

n) Laminador Bonfanti LB800.

El Laminador Refinador completa la homogenización de la arcilla, evita las pérdidas en la producción y proporciona productos con mejor acabado. Las impurezas que penetran conjuntamente con la arcilla dentro de las masas son fraccionadas, laminadas y mezcladas a la masa cerámica, mejorando la acción del vacío.

El Laminador Refinador es una máquina muy importante para el buen tratamiento de las arcillas en el proceso de producción de ladrillos y productos similares. Normalmente remata el trabajo del Mezclador Horizontal, deshaciendo la arcilla húmeda. Se obtiene la laminación total de la arcilla con velocidades diferentes en los cilindros laminadores y al mismo tiempo en que ocurre la laminación, hay un rozamiento de deslizamiento.

Figura N° 2.17: Máquina Laminador.



Fuente: Bonfanti S.A.

o) Extrusora Modelo MVMB.

La Extrusora al vacío Monobloco Bonfanti MVMB es ideal para cerámicas que necesiten una producción entre 7 a 60 ton/h de material extrusado en húmedo. La máquina dimensionada para soportar trabajos pesados, atiende a todos los tipos de producción de cerámicas tales como ladrillos huecos, bloques estructurales, bloques de veda y losas de forro.

De líneas modernas y construcción robusta permite alta producción con óptima calidad y bajo costo de mantenimiento. Fácil acceso a todas las partes móviles, tales como engranajes, ejes y rodamientos, bien como su cuello en dos mitades y boca articulada posibilitan fácil cambio de las camisas y de los sinfines.

Con sus tres ejes accionados con un único motor, de forma sincronizada, permite que la materia prima beneficiada sea introducida en un mezclador de gran eficiencia, iniciando la compresión entre las palas hasta los sinfines de pre-compresión, comprimiendo el material y forzándolo a pasar a través de las aperturas frontales cónicas, creando una perfecta estanquidad, fraccionando en el momento de la entrada en la cámara de vacío.

Figura N° 2.18: Máquina Extrusora.



Fuente: Bonfanti S.A.

p) Bomba de Vacío.

Diseñada para eliminar el aire existente dentro de componentes extrusora de arcillas. La bomba de vacío consiste en extraer el aire y dejar que el barro se convierta en una aleación homogénea evitando que el material salga con porosidades y quebradizas a la hora de la extrusión.

q) Cortador de Ladrillo.

Esta máquina se destina al corte de los más variados productos, tales como: ladrillos huecos, pasteleros ladrillo King Kong, ladrillos pandereta, etc.

El cortador automático elimina todo el trabajo manual del corte.

La velocidad de corte es sincronizada con la producción de la extrusora, sin que eso perjudique la uniformidad del tamaño de las piezas.

Figura N° 2.19: Máquina Cortadora.



Fuente: Bonfanti S.A.

r) Automatismo de Carga y Descarga.

Compuesto por una mesa aceleradora, reagrupadora y contadora, que a través de movimientos rotativos conduce el producto por medio de rodillos y cadenas especiales hasta una mesa receptora de rodillos, que carga las vagonetas con un sistema único de movimiento a través de contrapesos. Todos los movimientos son dados con variación de frecuencia, accionamiento por motorreductores y controlador por PLC.

Figura N° 2.20: El Automatismo de Carga y Descarga.



Fuente: Betiolmaquinas.

s) Transbordadores.

Equipo utilizado para colocar y retirar vagones de un carril y colocar en otro. Generalmente en la entrada y salida del secadero, también en las líneas para el traslado de vagones vacíos.

Figura N° 2.21: Máquina Transbordadora de Carga.



Elaborado por el equipo de trabajo.

t) Auto-viajantes.

Equipo utilizado para acelerar la evaporación del agua de amasado, los mismos que están instalados en los diferentes secaderos, cada auto-viajante cuenta con 4 ventiladores axiales montados simétricamente. Proporciona el secado rápido y correcto de los ladrillos crudos. Trabaja en conjunto con otros autoservicios interconectados a través de cambios ejecutando movimiento de vaivén.

Figura N° 2.22: Ventilador Axial Autoviajante.



Elaborado por el equipo de trabajo.

u) Exahustor.

Utilizado para tirar del aire caliente, proveniente del enfriamiento de los hornos e inyectar en los ductos de los secaderos.

Figura N° 2.23: Equipo Exahustor.

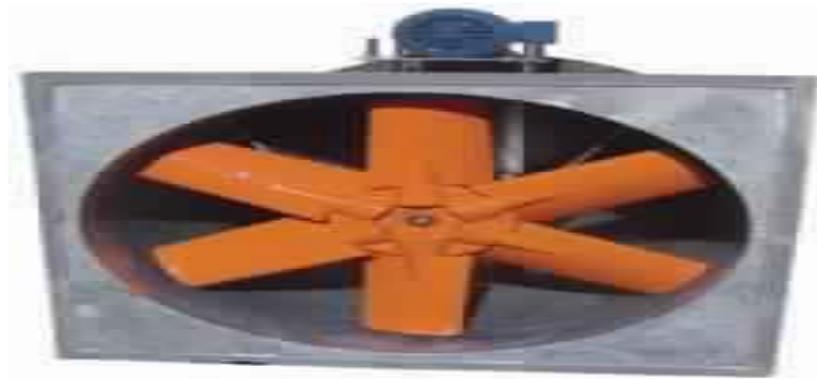


Elaborado por el equipo de trabajo.

v) *Extractor.*

Utilizado para extraer el exceso de aire húmedo en la cámara del secadero y equilibrar el proceso de secado.

Figura N° 2.24: Extractor de Aire Húmedo.



Fuente: Betiolmaquinas.

w) *Bomba de Engranajes.*

La bomba de engranajes más simple consta de dos engranajes rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Cualquier líquido que rellene el espacio existente entre los dientes del engranaje y la carcasa debe seguir junto con los dientes cuando gire el engranaje.

Esta bomba se utiliza para la recirculación de petróleo industrial R500 para la distribución de combustible a las máquinas de quemar.

Figura N° 2.25: Bomba de Engranaje de Recirculación del Combustible R500.



Fuente: Internet.

x) Máquinas de Quemar.

Equipo que produce ventilación forzada con regulación de flujo y dosificación de combustible para la quema.

Figura N° 2.26: Máquinas de Quemar.

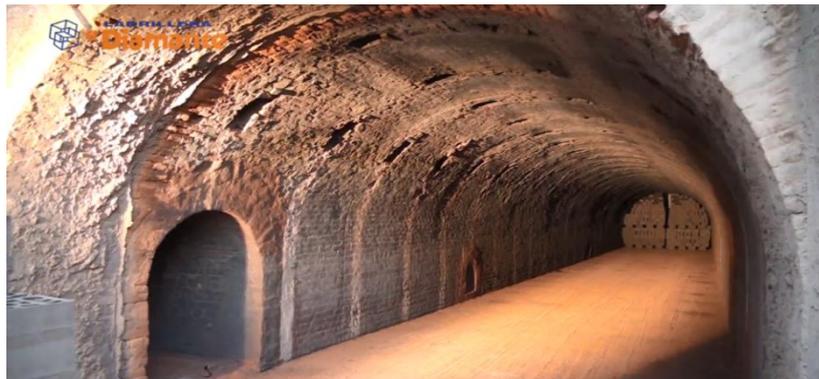


Elaborado por el equipo de trabajo.

y) Horno Hoffman.

El horno Hoffman es un horno de quema de movimiento continuo en el que el fuego está ardiendo y moviéndose siempre a través de ladrillos apilados en un circuito cerrado, de forma circular, elíptica o rectangular, y tiene un techo arqueado. El movimiento del fuego es causado por el tiro proveniente de una chimenea o un ventilador. El horno fue desarrollado y patentado por Friedrich Hoffman en Alemania en 1858, y luego de que fue ampliamente utilizado en Europa para la producción de ladrillos, cerámicas y cal, se introdujo en la India, en la región costera de Malabar (costa sudoccidental), por misiones alemanas en el siglo XIX y todavía prevalecen en la misma región. El diseño original del horno Hoffman tenía un circuito circular levantado alrededor de una chimenea central. Sin embargo, este diseño ha sido modificado con el tiempo y actualmente los hornos Hoffman se usan más en la práctica en su versión de forma elíptica o rectangular.

Figura N° 2.27: Interior del Horno Hoffman.



Fuente: Internet.

z) Cámara de Secado.

El secadero está construido por un ambiente cerrado con capacidad variable, que puede ser ajustado según la carga a procesar. Funciona con temperaturas que pueden llegar a 200°C, pero que, en general, están en el rango usual de 60 a 90°C, utilizando el aire calentado por una fuente propia de generación de calor (cámara de combustión) o calor proveniente del enfriamiento de los hornos.

Figura N° 2.28: Ambiente de la Cámara de Secado.



Fuente: Internet.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Diseño de investigación.

El presente estudio de investigación se concibe como una investigación cuasi-experimental, según (Arnau, 1995) “es un plan de trabajo con el que se pretende estudiar el impacto de los tratamientos y/o procesos de cambio”. Los grupos de estudio no cuentan con una distribución aleatoria, sino que se parte de un grupo preestablecido.

3.2. Tipo de investigación.

El presente estudio de investigación es de tipo descriptivo, ya que describe la situación actual de los diferentes aspectos del área de mantenimiento empleando la herramienta de la auditoría del mantenimiento.

3.3. Nivel de investigación.

El nivel de investigación es aplicado, el propósito es aplicar el plan de mantenimiento preventivo a los equipos más críticos que se encuentran en la planta de procesos, mediante conocimientos teóricos y métodos; según elpensante.com (2016), “manifiesta que la investigación científica aplicada puede también orientarse a la producción de conocimientos y métodos que vengán a mejorar o hacer mucho más eficiente el sector productivo de bienes o servicios”.

3.4. Población y muestra.

Para el presente estudio se toma las definiciones de población y muestra establecidas por Balestrini (2006), señala que: “una muestra es una parte representativa de una población, cuyas características deben producirse en ella, lo más exactamente posible”. La población constituye la planta en general y la muestra de estudio está compuesta por

los equipos críticos de las líneas de producción Planta Molienda, Planta N° 1 y. Planta N°

2.

3.5. Técnicas e instrumentos.

3.5.1. Técnica de investigación.

La técnica a utilizar será los siguientes:

a) Observación Directa.

La observación directa consiste en la familiarización con los equipos de la planta y conocer el contexto operacional, identificar actividades y procedimientos de mantenimiento de los bienes activos de la planta de procesos.

b) Entrevista.

Para la recolección de datos se han planteado preguntas cerradas y abiertas.

Las preguntas cerradas contienen categorías u opciones de respuesta que han sido previamente delimitadas. Es decir, se presentan las posibilidades de respuesta a los participantes, quienes deben acotarse a éstas (Sampieri, 2014).

Las preguntas abiertas no delimitan de antemano las alternativas de respuesta, por lo cual el número de categorías de respuesta es muy elevado; en teoría, es infinito, y puede variar de población en población (Sampieri, 2014).

3.5.2. Instrumentos de investigación.

Los instrumentos a utilizar serán los siguientes:

- ✓ Registros digitales (hojas de análisis de criticidad y hojas AMEF).
- ✓ Formatos de cuestionario.
- ✓ Fotografías.

3.6. Métodos de la investigación.

La metodología que se plantea para proponer un plan de mantenimiento preventivo para equipos más críticos de la planta de procesos, consta de lo siguiente.

a) Fuente de Información.

Para la obtención de información se forma un grupo de especialistas de personas conocedores del proceso productivo, así como la mantención de los equipos de la planta procesadora de ladrillos.

- ✓ Jefe de mantenimiento.
- ✓ Supervisor de mantenimiento eléctrico.
- ✓ Supervisor de mantenimiento mecánico.
- ✓ Técnico mecánico.
- ✓ Técnico electricista.
- ✓ Planificador de mantenimiento.
- ✓ Jefe de planta y operaciones.

b) Sistematización de la Información.

Es la primera etapa que consiste en la recolección de datos de todos los bienes activos que intervienen en la cadena productiva, toda la información recolectada es cargada en el software ERP Spring, (adquisición de la empresa) para la sistematización, para posteriormente ser cuantificada y analizada y finalmente la elaboración del inventario y la respectiva codificación.

c) Análisis de Criticidad.

Según (Parra & Crespo, 2017) En esta parte se emplea el método de jerarquización semi-cuantitativo Criticidad Total por Riesgo, que permite jerarquizar e identificar los equipos más críticos dentro del proceso productivo, basado en el riesgo global.

Los criterios a considerar en base a riegos están asociados con: Factor de Frecuencia de Fallos (FF), Impacto Operacional (IO), Impacto por Flexibilidad Operacional (FO), Impacto en Coste de Mantenimiento (CM) e Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiental (SHA).

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} * \textit{Consecuencia}.....(3.1)$$

Donde:

$$\textit{Consecuencia} = (\textit{IO} * \textit{FO}) + \textit{CM} + \textit{SHA}.....(3.2)$$

En la Tabla N° 3.1 se presenta los puntajes ponderados para de cada uno de los criterios a ser evaluados:

Según (Parra & Crespo, 2017) para obtener el nivel de criticidad de cada equipo/sistema, se toman los valores totales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias de los fallos y se ubican en la matriz de criticidad 4x4 (ver Tabla N° 3.2). El valor de frecuencia de fallos se ubica en el eje vertical y el valor de consecuencias se ubica en el eje horizontal, se toma el resultado final de la expresión:

$$\textit{Criticidad} = \textit{FF}[(\textit{IO} * \textit{FO}) + \textit{CM} + \textit{SHA}].....(3.3)$$

Tabla N° 3.1: Criterios de Criticidad.

N°	FACTOR DE FRECUENCIA DE FALLOS	Puntaje
1	Excelente: menos 0,5 eventos al año	1
2	Bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año	2
3	Promedio: 1 y 2 eventos al año	3
4	Frecuente: mayor a 2 eventos	4
IMPACTO OPERACIONAL		
1	Perdida de producción menor al 10%	1
2	Perdida de producción entre el 10% y 24%	3
3	Perdida de producción entre el 25% y 49%	5
4	Perdida de producción entre el 50% y el 74%	7
5	Perdida de producción superiores al 75%	10
IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1
2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2
3	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	4
IMPACTO EN COSTE DE MANTENIMIENTO		
1	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 20 000. 00 dólares	1
2	Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 20 000. 00 dólares	2
IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTAL		
1	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	1
2	Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	3
3	Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
4	Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves de salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos	8

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas (Parra & Crespo, 2017):

- ✓ Área de sistemas No Críticos (NC).
- ✓ Área de sistemas de Media Criticidad (MC).
- ✓ Área de sistemas Críticos (C).

Tabla N° 3.2: Matriz de Criticidad 4x4.

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: (Parra & Crespo, 2017).

d) Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF).

Para desarrollar la metodología del AMEF, se basa según (Guzman, 2013).

El AMEF de Procesos, referido como AMEFP, soporta el desarrollo del proceso de manufactura en la reducción del riesgo de las fallas:

Identificando y evaluando las funciones y requerimientos del proceso.

- ✓ Identificando y evaluando modos de fallas potenciales relacionadas con el producto y el proceso, y los efectos de las fallas potenciales en el proceso y los clientes.
- ✓ Identificando las causas potenciales del proceso de manufactura o ensamble.
- ✓ Identificando las variables del proceso en las cuales se enfocan los controles del proceso para reducción de la ocurrencia o incremento de la detección de las condiciones de falla, y
- ✓ Permitiendo el establecimiento de un sistema de prioridades para acciones preventivas/correctivas y controles.

i)-Desarrollo de un AMEF de Procesos.

El ingeniero responsable del proceso/líder de equipo tiene a su propia disposición un número de documentos que son útiles en la preparación de AMEFPs. El AMEFP se inicia

desarrollando una lista de lo que se espera haga el proceso y de lo que no se espera que haga (Guzmane, 2013).

A fin de facilitar la documentación del análisis de fallas potenciales y sus consecuencias, se han desarrollado formatos ejemplo de AMEFPs y se ofrecen en el Tabla N° 3.3, (Guzmane, 2013).

El formato usado en los ejemplos en este manual de referencia es una guía para documentar la discusión y análisis del equipo de los elementos del AMEFP (Guzmane, 2013).

El orden de las columnas puede ser modificado y pueden agregarse columnas a este formato dependiendo de las necesidades y expectativas de la organización y sus clientes. En cualquier caso, cualquier formato emitido debe ser aceptado por el cliente (Guzmane, 2013).

ii). Encabezado de un Formato de AMEF de Procesos.

Lo siguiente describe la información a ser registrada en el formato, según (Guzmane, 2013):

El encabezado del AMEF debiera identificar claramente el enfoque del AMEFP así como la información relacionada con el desarrollo del documento y el proceso de control. Esto debiera incluir un número de AMEF, la identificación del alcance, las responsabilidades de diseño, las fechas de terminación, etc.

iii). Cuerpo del Formato de AMEFP.

El cuerpo del AMEFP contiene el análisis de riesgos relacionados con las fallas potenciales y las acciones de mejoramiento a ser tomadas (Guzmane, 2013).

iv). Evaluación de Riesgos.

Según (Guzmane, 2013) el Número de Prioridad en Riesgos (NPR). Un enfoque que apoya en la priorización de acciones ha sido el uso del Número de Prioridad en Riesgos:

$$NPR = Severidad(S) + Ourrencia(O) + Dtección(D).....(3.4)$$

Dentro del alcance del AMEF individual, este valor puede tener un rango entre 1 y 1,000.

e) Método Estadístico.

Peter Drucker afirma que pocos factores son tan importantes para la actuación de la organización como la medición, aunque lamenta el hecho de que la medición sea el área más débil de la gestión en muchas empresas.

W. Edward Deming, un pionero en métodos estadísticos para el control de calidad, señaló que en Japón se ponía mucho énfasis en las estadísticas para directores de empresa. En parte fue la aplicación de las técnicas estadísticas enseñadas por Deming lo que hizo que Japón pasara de ser un fabricante de imitaciones baratas a líder internacional en productos de primera calidad.

Tabla N° 3.3: Formato de Análisis de Modos y Efectos de Fallo Potenciales de Proceso.

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS POTENCIALES (AMEF DE PROCESOS)

Número de AMEF _____ de _____

Página _____ de _____

Preparado por: _____

Fecha de AMEF (Orig.) _____

Item: _____

Responsabilidades de Proceso _____

Año(s)/Programa(s) del Modelo _____

Fecha Clave _____

Equipo Central _____

Pasos del Proceso / Función	Requerimientos	Modo de Fallo Potencial	Efecto(s) Potencial (es) de la Fallo	Severidad	Clasificación	Causa(s) Potencial (es) de la Fallo	Ocurrencia	Controles Actuales del Proceso Prevención	Controles Actuales del Proceso Detección	No de Detección	Acciones Recomendadas	Responsabilidades y Fechas Meta de Terminación	Resultados de Acciones			Nº	
													Acciones Tomadas y Fecha de Terminación	Severidad	Ocurrencia		Detección

Fuente: (Guzmane, 2013).

3.7. Materiales de investigación.

- ✓ Documentos bibliográficos, consultas electrónicas (internet).
- ✓ Paquetes computarizados (MS Excel, MS Word, MS Visio, software ERP Spring, etc.
- ✓ Dispositivos electrónicos (laptops, celular móvil, USB, etc.).
- ✓ Materiales de escritorio.

3.8. Análisis datos.

Para el análisis de la información obtenida se empleará las siguientes herramientas y métodos de mantenimiento.

- ✓ Diagrama de Pareto.
- ✓ Análisis de criticidad.
- ✓ Análisis de modos y efectos de falla (AMEF).
- ✓ Histogramas.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción general de la empresa.

4.1.1. Datos de la empresa.

Tabla N° 4.1: Información de la Empresa.

Ladrillera el Diamante S.A.C.	
RUC	20120877055
Razón Social	Ladrillera El Diamante S.A.C.
Tipo de Empresa	Sociedad Anónima Cerrada
Condición	Activo
Fecha de Inicio de Actividad	25/01/1900
Actividad Comercial	Fabricación de cerámicos no refractarios
CIIU	26931
Domicilio Legal	Variante Uchumayo KM 4.5
Región	Arequipa
Provincia	Arequipa
Distrito	Cerro Colorado

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2. Breve reseña histórica.

Ladrillera el Diamante S.A.C es una empresa generacional que comienza con la fundación de una ladrillera artesanal en el año 1900 en el distrito de Yarabamba, que fue fundado por el señor Felipe Linares Salas, quien es padre de Don Héctor Linares Málaga.

Años más tarde se inicia la actividad en el sector denominado Quebrada Honda, con la finalidad de incrementar la producción de ladrillos.

Posteriormente se trasladaron a las Pampas de Porongoche donde comienza la instalación de su nueva planta denominada Ladrillera Santa María.

En el año 1975 se alquilan terrenos en la Variante de Uchumayo, donde se traslada a todo el personal y maquinaria de la Ladrillera Santa María, es ahí donde se inicia el

empleo de maquinarias y equipos automatizados y toma el nombre de Ladrillera El Diamante S.A.C.

Actualmente su participación del mercado es de más del 40%; se tiene cuatro agencias ubicadas en distintos puntos de la ciudad de Arequipa, y debido a la demanda de ladrillos a través del tiempo es que su expansión se ha dado en el Sur del país, contando con sucursales en Pedregal, Camaná, Mollendo, Moquegua, Juliaca, Puno y una planta de producción en la hermana país de Bolivia.

4.1.3. Misión.

“Somos una empresa que busca la satisfacción de sus clientes actuales y futuros siendo sostenibles en el tiempo, rentables y entregando productos cerámicos que representan soluciones de valor que aportan con la seguridad, el cuidado del medio ambiente, la mejora en la calidad de vida de las familias y el crecimiento constructivo del país”.

4.1.4. Visión.

“En el 2020 ser reconocidos como la empresa modelo y grupo ladrillero más grande en el mercado nacional, por la calidad de nuestros productos y servicios, guiada por un espíritu de trabajo en equipo y de mejora continua”.

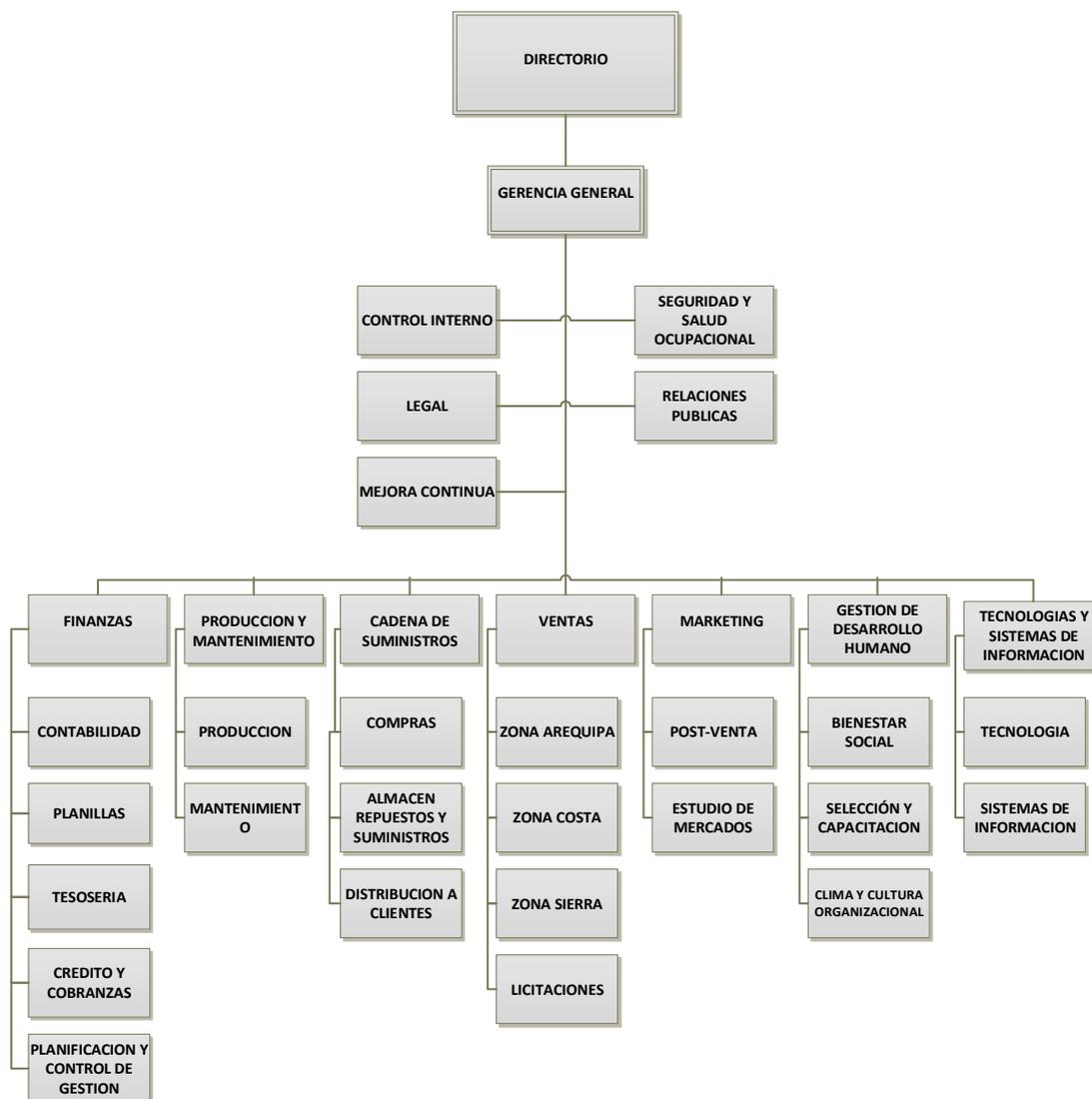
4.1.5. Política de calidad.

Ladrillera El Diamante S.A.C. es una empresa comprometida con la satisfacción de sus clientes por la calidad de sus productos, servicios y la búsqueda constante de nuevas oportunidades de negocio, con la finalidad de lograr su posicionamiento sostenido en el mercado de la fabricación, comercialización y distribución de ladrillos cerámicos mecanizados y lograr índices de rentabilidad que garanticen la continuidad de sus operaciones.

Aspira al reconocimiento distintivo del mercado por su actitud competitiva y comprometida con el cumplimiento de su sistema de gestión de calidad orientada hacia la mejora continua. Esta política es compartida por todos los colaboradores de la empresa.

4.1.6. Organigrama de la empresa.

Figura N° 4.1: Organigrama de la Empresa.



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.7. Recursos humanos.

La población está constituida por los trabajadores de la empresa Ladrillera el Diamante S.A.C. que asciende a más 520 trabajadores, según datos obtenidos del área de recursos humanos conforme al siguiente detalle:

Tabla N° 4.2: Representación del Personal General.

TRABAJADORES	
AREAS	CANTIDAD
Administrativos	40
Ventas	60
Producción	420
Total	520

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.8. Productos.

La empresa en mención se encarga de fabricar y comercializar productos de arcilla cocida de excelente calidad, se posiciona en el mercado por la optimización de procesos de producción, innovación y control de calidad, que le permiten garantizar la satisfacción del cliente y obtener la máxima rentabilidad y competitividad. Principales productos:

- ✓ Ladrillo King Kong Fortaleza.
- ✓ Ladrillo King Kong H9.
- ✓ Ladrillo King Kong H10.
- ✓ Ladrillo King Kong Infes.
- ✓ Ladrillo Blocker.
- ✓ Ladrillo Pandereta.
- ✓ Ladrillo Hueco 15.
- ✓ Ladrillo Hueco 12.
- ✓ Ladrillo Hueco 20.

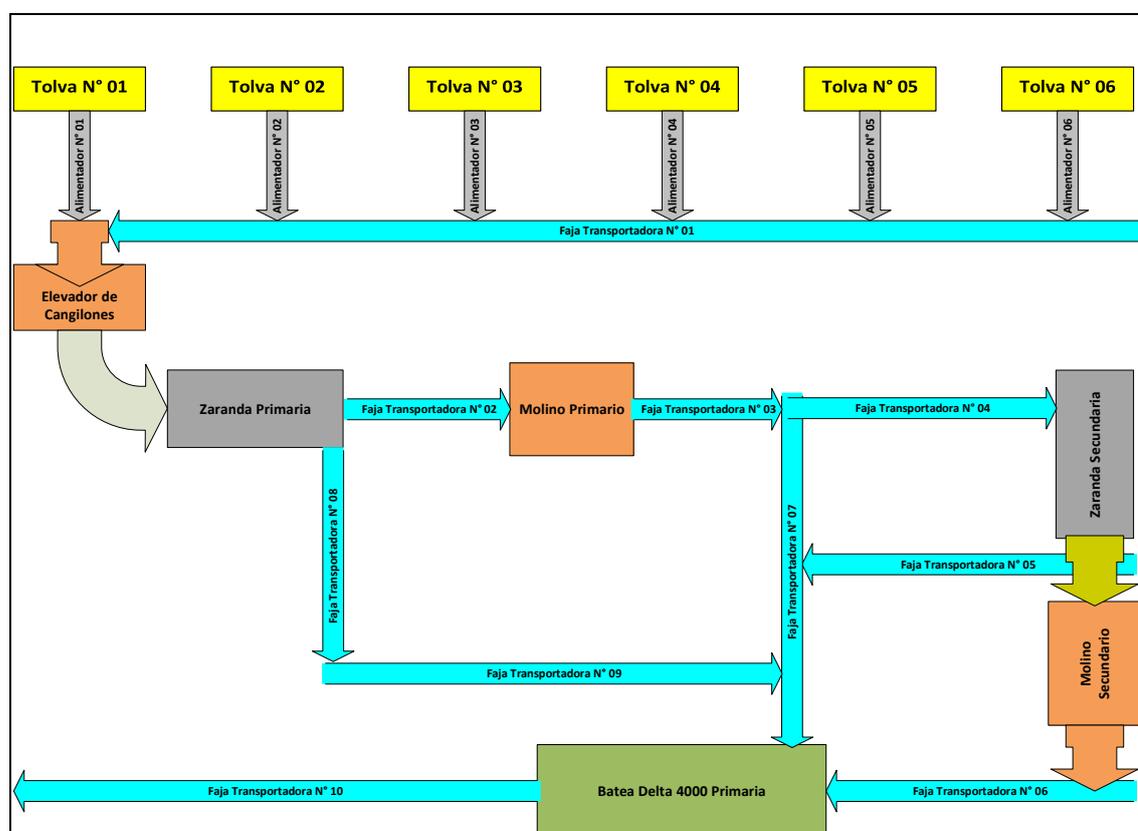
- ✓ Ladrillo Hueco 25.
- ✓ Ladrillo Hueco Bovedilla.
- ✓ Ladrillo Pastelero.
- ✓ Ladrillo para Muros.
- ✓ Ladrillo para Tabiquería, otros.

4.1.9. Materiales.

El principal material utilizado para la producción de ladrillo es la arcilla, este material está compuesto por diferentes minerales arcillosos en su gran mayoría está presente el silicio y el aluminio producto de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas, y otras rocas como fragmentos de óxidos hidratados, alcalisis y materiales coloidales.

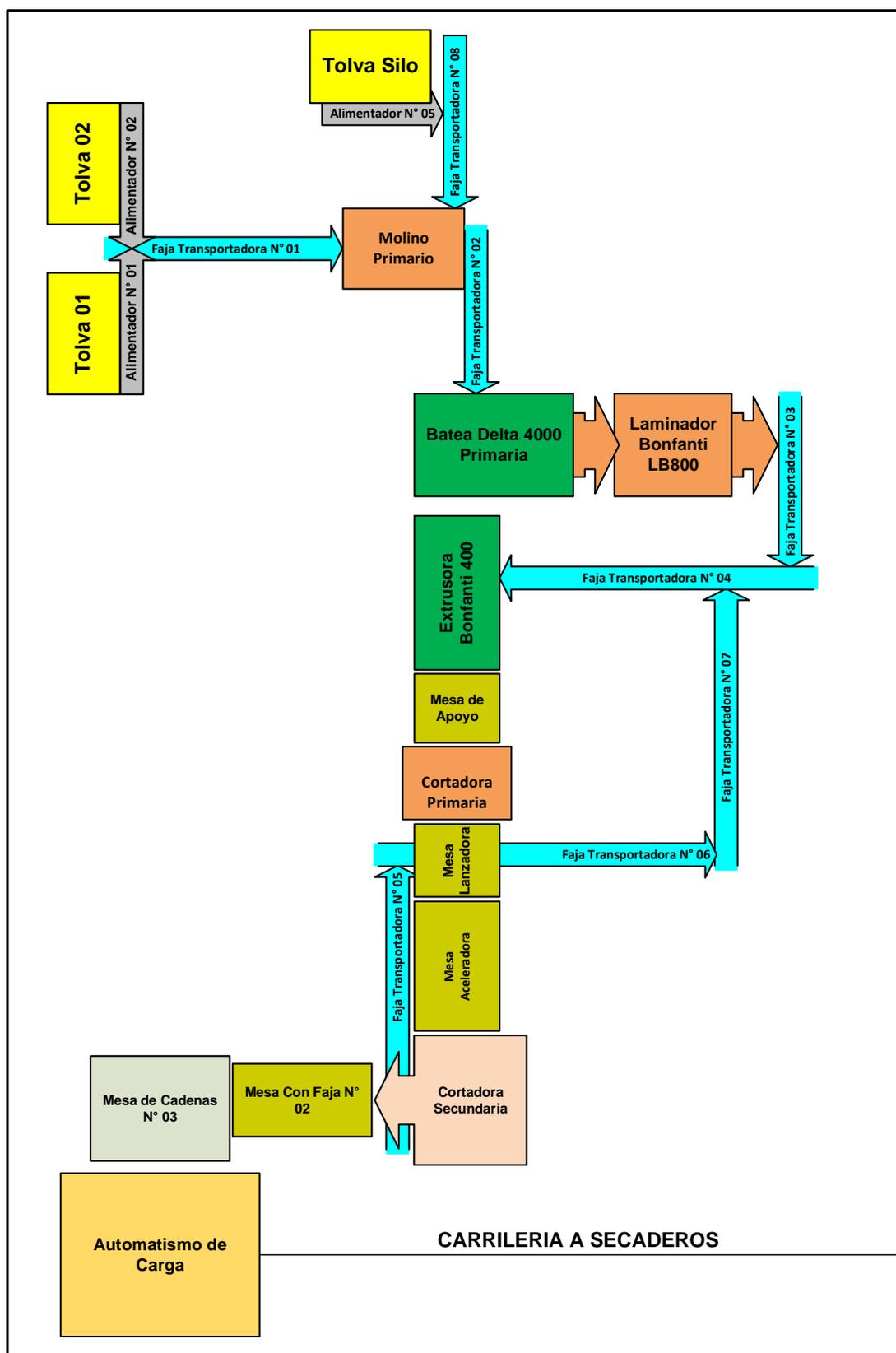
4.1.10. Distribución de planta.

Figura N° 4.2: Distribución de la Planta Molienda.



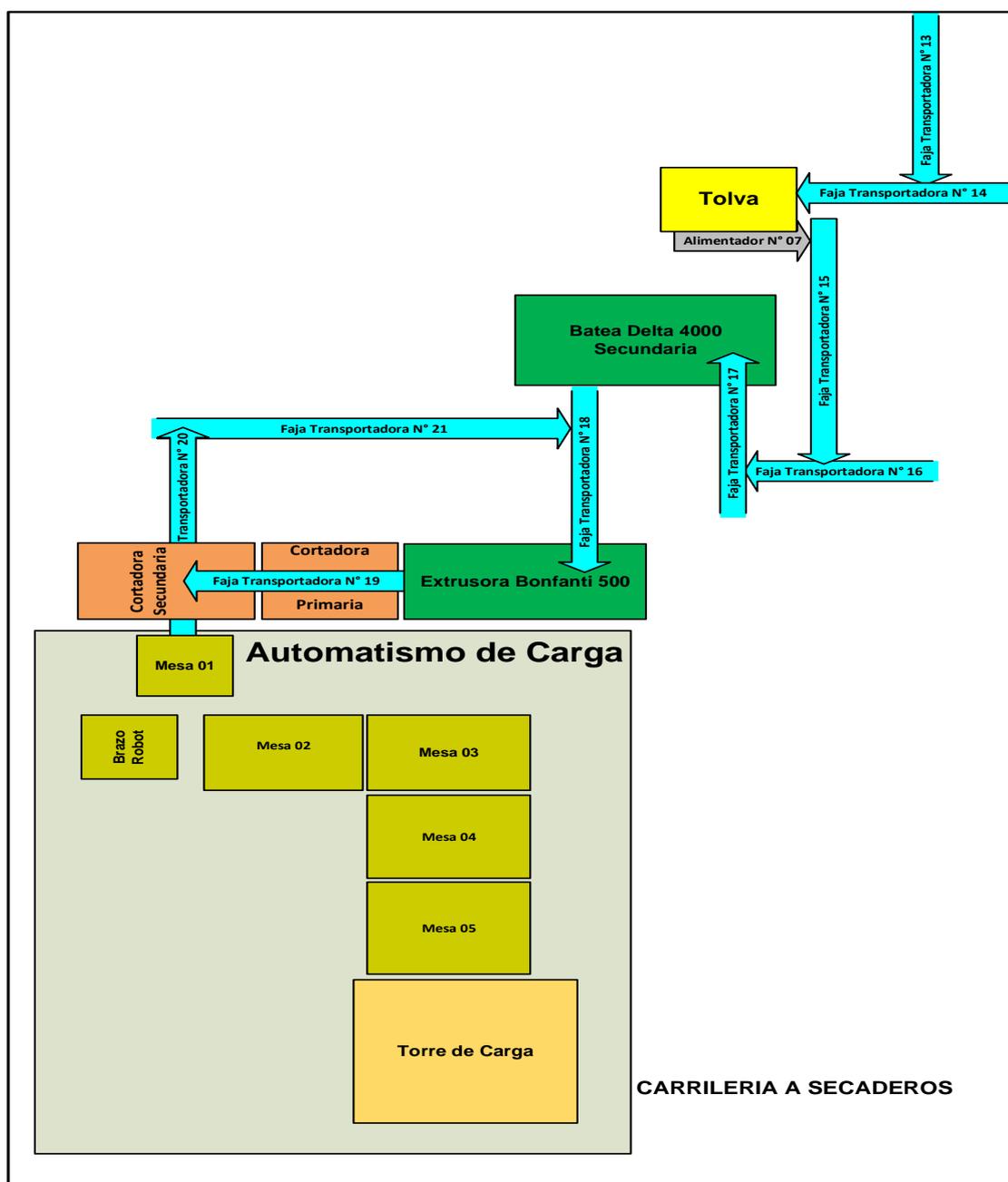
Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.3: Distribución de la Planta N° 1.



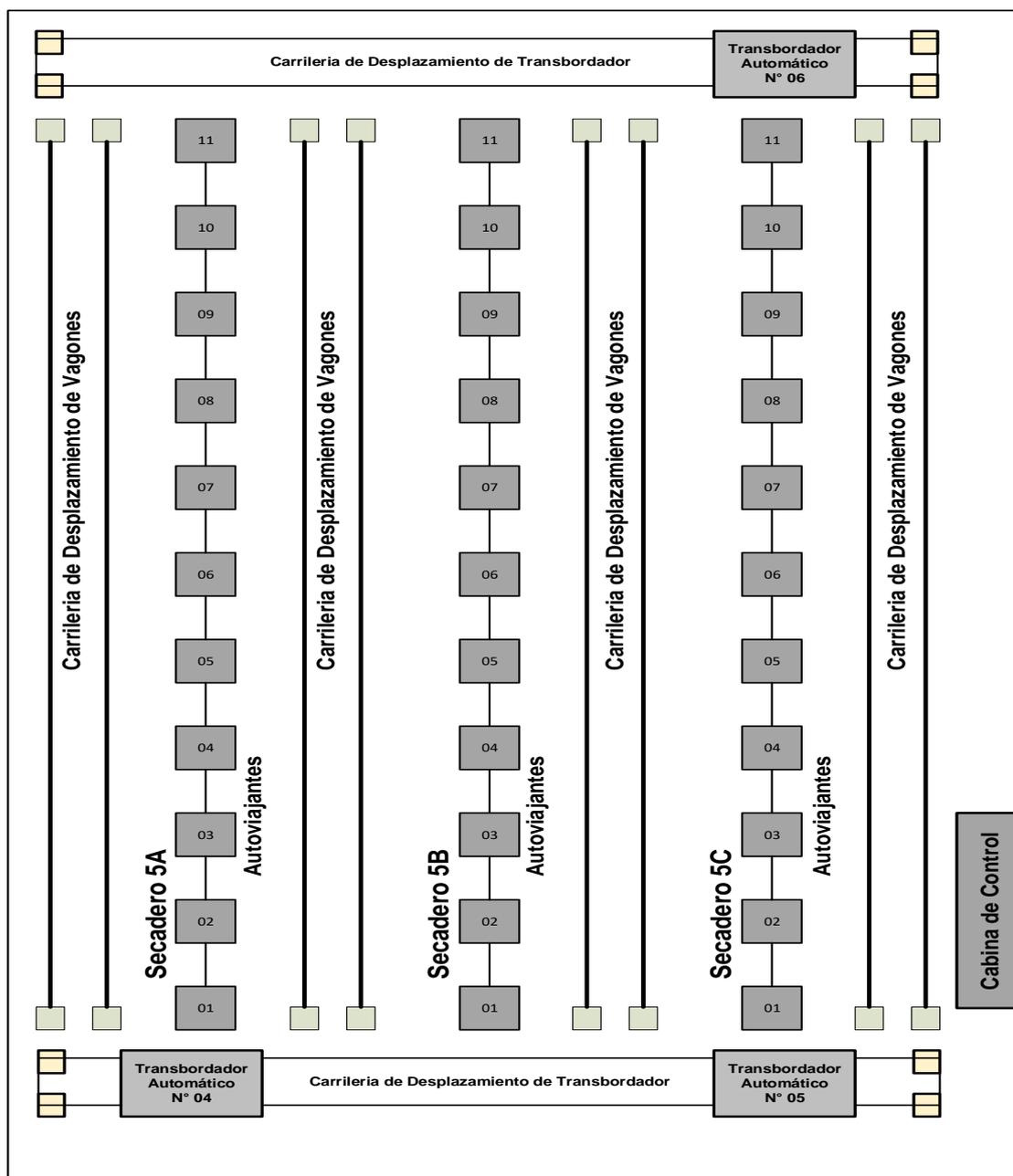
Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.4: Distribución de la Planta N° 2.



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.5: Distribución del Secadero 05.



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.11. Proceso de producción.

El proceso productivo de Ladrillera el Diamante S.A.C esta estructura de la siguiente manera:

- ✓ Extracción de materia Prima.
- ✓ Almacenamiento de Materia Prima.
- ✓ Molienda.
- ✓ Conformado.
- ✓ Secado.
- ✓ Cocción.
- ✓ Almacenamiento de producto terminado.

4.1.11.1. Extracción de materia prima.

La extracción de materia prima comprende todo el trabajo de explotación de arcilla en las diferentes canteras como son:

- ✓ Cantera Vítor.
- ✓ Cantera Polobaya.
- ✓ Cantera Mollebaya.
- ✓ Cantera Chapi.

Este proceso se realiza con empleo de maquinaria pesada móvil y posteriormente se transporta el material extraído en volquetes al almacén de la planta.

Figura N° 4.6: Equipos de Extracción de Materia Prima.



Fuente: Internet.

4.1.11.2. Almacenamiento de materia prima.

Antes de incorporar la arcilla a la línea de producción, esta se almacena en los patios de almacenamiento a temperatura ambiente con la finalidad de obtener la oxidación de los materiales orgánicos y la desintegración de terrones y obtener una consistencia adecuada gracias a la acción física del medio ambiente.

Además, la arcilla tiene que ser removida al menos 3 veces dependiendo de las condiciones climatológicas para lograr la homogenización de la mezcla, ya que se podría formar costras en la parte inferior debido a la humedad del suelo. Finalmente, cuando la arcilla se encuentre en óptimas condiciones para luego ser depositadas en las tolvas de alimentación.

Figura N° 4.7: Equipos de Movimiento de Tierra.



Fuente: Internet.

4.1.11.3. Molienda.

Antes de ingresar a la línea de transformación se realiza un pre mezclado de diferentes tipos de arcilla para que el producto tenga una buena consistencia mecánica. Este proceso es sumamente importante debido a que dependerá mucho para obtener la calidad y el acabado de los productos finales.

Una vez obtenida la mezcla deseada, se lleva a cabo la carga a la tolva, y el material cae al alimentador de placas para dosificar el material uniformemente, posteriormente la

mezcla es transportada por medio de una banda transportadora hacia un elevador de cangilones la misma que descarga en la zaranda primaria, la zaranda vibratoria permite separar los materiales gruesos de los materiales finos, el material grueso es transportada mediante la faja transportadora a un molino de martillos que se encarga de triturarla; seguidamente, la mezcla es transportada hacia una zaranda secundaria que permite separar partículas finas y gruesas; las primeras caen por los agujeros de la zaranda y son almacenadas, y las segundas son conducidas nuevamente hacia el molino secundario para repetir el mismo proceso de triturado y tamizado, obteniéndose una granulometría mucho más fina.

Por otro lado, material fino descargado de la zaranda primaria es transportado mediante fajas a un acumulador en donde se mezcla con la arcilla fina del circuito secundario. Esto hace que el ladrillo tenga un acabado de calidad.

4.1.11.4. Conformado.

Una vez terminada la trituración de la arcilla, se transporta a través de fajas transportadoras a la amasadora en donde se procede a humidificar la mezcla de la arcilla con agua, posteriormente esta mezcla se pasa por los rodillos laminadores de abertura de 2 mm para garantizar la consistencia de la pasta luego de este proceso la mezcla es transportada mediante faja transportadora a la maquina extrusora, este equipo con sus tres ejes accionados con un único motor, de forma sincronizada, permite que la mezcla sea introducida en un mezclador incorporado de gran eficiencia, iniciando la compresión entre las palas hasta los sinfines de pré-compresión comprimiendo el material y forzándolo a pasar a través de las aperturas frontales cónicas, creando una perfecta estanquidad, fraccionando en el momento de la entrada en la cámara de vacío.

La materia prima fragmentada entra en la cámara de vacío donde hay una aspiración de aire en la parte superior que asegura una perfecta extracción de aire, gases y humedad de la masa, y calcadores sincronizados con el sinfín de extrusión inferior lo alimentan de forma eficiente para que haya la extrusión de la materia prima a través de la boquilla, responsable por la conformación de la pasta continua de cerámico. Posteriormente la pasta ingresa a la cortadora primaria en donde la pasta de arcilla es fraccionada en lingotes y esta es transportadora a través de cintas transportadoras a una cortadora secundaria de corte múltiple, esta máquina se destina al corte de los más variados productos, tales como: ladrillos huecos, King Kong H9, King Kong H10, etc. El cortador automático elimina todo el trabajo manual del corte.

La velocidad de corte es sincronizada con la producción de la extrusora, sin que eso perjudique la uniformidad del tamaño de las piezas.

Posteriormente los ladrillos crudos son cargados a través de un equipo a las vagonetas para ser trasladados a los secaderos artificiales.

4.1.11.5. Secado.

El secado es una de las fases más delicadas y trascendentes del proceso de fabricación de ladrillos, debido a que buena parte es el responsable del producto que saldrá de los hornos. Un secadero con problemas se puede convertir en un cuello de botella en el que se estrangula toda la producción y rentabilidad de una instalación.

El secado, por otra parte, es una operación muy compleja en la que convergen múltiples factores: naturaleza de la arcilla, grado de preparación y homogenización, tensiones que han tenido lugar durante el moldeo, diseño y formato de la pieza uniformidad o des-uniformidad en el secado.

El proceso de secado como se ha comentado se realiza de dos formas con secaderos artificiales fríos y secaderos artificiales calientes. Los ladrillos crudos ingresan al secadero frío cargados en vagonetas, estas vagonetas circulan en las vías dispuestas a lo largo de los secaderos. Para el sistema de recirculación de aire en el interior del secadero se utilizan ventiladores axiales llamados auto-viajantes, el segundo, consiste en introducir el paso de aire a través de un quemador de carbón, con la ayuda de unos ventiladores centrífugos se inyecta aire caliente a 97°C a través de un ducto a las cámaras de secado, dentro de la cámara se tiene unos ventiladores axiales llamados auto-viajantes que se encargan de homogenizar la temperatura y distribuir el aire caliente en forma uniforme, acelerando el secado, finalmente el aire es expulsado a través de los ductos de extracción que se encuentran en la parte superior de las cámaras de secado.

4.1.11.6. Cocción

Terminando el proceso de secado, los ladrillos crudos se encuentran listos para ser sometidos a la quema en los hornos, esta etapa es la parte final del proceso productivo, es este proceso en donde los ladrillos adquieren propiedades de resistencia, dureza, color, textura, etc. Para este fin la planta cuenta con dos hornos tipo Hoffman, los cuales utilizan como combustible principal gas natural y petróleo industrial R500.

El proceso de quema tiene una duración aproximada de 48 horas, durante el cual se ejerce un estricto control de temperatura, mediante instrumentos de medición llamados termocuplas instaladas en diferentes partes del horno, ya que las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo dependen principalmente de la temperatura del horno.

En este proceso, la temperatura máxima de cocción depende del tipo de ladrillo, la temperatura promedio de cocción oscila entre 850°C a 900°C , y finalmente se procede con el enfriamiento, para tal efecto se inyecta aire frío a temperatura ambiente empleando ventiladores centrífugos.

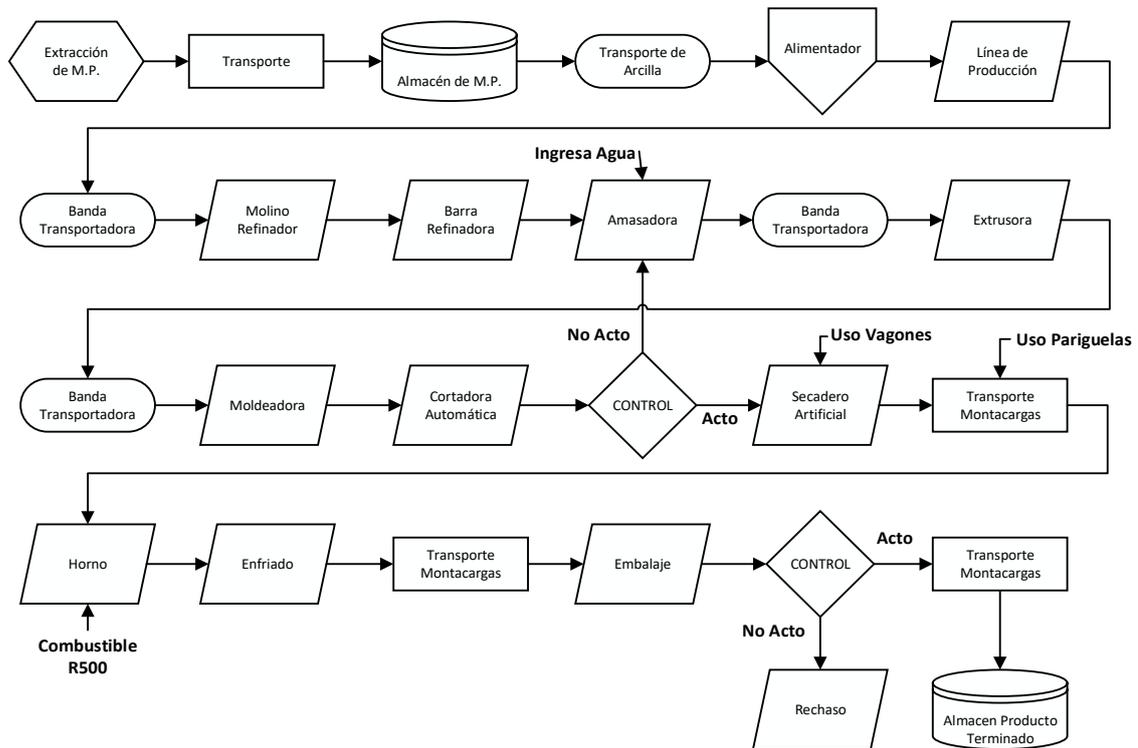
4.1.11.7. Almacenamiento del producto terminado.

El producto terminado es transportado en los montacargas al almacén, desde donde se distribuye el producto cumpliendo con la demanda del cliente.

4.1.12. Diagrama de producción.

A continuación, se muestra el diagrama de producción.

Figura N° 4.8: Representación del Diagrama de Producción.



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.2. Diagnóstico de la situación actual.

4.2.1. Diagnóstico actual del área de mantenimiento.

Para realizar el diagnóstico actual del área de mantenimiento se va analizar el comportamiento de la disponibilidad de planta y la calidad de la gestión de mantenimiento.

Para ello utilizaremos herramientas como: histogramas y auditorías de mantenimiento.

4.2.1.1. Disponibilidad de planta.

Los histogramas nos darán a conocer el comportamiento de la disponibilidad por mes de cada una de las plantas de producción.

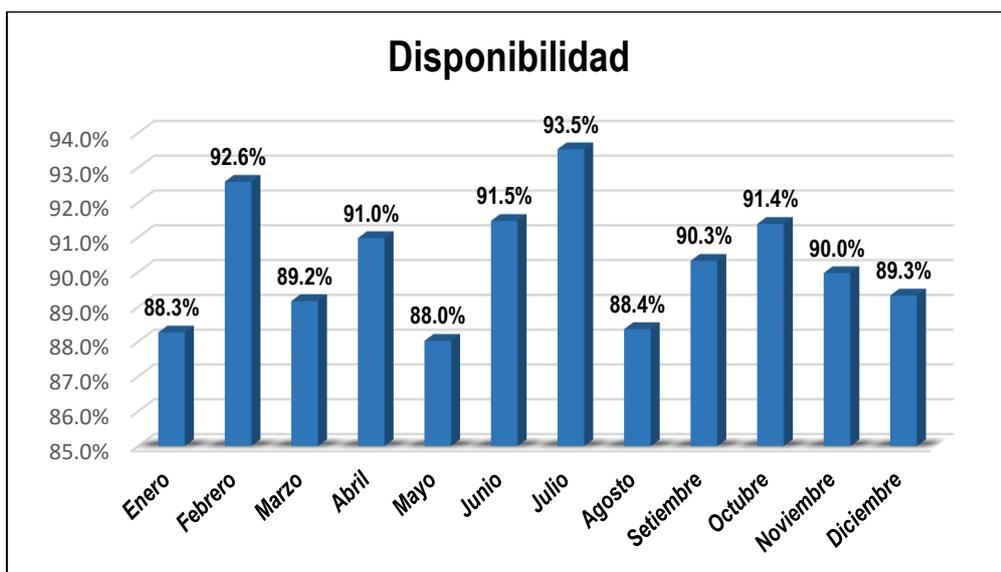
A continuación, se muestra los indicadores de la planta N° 1 correspondiente al año 2018.

Tabla N° 4.3: Indicadores Planta N° 1 2018.

Meses	Tiempo de Parada	N° de Paradas	Horas Tot. Producidas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Enero	83.10	95.00	624.82	6.58	0.87	88.3%
Febrero	44.52	61.00	556.53	9.12	0.73	92.6%
Marzo	73.62	71.00	605.80	8.53	1.04	89.2%
Abril	62.40	58.00	629.07	10.85	1.08	91.0%
Mayo	71.57	68.00	525.93	7.73	1.05	88.0%
Junio	55.62	47.00	596.28	12.69	1.18	91.5%
Julio	42.62	45.00	615.90	13.69	0.95	93.5%
Agosto	82.88	74.00	629.13	8.50	1.12	88.4%
Setiembre	65.58	92.00	612.03	6.65	0.71	90.3%
Octubre	60.45	77.00	641.07	8.33	0.79	91.4%
Noviembre	65.56	60.00	588.00	9.80	1.09	90.0%
Diciembre	67.94	107.00	568.52	5.31	0.63	89.3%
Total	775.84	855	8760	8.98	0.94	90.3%

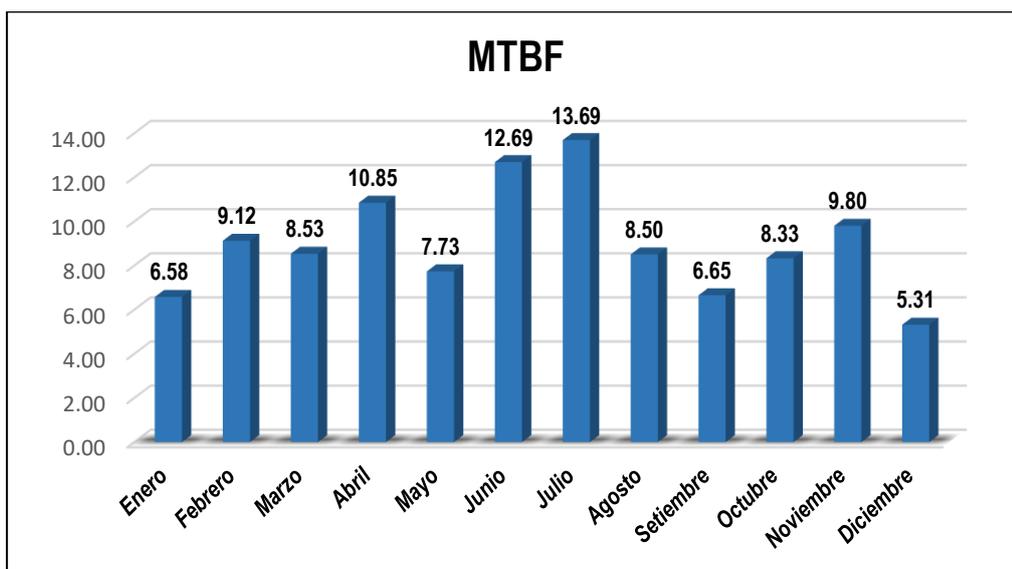
Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.9: Gráfico de Disponibilidad Planta N° 1 2018.



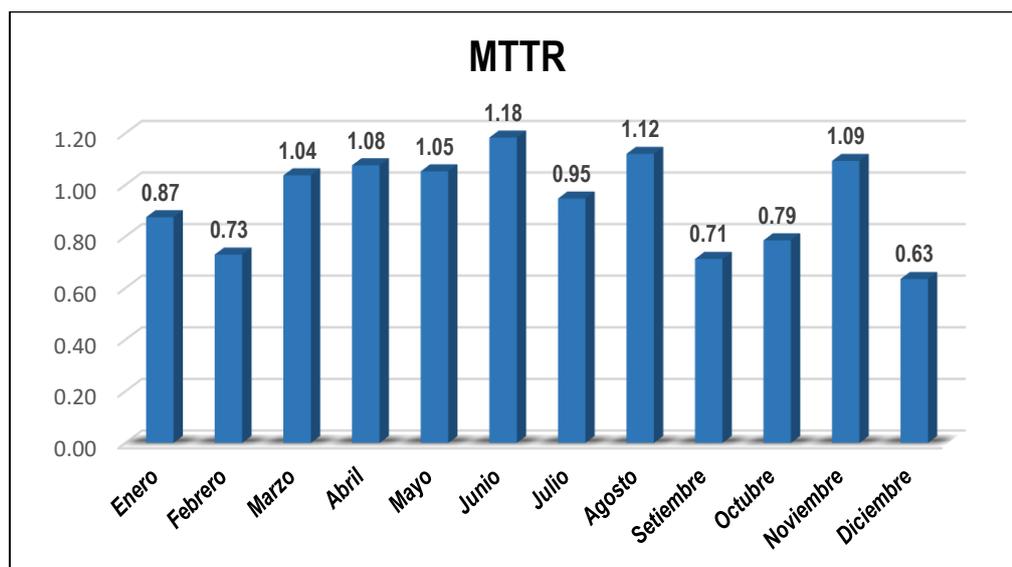
Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.10: Gráfico de Tiempo Medio Entre Fallas Planta N° 1 2018.



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.11: Gráfico de Tiempo Medio Para Reparar Planta N° 1 2018.



Elaborado por el equipo de trabajo.

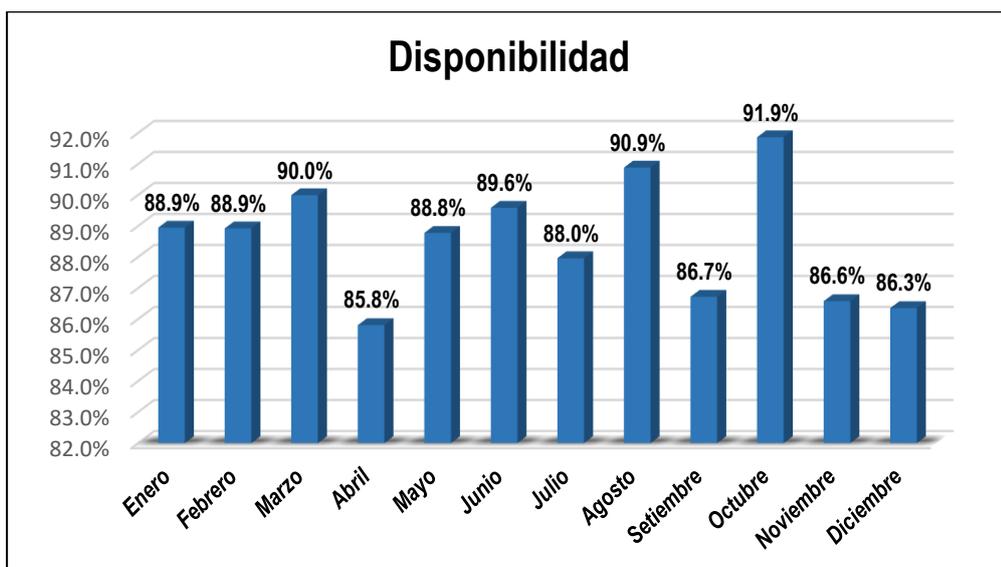
A continuación, se muestra indicadores de mantenimiento de la planta N° 2 correspondiente al año 2018.

Tabla N° 4.4: Indicadores de la Planta N° 2 2018.

Meses	Tiempo de Parada	N° de Paradas	Horas Tot. Producidas	MTBF	MTTR	Disponibilidad
Enero	60.03	41	482.87	11.78	1.46	88.9%
Febrero	50.94	21	408.80	19.47	2.43	88.9%
Marzo	50.59	24	454.83	18.95	2.11	90.0%
Abril	69.78	38	421.62	11.10	1.84	85.8%
Mayo	53.60	26	423.90	16.30	2.06	88.8%
Junio	50.69	25	435.95	17.44	2.03	89.6%
Julio	62.55	28	456.87	16.32	2.23	88.0%
Agosto	50.77	16	506.04	31.63	3.17	90.9%
Setiembre	65.50	23	427.49	18.59	2.85	86.7%
Octubre	2.02	6	22.83	3.81	0.34	91.9%
Noviembre	70.55	146	454.91	3.12	0.48	86.6%
Diciembre	63.63	76	402.48	5.30	0.84	86.3%
Total	650.64	470	4898.59	14.48	1.82	88.5%

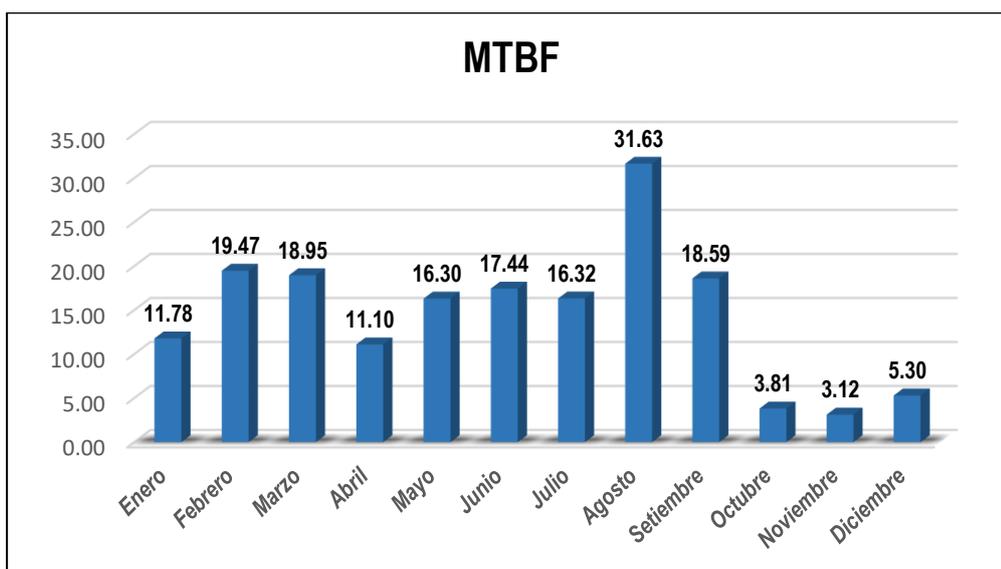
Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.12: Gráfico de Disponibilidad Planta N° 2 2018.



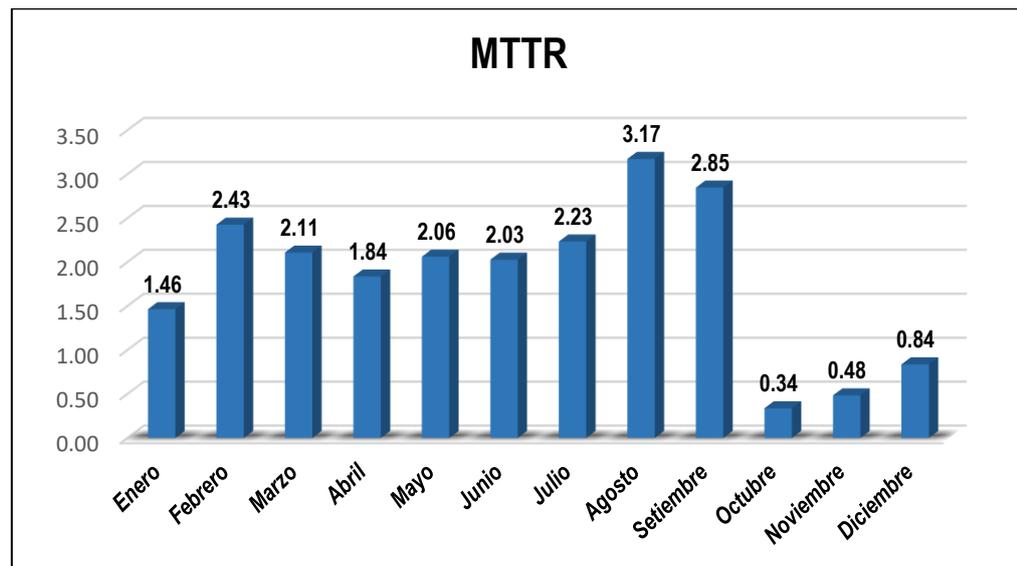
Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.13: Gráfico de Tiempo Medio Entre Fallas Planta N° 2 2018.



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.14: Gráfico de Tiempo Medio Para Reparar Planta N° 2 2018.



Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.5: Registro de Fallas Planta N° 1.

Codigo	Descripcion de Maquina	Frecuencia de Falla	Tiempo Total	Horas	Costo	%	Acumulado	Clasificacion
PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betiol	353	59:06:08	59.10	S/ 283,691	44.01%	44.01%	A
SEC-VG01	Vagon	199	18:35:04	18.58	S/ 89,205	24.81%	68.83%	A
PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multialambre	83	25:37:30	25.63	S/ 123,000	10.35%	79.18%	A
PL1-CP01	Cortadora Primaria	59	4:48:00	4.80	S/ 23,040	7.36%	86.53%	B
PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	18	1:43:00	1.72	S/ 8,240	2.24%	88.78%	B
PL1-E400	Extrusora Bonfanti 400	17	4:51:00	4.85	S/ 23,280	2.12%	90.90%	B
PL1-MX01	Batea Misturador Morando BA4	11	2:05:00	2.08	S/ 10,000	1.37%	92.27%	B
PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	9	2:48:00	2.80	S/ 13,440	1.12%	93.39%	B
PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	9	2:30:48	2.51	S/ 12,064	1.12%	94.51%	B
PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	7	5:53:00	5.88	S/ 28,240	0.87%	95.39%	C
PL1-MM01	Molino Primario	7	3:34:00	3.57	S/ 17,120	0.87%	96.26%	C
PL1-LA01	Laminador Bonfanti LB800	5	0:19:00	0.32	S/ 1,520	0.62%	96.88%	C
PL1-MF02	Mesa de Faja N° 02	4	0:55:00	0.92	S/ 4,400	0.50%	97.38%	C
PL1-AL02	Alimentador LDS N° 02	3	0:18:00	0.30	S/ 1,440	0.37%	97.76%	C
PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	3	2:21:00	2.35	S/ 11,280	0.37%	98.13%	C
PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retorno a Ext.	3	0:36:00	0.60	S/ 2,880	0.37%	98.50%	C
PL1-MG02	Mesa Giratoria N° 02	3	0:59:00	0.98	S/ 4,720	0.37%	98.88%	C
PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	2	1:31:00	1.52	S/ 7,280	0.25%	99.13%	C
PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betiol)	2	0:10:00	0.17	S/ 800	0.25%	99.38%	C
PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betiol)	2	0:07:00	0.12	S/ 560	0.25%	99.63%	C
SEC-GA18	Compresor Atlas Copco GA18	2	0:55:00	0.92	S/ 4,400	0.25%	99.88%	C
PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	1	0:08:00	0.13	S/ 640	0.12%	100.00%	C
Total general		802	139:50:30	139.84	S/ 671,240.00	100%		

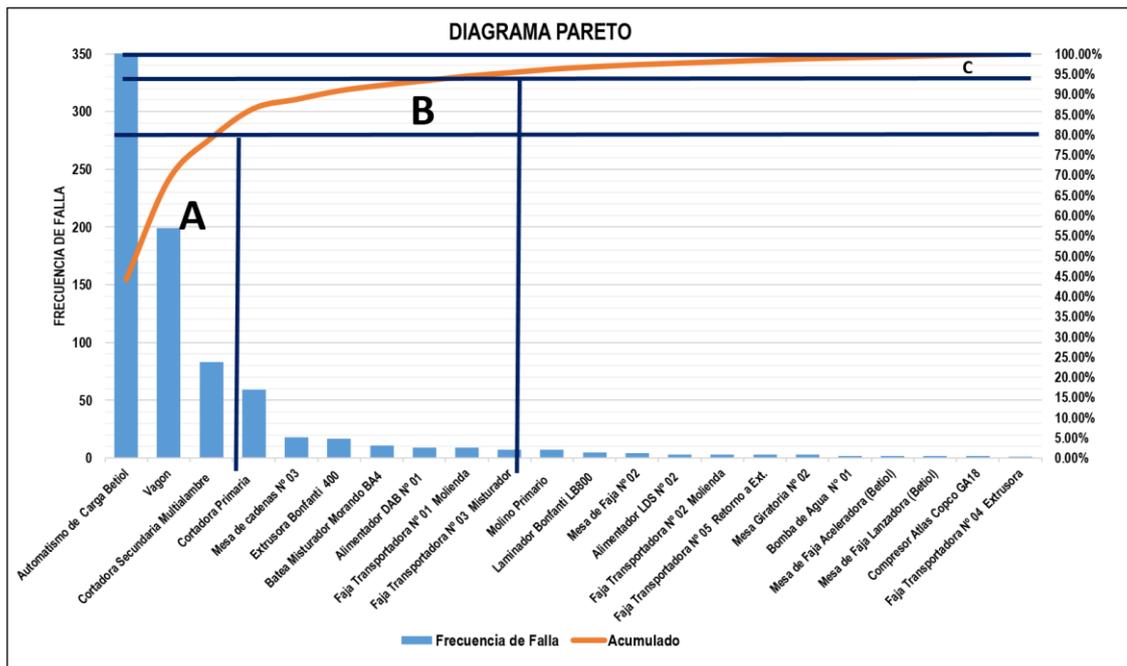
Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.6: Parámetros de Aplicación del Diagrama de Pareto-Planta N° 1.

Participación Estimada	Clasificación	Cantidad	Porcentaje	Fallas	% Fallas
0% - 80%	A	3	14%	635.00	79%
81% - 95%	B	6	27%	123.00	15%
96% - 100%	C	13	59%	44.00	5%

Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.15: Diagrama de Pareto Planta N° 1.



Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.7: Registro de Fallas Planta N° 2.

Codigo	Descripcion de Maquina	Frecuencia de Falla	Tiempo Total	Horas	Costo	%	Acumulado	Clasificacion
SEC-VG01	Vagon	114	13:51:16	13.85	S/ 66,501	27.01%	27.01%	A
PL2-ACE1	Automatismo de Carga	86	20:53:09	20.89	S/ 100,252	20.38%	47.39%	A
PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	48	6:41:14	6.69	S/ 32,099	11.37%	58.77%	A
PLM-ZP01	Zaranda Primaria	35	7:31:14	7.52	S/ 36,099	8.29%	67.06%	A
PL2-EB50	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	26	9:55:32	9.93	S/ 47,643	6.16%	73.22%	A
PL2-E450	Extrusora Morando 450	15	3:23:34	3.39	S/ 16,285	3.55%	76.78%	A
PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	11	1:42:22	1.71	S/ 8,189	2.61%	79.38%	A
PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	10	5:59:06	5.99	S/ 28,728	2.37%	81.75%	B
PLM-MM01	Molino Primario de Martillos	10	1:11:35	1.19	S/ 5,727	2.37%	84.12%	B
PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	8	1:53:30	1.89	S/ 9,080	1.90%	86.02%	B
PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	8	3:23:05	3.38	S/ 16,247	1.90%	87.91%	B
PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	8	1:57:24	1.96	S/ 9,392	1.90%	89.81%	B
PL2-MX02	Batea Delta 4000 Secundario Bonfanti	7	1:21:24	1.36	S/ 6,512	1.66%	91.47%	B
PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	6	0:51:42	0.86	S/ 4,136	1.42%	92.89%	B
PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonfanti	5	3:31:40	3.53	S/ 16,933	1.18%	94.08%	B
PL2-CM01	Cortadora Morando N° 01 E-450	4	0:41:57	0.70	S/ 3,356	0.95%	95.02%	C
PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	3	0:42:00	0.70	S/ 3,360	0.71%	95.73%	C
PL2-AL01	Alimentador Vaivén	2	0:10:00	0.17	S/ 800	0.47%	96.21%	C
PL2-CB01	Cortadora Bonfanti N° 01	2	0:07:00	0.12	S/ 560	0.47%	96.68%	C
PL2-CB02	Cortadora Bonfanti N° 02 E-450	2	0:05:00	0.08	S/ 400	0.47%	97.16%	C
PL2-FT06	Faja Transportadora N° 06 Retorno Ext.	2	0:26:30	0.44	S/ 2,120	0.47%	97.63%	C
PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	2	0:24:10	0.40	S/ 1,933	0.47%	98.10%	C
PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	2	0:12:48	0.21	S/ 1,024	0.47%	98.58%	C
PLM-FT09	Faja Transportadora N° 09 Molienda	2	0:07:20	0.12	S/ 587	0.47%	99.05%	C
PL2-BA01	Bomba de Agua N° 01	1	0:39:50	0.66	S/ 3,187	0.24%	99.29%	C
PL2-FT04	Faja Transportadora N° 04 Mistrador	1	0:06:00	0.10	S/ 480	0.24%	99.53%	C
PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	1	0:08:00	0.13	S/ 640	0.24%	99.76%	C
PLM-AL06	Alimentador Natreb N° 06	1	0:40:00	0.67	S/ 3,200	0.24%	100.00%	C
Total general		422	88:38:22	88.64	S/ 425,469	100%		

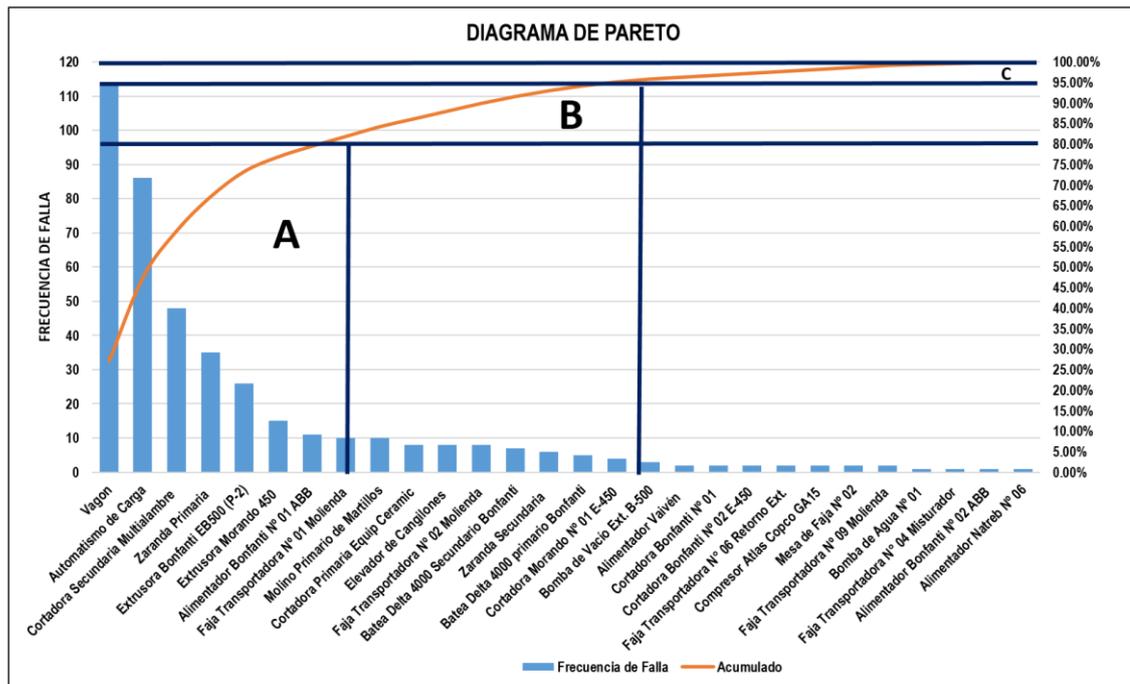
Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.8: Parámetros de Aplicación del Diagrama de Pareto-Planta N° 2.

Participación Estimada	Clasificación	Cantidad	Porcentaje	Fallas	% Fallas
0% - 80%	A	7	25%	335	79%
81% - 95%	B	8	29%	62	15%
96% - 100%	C	13	46%	25	6%

Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.16: Diagrama de Pareto Planta N° 2.



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.2.1.2. Auditoría de mantenimiento.

La auditoría de mantenimiento está basada según, (Gonzáles, 2004) el cual nos dará a conocer los puntos claves a mejorar en la gestión de mantenimiento.

Para tal fin se empleará 5 aspectos más importantes del área de mantenimiento.

1. Organización del mantenimiento.
2. Planificación y control de mantenimiento.
3. Habilidad del personal de mantenimiento.
4. Ejecución del mantenimiento.
5. Supervisión de mantenimiento.

A continuación, se muestran los cuadros y gráficos de auditoría de mantenimiento.

Tabla N° 4.9: Auditoría de la Organización del Mantenimiento.

AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo		Empresa:	Ladrillera Diamante S.A.C	
Categoría de auditoría:	Organización del Mantenimiento	Unidad de Operación:	Arequipa	
		Fecha:	21/08/2018	
N°	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
1	Claridad de la ubicación del área de mantenimiento dentro de la empresa.	10	10.00	100%
2	Claridad de la organización del área de mantenimiento dentro de la empresa.	10	9.00	90%
3	Claridad de línea de jerarquía en el área de mantenimiento	10	4.00	40%
4	La autonomía que tiene el área de mantenimiento dentro de la empresa	10	8.00	80%
5	El área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras con otras áreas de la empresa.	10	8.00	80%
6	Internamente, el área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras.	10	5.00	50%
7	El área de mantenimiento trabaja basado en claros objetivos propios.	10	3.00	30%
8	El área de mantenimiento tiene definidas sus funciones claramente.	10	3.00	30%
9	El área de mantenimiento es considerado para toma de decisiones por el resto de áreas de la planta.	10	8.00	80%
Total		90	58	64%

Fuente: (Gonzáles, 2004).

Figura N° 4.17: Organización del Mantenimiento.



Fuente: (Gonzáles, 2004).

Tabla N° 4.10: Auditoría del Planeamiento del Mantenimiento.

AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo		Empresa:	Ladrillera Diamante S.A.C	
Categoría de auditoría:	Planeamiento del Mantenimiento	Unidad de Operación:	Arequipa	
		Fecha:	21/08/2018	
N°	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
1	Calificación del planeamiento de mantenimiento dentro de la Organización de su empresa.	10	8.00	80%
2	Recepción de solicitudes de mantenimiento.	10	5.00	50%
3	Definición de la Orden de Trabajo en el área de mantenimiento.	10	4.00	40%
4	Planeamiento de la mano de obra en el área de mantenimiento.	10	2.00	20%
5	Planeamiento de herramientas y equipos en el área de mantenimiento.	10	3.00	30%
6	Planeamiento de Cuadrillas de trabajo en el área de mantenimiento.	10	8.00	80%
7	Coordinación con el área de producción fechas para realizar mantenimiento en general.	10	8.00	80%
8	Planeamiento preventivo en el área de mantenimiento.	10	4.00	40%
9	Reporte de planeamiento y cumplimiento del área de mantenimiento.	10	3.00	30%
Total		90	45	50%

Fuente: (Gonzáles, 2004).

Figura N° 4.18: Planeamiento del Mantenimiento.



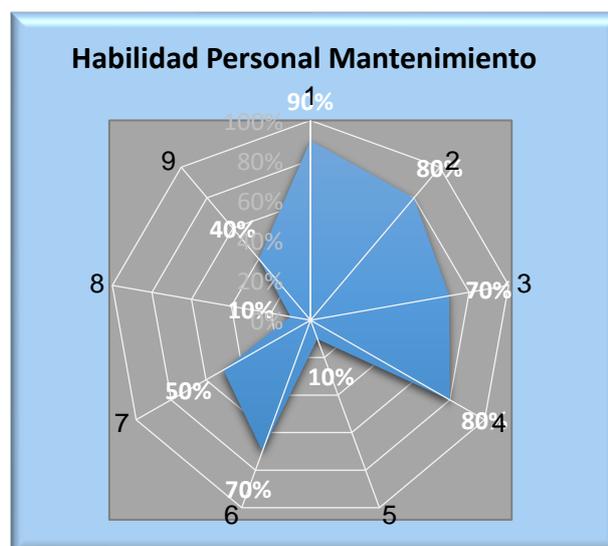
Fuente: (Gonzáles, 2004).

Tabla N° 4.11: Auditoría de la Habilidad del Personal de Mantenimiento.

AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo		Empresa:	Ladrillera Diamante S.A.C	
Categoría de auditoría:	Habilidad del Personal de Mantenimiento	Unidad de Operación:	Arequipa	
		Fecha:	21/08/2018	
Nº	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
1	Nivel técnico de los directivos del área de mantenimiento.	10	9.00	90%
2	Nivel técnico del operario del área de mantenimiento.	10	8.00	80%
3	Nivel de Experiencia de Ingenieros, Técnicos y Obreros del área de mantenimiento.	10	7.00	70%
4	El personal técnico de mantenimiento es responsable de las tareas que realizan.	10	8.00	80%
5	El personal del área de mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente.	10	1.00	10%
6	El personal de supervisión capacita a su personal del área de mantenimiento permanentemente.	10	7.00	70%
7	Nivel de desempeño del personal del área de mantenimiento para realizar mantenimiento preventivo.	10	5.00	50%
8	El personal del área de mantenimiento puede realizar mantenimiento predictivo (monitoreo condición).	10	1.00	10%
9	El personal del área de mantenimiento puede realizar análisis de datos de fallas para mejorar.	10	4.00	40%
Total		90	50	56%

Fuente: (Gonzáles, 2004).

Figura N° 4.19: Habilidad Personal Mantenimiento.



Fuente: (Gonzáles, 2004).

Tabla N° 4.12: Auditoría de la Ejecución del Mantenimiento.

AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo		Empresa:	Ladrillera Diamante S.A.C	
Categoría de auditoría:	Ejecución del Mantenimiento	Unidad de Operación:	Arequipa	
		Fecha:	21/08/2018	
N°	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
1	El personal de Mantenimiento acciona en base a planes y programas.	10	4.00	40%
2	El área de mantenimiento participa en la elaboración de los programas de producción de la planta.	10	8.00	80%
3	El área de mantenimiento participa en planes de inversión, ampliaciones y modernización.	10	9.00	90%
4	El área de mantenimiento tiene archivos de documentación técnica e historial de equipos al día.	10	7.00	70%
5	El área de mantenimiento dispone de repuestos y suministros generales en los almacenes.	10	8.00	80%
6	El área de mantenimiento dispone de herramientas, equipos y máquinas en buen estado y suficientes.	10	4.00	40%
7	Se lubrican equipos e instalaciones de planta en base a un programa de rutinas establecido.	10	3.00	30%
8	El área de mantenimiento de planta presta atención, estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas.	10	4.00	40%
9	El área de mantenimiento dispone con suficiente datos sobre costos y presupuestos.	10	2.00	20%
Total		90	49	54%

Fuente: (Gonzáles, 2004).

Figura N° 4.20: Ejecución del Mantenimiento.



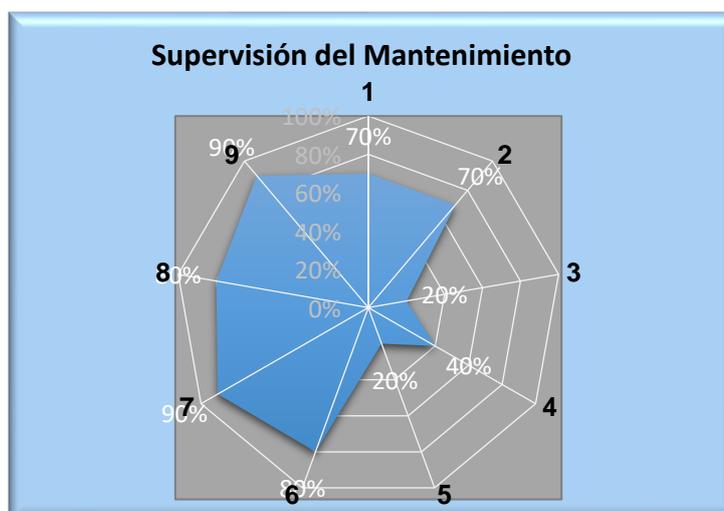
Fuente: (Gonzáles, 2004).

Tabla N° 4.13: Auditoría de la Supervisión del Mantenimiento.

AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo		Empresa:	Ladrillera Diamante S.A.C	
Categoría de auditoría:	Supervisión del Mantenimiento	Unidad de Operación:	Arequipa	
		Fecha:	21/08/2018	
Nº	Componentes	Peso (/10)	Puntaje (/10)	Puntaje Ponderado (%)
1	Existe supervisión del personal del área de mantenimiento de la planta.	10	7.00	70%
2	La supervisión de mantenimiento conoce sus obligaciones técnicas, funciones y responsabilidades.	10	7.00	70%
3	La supervisión elabora los planes y programas de acciones de Mantenimiento y los controla.	10	2.00	20%
4	La supervisión conoce, cumple y hace cumplir la política y objetivos del área de mantenimiento.	10	4.00	40%
5	La supervisión maneja y aplica la economía y control de costos de mantenimiento de la planta.	10	2.00	20%
6	La supervisión de mantenimiento de la planta sabe escuchar a su personal.	10	8.00	80%
7	La supervisión de mantenimiento de la planta tiene fluida relación con el nivel de trabajadores.	10	9.00	90%
8	La supervisión de mantenimiento tiene fluida relación con los niveles superiores de la planta.	10	8.00	80%
9	Grado de relación entre supervisores de Mantenimiento con los supervisores de producción.	10	9.00	90%
Total		90	56	62%

Fuente: (Gonzáles, 2004).

Figura N° 4.21: Supervisión del Mantenimiento.



Fuente: (Gonzáles, 2004).

A continuación, se muestra la tabla de resultado final de auditoria de mantenimiento.

Tabla N° 4.14: Resultado de la Auditoría de Mantenimiento.

AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO				
Equipo de trabajo		Empresa:	Ladrillera El Diamante S.A.C	
Categoría de auditoría:	Todas	Unidad de Operación:		
		Fecha:	20/03/2012	
Nº	Componentes	Peso (/10)	Puntaje Ponderado (%)	Ponderado (%)
1	Organización del Mantenimiento	1	58	58%
2	Planeamiento de Mantenimiento	1	45	45%
3	Habilidad del Personal de Mantenimiento	1	50	50%
4	Ejecución del Mantenimiento	1	49	49%
5	Supervisión del Mantenimiento	1	56	56%
Total				52%

Fuente: (González, 2004).

Figura N° 4.22: Auditoria de Mantenimiento.



Fuente: (González, 2004).

4.2.2. Identificación de los puntos de mejora.

4.2.2.1. Organización del mantenimiento.

- ✓ Claridad en la línea de jerarquía.
- ✓ Definición de objetivos en el área de mantenimiento.
- ✓ Definición de funciones del personal del área de mantenimiento.

4.2.2.2. Planificación y control de mantenimiento.

- ✓ Definición de la Orden de Trabajo en el área de mantenimiento.
- ✓ Planeamiento de la Mano de Obra en el área de mantenimiento.
- ✓ Planeamiento de herramientas y equipos en el área de mantenimiento.
- ✓ Planeamiento preventivo en el área de mantenimiento.
- ✓ Reporte de planeamiento y cumplimiento del área de mantenimiento.

4.2.2.3. Habilidad del personal de mantenimiento.

- ✓ El personal del área de mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente.
- ✓ El personal del área de mantenimiento puede realizar mantenimiento predictivo (Monitoreo Condición).
- ✓ El personal del área de mantenimiento puede realizar análisis de datos de fallas para mejorar.

4.2.2.4. Ejecución del mantenimiento.

- ✓ El personal de Mantenimiento acciona en base a planes y programas.
- ✓ El área de mantenimiento dispone de herramientas, equipos y máquinas en buen estado y suficientes.
- ✓ Se lubrican equipos e instalaciones de planta en base a un programa de rutinas establecido.

- ✓ El área de mantenimiento de planta presta atención, estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas.
- ✓ El área de mantenimiento dispone con suficientes datos sobre costos y presupuestos.

4.2.2.5. Supervisión de mantenimiento.

- ✓ La supervisión elabora los planes y programas de acciones de mantenimiento y los controla.
- ✓ La supervisión conoce, cumple y hace cumplir la política y objetivos del área de mantenimiento.
- ✓ La supervisión maneja y aplica la economía y control de costos de mantenimiento de la planta.

4.3. Propuesta de mejora.

4.3.1. Planteamiento de las estrategias de mejora.

Concluido el análisis y diagnóstico del área de mantenimiento, se propone estrategias que fortalezcan y mejoren cada una de las situaciones descritas en los diferentes niveles del área de mantenimiento, obtenidas en la auditoria de mantenimiento.

Las propuestas y estrategias nos ayudaran a aumentar la disponibilidad de planta de producción de ladrillos.

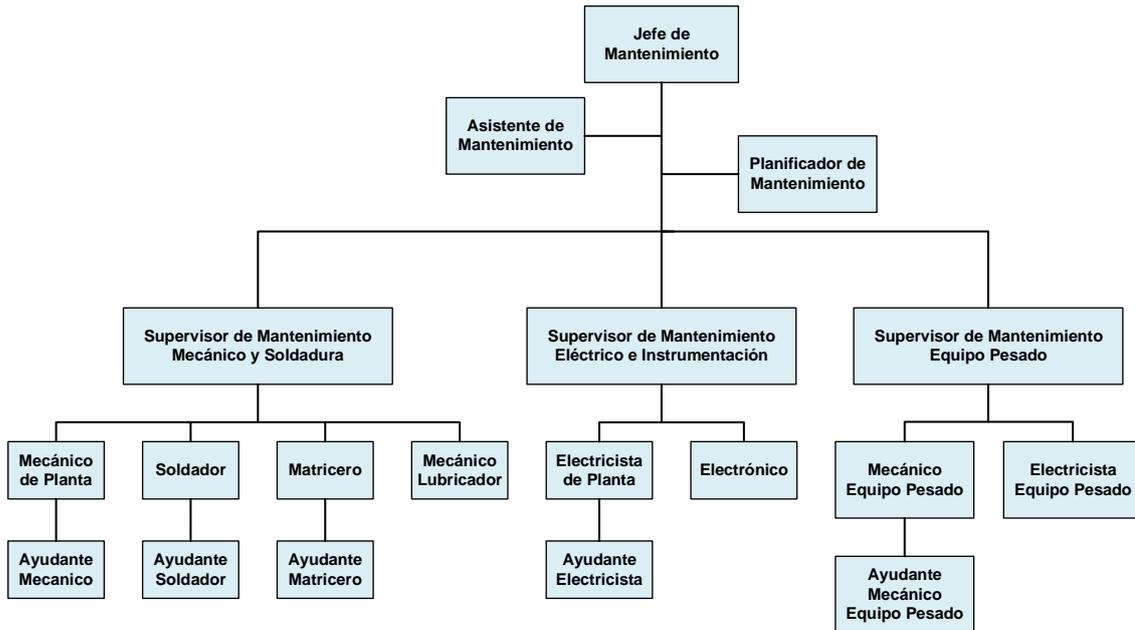
En la auditoria se han identificado 19 posibles causas que tienen impacto directamente en la baja disponibilidad de la planta, para lo cual se planteara alternativas de solución para cada problema.

4.3.1.1. Organización del mantenimiento.

4.3.1.1.1 Definición de la Línea de Jerarquía del Área de Mantenimiento.

A continuación, se presenta la propuesta de un organigrama estructural para la empresa que va acorde a las necesidades del área de mantenimiento.

Figura N° 4.23: Organigrama del Área de Mantenimiento.



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.1.2 Definición de Objetivos en el Área de Mantenimiento.

En cuanto a la definición de los objetivos de mantenimiento y los indicadores clave de rendimiento KPIs, es común que los objetivos operativos y las estrategias, así como las medidas de desempeño, se pueden definir mediante la introducción del cuadro de mando integral.

Tabla N° 4.15: Mando Integral de Mantenimiento.

CUADRO DE MANDO INTEGRAL DE MANTENIMIENTO					
Indicadores	Fórmula	Objetivo	Unidad	Metas	
				2018	2019
Disponibilidad	$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	≥ 96	%		
Tiempo Medio Entre Fallas	$MTBF = \frac{Hrs \text{ de Operacion}}{N^\circ \text{ Fallas}}$	≥ 50	Hrs		
Tiempo Medio Para Reparar	$MTTR = \frac{Hrs \text{ de Parada}}{N^\circ \text{ Fallas}}$	≤ 0.9	Hrs		
Trabajo en Mantenimiento Programado	$TBMC = \frac{Hrs \text{ Prog}}{Hrs \text{ Disp}} \times 100$	≥ 90	%		
Índice de Cumplimiento de Mantenimiento	$IC = \frac{N^\circ \text{ OTs Ter. en la Fecha}}{N^\circ \text{ OTs Totales}} \times 100$	≥ 90	%		
Porcentaje de Costo de Mantenimiento Correctivo	$MC = \frac{\text{Costo Mantto Correc}}{\text{Costo Total Mantto}} \times 100$	≤ 20	%		
Porcentaje de Costo de Mantenimiento Preventivo	$MP = \frac{\text{Costo Mantto Prev.}}{\text{Costo Total Mantto}} \times 100$	≥ 80	%		
Porcentaje de Horas de Formación	$HF = \frac{Hrs \text{ Capacitacion}}{Hrs \text{ Total Mantto}} \times 100$	$15 \geq HF \leq 20$	%		

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.1.3 Definición del Manual de Funciones.

A continuación, se presenta el manual de funciones de cada puesto de trabajo del departamento de mantenimiento.

Tabla N° 4.16: Funciones del Personal Administrativo.

Definición de Funciones del Personal Administrativo			
Área	Descripción	Conocimientos	Cargo
Jefatura	Es la persona responsable de administrar la gestión de mantenimiento de la empresa en general, para ello debe contar con un grupo de recursos humanos cualificados en diferentes áreas de mantenimiento para asegurar los planes de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los equipos e instalaciones de toda la empresa optimizando la utilización de los recursos para garantizar la disponibilidad de la planta.	Gestión estratégica de mantenimiento. Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad. Manejo de software de mantenimiento (ERP) Manejo de Microsoft Office. Interpretación de sistemas integrados de gestión ISO 9001, ISO 14001 y ISO 45001 Gestión de activos ISO 55000.	Jefe de Mantenimiento
	Es la persona encargada de asistir a la jefatura de mantenimiento. Tiene las mismas funciones de la jefatura, pero con responsabilidad limitada por ende que debe tener estrecha relación con el jefe y demás encargados del área de mantenimiento.	Gestión estratégica de mantenimiento. Manejo de Ms Office, Excel Avanzado y Ms Project. Manejo de software de gestión de mantenimiento(SAP PM, Oracle Ellipse y Otros)	Asistente de Mantenimiento
Planeamiento	Es la persona responsable de planificar el mantenimiento programado, de acuerdo a las tareas indicadas en el plan de mantenimiento, a las modificaciones y los añadidos que le comunica el Jefe de Mantenimiento.	Gestión estratégica de mantenimiento. Manejo de Ms Office, Excel Avanzado y Ms Project. Manejo de software de gestión de mantenimiento(SAP PM, Oracle Ellipse y Otros) Manejo de KPIs	Planner de Mantenimiento

Elaborado por el equipo de trabajo.

Funciones a Realizar
 Planificar, supervisar, coordinar, recomendar, controlar, auditar, sustentar e informar sobre la programación óptima de las actividades y tareas de mantenimiento.
 Gestionar recursos, equipos, componentes y repuestos en general necesarios para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos, maquinarias e instalaciones mediante la implementación de programas y planes de mantenimiento.
 Presentar proyectos de mejora que ayuden a optimizar la gestión del departamento de mantenimiento.
 Coordinar con el jefe de mantenimiento para administrar, organizar, dirigir, coordinar, recomendar, controlar e informar sobre las actividades propias y de terceros, programas a corto, mediano y largo plazo sobre el mantenimiento (preventivo, correctivo y predictivo) de los diversos equipo que operan en la planta.
 Planificar las actividades de mantenimiento y gestionar los recursos para su ejecución.
 Generar las órdenes de trabajo.
 Evaluar la gestión de las actividades realizadas en un periodo determinado.
 Analizar y hacer seguimiento a los KPI's de mantenimiento.
 Cierre Técnico de OTs.

Tabla N° 4.17: Funciones del Personal Administrativo (Continuación).

Definición de Funciones del Personal Administrativo				
Área	Descripción	Conocimientos	Cargo	Funciones a Realizar
Supervisión	Es la persona encargada de coordinar, supervisar asignar y controlar las actividades del día a día.	Manejo de Ms Office. Manejo de software de mantenimiento (ERP). Sistemas eléctricos de potencia, arranque de motores, banco de condensadores y sub estaciones eléctricas. Automatización y control de procesos, variadores de velocidad, PLCs y SCADA	Mantenimiento Eléctrico	Supervisar que el personal a cargo realice los trabajos asignados de acuerdo a los estándares y procedimientos de la empresa y cumpliendo con las normas SSOMA. Coordinar, autorizar, validar y dar conformidad a las actividades asignadas. Revisar y validar las ordenes de trabajo para el cierre técnico.
		Manejo de Ms Office. Manejo de software de mantenimiento (ERP). Procesos de soldadura SMAW, GMAW, FCAW, GTAW y PAW. Mantenimiento mecánico de máquinas y equipos rotativos y estáticos. Mantenimiento Predictivo y tribología. Maquinas herramientas y matricería.	Mantenimiento Mecánico y Soldadura	Supervisar que el personal a cargo realice los trabajos asignados de acuerdo a los estándares y procedimientos de la empresa y cumpliendo con las normas SSOMA. Coordinar, autorizar, validar y dar conformidad a las actividades asignadas. Revisar y validar las ordenes de trabajo para el cierre técnico.
		Manejo de Ms Office. Manejo de software de mantenimiento (ERP). Mantenimiento de sistemas hidráulicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos de maquinaria pesada móvil. Manejo de software ET CAT, SIS CAT. Mantenimiento predictivo y tribología.	Mantenimiento Equipo Pesado	Supervisar que el personal a cargo realice los trabajos asignados de acuerdo a los estándares y procedimientos de la empresa y cumpliendo con las normas SSOMA. Coordinar, autorizar, validar y dar conformidad a las actividades asignadas. Revisar y validar las ordenes de trabajo para el cierre técnico.

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.18: Funciones del Personal Administrativo (Continuación).

Área	Descripción	Conocimientos	Cargo	Funciones a Realizar
Eléctrica e Instrumentación	Es el personal operativo que ejecuta las tareas de mantenimiento eléctrico e instrumentación	Lectura e interpretación de planos eléctricos. Programación de PLCs, Zelios y variadores de velocidad. Mantenimiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Automatización de procesos industriales Interpretar y aplicar las normas SSOMA	Técnico Electricista	Ejecución de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Programación de PLCs, Zelio y variadores. Realizar reportes diarios de las actividades ejecutadas a su supervisor.
		Conocimientos básicos de electricidad y seguridad industrial	Ayudante Electricista	Apoyar en las labores diarias al técnico electricista
Mecánica	Es el personal operativo que ejecuta las tareas de mantenimiento mecánico.	Lectura e interpretación de planos electromecánicos Mantenimiento predictivo y tribología. Montaje y desmontaje de equipos y maquinarias industriales. Mecánica de mantenimiento de equipos y maquinarias de planta (Bomba centrifugas, bomba de engranajes, reductores de velocidad, extrusoras, molinos de martillos, fajas y cribas). Mecanizado con máquinas herramientas. Interpretar y aplicar las normas SSOMA	Técnico Mecánico	Ejecución de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de máquinas y equipos de la planta de procesos. Realizar inspecciones diarias a las máquinas y equipos de acuerdo al programa de mantenimiento. Realizar reportes diarios de las actividades ejecutadas a su supervisor.
		Conocimientos básicos de mecánica de mantenimiento y seguridad industrial	Ayudante Mecánico	Apoyar en las labores diarias al técnico mecánico.

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.19: Funciones del Personal Operativo.

Definición de Funciones del Personal Operativo			
Área	Descripción	Conocimientos	Cargo
Soldadura	Es el personal operativo encargado de ejecutar las tareas de soldadura. Construir estructuras y piezas metálicas, utilizando diseños de planos, instrumentos y maquinarias de soldadura en diferentes posiciones según especificaciones y Normas Técnicas	Lectura e interpretación de planos mecánicos. Procesos de soldadura SMAW, GMAW, FCAW, GTAW y PAW. Montaje y desmontaje de máquinas y equipos rotativos y estáticos. Interpretar y aplicar las normas SSOMA. Conocimientos básicos de soldadura por arco eléctrico y seguridad industrial	Técnico Soldador
Matricería	Es el personal operativo encargado de ejecutar las tareas de matricería y tratamientos térmicos.	Lectura e interpretación de planos mecánicos. Elaboración, armado y recuperación de moldes utilizando materiales adecuados. Mecanizado con máquinas herramientas. Soldadura por arco eléctrico y tratamientos térmicos. Interpretar y aplicar las normas SSOMA Conocimientos básicos de matricería, tratamientos térmicos y seguridad industrial	Ayudante Soldador Técnico Matricero
			Funciones a Realizar
			Recuperación de componentes de desgaste de los equipos. Montaje y desmontaje de equipos Apoyo en mantenimiento preventivo y correctivo de la planta de producción. Realizar reportes diarios de las actividades ejecutadas a su supervisor. Apoyar en las labores diarias al técnico Soldador. Fabricación y reparación de los diferentes moldes. Mantenimiento a componentes y accesorios de desgaste de los moldes. Apoyo en mantenimiento preventivo y correctivo de la planta de producción. Realizar reportes diarios de las actividades ejecutadas a su supervisor. Apoyar en las labores diarias al técnico matricero.

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.20: Funciones del Personal Operativo (Continuación).

Definición de Funciones del Personal Operativo		
Área	Descripción	Funciones a Realizar
Equipo Pesado	Lectura e interpretación de planos hidráulicos. Mecánica de mantenimiento de motores de combustión interna, transmisión, sistema de rodamientos, sistemas hidráulicos, tren de engranajes. Mantenimiento preventivo y correctivo. Mantenimiento predictivo y lubricación. Interpretar y aplicar las normas SSOMA	Mecánico Equipo Pesado Realizar inspecciones diarias de acuerdo al programa de mantenimiento. Realizar reportes diarios de las actividades ejecutadas a su supervisor.
	Es el personal operativo encargado de ejecutar las tareas de mantenimiento mecánico, eléctrico de equipo pesado móvil.	Lectura e interpretación de planos eléctricos e hidráulicos. Mecánica de mantenimiento de motores de combustión interna, transmisión, sistema de rodamientos, sistemas hidráulicos, tren de engranajes. Mantenimiento predictivo. Manejo de software ET CAT y SIS CAT. Interpretar y aplicar las normas SSOMA
	Conocimientos básicos de mecánica automotriz, equipo pesado móvil y seguridad industrial	Ayudante Mecánico

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.2. Planificación y control de mantenimiento.

4.3.1.2.1 *Diseño y Elaboración del Plan de MP de los Equipos Críticos.*

Realizar un plan inicial, basado en instrucciones de los fabricantes (modo más básico de elaborar un plan) o en instrucciones genéricas según el tipo de equipo, completados siempre por la experiencia de los técnicos que habitualmente trabajan en la planta, y las obligaciones legales de mantenimiento que tienen algunas instalaciones. Este plan puede elaborarse con rapidez. Hay que recordar que es mejor un plan de mantenimiento incompleto que realmente se lleva a cabo que un plan de mantenimiento inexistente.

Para elaborar el plan de mantenimiento vamos a seguir los siguientes pasos:

4.3.1.2.1.1. Inventario de Equipos.

El primer problema que se plantea al intentar realizar un Análisis de Equipos es elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella (García, 2003).

Una simple lista de todos los motores, bombas, sensores, etc., de la planta no es útil ni práctica. Una lista de estas características no es más que una lista de datos, no es información. Si queremos elaborar una lista de equipos realmente útil, debemos expresar esta lista en forma de estructura arbórea, en la que se indiquen las relaciones de dependencia de cada uno de los ítems con los restantes (García, 2003).

4.3.1.2.1.2. Codificación de Equipos.

Según (García, 2003), una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, elementos, etc., y permite el control de costes. Básicamente.

Según (García, 2003), existen dos posibilidades a la hora de codificar:

- 1) Sistemas de codificación no significativos: son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional.
- 2) Sistemas de codificación significativos o inteligentes, en el que el código asignado aporta información.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación no significativo, de tipo correlativo, es la simplicidad y la brevedad del código. Con apenas 4 dígitos es posible codificar la mayoría de las plantas industriales. La desventaja es la dificultad para ubicar una máquina a partir de su código: es necesario tener siempre a mano una lista para poder relacionar cada equipo con su código. Eso, o tener una memoria prodigiosa (García, 2003).

Un sistema de codificación significativo aporta valiosa información sobre el equipo al que nos referimos: tipo de equipo, área en el que está ubicada, familia a la que pertenece, y toda aquella información adicional que queramos incorporar al código. El problema es que al añadir más información el código aumenta de tamaño (García, 2003).

En esta parte se opta por elaborar sistemas de codificación significativos.

Según (García, 2003), la información que debería contener el código de un equipo debería ser el siguiente:

- ✓ Planta a la que pertenece.
- ✓ Área al que pertenece dentro de la planta.
- ✓ Tipo de equipo.

Según (García, 2003), los elementos que forman parte de un equipo deben contener información adicional:

- ✓ Equipo al que pertenecen.
- ✓ Dentro de ese equipo, sistema en el que están incluidos.
- ✓ Familia a la que pertenece el elemento. La clasificación en familias es muy útil, ya que nos permite hacer listados de elementos. Se puede encontrar una lista de familias en que pueden clasificarse los elementos más adelante.

A continuación se presenta el inventario con la respectiva codificación de equipos e instalaciones que intervienen en el proceso productivo:

Tabla N° 4.21: Inventario de Equipos – Planta Molienda.

PLANTA MOLIENDA				
Item	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
1	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	Bonfanti	DAB 6000X1000
2	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	Bonfanti	DABB-4000x1000NR
3	PLM-AL03	Alimentador Bonfanti N° 03	Ladisac	DAB 5000
4	PLM-AL04	Alimentador Natreb N° 04	Natreb	MN-4/1000
5	PLM-AL05	Alimentador Natreb N° 05	Natreb	MN-4/1000
6	PLM-AL06	Alimentador Natreb N° 06	Natreb	MN-4/1000
7	PLM-BA01	Bomba de Agua N° 01	Hidrostatl	C1. 1/2 X 2
8	PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	Joyal	NE100*14M
9	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	Ladisac	BT24X2100
10	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	Ladisac	BT24X10684
11	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	Ladisac	BT24X1369
12	PLM-FT04	Faja Transportadora N° 04 Molienda	Ladisac	BT24X1011
13	PLM-FT05	Faja Transportadora N° 05 Molienda	Ladisac	BT24X1022
14	PLM-FT06	Faja Transportadora N° 06 Molienda	Ladisac	BT24X1033
15	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	Ladisac	BT24X14109
16	PLM-FT08	Faja Transportadora N° 08 Molienda	Ladisac	BT24X6001
17	PLM-FT09	Faja Transportadora N° 09 Molienda	Ladisac	BT24X1618
18	PLM-FT10	Faja Transportadora N° 10 Molienda	Ladisac	BT24X1417
19	PLM-FT11	Faja Transportadora N° 11 Telescópica	Ladisac	BT24X1242
20	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos	Ladisac	MARTILLOP1
21	PLM-MM02	Molino Secundario de Martillos	Ladisac	MARTILLOP2
22	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonfanti	Bonfanti	DELTA 4000
23	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	Joyal	2YZS2160
24	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	Joyal	2WZS1848

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.22: Inventario de Equipos – Planta N° 1.

PLANTA 01				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
25	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betiol	Betiol	ACB2T
26	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	Bonfanti	DAB 4000X1000
27	PL1-AL02	Alimentador LDS N° 02	Ladisac	DAB 4000X1000
28	PL1-AS01	Alimentador Bonfanti ABB Silo	Bonfanti	DAB 6000X1000
29	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	Hidrostal	A1E-1.9T
30	PL1-BA02	Bomba de Agua N° 02	Hidrostal	A1E-1.9T
31	PL1-BA03	Bomba de Agua N° 03	Hidrostal	A1E-1.9T
32	PL1-BV01	Bomba de Vacío Ext. B-400	Dositel	DVA/M-230/1200
33	PL1-CP01	Cortadora Primaria	Ladisac	HUECO15
34	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multialambre	EquipCeramic	124-302-000-00
35	PL1-E400	Extrusora Bonfanti 400	Bonfanti	MVMB400P
36	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	Ladisac	BT24X1534
37	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	Ladisac	BT24X1655
38	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	Ladisac	BT24X1250
39	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	Ladisac	BT24X1259
40	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retorno	Ladisac	BT24X1420
41	PL1-FT06	Faja Transportadora N° 06 Retorno	Ladisac	BT24X8082
42	PL1-FT07	Faja Transportadora N° 07 Retorno	Ladisac	BT24X1360
43	PL1-LA01	Laminador Bonfanti LB800	Bonfanti	LB – 800
44	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betiol)	Betiol	MFA01
45	PL1-MC03	Mesa de Cadenas N° 03	Betiol	MCXM/BET03
46	PL1-MF02	Mesa de Faja N° 02	Betiol	MFXM001
47	PL1-MG01	Mesa Giratoria N° 01	Ladisac	MG/Man
48	PL1-MG02	Mesa Giratoria N° 02	Ladisac	MG/Man
49	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betiol)	Betiol	MFL01
50	PL1-MX01	Batea Misturador Morando BA4	Morando	BA4

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.23: Inventario de Equipos Planta N° 2.

PLANTA 02				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
51	PL2-AC01	Automatismo de Carga LDS	Ladisac	FRK2017
52	PL2-AL01	Alimentador Vaivén	Ladisac	LDS 3000
53	PL2-BA01	Bomba de Agua N° 01	Hidrostral	C1Y2X2-1C300
54	PL2-BA02	Bomba de Agua N° 02	Hidrostral	C1.1/ X - 5.7T
55	PL2-BA03	Bomba de Agua N° 03	Pedrollo	HF - 70A
56	PL2-BA04	Bomba de Agua N° 04	Pedrollo	CPM 620
57	PL2-BV01	Bomba de vacío 450	Dositel	DVA1H-230/120
58	PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	Dositel	DVM-380/1700
59	PL2-CB01	Cortadora Bonfanti N° 01	Bonfanti	KK-H-10
60	PL2-CB02	Cortadora Bonfanti N° 02 E-450	Ladisac	KK-H-10
61	PL2-CM01	Cortadora Morando N° 01 E-450	Morando	H-10
62	PL2-CM02	Cortadora Morando N° 02 E-450	Morando	H-09
63	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	Equip ceramic	124-207-000-00
64	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multialambre	Equip ceramic	124-172-000-00
65	PL2-E500	Extrusora Bonfanti 500 Monoblock	Bonfanti	MVMB500C
66	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	Atlas copco	GA15
67	PL2-MF01	Mesa de Faja N° 01	Equip ceramic	163-846-000-00
68	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	Equip ceramic	163-846-000-00
69	PL2-MF03	Mesa de Faja N° 03	Equip ceramic	163-846-000-00
70	PL2-MF04	Mesa de Faja N° 04	Equip ceramic	163-846-000-00
71	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Secundario	Bonfanti	Delta 4000
72	PL2-FT12	Faja Transportadora N° 12	Ladisac	BT24X4600
73	PL2-FT13	Faja Transportadora N° 13	Ladisac	BT24X54000
74	PL2-FT14	Faja Transportadora N° 14 Silo	Ladisac	BT24X5500
75	PL2-FT15	Faja Transportadora N° 15	Ladisac	BT24X6000
76	PL2-FT16	Faja Transportadora N° 16	Ladisac	BT24X4700
77	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	Ladisac	BT24X3500
78	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	Ladisac	BT24X6200
79	PL2-FT19	Faja Transportadora N° 19	Ladisac	BT24X6500
80	PL2-FT20	Faja Transportadora N° 20	Ladisac	BT24X7200
81	PL2-FT21	Faja Transportadora N° 21	Ladisac	BT24X8200

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.24: Inventario de Equipos del Secado.

SECADO				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
82	SEC-AD01	Automatismo de descarga N° 01	Ladisac	ADL2T
83	SEC-AD02	Automatismo de descarga N° 02	Ladisac	ADL2T
84	SEC-FT01	Faja Transportadora N° 01	Ladisac	BT24X1003
85	SEC-FT02	Faja Transportadora N° 02	Ladisac	BT24X1004
86	SEC-FT03	Faja Transportadora N° 03	Ladisac	BT24X1005
87	SEC-FT40	Faja Transportadora 40 MTS	Ladisac	BT850X8062
88	SEC-GA18	Compresora Atlas Copco GA18	Atlas Copco	GA18
89	SEC-GM02	Mesa Giratoria Manual N° 02	Ladisac	M.G./Manual
90	SEC-GM03	Mesa Giratoria Manual N° 03	Ladisac	M.G./Manual
91	SEC-GM04	Mesa Giratoria Manual N° 04	Ladisac	M.G./Manual
92	SEC-GM05	Mesa Giratoria Manual N° 05	Ladisac	M.G./Manual
93	SEC-GM06	Mesa Giratoria Manual N° 06	Ladisac	M.G./Manual
94	SEC-GM07	Mesa Giratoria Manual N° 07	Ladisac	M.G./Manual
95	SEC-GM08	Mesa Giratoria Manual N° 08	Ladisac	M.G./Manual
96	SEC-GX11	Compresora Atlas Copco GX11	Atlas copco	GX11PEL
97	SEC-MC03	Mesa de cadenas N° 03	Ladisac	MCXM003/01
98	SEC-MC23	Mesa de cadenas N° 03	Ladisac	MCXM003/02
99	SEC-MF01	Mesa de Faja N° 01	Ladisac	MFXM001/01
100	SEC-MF02	Mesa de Faja N° 02	Ladisac	MFXM002/01
101	SEC-MF21	Mesa de Faja N° 01	Ladisac	MFXM001/02
102	SEC-MF22	Mesa de Faja N° 02	Ladisac	MFXM002/02
103	SEC-MG03	Mesa Giratoria Motriz N° 03	Ladisac	M.G/Automática
104	SEC-MG04	Mesa Giratoria Motriz N° 04	Ladisac	M.G/Automática
105	SEC-MG05	Mesa Giratoria Motriz N° 05	Ladisac	M.G/Automática
106	SEC-MG06	Mesa Giratoria Motriz N° 06	Ladisac	M.G/Automática
107	SEC-MG07	Mesa Giratoria Motriz N° 07	Ladisac	M.G/Automática
108	SEC-TA01	Transbordador Automático N° 01	Ladisac	TR/Automático
109	SEC-TA02	Transbordador Automático N° 02	Ladisac	TR/Automático
110	SEC-TA03	Transbordador Automático N° 03	Ladisac	TR/Automático
111	SEC-TA04	Transbordador Automático N° 04	Ladisac	TR/Automático
112	SEC-TA05	Transbordador Automático N° 05	Ladisac	TR/Automático
113	SEC-TA06	Transbordador Automático N° 06	Ladisac	TR/Automático
114	SEC-TM01	Transbordador Manual N° 01	Ladisac	TR/Manual
115	SEC-TM02	Transbordador Manual N° 02	Ladisac	TR/Manual
116	SEC-TM03	Transbordador Manual N° 03	Ladisac	TR/Manual
117	SEC-TM04	Transbordador Manual N° 04	Ladisac	TR/Manual
118	SEC-TM05	Transbordador Manual N° 05	Ladisac	TR/Manual
119	SEC-TM06	Transbordador Manual N° 06	Ladisac	TR/Manual

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.25: Inventario de Equipos del Secado 01.

SECADO				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
120	SC1-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Bonfanti	EVB - 1200/4H
121	SC1-AV02	Autoviajante N° 02	Bonfanti	EVB - 1200/4H
122	SC1-AV03	Autoviajante N° 03	Bonfanti	EVB - 1200/4H
123	SC1-AV04	Autoviajante N° 04	Bonfanti	EVB - 1200/4H
124	SC1-AV05	Autoviajante N° 05	Bonfanti	EVB - 1200/4H
125	SC1-AV06	Autoviajante N° 06	Bonfanti	EVB - 1200/4H
126	SC1-AV07	Autoviajante N° 07	Bonfanti	EVB - 1200/4H
127	SC1-AV08	Autoviajante N° 08	Bonfanti	EVB - 1200/4H
128	SC1-AV09	Autoviajante N° 09	Bonfanti	EVB - 1200/4H
129	SC1-AV10	Autoviajante N° 10	Bonfanti	EVB - 1200/4H
130	SC1-AV11	Autoviajante N° 11	Bonfanti	EVB - 1200/4H
131	SC1-EH01	Exahustor N° 01	Bonfanti	BTI-1400
132	SC1-GC01	Generador de Calor N° 01	Continental Burner	CB-0G6

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.26: Inventario de Equipos del Secado 02.

SECADO				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
133	SC2-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Ladisac	EVB - 1200/4H
134	SC2-AV02	Autoviajante N° 02	Ladisac	EVB - 1200/4H
135	SC2-AV03	Autoviajante N° 03	Ladisac	EVB - 1200/4H
136	SC2-AV04	Autoviajante N° 04	Ladisac	EVB - 1200/4H
137	SC2-AV05	Autoviajante N° 05	Ladisac	EVB - 1200/4H
138	SC2-AV06	Autoviajante N° 06	Ladisac	EVB - 1200/4H
139	SC2-AV07	Autoviajante N° 07	Ladisac	EVB - 1200/4H
140	SC2-AV08	Autoviajante N° 08	Ladisac	EVB - 1200/4H
141	SC2-AV09	Autoviajante N° 09	Ladisac	EVB - 1200/4H
142	SC2-AV10	Autoviajante N° 10	Ladisac	EVB - 1200/4H
143	SC2-AV11	Autoviajante N° 11	Ladisac	EVB - 1200/4H
144	SC2-EH02	Exahustor N° 02	Bonfanti	ILS-1400

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.27: Inventario de Equipos del Secado 03.

SECADO				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
145	SC3-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Ladisac	EVB - 1200/4H
146	SC3-AV02	Autoviajante N° 02	Ladisac	EVB - 1200/4H
147	SC3-AV03	Autoviajante N° 03	Ladisac	EVB - 1200/4H
148	SC3-AV04	Autoviajante N° 04	Ladisac	EVB - 1200/4H
149	SC3-AV05	Autoviajante N° 05	Ladisac	EVB - 1200/4H
150	SC3-AV06	Autoviajante N° 06	Ladisac	EVB - 1200/4H
151	SC3-AV07	Autoviajante N° 07	Ladisac	EVB - 1200/4H
152	SC3-AV08	Autoviajante N° 08	Ladisac	EVB - 1200/4H
153	SC3-AV09	Autoviajante N° 09	Ladisac	EVB - 1200/4H
154	SC3-AV10	Autoviajante N° 10	Ladisac	EVB - 1200/4H
155	SC3-AV11	Autoviajante N° 11	Ladisac	EVB - 1200/4H
156	SC3-EH03	Exahustor N° 03	Betiol	VCB 2000
157	SC3-GC02	Generador de Calor N° 02	Continental Burner	CB-OG-6

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.28: Inventario de Equipos del Secado 04.

SECADO				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
158	S4A-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Ladisac	EVB - 1200/4H
159	S4A-AV02	Autoviajante N° 02	Ladisac	EVB - 1200/4H
160	S4A-AV03	Autoviajante N° 03	Ladisac	EVB - 1200/4H
161	S4A-AV04	Autoviajante N° 04	Ladisac	EVB - 1200/4H
162	S4A-AV05	Autoviajante N° 05	Ladisac	EVB - 1200/4H
163	S4A-AV06	Autoviajante N° 06	Ladisac	EVB - 1200/4H
164	S4A-AV07	Autoviajante N° 07	Ladisac	EVB - 1200/4H
165	S4A-AV08	Autoviajante N° 08	Ladisac	EVB - 1200/4H
166	S4A-AV09	Autoviajante N° 09	Ladisac	EVB - 1200/4H
167	S4A-AV10	Autoviajante N° 10	Ladisac	EVB - 1200/4H
168	S4B-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Ladisac	EVB - 1200/4H
169	S4B-AV02	Autoviajante N° 02	Ladisac	EVB - 1200/4H
170	S4B-AV03	Autoviajante N° 03	Ladisac	EVB - 1200/4H
171	S4B-AV04	Autoviajante N° 04	Ladisac	EVB - 1200/4H
172	S4B-AV05	Autoviajante N° 05	Ladisac	EVB - 1200/4H
173	S4B-AV06	Autoviajante N° 06	Ladisac	EVB - 1200/4H
174	S4B-AV07	Autoviajante N° 07	Ladisac	EVB - 1200/4H
175	S4B-AV08	Autoviajante N° 08	Ladisac	EVB - 1200/4H
176	S4B-AV09	Autoviajante N° 09	Ladisac	EVB - 1200/4H
177	S4B-AV10	Autoviajante N° 10	Ladisac	EVB - 1200/4H
178	S4B-AV11	Autoviajante N° 11	Ladisac	EVB - 1200/4H
179	S4B-AV12	Autoviajante N° 11	Ladisac	EVB - 1200/4H

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.29: Inventario de Equipos del Secado 05.

SECADO				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
180	S5A-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Ladisac	EVB - 1200/4H
181	S5A-AV02	Autoviajante N° 02	Ladisac	EVB - 1200/4H
182	S5A-AV03	Autoviajante N° 03	Ladisac	EVB - 1200/4H
183	S5A-AV04	Autoviajante N° 04	Ladisac	EVB - 1200/4H
184	S5A-AV05	Autoviajante N° 05	Ladisac	EVB - 1200/4H
185	S5A-AV06	Autoviajante N° 06	Ladisac	EVB - 1200/4H
186	S5A-AV07	Autoviajante N° 07	Ladisac	EVB - 1200/4H
187	S5A-AV08	Autoviajante N° 08	Ladisac	EVB - 1200/4H
188	S5A-AV09	Autoviajante N° 09	Ladisac	EVB - 1200/4H
189	S5A-AV10	Autoviajante N° 10	Ladisac	EVB - 1200/4H
190	S5B-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Ladisac	EVB - 1200/4H
191	S5B-AV02	Autoviajante N° 02	Ladisac	EVB - 1200/4H
192	S5B-AV03	Autoviajante N° 03	Ladisac	EVB - 1200/4H
193	S5B-AV04	Autoviajante N° 04	Ladisac	EVB - 1200/4H
194	S5B-AV05	Autoviajante N° 05	Ladisac	EVB - 1200/4H
195	S5B-AV06	Autoviajante N° 06	Ladisac	EVB - 1200/4H
196	S5B-AV07	Autoviajante N° 07	Ladisac	EVB - 1200/4H
197	S5B-AV08	Autoviajante N° 08	Ladisac	EVB - 1200/4H
198	S5B-AV09	Autoviajante N° 09	Ladisac	EVB - 1200/4H
199	S5B-AV10	Autoviajante N° 10	Ladisac	EVB - 1200/4H
200	S5C-AV01	Autoviajante Motriz N° 01	Ladisac	EVB - 1200/4H
201	S5C-AV02	Autoviajante N° 02	Ladisac	EVB - 1200/4H
202	S5C-AV03	Autoviajante N° 03	Ladisac	EVB - 1200/4H
203	S5C-AV04	Autoviajante N° 04	Ladisac	EVB - 1200/4H
204	S5C-AV05	Autoviajante N° 05	Ladisac	EVB - 1200/4H
205	S5C-AV06	Autoviajante N° 06	Ladisac	EVB - 1200/4H
206	S5C-AV07	Autoviajante N° 07	Ladisac	EVB - 1200/4H
207	S5C-AV08	Autoviajante N° 08	Ladisac	EVB - 1200/4H
208	S5C-AV09	Autoviajante N° 09	Ladisac	EVB - 1200/4H
209	S5C-AV10	Autoviajante N° 10	Ladisac	EVB - 1200/4H

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.30: Inventario de Equipos de la Sub-Estación 01.

SUB ESTACION 01				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
210	SE1-T800	Transformador de 800 KVA.	EPLI. SAC	TD30
211	SE1-TDP1	Tablero Eléctrico - Distribución Planta 1	LADISAC	TABDIST
212	SE1-TDP2	Tablero Eléctrico - Distribución Planta 2	LADISAC	TABDIST
213	SE1-TG01	Tablero Eléctrico - General	LADISAC	TABGEN

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.31: Inventario de Equipos de la Sub-Estación 02.

SUB ESTACION 02				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
214	SE2-T200	Transformador de 2000 KVA.	Electromecánica Colombo	ENCAP/RESINA
215	SE2-TG01	Tablero Eléctrico - General	Ladisac	QUITRAX 400

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.32: Inventario de Equipos del Horno.

HORNOS				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
216	HRN-QC07	Quemador a Impulsos CEG N° 07	CEG1	QUECEG
217	HRN-QC08	Quemador a Impulsos CEG N° 08	CEG1	QUECEG
218	HRN-QC09	Quemador a Impulsos CEG N° 09	CEG1	QUECEG
219	HRN-QC10	Quemador a Impulsos CEG N° 10	CEG1	QUECEG
220	HRN-QC11	Quemador a Impulsos CEG N° 11	CEG1	QUECEG
221	HRN-QC12	Quemador a Impulsos CEG N° 12	CEG1	QUECEG
222	HRN-QF01	Quemador ASG/1H N° 01	FRAC	ASG/1H
223	HRN-QF02	Quemador ASG/1H N° 02	FRAC	ASG/1H
224	HRN-QF03	Quemador ASG/1H N° 03	FRAC	ASG/1H
225	HRN-QF04	Quemador a Impulsos FRAC N° 04	FRAC	NIR/4H
226	HRN-QF05	Quemador a Impulsos FRAC N° 05	FRAC	NIR/4H
227	HRN-QF06	Quemador a Impulsos FRAC N° 06	FRAC	NIR/4H
228	HRN-QF07	Quemador ASG/1H N° 07	FRAC	ASG/1H
229	HRN-QF08	Quemador ASG/1H N° 08	FRAC	ASG/1H
230	HRN-QF09	Quemador ASG/1H N° 09	FRAC	ASG/1H
231	HRN-QF10	Quemador ASG/1H N° 10	FRAC	ASG/1H
232	HRN-QF11	Quemador ASG/1H N° 11	FRAC	ASG/1H
233	HRN-QF12	Quemador ASG/1H N° 12	FRAC	ASG/1H
234	HRN-QF13	Quemador ASG/1H N° 13	FRAC	ASG/1H
235	HRN-QF14	Quemador a Impulsos FRAC N° 14	FRAC	NIR/4H
236	HRN-QF15	Quemador a Impulsos FRAC N° 15	FRAC	NIR/4H
237	HRN-QG04	Quemador ASG/1H N° 04	FRAC	ASG/1H
238	HRN-QG05	Quemador ASG/1H N° 05	FRAC	ASG/1H
239	HRN-QG06	Quemador ASG/1H N° 06	FRAC	ASG/1H
240	HRN-QG14	Quemador ASG/1H N° 14	FRAC	ASG/1H
241	HRN-QG15	Quemador ASG/1H N° 15	FRAC	ASG/1H
242	HRN-QG16	Quemador a Impulsos Gasificador N° 16	FRAC	ASN/6H
243	HRN-QG17	Quemador a Impulsos Gasificador N° 17	FRAC	ASN/6H
244	HRN-QJ16	Quemador Jolly gas Transportable N° 16	FRAC	Jolly TR
245	HRN-QJ17	Quemador Jolly gas Transportable N° 17	FRAC	Jolly TR
246	HRN-QL13	Quemador Ladisac N° 13	Ladisac	NIR/4H
247	HRN-QO01	Quemador a Impulsos OMS N° 01	OMS1	A642532
248	HRN-QO02	Quemador a Impulsos OMS N° 02	OMS1	A642532
249	HRN-QO03	Quemador a Impulsos OMS N° 03	OMS1	A642532

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.33: Inventario de Equipos del Horno 01.

HORNO 01				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
250	HR1-BA01	Bomba de Agua N° 01	Hidrostal	BMB-30
251	HR1-BA02	Bomba de Agua N° 02	Hidrostal	BMB-30
252	HR1-BP01	Bomba de Alimentación N° 01 (Sótano)	Gorman - Rupp	GHS1GC4-B
253	HR1-BP02	Bomba de Alimentación N° 02 (Sótano)	Gorman - Rupp	GHS1GC4-B
254	HR1-BR01	Bomba de Recirculación N° 01	Gorman - Rupp	GHS1DE3-B
255	HR1-BR02	Bomba de Recirculación N° 02	Gorman - Rupp	GHS1DE3-B
256	HR1-EH02	Exahustor N° 02	Ladisac	E-75
257	HR1-TEH1	Tablero Principal Horno N° 01	Ladisac	TABGEN

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.34: Inventario de Equipos del Horno 02.

HORNO 02				
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Marca	Modelo
258	HR2-BP01	Bomba de Alimentación N° 01 (Sótano)	Gorman - Rupp	GMS1 1/2DE3-B
259	HR2-BP02	Bomba de Alimentación N° 02 (Sótano)	Gorman - Rupp	GMS1 1/2DE3-B
260	HR2-BR01	Bomba de Recirculación N° 01	Gorman - Rupp	GHS1DE3-B
261	HR2-BR02	Bomba de Recirculación N° 02	Gorman - Rupp	GHS1DE3-B
262	HR2-EH03	Exahustor N° 03	Bonfanti	BTI-1300
263	HR2-EH04	Exahustor N° 04	Ladisac	E-25
264	HR2-TEH2	Tablero Principal Horno N° 02	Ladisac	TABGEN

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.2.1.3. Análisis de Criticidad.

El análisis de criticidad es una metodología 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 fiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

La mejora de la fiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: fiabilidad del proceso, fiabilidad humana, fiabilidad de los equipos y mantenimiento de los equipos.

Para la lo cual tenemos los siguientes métodos de criticidad:

- a) Cualitativo. Consisten en métodos basados en opiniones de especialistas, donde se combinan criterios técnicos y financieros para jerarquizar activos.

Características:

- ✓ Tienden a contener un gran nivel de subjetividad.
- ✓ Son más efectivos para procesos de análisis de baja complejidad.
- ✓ Requieren en ocasiones métodos más severos de validación de los resultados.

- b) Semi-Cuantitativo. Consisten en métodos basados en opiniones de especialistas, cuantificando valores numéricos relativos, que permiten medir el impacto global basado en criterios técnicos y financieros para jerarquizar activos.

Características:

- ✓ Contienen un bajo nivel de subjetividad.
- ✓ Son efectivos para jerarquizar los procesos indistintamente de su nivel de complejidad.
- ✓ Requieren para la validación y aceptación de los resultados estimar la desviación estándar.

- c) Cuantitativo. Son herramientas que permiten estimar de forma cuantitativa el impacto económico asociado a una falla, a la vez de establecer el orden jerárquico de un conjunto de ellas.

Características:

- ✓ Modelo Semi- probabilístico.
- ✓ Modelo Probabilístico.

Para analizar los datos vamos a emplear el método Semi – cuantitativo.

Tabla N° 4.35: Criticidad de Equipos de la Planta Molienda.

PLANTA MOLIENDA										
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	F.F	I.O	F.O	C.M	S.H.A	Consecuencia	Puntaje	Criticidad
1	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonfanti	4	10	4	2	3	45	180	C
2	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	4	10	4	1	3	44	176	C
3	PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	4	7	4	2	6	36	144	C
4	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	4	10	2	1	3	24	96	C
5	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	4	10	2	1	3	24	96	C
6	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos	4	10	2	1	3	24	96	C
7	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	4	10	2	1	3	24	96	C
8	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	1	10	4	1	3	44	44	C
9	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	1	10	4	1	3	44	44	C
10	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	4	5	2	1	3	14	56	MC
11	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	2	10	2	1	3	24	48	MC
12	PLM-AL03	Alimentador Bonfanti N° 03	2	7	2	1	3	18	36	NC
13	PLM-AL04	Alimentador Natreb N° 04	2	7	2	1	3	18	36	NC
14	PLM-AL05	Alimentador Natreb N° 05	2	7	2	1	3	18	36	NC
15	PLM-AL06	Alimentador Natreb N° 06	2	7	2	1	3	18	36	NC
16	PLM-MM02	Molino Secundario de Martillos	1	5	4	1	3	24	24	NC
17	PLM-FT09	Faja Transportadora N° 09 Molienda	2	3	2	1	3	10	20	NC
18	PLM-FT04	Faja Transportadora N° 04 Molienda	1	3	4	1	3	16	16	NC
19	PLM-FT05	Faja Transportadora N° 05 Molienda	1	3	4	1	3	16	16	NC
20	PLM-FT06	Faja Transportadora N° 06 Molienda	1	3	4	1	3	16	16	NC
21	PLM-FT08	Faja Transportadora N° 08 Molienda	1	3	4	1	3	16	16	NC
22	PLM-FT10	Faja Transportadora N° 10 Molienda	1	3	4	1	3	16	16	NC
23	PLM-FT11	Faja Transportadora N° 11 Telescópica	1	3	4	1	3	16	16	NC
24	PLM-BA01	Bomba de Agua N° 01	1	1	2	1	1	4	4	NC

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.36: Criticidad de la Planta N° 1.

PLANTA 01										
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	F.F	I.O	F.O	C.M	S.H.A	Consecuencia	Puntaje	Criticidad
25	PL1-E400	Extrusora Bonfanti 400	4	10	2	2	3	25	100	C
26	PL1-MX01	Batea Misturador Morando BA4	4	10	2	2	3	25	100	C
27	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betiol	4	10	2	1	3	24	96	C
28	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multialambre	4	10	2	1	3	24	96	C
29	PL1-MM01	Molino Primario	4	10	2	1	3	24	96	C
30	PL1-MC03	Mesa de Cadenas N° 03	4	10	2	1	1	22	88	C
31	PL1-BV01	Bomba de Vacío Ext. B-400	1	10	4	2	1	43	43	C
32	PL1-LA01	Laminador Bonfanti LB800	4	7	2	1	3	18	72	MC
33	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betiol)	4	7	2	1	3	18	72	MC
34	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	4	5	2	1	3	14	56	MC
35	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betiol)	3	7	2	1	3	18	54	MC
36	PL1-CP01	Cortadora Primaria	4	3	1	1	1	5	20	MC
37	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	4	3	1	1	1	5	20	MC
38	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	4	3	1	1	1	5	20	MC
39	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	4	3	1	1	1	5	20	MC
40	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	3	3	1	1	1	5	15	MC
41	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retorno	3	3	1	1	1	5	15	MC
42	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	3	1	2	1	1	4	12	MC
43	PL1-MF02	Mesa de Faja N° 02	4	1	1	1	1	3	12	MC
44	PL1-MG02	Mesa Giratoria N° 02	4	1	1	1	1	3	12	MC
45	PL1-AL02	Alimentador LDS N° 02	2	1	1	1	3	5	10	NC
46	PL1-FT06	Faja Transportadora N° 06 Retorno	2	3	1	1	1	5	10	NC
47	PL1-FT07	Faja Transportadora N° 07 Retorno	2	3	1	1	1	5	10	NC
48	PL1-AS01	Alimentador Bonfanti ABB Silo	1	1	2	1	1	4	4	NC
49	PL1-BA02	Bomba de Agua N° 02	1	1	2	1	1	4	4	NC
50	PL1-BA03	Bomba de Agua N° 03	1	1	2	1	1	4	4	NC
51	PL1-MG01	Mesa Giratoria N° 01	1	1	1	1	1	3	3	NC

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.37: Criticidad de Equipos de la Planta N° 2.

PLANTA 02										
Ítem	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	F.F	I.O	F.O	C.M	S.H.A	Consecuencia	Puntaje	Criticidad
52	PL2-E500	Extrusora Bonfanti 500 Monoblock	4	10	4	2	3	45	180	C
53	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Secundario Bonfanti	4	10	4	2	3	45	180	C
54	PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	4	7	4	1	1	30	120	C
55	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	4	10	2	1	3	24	96	C
56	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	4	10	2	1	3	24	96	C
57	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multialambre	4	10	2	1	3	24	96	C
58	PL2-FT13	Faja Transportadora N° 13	1	10	4	1	6	47	47	C
59	PL2-FT14	Faja Transportadora N° 14 Silo	1	10	4	1	6	47	47	C
60	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	3	7	2	1	3	18	54	MC
61	PL2-BA01	Bomba de Agua N° 01	3	7	2	1	1	16	48	MC
62	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	3	7	2	1	1	16	48	MC
63	PL2-FT12	Faja Transportadora N° 12	1	7	4	1	3	32	32	MC
64	PL2-FT15	Faja Transportadora N° 15	1	7	4	1	3	32	32	MC
65	PL2-FT16	Faja Transportadora N° 16	1	7	4	1	3	32	32	MC
66	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	1	7	4	1	3	32	32	MC
67	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	1	7	4	1	3	32	32	MC
68	PL2-MF01	Mesa de Faja N° 01	2	7	2	1	3	18	36	NC
69	PL2-MF03	Mesa de Faja N° 03	2	7	2	1	3	18	36	NC
70	PL2-MF04	Mesa de Faja N° 04	2	7	2	1	3	18	36	NC
71	PL2-AL01	Alimentador Vaivén	1	7	2	1	3	18	18	NC
72	PL2-FT19	Faja Transportadora N° 19	1	7	2	1	3	18	18	NC
73	PL2-FT20	Faja Transportadora N° 20	1	7	2	1	3	18	18	NC
74	PL2-FT21	Faja Transportadora N° 21	1	7	2	1	3	18	18	NC
75	PL2-BA02	Bomba de Agua N° 02	1	3	2	1	1	8	8	NC
76	PL2-BA03	Bomba de Agua N° 03	1	3	2	1	1	8	8	NC
77	PL2-BA04	Bomba de Agua N° 04	1	3	2	1	1	8	8	NC

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.2.1.4. Posibles Modelos de Mantenimiento a Aplicar.

En la práctica se pueden emplear diversos modelos de mantenimiento a cada equipo dependiendo a la criticidad y los modos de fallos.

Hecha esta puntualización, podemos definir ya los diversos modelos de mantenimiento (García, 2003).

a. Modelo Correctivo.

Es aplicable, como veremos a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos (García, 2003).

Tareas recomendadas.

- ✓ Inspecciones visuales.
- ✓ Lubricación.
- ✓ Reparación de averías.

b. Modelo Condicional.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de falla es baja (García, 2003).

Tareas recomendadas.

- ✓ Inspecciones visuales.
- ✓ Lubricación.
- ✓ Mantenimiento condicional.
- ✓ Reparación de averías.

c. Modelo Sistemático.

Es un Modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos (García, 2003).

Tareas recomendadas.

- ✓ Inspecciones visuales.
- ✓ Lubricación.
- ✓ Mantenimiento preventivo sistemático.
- ✓ Mantenimiento condicional.
- ✓ Reparación de averías.

d. Modelo de Alta Disponibilidad.

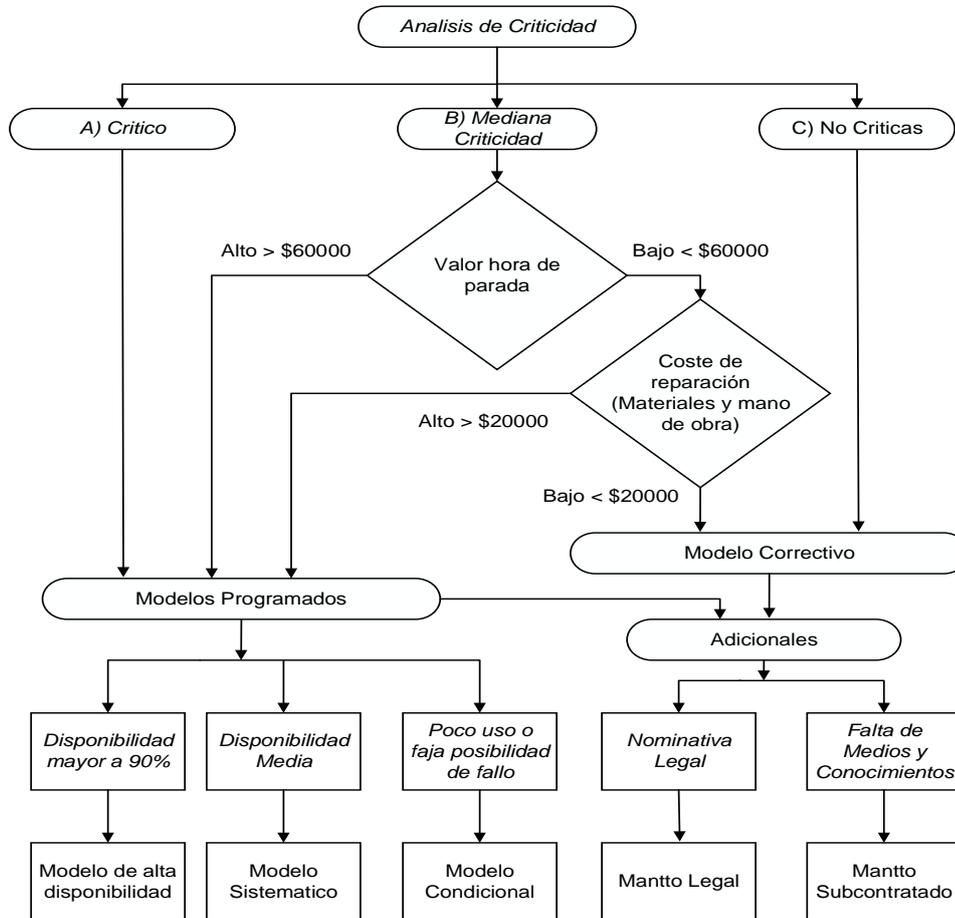
Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además unos niveles de disponibilidad altísimo, por encima del 90% (García, 2003).

Tareas recomendadas.

- ✓ Inspecciones visuales.
- ✓ Lubricación.
- ✓ Reparación de averías.
- ✓ Mantenimiento condicional.
- ✓ Mantenimiento sistemático.
- ✓ Puesta a cero periódica, en fecha determinada (parada).

4.3.1.2.1.5. Selección de Modelos de Mantenimiento.

Figura N° 4.24: Diagrama de Selección de Modelos de Mantenimiento.



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.2.1.6. Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF).

El análisis de modos y efectos de fallas potenciales, AMEF, es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlos o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total.

Objetivos principales:

- ✓ Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- ✓ Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- ✓ Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- ✓ Analizar la confiabilidad del sistema.
- ✓ Documentar el proceso.

a) *Función.*

La función del proceso describe el propósito o intención de la operación.

b) *Falla Funcional.*

Perdida de la función para la cual fue diseñada el proceso u equipo.

c) *Modo de Falla.*

Un modo de falla potencial es definido como la manera en la cual el proceso podría fallar potencialmente para cumplir con los requerimientos del proceso.

d) *Efectos de Falla.*

Los efectos potenciales de fallas son definidos como los efectos de los modos de fallas como son percibidos por los clientes.

4.3.1.2.1.7. Conformación de Equipo de Trabajo.

Para realizar el análisis de modos y efectos de falla se ha formado personas especialistas y conocedores del proceso productivo, así como la mantención de los equipos.

- ✓ Jefe de mantenimiento.
- ✓ Supervisor de mantenimiento eléctrico.
- ✓ Supervisor de mantenimiento mecánico.
- ✓ Técnico mecánico.
- ✓ Técnico electricista.
- ✓ Planificador de mantenimiento.
- ✓ Jefe de planta y operaciones.

El desarrollo del Análisis de Modos y Efectos de Fallas para los equipos más críticos de las líneas de producción Planta Molienda, Planta N° 1 y Planta N° 2, se presenta en el Anexo 1. Desarrollado según (Guzmane, 2013).

Tabla N° 4.38: Criterios de Ocurrencia.

Cuadro de Criterios de Ocurrencia		
Probabilidad de Falla	Ocurrencia de Causas AMEFP (Incidentes por Ítem/Vehículos)	Rango
Muy Baja	La falla es eliminada a través de controles preventivos	1
Baja	< .001 por mil 1 en 1,000,000	2
	< .001 por mil 1 en 1,000,000	3
Moderada	.1 por mil 1 en 10,000	4
	5 por mil 1 en 2,000	5
	2 por mil 1 en 500	6
Alta	10 por mil 1 en 100	7
	20 por mil 1 en 50	8
	50 por mil 1 en 20	9
Muy Alta	> 100 por mil > 1 en 10	10

Fuente: (Guzmane, 2013).

Tabla N° 4.39: Criterios de Severidad.

Cuadro de Criterios de Severidad				
Efecto	Severidad del Efecto en el Producto (Efecto en el Cliente)	Rango	Efecto	Severidad del Efecto en el Proceso (Efecto en la Manufactura/Ensamble)
Sin Efecto	Sin Efecto Discernible	1	Sin Efecto	Sin Efecto Discernible
Molestia o incomodidad	Apariencia o ruido audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por un mínimo de clientes (<25%)	2	Interrupción Menor	Leve o ligera inconveniente al proceso, operación u operador.
	Apariencia o ruido audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por muchos clientes (50%)	3	Interrupción Moderada	Puede ser que una proporción de la corrida de producción tenga que retrabajarse en la estación antes de ser procesada.
	Apariencia o ruido audible, vehículo operable, ítem/artículo no genera el confort y es notado por la mayoría de clientes (>75%)	4		Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse en la estación, antes de ser procesada.
	Perdida o Degradamiento de alguna Función Secundaria	Degradamiento de alguna función secundaria (vehículo operable, pero con funciones de confort/conveniencia con un nivel de desempeño reducido).	5	Interrupción Moderada
Perdida de alguna función secundaria (vehículo operable, pero con funciones de confort/conveniencia inoperables).		6	Puede ser que el 100% de la corrida de producción tenga que retrabajarse fuera de la línea y ser aceptada.	
Perdida o Degradamiento de alguna Función Primaria	Degradamiento de alguna función primaria (Vehículo operable, pero con un nivel de desempeño reducido).	7	Interrupción Significativa	Puede ser que una proporción de la corrida de producción se deseché. Desviación del proceso primario incluyendo un decremento en la velocidad de la línea o adición de la mano de obra.
	Perdida de alguna función primaria (vehículo operable, no afecta la operación segura del vehículo).	8	Interrupción Mayor	Puede ser que el 100% del producto se deseché. Paro de línea o para de envíos.
Falla en el Cumplimiento de Seguridad y/o Regulatorios.	Modo de falla potencial afecta la operación segura del vehículo y/o involucra algún incumplimiento con regulaciones gubernamentales con advertencia	9	Falla en el cumplimiento con requerimientos de seguridad y/o regulatorios.	Puede Poner en peligro al operador (equipo o ensamble) sin advertencia.
	Modo de falla segura del vehículo involucra algún incumplimiento gubernamentales sin advertencia	10		Puede poner en peligro al operador (equipo o ensamble) con advertencia.

Fuente: (Guzman, 2013).

Tabla N° 4.40: Probabilidades de Detección Por Controles del Proceso.

Probabilidades de Detección Por Controles del Proceso				
Oportunidad Para Detección	Probabilidad de Detección Por Controles del Proceso		Ran go	Probabilidad de Detección
Detección aplica; prevención errores	no de	Prevención (de las causas) del error como resultado del diseño de la maquina o diseño de la parte. Partes discrepantes no pueden no pueden hacerse por que el ítem/artículo se ha hecho a prueba de errores por el diseño del producto/proceso.	1	Casi Cierta
Detección error prevención problema	del y/o del	Detección (de las causas) del error en la estación por controles automatizados que detectan el error y previenen que la parte discrepante sea echa.	2	Muy Alta
Detección del problema en la fuente	del	Detección del modo de falla en la estación por controles automatizados que detectan la parte discrepante y aseguran automáticamente la parte en la estación para prevenir algún procesamiento posterior.	3	Alta
Detección del problema posterior procesamiento	del al	Detección del modo de la falla posterior al procesamiento por controles automatizados que detectan la parte discrepante y aseguran la parte para prevenir algún procesamiento posterior.	4	Altamente Moderada
Detección del problema en la fuente	del	Detección (de las causas) del modo de la falla o error en la estación por el operador a través del uso de gages de variables o por los controles automatizados en la estación que detecten la parte discrepante y notifiquen al operador (luz, timbre). Chequeo se ejecuta en los ajustes y en el chequeo de la primera pieza (para las causas de ajuste).	5	Moderada
Detección del problema en la fuente	del	Detección del modo de falla posterior al procesamiento por el operador con el uso de gages de variables o en la estación por el operador con el uso de gages de atributos (pasa/no pasa, chequeo manual del torque/llave con clic, etc.)	6	Baja
Detección del problema en la fuente	del	Detección del modo de falla en la estación por el operador a través de medios visuales/táctiles/audibles o posterior al procesamiento con el uso de gages de atributos (pasa/llave con clic, etc.).	7	Muy Baja
Detección del problema posterior procesamiento	del al	Detección del modo de la falla posterior al procesamiento por el operador a través de medios visuales, táctiles y audibles.	8	Remota
Sin probabilidad de detección en ninguna etapa		(Causa) del modo de falla y/o error no es fácilmente detectado (ej. Auditorias aleatorias).	9	Muy Remota
Oportunidad de no detección		Sin control de proceso actual; no puede detectarse o no es analizado.	10	Casi Imposible

Fuente: (Guzmane, 2013).

4.3.1.2.1.8. Resumen del Plan de Mantenimiento Preventivo.

Tabla N° 4.41: Plan de Mantenimiento Preventivo.

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AEO017	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AEO085	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 8.83	S/ 3.75	S/ -	S/ 12.58
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AEO153	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 337.07	S/ 120.00	S/ -	S/ 457.07
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AEO220	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.68
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AM0008	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	3.00	S/ 346.37	S/ 120.00	S/ -	S/ 466.37
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AM0048	Cambio de cadenas y pifones	8000	12.00	S/ 432.58	S/ 75.00	S/ 800.00	S/ 1,307.58
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AM0098	Cambio de correas de transmisión	2000	1.00	S/ 44.00	S/ 7.50	S/ -	S/ 51.50
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AM0165	Cambio de los rodillos de la cadena	10000	128.00	S/ 996.47	S/ 800.00	S/ 1,200.00	S/ 2,996.47
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AM0222	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Molienda	PLM-AL01	Alimentador Bonfanti N° 01 ABB	AM0334	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AEO018	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AEO086	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 8.83	S/ 3.75	S/ -	S/ 12.58
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AEO154	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 56.20	S/ 800.00	S/ -	S/ 856.20
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AEO221	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 1.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.68
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AM0009	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 346.37	S/ 25.00	S/ -	S/ 371.37
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AM0049	Cambio de cadenas y pifones	8000	4.00	S/ 420.89	S/ 25.00	S/ 300.00	S/ 745.89
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AM0099	Cambio de correas de transmisión	2000	2.00	S/ 44.00	S/ 12.50	S/ -	S/ 56.50
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AM0223	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Molienda	PLM-AL02	Alimentador Bonfanti N° 02 ABB	AM0335	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AEO040	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AEO108	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 8.83	S/ 3.75	S/ -	S/ 12.58
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AEO176	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 32.03	S/ 120.00	S/ 200.00	S/ 352.03
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AEO243	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.68
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AM0018	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 563.96	S/ 25.00	S/ -	S/ 588.96
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AM0082	Cambio de cangliones	2000	16.00	S/ 123.48	S/ 100.00	S/ 10,000.00	S/ 10,223.48
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AM0108	Cambio de correas de transmisión	8000	16.00	S/ 240.00	S/ 100.00	S/ -	S/ 340.00
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AM0237	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Molienda	PLM-EVC1	Elevador de Cangliones	AM0346	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AEO295	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AEO324	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 9.79	S/ 3.75	S/ -	S/ 13.54

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.42: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M/O	C.Serv.	Costo Total
Molienda	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0353	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 31.43	S/ 120.00	S/ 1,200.00	S/ 1,351.43
Molienda	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0382	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Molienda	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AM0395	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 59.78	S/ 25.00	S/ -	S/ 84.78
Molienda	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AM0511	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 5.65	S/ 1.13	S/ -	S/ 6.77
Molienda	PLM-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AM0540	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0280	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0309	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 9.79	S/ 3.75	S/ -	S/ 13.54
Molienda	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0338	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 178.93	S/ 120.00	S/ -	S/ 298.93
Molienda	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0367	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Molienda	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AM0380	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 59.78	S/ 25.00	S/ -	S/ 84.78
Molienda	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AM0496	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 5.65	S/ 1.13	S/ -	S/ 6.77
Molienda	PLM-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AM0525	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AE0286	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AE0315	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 9.79	S/ 3.75	S/ -	S/ 13.54
Molienda	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AE0344	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 172.45	S/ 120.00	S/ -	S/ 292.45
Molienda	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AE0373	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Molienda	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AM0386	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 59.78	S/ 25.00	S/ -	S/ 84.78
Molienda	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AM0502	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 5.65	S/ 1.13	S/ -	S/ 6.77
Molienda	PLM-FT03	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AM0531	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AE0288	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AE0317	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 9.79	S/ 3.75	S/ -	S/ 13.54
Molienda	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AE0346	Mantenimiento general de motor eléctrico	6000	16.00	S/ 172.45	S/ 120.00	S/ -	S/ 292.45
Molienda	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AE0375	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Molienda	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AM0388	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 59.78	S/ 25.00	S/ -	S/ 84.78
Molienda	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AM0504	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 5.65	S/ 1.13	S/ -	S/ 6.77
Molienda	PLM-FT07	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AM0533	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AE0390	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AE0392	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AE0394	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	32.00	S/ 31.43	S/ 240.00	S/ 800.00	S/ 1,071.43

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.43: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Máquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AE0396	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 2.27	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.02
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0548	Cambio de correas de transmisión	3600	6.00	S/ 576.59	S/ 45.00	S/ -	S/ 621.59
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0550	Cambio de las platinas del molino	600	12.00	S/ 3,625.49	S/ 90.00	S/ -	S/ 3,715.49
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0552	Limpieza de los soportes de pie	1000	45.00	S/ 60.38	S/ 45.00	S/ -	S/ 105.38
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0554	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0556	Rellenado de chaquetas de barra	1000	16.00	S/ 659.51	S/ 100.00	S/ -	S/ 759.51
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0558	Rellenado de chaquetas laterales	3000	16.00	S/ 659.51	S/ 100.00	S/ -	S/ 759.51
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0560	Rellenado de martillos	150	32.00	S/ 615.71	S/ 160.00	S/ -	S/ 775.71
Molienda	PLM-MM01	Molino Primario de Martillos (Joyal)	AM0562	Rellenado de modulo del molino	800	16.00	S/ 708.32	S/ 100.00	S/ -	S/ 808.32
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AE0019	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AE0087	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AE0155	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	24.00	S/ 35.97	S/ 180.00	S/ 1,200.00	S/ 1,415.97
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AE0222	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 2.27	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.02
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0010	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	24.00	S/ 2,113.80	S/ 140.00	S/ -	S/ 2,253.80
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0079	Cambio de camisetas lisas	9000	32.00	S/ 1,152.66	S/ 200.00	S/ -	S/ 1,352.66
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0100	Cambio de correas de transmisión	8000	12.00	S/ 351.00	S/ 75.00	S/ -	S/ 426.00
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0167	Cambio de paletas	3000	16.00	S/ 264.24	S/ 100.00	S/ -	S/ 364.24
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0170	Cambio de paletas cuchillas	4000	24.00	S/ 2,209.73	S/ 140.00	S/ -	S/ 2,349.73
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0174	Cambio de pastillas de las paletas	2400	32.00	S/ 6,212.24	S/ 200.00	S/ -	S/ 6,412.24
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0224	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0308	Rellenado de paletas	1200	8.00	S/ 135.13	S/ 40.00	S/ -	S/ 175.13
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0313	Revisión de la caja reductora	300	4.00	S/ 43.51	S/ 25.00	S/ -	S/ 68.51
Molienda	PLM-MX01	Batea Delta 4000 primario Bonifanti	AM0336	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AE0042	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AE0110	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AE0178	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	24.00	S/ 35.97	S/ 180.00	S/ 800.00	S/ 1,015.97
Molienda	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AE0245	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 2.27	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.02
Molienda	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AM0110	Cambio de correas de transmisión	3000	2.00	S/ 301.15	S/ 15.00	S/ -	S/ 316.15
Molienda	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AM0239	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.44: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Máquina	Cod.Act.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Molienda	PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AM0348	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Molienda	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AE0041	Limpieza e inspección de tableros y mtores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AE0109	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Molienda	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AE0177	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 35.97	S/ 120.00	S/ 800.00	S/ 955.97
Molienda	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AE0244	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 2.27	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.02
Molienda	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AM0109	Cambio de correas de transmisión	4000	2.00	S/ 155.79	S/ 15.00	S/ -	S/ 170.79
Molienda	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AM0238	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Molienda	PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AM0347	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 1.95	S/ 3.75	S/ -	S/ 5.70
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AE0007	Limpieza e inspección de tableros y mtores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AE0075	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AE0143	Mantenimiento general de motores eléctricos	8000	64.00	S/ 265.86	S/ 480.00	S/ 1,440.00	S/ 2,185.86
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AE0210	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AM0002	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	12.00	S/ 77.06	S/ 75.00	S/ -	S/ 152.06
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AM0061	Cambio de cadenas y pifones de los rodillos del brazo torre 2	2200	24.00	S/ 6,096.97	S/ 140.00	S/ -	S/ 6,236.97
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AM0123	Cambio de faja transportadora de la torre 1	6000	24.00	S/ 5,812.54	S/ 140.00	S/ 4,800.00	S/ 10,752.54
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AM0210	Limpieza de pistones neumáticos	2000	12.00	S/ 202.52	S/ 75.00	S/ -	S/ 277.52
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AM0212	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AM0318	Revisión general de automatismo de carga	900	16.00	S/ 254.39	S/ 100.00	S/ -	S/ 354.39
Planta 01	PL1-ACB1	Automatismo de Carga Betoil	AM0327	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 25.25	S/ 3.75	S/ -	S/ 29.00
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AE0016	Limpieza e inspección de tableros y mtores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AE0084	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 26.43	S/ 3.75	S/ -	S/ 30.18
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AE0152	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 67.95	S/ 50.00	S/ 1,500.00	S/ 1,617.95
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AE0219	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 3.08	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.83
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0007	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	8.00	S/ 623.25	S/ 50.00	S/ -	S/ 673.25
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0047	Cambio de cadenas y pifones	8000	8.00	S/ 89.47	S/ 50.00	S/ 500.00	S/ 639.47
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0097	Cambio de correas de transmisión	2000	8.00	S/ 42.82	S/ 50.00	S/ -	S/ 92.82
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0164	Cambio de los rodillos de la cadena	10000	48.00	S/ 2,793.99	S/ 300.00	S/ -	S/ 3,093.99
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0221	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 01	PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0333	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 24.28	S/ 3.75	S/ -	S/ 28.03

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.45: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 01	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	AE0036	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	AE0104	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 19.71	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.46
Planta 01	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	AE0172	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 180.88	S/ 50.00	S/ -	S/ 230.88
Planta 01	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	AE0239	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 2.90	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.65
Planta 01	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	AM0265	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 8.22	S/ 50.00	S/ -	S/ 58.22
Planta 01	PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	AM0365	Verificación e inspección de la bomba de agua	1000	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-BV01	Bomba de Vacío Ext. B-400	AE0026	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-BV01	Bomba de Vacío Ext. B-400	AE0094	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 19.71	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.46
Planta 01	PL1-BV01	Bomba de Vacío Ext. B-400	AE0162	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 196.73	S/ 50.00	S/ 1,500.00	S/ 1,746.73
Planta 01	PL1-BV01	Bomba de Vacío Ext. B-400	AE0229	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 2.90	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.65
Planta 01	PL1-BV01	Bomba de Vacío Ext. B-400	AM0371	Verificación e inspección de la bomba de vacío	600	0.20	S/ 48.56	S/ 1.50	S/ -	S/ 50.06
Planta 01	PL1-CF01	Cortadora Primaria	AE0052	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-CF01	Cortadora Primaria	AE0120	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-CF01	Cortadora Primaria	AE0188	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 77.28	S/ 60.00	S/ 150.00	S/ 287.28
Planta 01	PL1-CF01	Cortadora Primaria	AE0255	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-CF01	Cortadora Primaria	AM0144	Cambio de la faja transportadora	4000	8.00	S/ 23.13	S/ 50.00	S/ -	S/ 73.13
Planta 01	PL1-CF01	Cortadora Primaria	AM0249	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Primaria	AM0354	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 25.25	S/ 3.75	S/ -	S/ 29.00
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AE0031	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AE0099	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AE0234	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0105	Cambio de correas de transmisión	6000	4.00	S/ 104.68	S/ 25.00	S/ -	S/ 129.68
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0125	Cambio de fajas de la cortadora secundaria	1000	16.00	S/ 4,416.67	S/ 100.00	S/ 800.00	S/ 5,316.67
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0232	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0339	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 25.25	S/ 3.75	S/ -	S/ 29.00
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonfanti 400	AE0024	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonfanti 400	AE0092	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 19.71	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.46
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonfanti 400	AE0160	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	24.00	S/ 942.54	S/ 140.00	S/ 1,000.00	S/ 2,082.54
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonfanti 400	AE0227	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 2.90	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.65

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.46: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0012	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	12.00	S/ 3,319.70	S/ 75.00	S/ -	S/ 3,394.70
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0064	Cambio de camiseta anillo con huecos del cañón	1400	24.00	S/ 466.86	S/ 140.00	S/ -	S/ 606.86
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0067	Cambio de camiseta lisa de la batea incorporada	1200	24.00	S/ 104.43	S/ 140.00	S/ -	S/ 244.43
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0068	Cambio de camiseta lisa del cañón	1400	24.00	S/ 225.74	S/ 140.00	S/ -	S/ 365.74
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0069	Cambio de camisetas con platinas de la batea incorporada	3000	24.00	S/ 1,062.79	S/ 140.00	S/ -	S/ 1,202.79
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0071	Cambio de camisetas con platinas del cañón	2600	24.00	S/ 532.98	S/ 140.00	S/ -	S/ 672.98
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0074	Cambio de camisetas cónicas de la batea incorporada	2200	24.00	S/ 2,226.15	S/ 140.00	S/ -	S/ 2,366.15
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0076	Cambio de camisetas de pisadores laterales	1000	24.00	S/ 187.28	S/ 140.00	S/ -	S/ 327.28
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0090	Cambio de conos de la batea incorporada	1000	24.00	S/ 95.32	S/ 140.00	S/ -	S/ 235.32
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0103	Cambio de correas de transmisión	12000	8.00	S/ 532.00	S/ 50.00	S/ -	S/ 582.00
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0118	Cambio de eje central	5600	24.00	S/ 995.61	S/ 140.00	S/ 3,000.00	S/ 4,135.61
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0121	Cambio de ejes de la batea incorporada	5600	40.00	S/ 20,141.81	S/ 240.00	S/ 2,000.00	S/ 22,381.81
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0153	Cambio de las camisetas frontales de la cámara de vacío	10000	40.00	S/ 10,945.16	S/ 240.00	S/ -	S/ 11,185.16
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0160	Cambio de las pasillas de los pisadores de la cámara de vacío	3400	40.00	S/ 309.97	S/ 240.00	S/ -	S/ 549.97
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0168	Cambio de paletas chicas de la batea incorporada	1600	40.00	S/ 2,309.82	S/ 240.00	S/ -	S/ 2,549.82
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0172	Cambio de paletas grandes de la batea incorporada	900	40.00	S/ 292.31	S/ 240.00	S/ -	S/ 532.31
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0178	Cambio de rejillas de la cámara de vacío	6000	40.00	S/ 1,028.74	S/ 240.00	S/ -	S/ 1,268.74
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0183	Cambio de sinfines de la batea incorporada	900	40.00	S/ 93.18	S/ 240.00	S/ -	S/ 333.18
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0186	Cambio de sinfines del cañón	800	40.00	S/ 47.23	S/ 240.00	S/ -	S/ 287.23
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0228	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 48.68	S/ 1.13	S/ -	S/ 49.80
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0301	Recuperación de conos de los batea incorporada	300	32.00	S/ 456.88	S/ 160.00	S/ -	S/ 616.88
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0302	Recuperación de las rejillas de la cámara de vacío	150	24.00	S/ 188.04	S/ 240.00	S/ -	S/ 428.04
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0309	Rellenado de sinfines de la batea incorporada	800	40.00	S/ 619.63	S/ 240.00	S/ -	S/ 859.63
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0312	Rellenado de sinfines del cañón	800	40.00	S/ 1,044.98	S/ 240.00	S/ -	S/ 1,284.98
Planta 01	PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0314	Revisión de la caja reductora	300	8.00	S/ 73.39	S/ 50.00	S/ -	S/ 123.39
Planta 01	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0292	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0321	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 26.43	S/ 3.75	S/ -	S/ 30.18
Planta 01	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0350	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 69.31	S/ 120.00	S/ -	S/ 189.31
Planta 01	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0379	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 3.08	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.83

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.47: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 01	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molinda	AM0392	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	16.00	S/ 35.60	S/ 100.00	S/ -	S/ 135.60
Planta 01	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molinda	AM0508	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 01	PL1-FT01	Faja Transportadora N° 01 Molinda	AM0537	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 24.28	S/ 3.75	S/ -	S/ 28.03
Planta 01	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molinda	AE0294	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molinda	AE0323	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 26.43	S/ 3.75	S/ -	S/ 30.18
Planta 01	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molinda	AE0352	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	12.00	S/ 64.62	S/ 90.00	S/ -	S/ 154.62
Planta 01	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molinda	AE0381	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 3.08	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.83
Planta 01	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molinda	AM0394	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 01	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molinda	AM0510	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 01	PL1-FT02	Faja Transportadora N° 02 Molinda	AM0539	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 24.28	S/ 3.75	S/ -	S/ 28.03
Planta 01	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	AE0283	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	AE0312	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 26.43	S/ 3.75	S/ -	S/ 30.18
Planta 01	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	AE0341	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 67.36	S/ 120.00	S/ -	S/ 187.36
Planta 01	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	AE0370	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 3.08	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.83
Planta 01	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	AM0383	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 25.04	S/ 25.00	S/ -	S/ 50.04
Planta 01	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	AM0499	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 01	PL1-FT03	Faja Transportadora N° 03 Misturador	AM0528	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 24.28	S/ 3.75	S/ -	S/ 28.03
Planta 01	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AE0284	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AE0313	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 26.43	S/ 3.75	S/ -	S/ 30.18
Planta 01	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AE0342	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 67.36	S/ 120.00	S/ -	S/ 187.36
Planta 01	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AE0371	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 3.08	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.83
Planta 01	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AM0384	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 35.60	S/ 25.00	S/ -	S/ 60.60
Planta 01	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AM0500	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 01	PL1-FT04	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AM0529	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 24.28	S/ 3.75	S/ -	S/ 28.03
Planta 01	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retomo a Ext.	AE0290	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retomo a Ext.	AE0319	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 26.43	S/ 3.75	S/ -	S/ 30.18
Planta 01	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retomo a Ext.	AE0348	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 126.29	S/ 120.00	S/ -	S/ 246.29
Planta 01	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retomo a Ext.	AE0377	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 3.08	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.83
Planta 01	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retomo a Ext.	AM0390	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 35.60	S/ 25.00	S/ -	S/ 60.60

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.48: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 01	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retomo a Ext.	AM0506	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 01	PL1-FT05	Faja Transportadora N° 05 Retomo a Ext.	AM0535	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 24.28	S/ 3.75	S/ -	S/ 28.03
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AE0023	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AE0091	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 26.43	S/ 3.75	S/ -	S/ 30.18
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AE0159	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	24.00	S/ 482.93	S/ 180.00	S/ 2,500.00	S/ 3,162.93
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AE0226	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 3.08	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.83
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AM0102	Cambio de correas de transmisión	6000	24.00	S/ 720.99	S/ 140.00	S/ -	S/ 860.99
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AM0208	Limpieza de los soportes de pie	800	32.00	S/ 37.01	S/ 200.00	S/ -	S/ 237.01
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AM0300	Rectificado de los cilindros del laminador	300	12.00	S/ 130.12	S/ 75.00	S/ -	S/ 205.12
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AM0303	Recuperación de los raspadores	160	16.00	S/ 258.97	S/ 80.00	S/ -	S/ 338.97
Planta 01	PL1-LA01	Laminador Bonfantí LB800	AM0338	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 24.28	S/ 3.75	S/ -	S/ 28.03
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AE0010	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AE0078	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AE0146	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 108.48	S/ 60.00	S/ -	S/ 168.48
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AE0213	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AM0005	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 12.52	S/ 30.00	S/ -	S/ 42.52
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AM0045	Cambio de cadenas y piñones	4000	4.00	S/ 151.38	S/ 30.00	S/ -	S/ 181.38
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AM0131	Cambio de la faja transportadora	8000	4.00	S/ 1,618.03	S/ 30.00	S/ 1,500.00	S/ 3,148.03
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AM0215	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Betio)	AM0330	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 25.25	S/ 3.75	S/ -	S/ 29.00
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AE0009	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AE0077	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AE0145	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 87.58	S/ 60.00	S/ -	S/ 147.58
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AE0212	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AM0004	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 50.07	S/ 25.00	S/ -	S/ 75.07
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AM0042	Cambio de cadenas con placas	6000	24.00	S/ 12,136.21	S/ 160.00	S/ 2,500.00	S/ 14,796.21
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AM0214	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-MC03	Mesa de cadenas N° 03	AM0329	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	0.50	S/ 25.25	S/ 3.75	S/ -	S/ 29.00
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja N° 02	AE0012	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.49: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	Cod.Act.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AEO080	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AEO148	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 87.58	S/ 60.00	S/ -	S/ 147.58
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AEO215	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AM0006	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 12.52	S/ 30.00	S/ -	S/ 42.52
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AM0046	Cambio de cadenas y piñones	4000	4.00	S/ 151.38	S/ 30.00	S/ -	S/ 181.38
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AM0133	Cambio de la faja transportadora	6000	4.00	S/ 1,203.90	S/ 30.00	S/ 1,200.00	S/ 2,433.90
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AM0217	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-MF02	Mesa de Faja Nº 02	AM0332	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 25.25	S/ 3.75	S/ -	S/ 29.00
Planta 01	PL1-MG02	Mesa Giratoria Nº 02	AEO050	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-MG02	Mesa Giratoria Nº 02	AEO118	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-MG02	Mesa Giratoria Nº 02	AEO186	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 23.13	S/ 50.00	S/ -	S/ 73.13
Planta 01	PL1-MG02	Mesa Giratoria Nº 02	AEO253	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-MG02	Mesa Giratoria Nº 02	AM0023	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 12.52	S/ 30.00	S/ -	S/ 42.52
Planta 01	PL1-MG02	Mesa Giratoria Nº 02	AM0247	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AEO011	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AEO079	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 19.53	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.28
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AEO147	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	8.00	S/ 69.13	S/ 60.00	S/ -	S/ 129.13
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AEO214	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 1.13	S/ 3.75	S/ -	S/ 4.88
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AM0093	Cambio de correas de transmisión	4000	8.00	S/ 44.07	S/ 60.00	S/ -	S/ 104.07
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AM0132	Cambio de la faja transportadora	6000	8.00	S/ 433.26	S/ 50.00	S/ 800.00	S/ 1,283.26
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AM0216	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 11.29	S/ 1.13	S/ -	S/ 12.42
Planta 01	PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Betio)	AM0331	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	0.50	S/ 25.25	S/ 3.75	S/ -	S/ 29.00
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AEO001	Cambio de resistencias del molino	2000	4.00	S/ 1,869.24	S/ 30.00	S/ -	S/ 1,899.24
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AEO055	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AEO123	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 19.71	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.46
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AEO191	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 879.65	S/ 100.00	S/ -	S/ 979.65
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AEO258	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 2.90	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.65
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0113	Cambio de correas de transmisión	6000	6.00	S/ 271.20	S/ 45.00	S/ -	S/ 316.20
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0162	Cambio de las platinas del molino	150	12.00	S/ 2,382.83	S/ 90.00	S/ -	S/ 2,472.83

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.50: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Máquina	Cod.Act.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0209	Limpieza de los soportes de pie	1000	7.00	S/ 60.38	S/ 52.50	S/ -	S/ 112.88
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0252	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 48.68	S/ 1.13	S/ -	S/ 49.80
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0304	Rellenado de chaquetas de barra	1000	16.00	S/ 614.22	S/ 100.00	S/ -	S/ 714.22
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0305	Rellenado de chaquetas laterales	2000	16.00	S/ 614.22	S/ 100.00	S/ -	S/ 714.22
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0306	Rellenado de marillos	150	32.00	S/ 565.32	S/ 160.00	S/ -	S/ 725.32
Planta 01	PL1-MM01	Molino Primario	AM0307	Rellenado de modulo del molino	800	16.00	S/ 493.05	S/ 100.00	S/ -	S/ 593.05
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AE0064	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 1.13	S/ 1.13	S/ -	S/ 2.26
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AE0132	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 19.71	S/ 3.75	S/ -	S/ 23.46
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AE0199	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	22.00	S/ 321.79	S/ 165.00	S/ 2,500.00	S/ 2,986.79
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AE0266	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 2.90	S/ 3.75	S/ -	S/ 6.65
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AM0033	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	12.00	S/ 1,686.35	S/ 75.00	S/ -	S/ 1,761.35
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AM0080	Cambio de camisetas lisas	9000	32.00	S/ 377.87	S/ 200.00	S/ -	S/ 577.87
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AM0114	Cambio de correas de transmisión	7000	8.00	S/ 572.60	S/ 50.00	S/ -	S/ 622.60
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AM0175	Cambio de pastillas de las paletas	3200	32.00	S/ 2,243.45	S/ 200.00	S/ -	S/ 2,443.45
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AM0260	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 48.68	S/ 1.13	S/ -	S/ 49.80
Planta 01	PL1-MX01	Batea Misturador. Morando BA4	AM0316	Revisión de la caja reductora	300	2.00	S/ 38.64	S/ 10.00	S/ -	S/ 48.64
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AE0402	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 56.55	S/ 1.13	S/ -	S/ 57.68
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AE0404	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	2.00	S/ 51.21	S/ 15.00	S/ -	S/ 66.21
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AE0405	Mantenimiento general de motores eléctricos	8000	8.00	S/ 252.54	S/ 120.00	S/ 2,500.00	S/ 2,872.54
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AE0409	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	8.00	S/ 137.08	S/ 60.00	S/ -	S/ 197.08
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AM0563	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	2.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AM0564	Cambio de cadenas y plifones de los rodillos del brazo torre 2	3000	8.00	S/ 513.55	S/ 100.00	S/ -	S/ 613.55
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AM0565	Cambio de faja transportadora de la torre 1	2000	8.00	S/ 2,305.83	S/ 100.00	S/ -	S/ 2,405.83
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AM0566	Limpieza de pistones neumáticos	250	12.00	S/ 202.52	S/ 75.00	S/ -	S/ 277.52
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AM0567	Lubricación y engrase	150	3.50	S/ 41.28	S/ 26.25	S/ -	S/ 67.53
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AM0568	Revisión general de automatismo de descarga	250	8.00	S/ 110.75	S/ 100.00	S/ -	S/ 210.75
Planta 02	PL2-ACE1	Automatismo de Carga	AM0569	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	16.00	S/ 104.92	S/ 100.00	S/ -	S/ 204.92
Planta 02	PL2-BA01	Bomba de Agua Nº 01	AE0037	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 14.14	S/ 1.13	S/ -	S/ 15.26
Planta 02	PL2-BA01	Bomba de Agua Nº 01	AE0105	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 46.12	S/ 3.75	S/ -	S/ 49.87

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.5.1: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 02	PL2-BA01	Bomba de Agua N° 01	AE0173	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	8.00	S/ 180.88	S/ 17.50	S/ -	S/ 198.38
Planta 02	PL2-BA01	Bomba de Agua N° 01	AE0240	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 15.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 19.04
Planta 02	PL2-BA01	Bomba de Agua N° 01	AM0266	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	24.00	S/ 8.22	S/ 140.00	S/ -	S/ 148.22
Planta 02	PL2-BA01	Bomba de Agua N° 01	AM0366	Verificación e inspección de la bomba de agua	1000	1.00	S/ 97.12	S/ 6.25	S/ -	S/ 103.37
Planta 02	PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	AE0028	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 14.14	S/ 1.13	S/ -	S/ 15.26
Planta 02	PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	AE0096	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 46.12	S/ 3.75	S/ -	S/ 49.87
Planta 02	PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	AE0164	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	16.00	S/ 35.97	S/ 120.00	S/ 800.00	S/ 955.97
Planta 02	PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	AE0231	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 15.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 19.04
Planta 02	PL2-BV02	Bomba de Vacío Ext. B-500	AM0373	Verificación e inspección de la bomba de vacío	600	24.00	S/ 101.02	S/ 140.00	S/ -	S/ 241.02
Planta 02	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	AE0030	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 27.92	S/ 1.13	S/ -	S/ 29.04
Planta 02	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	AE0098	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 52.82	S/ 3.75	S/ -	S/ 56.57
Planta 02	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	AE0166	Mantenimiento general de motores eléctricos	8600	40.00	S/ 86.58	S/ 280.00	S/ 720.00	S/ 1,086.58
Planta 02	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	AE0233	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 27.32	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.07
Planta 02	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	AM0136	Cambio de la faja transportadora	3000	16.00	S/ 1,339.15	S/ 100.00	S/ 500.00	S/ 1,939.15
Planta 02	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	AM0231	Lubricación y engrase	150	0.50	S/ 11.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 15.04
Planta 02	PL2-CP01	Cortadora Primaria Equip Ceramic	AM0340	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	4.00	S/ 70.89	S/ 25.00	S/ -	S/ 95.89
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AE0029	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 27.92	S/ 1.13	S/ -	S/ 29.04
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AE0097	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 52.82	S/ 3.75	S/ -	S/ 56.57
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AE0165	Mantenimiento general de motores eléctricos	6000	16.00	S/ 49.81	S/ 120.00	S/ 3,600.00	S/ 3,769.81
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AE0232	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 27.32	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.07
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0014	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	24.00	S/ 50.07	S/ 140.00	S/ -	S/ 190.07
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0135	Cambio de la faja transportadora	4000	16.00	S/ 1,019.81	S/ 100.00	S/ 500.00	S/ 1,619.81
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0230	Lubricación y engrase	150	0.50	S/ 11.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 15.04
Planta 02	PL2-CS01	Cortadora Secundaria Multilambre	AM0339	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	4.00	S/ 70.89	S/ 25.00	S/ -	S/ 95.89
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AE0025	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 14.14	S/ 1.13	S/ -	S/ 15.26
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AE0093	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 46.12	S/ 3.75	S/ -	S/ 49.87
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AE0228	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 15.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 19.04
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0229	Lubricación y engrase	150	0.50	S/ 11.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 15.04
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AE0161	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	64.00	S/ 67.48	S/ 480.00	S/ 950.00	S/ 1,497.48

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.52: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0013	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	12.00	S/ 3,844.26	S/ 75.00	S/ -	S/ 3,919.26
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0040	Cambio de bases de pisadores de cámara de vacío	6000	24.00	S/ 527.04	S/ 140.00	S/ -	S/ 667.04
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0065	Cambio de camiseta anillo con huecos del cañón	800	32.00	S/ 608.46	S/ 200.00	S/ -	S/ 808.46
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0070	Cambio de camisetetas con platinas de la batea incorporada	2600	32.00	S/ 875.45	S/ 200.00	S/ -	S/ 1,075.45
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0072	Cambio de camisetetas con platinas del cañón	2500	24.00	S/ 1,080.39	S/ 160.00	S/ -	S/ 1,240.39
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0075	Cambio de camisetetas cónicas de la batea incorporada	3000	24.00	S/ 2,367.93	S/ 140.00	S/ -	S/ 2,507.93
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0077	Cambio de camisetetas frontales de los pisadores de la cámara de vacío	3000	24.00	S/ 13.54	S/ 140.00	S/ -	S/ 153.54
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0078	Cambio de camisetetas lisas de la batea incorporada	1000	16.00	S/ 373.05	S/ 100.00	S/ -	S/ 473.05
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0081	Cambio de camisetetas lisas del cañón	800	24.00	S/ 277.01	S/ 140.00	S/ -	S/ 417.01
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0091	Cambio de conos de la batea incorporada	1000	12.00	S/ 83.59	S/ 75.00	S/ -	S/ 158.59
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0104	Cambio de correas de transmisión	5000	8.00	S/ 2,597.60	S/ 50.00	S/ -	S/ 2,647.60
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0117	Cambio de disco de fondo de cañón	10000	32.00	S/ 11,701.35	S/ 200.00	S/ -	S/ 11,901.35
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0119	Cambio de eje central	5000	24.00	S/ 1,267.38	S/ 140.00	S/ -	S/ 1,407.38
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0122	Cambio de ejes de la batea incorporada	6000	32.00	S/ 31,577.34	S/ 200.00	S/ 600.00	S/ 32,377.34
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0152	Cambio de las camisetetas de los pisadores de la cámara de vacío	1200	24.00	S/ 243.49	S/ 140.00	S/ -	S/ 383.49
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0169	Cambio de paletas chicas de la batea incorporada	2500	16.00	S/ 5,097.73	S/ 100.00	S/ -	S/ 5,197.73
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0171	Cambio de paletas cuchillas	1000	24.00	S/ 89.39	S/ 140.00	S/ -	S/ 229.39
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0173	Cambio de paletas grandes de la batea incorporada	2000	24.00	S/ 258.22	S/ 140.00	S/ -	S/ 398.22
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0176	Cambio de pasillas de pisadores de cámara de vacío	5000	24.00	S/ 527.04	S/ 140.00	S/ -	S/ 667.04
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0179	Cambio de rejillas de la cámara de vacío	3000	24.00	S/ 1,178.17	S/ 140.00	S/ -	S/ 1,318.17
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0182	Cambio de rompedores del cañón	700	4.00	S/ 297.18	S/ 25.00	S/ -	S/ 322.18
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0184	Cambio de sinfines de la batea incorporada	900	12.00	S/ 57.63	S/ 75.00	S/ -	S/ 132.63
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0187	Cambio de sinfines del cañón	600	8.00	S/ 83.25	S/ 50.00	S/ -	S/ 133.25
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0310	Rellenado de sinfines de la batea incorporada	800	72.00	S/ 1,363.90	S/ 360.00	S/ -	S/ 1,723.90
Planta 02	PL2-E500	Extrusora Bonfanti EB500 (P-2)	AM0315	Revisión de la caja reductora	300	4.00	S/ 73.39	S/ 25.00	S/ -	S/ 98.39
Planta 02	PL2-FT12	Faja Transportadora N° 12	AE0296	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 14.93	S/ 1.13	S/ -	S/ 16.06
Planta 02	PL2-FT12	Faja Transportadora N° 12	AE0325	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 27.57	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.32
Planta 02	PL2-FT12	Faja Transportadora N° 12	AE0354	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 79.39	S/ 120.00	S/ 380.00	S/ 579.39
Planta 02	PL2-FT12	Faja Transportadora N° 12	AE0383	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 14.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 18.68

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.53: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Máquina	Cod.Act.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 02	PL2-FT12	Faja Transportadora Nº 12	AM0396	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-FT12	Faja Transportadora Nº 12	AM0512	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 02	PL2-FT12	Faja Transportadora Nº 12	AM0541	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	1.00	S/ 48.56	S/ 6.25	S/ -	S/ 54.81
Planta 02	PL2-FT13	Faja Transportadora Nº 13	AE0291	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 14.93	S/ 1.13	S/ -	S/ 16.06
Planta 02	PL2-FT13	Faja Transportadora Nº 13	AE0320	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 27.57	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.32
Planta 02	PL2-FT13	Faja Transportadora Nº 13	AE0349	Mantenimiento general de motor eléctrico	6000	16.00	S/ 79.39	S/ 120.00	S/ -	S/ 199.39
Planta 02	PL2-FT13	Faja Transportadora Nº 13	AE0378	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 14.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 18.68
Planta 02	PL2-FT13	Faja Transportadora Nº 13	AM0391	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-FT13	Faja Transportadora Nº 13	AM0507	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 02	PL2-FT13	Faja Transportadora Nº 13	AM0536	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	1.00	S/ 48.56	S/ 6.25	S/ -	S/ 54.81
Planta 02	PL2-FT14	Faja Transportadora Nº 14 Silo	AE0299	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 14.93	S/ 1.13	S/ -	S/ 16.06
Planta 02	PL2-FT14	Faja Transportadora Nº 14 Silo	AE0328	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 27.57	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.32
Planta 02	PL2-FT14	Faja Transportadora Nº 14 Silo	AE0357	Mantenimiento general de motor eléctrico	6000	16.00	S/ 79.39	S/ 120.00	S/ 280.00	S/ 479.39
Planta 02	PL2-FT14	Faja Transportadora Nº 14 Silo	AE0386	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 14.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 18.68
Planta 02	PL2-FT14	Faja Transportadora Nº 14 Silo	AM0399	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-FT14	Faja Transportadora Nº 14 Silo	AM0515	Lubricación y engrase	150	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 02	PL2-FT14	Faja Transportadora Nº 14 Silo	AM0544	Verificación del estado de los componentes mecánicos	900	1.00	S/ 48.56	S/ 6.25	S/ -	S/ 54.81
Planta 02	PL2-FT15	Faja Transportadora Nº 15	AE0287	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 14.93	S/ 1.13	S/ -	S/ 16.06
Planta 02	PL2-FT15	Faja Transportadora Nº 15	AE0316	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 27.57	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.32
Planta 02	PL2-FT15	Faja Transportadora Nº 15	AE0345	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 79.39	S/ 120.00	S/ 350.00	S/ 549.39
Planta 02	PL2-FT15	Faja Transportadora Nº 15	AE0374	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 14.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 18.68
Planta 02	PL2-FT15	Faja Transportadora Nº 15	AM0387	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-FT15	Faja Transportadora Nº 15	AM0503	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 02	PL2-FT15	Faja Transportadora Nº 15	AM0532	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	1.00	S/ 48.56	S/ 6.25	S/ -	S/ 54.81
Planta 02	PL2-FT16	Faja Transportadora Nº 16	AE0281	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 14.93	S/ 1.13	S/ -	S/ 16.06
Planta 02	PL2-FT16	Faja Transportadora Nº 16	AE0310	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 27.57	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.32
Planta 02	PL2-FT16	Faja Transportadora Nº 16	AE0339	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 79.39	S/ 120.00	S/ 360.00	S/ 559.39
Planta 02	PL2-FT16	Faja Transportadora Nº 16	AE0368	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 14.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 18.68
Planta 02	PL2-FT16	Faja Transportadora Nº 16	AM0381	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.54: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 02	PL2-FT16	Faja Transportadora N° 16	AM0497	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 02	PL2-FT16	Faja Transportadora N° 16	AM0526	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	1.00	S/ 48.56	S/ 6.25	S/ -	S/ 54.81
Planta 02	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	AE0301	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 14.93	S/ 1.13	S/ -	S/ 16.06
Planta 02	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	AE0330	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 27.57	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.32
Planta 02	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	AE0359	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 79.39	S/ 120.00	S/ 380.00	S/ 579.39
Planta 02	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	AE0388	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 14.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 18.68
Planta 02	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	AM0401	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	AM0517	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 02	PL2-FT17	Faja Transportadora N° 17	AM0546	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	1.00	S/ 48.56	S/ 6.25	S/ -	S/ 54.81
Planta 02	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	AE0297	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 14.93	S/ 1.13	S/ -	S/ 16.06
Planta 02	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	AE0326	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 27.57	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.32
Planta 02	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	AE0355	Mantenimiento general de motor eléctrico	8000	16.00	S/ 79.39	S/ 120.00	S/ 360.00	S/ 559.39
Planta 02	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	AE0384	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 14.93	S/ 3.75	S/ -	S/ 18.68
Planta 02	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	AM0397	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	AM0513	Lubricación y engrase	300	0.15	S/ 6.62	S/ 1.13	S/ -	S/ 7.75
Planta 02	PL2-FT18	Faja Transportadora N° 18	AM0542	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	1.00	S/ 48.56	S/ 6.25	S/ -	S/ 54.81
Planta 02	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	AE0004	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	2.00	S/ 47.40	S/ 120.00	S/ -	S/ 167.40
Planta 02	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	AE0072	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	16.00	S/ 59.05	S/ 120.00	S/ -	S/ 179.05
Planta 02	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	AE0140	Mantenimiento general de motor eléctrico	6000	16.00	S/ 13.46	S/ 120.00	S/ -	S/ 133.46
Planta 02	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	AE0207	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	2.00	S/ 51.21	S/ 15.00	S/ -	S/ 66.21
Planta 02	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	AM0036	Cambio de aceite y filtros de compresora	4000	2.00	S/ 2,161.35	S/ 15.00	S/ -	S/ 2,176.35
Planta 02	PL2-GA15	Compresor Atlas Copco GA15	AM0126	Cambio de filtro de aire compresora	2000	2.00	S/ 172.76	S/ 15.00	S/ -	S/ 187.76
Planta 02	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	AE0032	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	300	0.15	S/ 27.92	S/ 1.13	S/ -	S/ 29.04
Planta 02	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	AE0100	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	1200	0.50	S/ 52.82	S/ 3.75	S/ -	S/ 56.57
Planta 02	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	AE0168	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	24.00	S/ 79.39	S/ 180.00	S/ 500.00	S/ 759.39
Planta 02	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	AE0235	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	4200	0.50	S/ 27.32	S/ 3.75	S/ -	S/ 31.07
Planta 02	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	AM0015	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	4.00	S/ 13.49	S/ 25.00	S/ -	S/ 38.49
Planta 02	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	AM0233	Lubricación y engrase	300	0.50	S/ 11.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 15.04
Planta 02	PL2-MF02	Mesa de Faja N° 02	AM0342	Verificación del estado de los componentes mecánicos	1200	4.00	S/ 70.89	S/ 25.00	S/ -	S/ 95.89

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.55: Plan de Mantenimiento Preventivo (Continuación).

Área	Código	Descripción Equipo y/o Maquina	CodAct.	Actividad	Frec.	Hrs.H	Costo Mat.	Costo M.O	C.Serv.	Costo Total
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AE0019	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos	150	0.15	S/ 14.14	S/ 1.13	S/ -	S/ 15.26
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AE0087	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas	800	0.50	S/ 46.12	S/ 3.75	S/ -	S/ 49.87
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AE0222	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico	2000	0.50	S/ 15.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 19.04
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0224	Lubricación y engrase	150	0.50	S/ 11.29	S/ 3.75	S/ -	S/ 15.04
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AE0155	Mantenimiento general de motor eléctrico	8600	32.00	S/ 85.86	S/ 240.00	S/ 1,200.00	S/ 1,525.86
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0010	Cambio de aceite de la caja reductora	4000	8.00	S/ 2,013.83	S/ 50.00	S/ -	S/ 2,063.83
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0066	Cambio de camiseta lisa	9000	24.00	S/ 202.74	S/ 140.00	S/ -	S/ 342.74
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0100	Cambio de correas de transmisión	8000	8.00	S/ 351.00	S/ 50.00	S/ -	S/ 401.00
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0167	Cambio de paletas	1000	32.00	S/ 132.17	S/ 200.00	S/ -	S/ 332.17
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0170	Cambio de paletas cuchillas	5000	16.00	S/ 2,192.22	S/ 100.00	S/ -	S/ 2,292.22
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0174	Cambio de pastillas de las paletas	2400	24.00	S/ 5,457.62	S/ 140.00	S/ -	S/ 5,597.62
Planta 02	PL2-MX02	Batea Delta 4000 Bonfanti (P-2)	AM0313	Revisión de la caja reductora	300	4.00	S/ 73.98	S/ 25.00	S/ -	S/ 98.98

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.2.2 Definición de la Orden de Trabajo.

La orden de trabajo es un documento escrito en donde se especifica a detalle las actividades a realizar.

Tabla N° 4.56: Formato de Orden Trabajo.

000001-00		Ladrillera El Diamante S.A.C		Orden de Trabajo:		Fecha:	
Descripción:				Tipo de Mantenimiento:			
Supervisor:				Clasif. de Mantenimiento:			
Nro. Requisición:		Estado:		Ubicación:			
Máquina:				Horómetro:			
Prioridad:				Taller:			
Fecha Generada:				Nro. Solicitud Mantto			
Actividad			Tarea				
Nro	Cod	Descripción	Descripción				
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
Recurso	Descripcion		Nro de Requerimiento	Unidad	Cant. Asignada	Cant. Utilizada	Cant.
	MATERIALES						
	MANO DE OBRA						
	SERVICIOS						
Fecha Programada		Inicio:		Fecha Real		Inicio:	
		Termino:				Termino:	
Indicacion Importante:							
Descripción Detallada de la Tarea Realizada				Nombres	H. Inicio	H. Termino	
Observaciones del Tarabajo Realizado: _____							

Nro	Codigo	Nombres y Apellidos (Ejecutores)				Firma	
1		_____				_____	
2		_____				_____	
3		_____				_____	
4		_____				_____	
5		_____				_____	
_____				Supervisor			
_____				Solicitante (En caso de Solicitud De Mantto)			

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.2.3 Definición de la Fuerza de Trabajo.

La fuerza de trabajo se ha determinado de acuerdo a la proyección de mantenimiento para el año 2019.

Tabla N° 4.57: Horas Hombre por Áreas.

Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total Horas
Eléctrico	562	564	830	541	835	714	536	890	627	668	839	624	8229
Lubricador	125	164	123	130	124	178	122	239	123	130	277	112	1847
Mecánico	516	532	534	455	465	633	412	712	480	502	561	601	6402
Total general	1203	1260	1488	1126	1423	1524	1069	1842	1230	1300	1676	1337	16478

Elaborado por el equipo de trabajo.

Número de técnicos por mes para la ejecución de mantenimientos preventivos y dos técnicos de turno que normalmente su función es ejecución de mantenimientos correctivos que ocurren durante la operación de turno noche.

Tabla N° 4.58: Definición de Número de Técnicos por Área.

Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Mantenimiento Preventivo	Turno	Total
Eléctricos	4	4	5	3	5	5	3	6	4	4	5	4	4	1	5
Lubricador	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	0	1
Mecánico	3	3	3	3	3	4	3	5	3	3	4	4	3	1	4

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.2.4 Planeamiento de Herramientas y Equipos.

El personal técnico del área de mantenimiento debe contar con las herramientas básicas para la ejecución de las actividades.

A continuación, se presenta la lista que cada técnico debe contar para realizar las actividades de reparación y mantenimiento.

Tabla N° 4.59: Lista de Herramientas.

Herramientas Para Mecánicos		
Descripción	Unidad	Cantidad
Llaves Mixtas en Pulgadas	JGO	1
Llaves Mixtas Métricas	JGO	1
Llaves Allen Métricas	JGO	2
Llaves Allen en Pulgadas	JGO	2
Martillos de Bola	UN	1
Llaves Francesas	UN	2
Comba	UN	1
Cíncel	UN	1
Botador de Pines	JGO	1
Alicates	JGO	1
Caja de Herramientas	UN	1
Llave Dado Pulgadas	JGO	1
Llave Dado Métricas	JGO	1

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.60: Herramientas Eléctricas.

Herramientas Para Electricistas		
Descripción	Unidad	Cantidad
Llaves Mixtas en Pulgadas	JGO	1
Llaves Mixtas métricas	JGO	1
Destornilladores Aislados 1000V	JGO	1
Llaves Allen métricas	JGO	1
Llaves Allen en Pulgadas	UN	1
Alicates Aislados 1000V	JGO	1
Llave Dado en Pulgadas	JGO	1
Llave Dado métricas	JGO	1
Caja de Herramientas	UN	1

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.61: Equipos Colectivos en Custodia del Área de Mantenimiento.

Equipos Para Mecánicos		
Descripción	Unidad	Cantidad
Vernier	UN	2
Goniómetro	UN	2
Galgas calibradas	UN	2
Gata Hidráulica 20TN	UN	1
Tecla 20TN	UN	1
Esmeril de Mano	UN	2

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.62: Equipos Eléctricos.

Equipos Para Electricistas		
Descripción	Unidad	Cantidad
Multímetro	UN	2
Megómetro	UN	1
Pinza Amperimétrica	UN	2

Elaborado por el equipo de trabajo.

Para garantizar la disponibilidad de las herramientas y equipos se debe realizar inventario según el programa establecido.

Tabla N° 4.63: Descripción de Actividades.

Descripción de Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Inventarios de herramientas	X				X				X			
Verificación de Estado de los Equipo de Medición		X				X				X		

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.3. Habilidad del personal del mantenimiento.

4.3.1.3.1 Capacitación Técnica Externa Permanentemente.

Los trabajadores que laboran continuamente, nunca están completamente calificados.

De modo que se sugiere tomar cursos de actualización por cuenta propio de ellos.

Para este propósito la empresa debe crear programas de capacitación externa en la cual haya la propuesta de la contra partida.

4.3.1.3.2 Capacitación de Personal Técnico en Mantenimiento.

El área de mantenimiento actualmente cuenta con el siguiente personal técnico de planta:

Tabla N° 4.65: Personal de Mantenimiento Total.

Área	Mantenimiento Preventivo	Turno	Total
Eléctricos	4	1	5
Lubricador	1	0	1
Mecánico	3	1	4
TOTAL			10

Elaborado por el equipo de trabajo.

Dado que la empresa está en un proceso de constante sofisticación y automatización de los equipos del proceso productivo, se propone diseñar programas de capacitación del personal técnico en las diferentes áreas, tales como:

Tabla N° 4.66: Módulos de Capacitación.

Personal	Módulo	Duración (Horas)
Eléctricos	Eléctrico de Mantenimiento en Automatismo Eléctrico.	96
	Eléctrico en Mantenimiento de Máquinas Electromecánicas.	96
Lubricador	Tribología	48
	Mantenimiento Mecánico	48
Mecánico	Auxiliar en Mecánico de Mantenimiento.	96
	Mecánico de Máquinas y Herramientas de Mantenimiento	96
TOTAL		480

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.4. Ejecución del mantenimiento.

Tabla N° 4.67: Elaboración de Programas y Planes de Mantenimiento.

CODIGO	MAQUINA	CODACT.	Actividad	1/01/2019	2/01/2019	3/01/2019	4/01/2019	5/01/2019	6/01/2019	7/01/2019	8/01/2019	9/01/2019	10/01/2019	11/01/2019	12/01/2019	13/01/2019	14/01/2019	15/01/2019	16/01/2019	17/01/2019	18/01/2019	19/01/2019	20/01/2019	21/01/2019	22/01/2019	23/01/2019	24/01/2019	25/01/2019	26/01/2019	27/01/2019	28/01/2019	29/01/2019	30/01/2019	31/01/2019			
PLM-AL01	Alimentador Bontanti N° 01 ABB	AE0017	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-AL01	Alimentador Bontanti N° 01 ABB	AE0085	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-AL01	Alimentador Bontanti N° 01 ABB	AE0163	Mantenimiento General De Motores Eléctricos																																		
PLM-AL01	Alimentador Bontanti N° 01 ABB	AM0222	Lubricación y engrase																																		
PLM-AL01	Alimentador Bontanti N° 01 ABB	AM0334	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PLM-AL02	Alimentador Bontanti N° 02 ABB	AE0018	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-AL02	Alimentador Bontanti N° 02 ABB	AE0154	Mantenimiento General De Motores Eléctricos																																		
PLM-AL02	Alimentador Bontanti N° 02 ABB	AM0223	Lubricación y engrase																																		
PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	AE0040	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	AE0108	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	AM0237	Lubricación y engrase																																		
PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	AM0346	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PLM-EVC1	Elevador de Cangilones	AE0296	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-F101	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0324	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-F101	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AM0511	Lubricación y engrase																																		
PLM-F101	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AM0540	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PLM-F102	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0280	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-F102	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0309	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-F102	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AM0496	Lubricación y engrase																																		
PLM-F102	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AM0525	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PLM-F103	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AE0286	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-F103	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AE0315	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-F103	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AM0502	Lubricación y engrase																																		
PLM-F103	Faja Transportadora N° 03 Molienda	AM0531	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PLM-F107	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AE0288	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-F107	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AE0317	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-F107	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AM0504	Lubricación y engrase																																		
PLM-F107	Faja Transportadora N° 07 Molienda	AM0533	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PLM-MM01	Molino Primario de Marillos (Joyal)	AE0392	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-MM01	Molino Primario de Marillos (Joyal)	AE0394	Mantenimiento General De Motores Eléctricos																																		
PLM-MM01	Molino Primario de Marillos (Joyal)	AM0554	Lubricación y engrase																																		
PLM-MM01	Molino Primario de Marillos (Joyal)	AM0560	Releñado De Marillos																																		
PLM-MM01	Molino Primario de Marillos (Joyal)	AE0019	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AE0079	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AE0155	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AE0155	Mantenimiento General De Motores Eléctricos																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AE0222	Pruebas de megado y medición de continuidad del circuito eléctrico																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AM0224	Lubricación y engrase																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AM0308	Releñado De Paletas																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AM0313	Revisión De La Caja Reductora																																		
PLM-MM01	Batea Delta 4000 primario Bontanti	AM0336	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AE0042	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AE0110	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PLM-ZP01	Zaranda Primaria	AM0239	Lubricación y engrase																																		
PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AE0041	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PLM-ZP02	Zaranda Secundaria	AM0238	Lubricación y engrase																																		

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.68: Elaboración de Programas y Planes de Mantenimiento (Continuación).

CODIGO	MAQUINA	CODACT.	Actividad	1/01/2019	2/01/2019	3/01/2019	4/01/2019	5/01/2019	6/01/2019	7/01/2019	8/01/2019	9/01/2019	10/01/2019	11/01/2019	12/01/2019	13/01/2019	14/01/2019	15/01/2019	16/01/2019	17/01/2019	18/01/2019	19/01/2019	20/01/2019	21/01/2019	22/01/2019	23/01/2019	24/01/2019	25/01/2019	26/01/2019	27/01/2019	28/01/2019	29/01/2019	30/01/2019	31/01/2019			
PL1-ACB1	Automatismo de Carga Bateil	AE0007	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-ACB1	Automatismo de Carga Bateil	AE0075	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PL1-ACB1	Automatismo de Carga Bateil	AM0212	Lubricación y engrase																																		
PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0327	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AE0016	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0097	Cambio de correas de transmisión																																		
PL1-AL01	Alimentador DAB N° 01	AM0221	Lubricación y engrase																																		
PL1-BA01	Bomba de Agua N° 01	AE0036	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-BV01	Bomba de Vacio Ext. B-400	AE0026	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-BV01	Bomba de Vacio Ext. B-400	AE0084	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PL1-BV01	Bomba de Vacio Ext. B-400	AM0371	Verificación e inspección de la bomba de vacío																																		
PL1-CP01	Contadora Primaria	AE0052	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-CP01	Contadora Primaria	AM0249	Lubricación y engrase																																		
PL1-CS01	Contadora Secundaria Multiplambre	AE0031	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-CS01	Contadora Secundaria Multiplambre	AM0089	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PL1-CS01	Contadora Secundaria Multiplambre	AM0232	Lubricación y engrase																																		
PL1-CS01	Contadora Secundaria Multiplambre	AM0339	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AE0024	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AE0092	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0228	Lubricación y engrase																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0301	Recuperación de conos de los batea incorporada																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0302	Recuperación de las teñidas de la cámara de vacío																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0309	Reemplazo de silinnes de la batea incorporada																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0312	Reemplazo de silinnes del cañón																																		
PL1-E400	Extrusora Bonifanti 400	AM0314	Revisión de la caja reductora																																		
PL1-F101	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AE0292	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-F101	Faja Transportadora N° 01 Molienda	AM0508	Lubricación y engrase																																		
PL1-F102	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0284	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-F102	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AE0381	Pruebas de mesado y medición de continuidad del circuito eléctrico																																		
PL1-F102	Faja Transportadora N° 02 Molienda	AM0510	Lubricación y engrase																																		
PL1-F103	Faja Transportadora N° 03 Moliturador	AE0283	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-F103	Faja Transportadora N° 03 Moliturador	AM0499	Lubricación y engrase																																		
PL1-F104	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AE0284	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-F105	Faja Transportadora N° 04 Extrusora	AE0284	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-F105	Faja Transportadora N° 04 Retorno a Ext.	AE0290	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-LA01	Laminador Bonifanti LB 800	AE0023	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-LA01	Laminador Bonifanti LB 800	AM0300	Recuperación de los espesores del laminado																																		
PL1-LA01	Laminador Bonifanti LB 800	AM0303	Recuperación de los espesores del laminado																																		
PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Bateil)	AE0010	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Bateil)	AM0131	Cambio de la faja transportadora																																		
PL1-MA01	Mesa de Faja Aceleradora (Bateil)	AM0215	Lubricación y engrase																																		
PL1-MA03	Mesa de cadenas N° 03	AE0009	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-MA03	Mesa de cadenas N° 03	AE0077	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PL1-MA03	Mesa de cadenas N° 03	AM0214	Lubricación y engrase																																		
PL1-MF02	Mesa de Faja N° 02	AM0329	Verificación del estado de los componentes mecánicos																																		
PL1-MF02	Mesa de Faja N° 02	AE0012	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-MG02	Mesa Giratoria N° 02	AM0217	Lubricación y engrase																																		
PL1-MG02	Mesa Giratoria N° 02	AE0050	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Bateil)	AM0247	Lubricación y engrase																																		
PL1-ML01	Mesa de Faja Lanzadora (Bateil)	AE0011	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-MM01	Molino Primario	AE0055	Lubricación y engrase																																		
PL1-MM01	Molino Primario	AE0123	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PL1-MM01	Molino Primario	AM0162	Cambio de las planitas del molino																																		
PL1-MM01	Molino Primario	AM0252	Lubricación y engrase																																		
PL1-MM01	Molino Primario	AM0306	Reemplazo de martillos																																		
PL1-MX01	Batea Mistrador Morando BA4	AE0064	Limpieza e inspección de tableros y motores eléctricos																																		
PL1-MX01	Batea Mistrador Morando BA4	AE0132	Mantenimiento a contactores y ajuste de conexiones eléctricas																																		
PL1-MX01	Batea Mistrador Morando BA4	AM0260	Lubricación y engrase																																		
PL1-MX01	Batea Mistrador Morando BA4	AM0316	Revisión de la caja reductora																																		

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.71: Presupuesto Anual de Mantenimiento.

Área	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sub Total
Planta Molienda	S/ 4,827	S/ 7,466	S/ 21,183	S/ 17,073	S/ 7,419	S/ 10,361	S/ 19,601	S/ 15,388	S/ 7,400	S/ 7,398	S/ 17,538	S/ 7,418	S/ 143,072
Planta 01	S/ 17,348	S/ 36,120	S/ 29,886	S/ 35,917	S/ 30,119	S/ 23,591	S/ 28,400	S/ 35,414	S/ 43,712	S/ 46,487	S/ 31,828	S/ 23,444	S/ 382,266
Planta 02	S/ 7,757	S/ 5,332	S/ 21,854	S/ 10,851	S/ 5,662	S/ 17,258	S/ 4,634	S/ 41,800	S/ 6,052	S/ 14,630	S/ 43,325	S/ 13,592	S/ 192,749
Total	S/ 29,932	S/ 48,918	S/ 72,923	S/ 63,841	S/ 43,200	S/ 51,210	S/ 52,635	S/ 92,602	S/ 57,164	S/ 68,515	S/ 92,691	S/ 44,454	S/ 718,087

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.3.1.5. Supervisión de mantenimiento.

La supervisión es una actividad técnica y especializada que tiene como objetivo utilizar racionalmente los recursos disponibles por la organización, que hacen posible la realización del proceso productivo: el hombre, la materia prima, los equipos, maquinarias, herramientas, dinero, entre otros elementos que en forma directa o indirecta intervienen en la consecución de bienes, servicios y productos destinados a la satisfacción de necesidades de un mercado de consumidores, cada día más competitiva, y que mediante su gestión eficiente puede contribuir al éxito de la organización.

En ese sentido es de suma importancia contar con personal de supervisión con alta capacitación en: mantenimiento industrial, trabajo en equipo, manejo de conflictos, estrategias de mantenimiento y seguridad. Para llevar acabo de manera eficiente lo siguiente:

- ✓ Cumplir y hacer cumplir la política y objetivos del área de mantenimiento.
- ✓ En lo posible alcanzar las metas de producción trazadas por la organización.
- ✓ Coordinar, supervisar, asignar y controlar las actividades del día a día.
- ✓ Llevar acabo planes y programas de acciones de mantenimiento y control.
- ✓ Manejar y aplicar la economía y control de costos de mantenimiento de la planta.

4.4. Evaluación e interpretación de resultados.

4.4.1. Evaluación de resultados.

A continuación, se muestra los resultados obtenidos con la proyección del plan de mantenimiento preventivo comparado con los costos ocasionados por parada de planta o mantenimientos correctivos.

Tabla N° 4.72: Comparación Antes y Después de Costos de la Planta N° 1 y Planta N° 2.

Mes	Costo Mantenimiento Preventivo 2019		Costo Por Parada de Planta 2018		Diferencia Planta 01	Diferencia Planta 02
	Planta 01 MP	Planta 02 MP	Planta 01 Parada	Planta 02 Parada		
Enero	S/ 17,348	S/ 7,757	S/ 53,264	S/ 57,720	S/ 35,916	S/ 49,963
Febrero	S/ 36,120	S/ 5,332	S/ 40,872	S/ 14,116	S/ 4,752	S/ 8,784
Marzo	S/ 29,886	S/ 21,854	S/ 65,360	S/ 12,411	S/ 35,474	S/ -9,444
Abril	S/ 35,917	S/ 10,851	S/ 69,120	S/ 46,933	S/ 33,203	S/ 36,082
Mayo	S/ 30,119	S/ 5,662	S/ 55,520	S/ 26,895	S/ 25,401	S/ 21,232
Junio	S/ 23,591	S/ 17,258	S/ 36,560	S/ 12,891	S/ 12,969	S/ -4,368
Julio	S/ 28,400	S/ 4,634	S/ 31,760	S/ 12,259	S/ 3,360	S/ 7,624
Agosto	S/ 35,414	S/ 41,800	S/ 52,240	S/ 13,293	S/ 16,826	S/ -28,507
Septiembre	S/ 43,712	S/ 6,052	S/ 84,384	S/ 26,381	S/ 40,672	S/ 20,329
Octubre	S/ 46,487	S/ 14,630	S/ 59,760	S/ 9,712	S/ 13,273	S/ -4,918
Noviembre	S/ 31,828	S/ 43,325	S/ 26,667	S/ 117,835	S/ -5,162	S/ 74,510
Diciembre	S/ 23,444	S/ 13,592	S/ 95,733	S/ 75,024	S/ 72,289	S/ 61,432
Total	S/ 382,266	S/ 192,749	S/ 671,240	S/ 425,469	S/ 288,974	S/ 232,720

Elaborado por el equipo de trabajo.

Como se puede apreciar en la tabla anterior los costos de mantenimiento preventivo son menores en un promedio de 48% al costo ocasionado por paradas de planta en el año 2018. Esto nos indica que es conveniente implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Tabla N° 4.73: Indicadores 2018, Planta N° 1.

Mes	Tiempo Parada	N° Fallas	Horas Prog.	MTBF	MTTR	% 2018
Enero	83.10	95.00	624.82	6.58	0.87	88.3%
Febrero	44.52	61.00	556.53	9.12	0.73	92.6%
Marzo	73.62	71.00	605.80	8.53	1.04	89.2%
Abril	62.40	58.00	629.07	10.85	1.08	91.0%
Mayo	71.57	68.00	525.93	7.73	1.05	88.0%
Junio	55.62	47.00	596.28	12.69	1.18	91.5%
Julio	42.62	45.00	615.90	13.69	0.95	93.5%
Agosto	82.88	74.00	629.13	8.50	1.12	88.4%
Setiembre	65.58	92.00	612.03	6.65	0.71	90.3%
Octubre	60.45	77.00	641.07	8.33	0.79	91.4%
Noviembre	65.56	60.00	588.00	9.80	1.09	90.0%
Diciembre	67.94	107.00	568.52	5.31	0.63	89.3%
	775.84	855	8760	8.98	0.94	90.3%

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.74: Indicadores 2019, Planta N° 1.

Mes	Dias	Horas	Hrs MP	Horas Prog.	N° Fallas	Tiempo Parada	MTBF	MTTR	% 2019
Enero	31	744	48	696	25.80	26.11	26.98	1.0	96.4%
Febrero	28	672	48	624	26.29	26.07	23.73	1.0	96.0%
Marzo	31	744	48	696	26.78	26.02	25.99	1.0	96.4%
Abril	30	720	48	672	27.27	25.98	24.64	1.0	96.3%
Mayo	31	744	48	696	27.76	25.93	25.07	0.9	96.4%
Junio	30	720	48	672	28.25	25.88	23.78	0.9	96.3%
Julio	31	744	48	696	28.75	25.84	24.21	0.9	96.4%
Agosto	31	744	48	696	29.24	25.79	23.81	0.9	96.4%
Setiembre	30	720	48	672	29.73	25.75	22.61	0.9	96.3%
Octubre	31	744	48	696	30.22	25.70	23.03	0.9	96.4%
Noviembre	30	720	48	672	30.71	25.66	21.88	0.8	96.3%
Diciembre	31	744	48	696	31.20	25.61	22.31	0.8	96.5%
		730.00	48.00	682.00	28.50	25.86	24.00	0.91	96%

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla N° 4.75: Indicadores 2018, Planta N° 2.

Mes	Tiempo Parada	N° Fallas	Horas Prog.	MTBF	MTTR	% 2018
Enero	60.03	41	482.87	11.78	1.46	88.9%
Febrero	50.94	21	408.80	19.47	2.43	88.9%
Marzo	50.59	24	454.83	18.95	2.11	90.0%
Abril	69.78	38	421.62	11.10	1.84	85.8%
Mayo	53.60	26	423.90	16.30	2.06	88.8%
Junio	50.69	25	435.95	17.44	2.03	89.6%
Julio	62.55	28	456.87	16.32	2.23	88.0%
Agosto	50.77	16	506.04	31.63	3.17	90.9%
Setiembre	65.50	23	427.49	18.59	2.85	86.7%
Octubre	2.02	6	22.83	3.81	0.34	91.9%
Noviembre	70.55	146	454.91	3.12	0.48	86.6%
Diciembre	63.63	76	402.48	5.30	0.84	86.3%
	650.64	470	4898.59	14.48	1.82	88.5%

Elaborado por el equipo de trabajo.

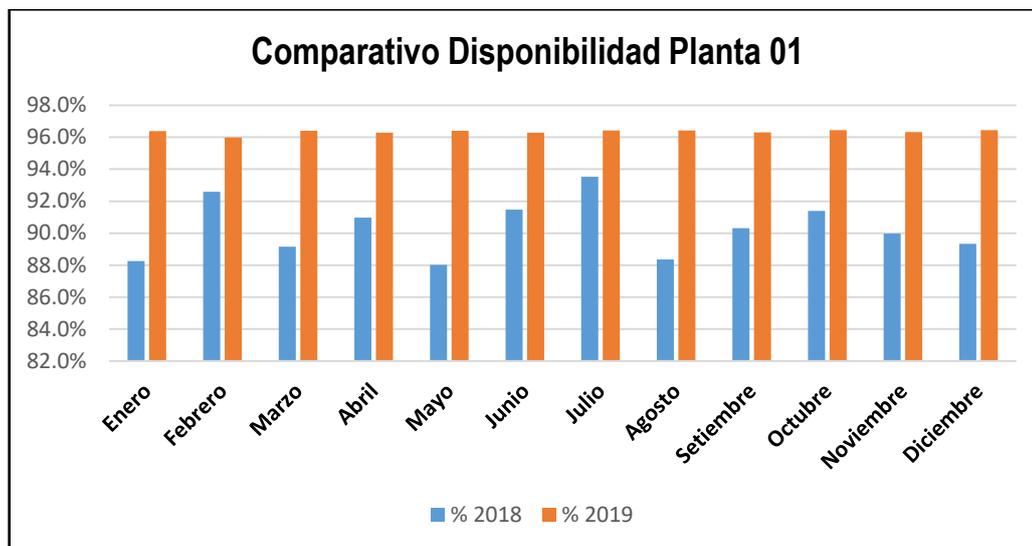
Tabla N° 4.76: Indicadores 2019, Planta N° 2.

Mes	Dias	Horas	Hrs MP	Horas Prog.	N° Fallas	Tiempo Parada	MTBF	MTTR	%
Enero	31	744	48	696	7.40	29.04	94.03	3.92	96.0%
Febrero	28	672	48	624	9.69	28.79	64.41	2.97	95.6%
Marzo	31	744	48	696	11.97	28.54	58.13	2.38	96.1%
Abril	30	720	48	672	14.26	28.28	47.13	1.98	96.0%
Mayo	31	744	48	696	16.55	28.03	42.06	1.69	96.1%
Junio	30	720	48	672	18.83	27.78	35.68	1.48	96.0%
Julio	31	744	48	696	21.12	27.53	32.96	1.30	96.2%
Agosto	31	744	48	696	23.40	27.27	29.74	1.17	96.2%
Setiembre	30	720	48	672	25.69	27.02	26.16	1.05	96.1%
Octubre	31	744	48	696	27.98	26.77	24.88	0.96	96.3%
Noviembre	30	720	48	672	30.26	26.51	22.21	0.88	96.2%
Diciembre	31	744	48	696	32.55	26.26	21.38	0.81	96.4%
		730.00	48.00	682.00	19.98	27.65	41.56	1.72	96%

Elaborado por el equipo de trabajo.

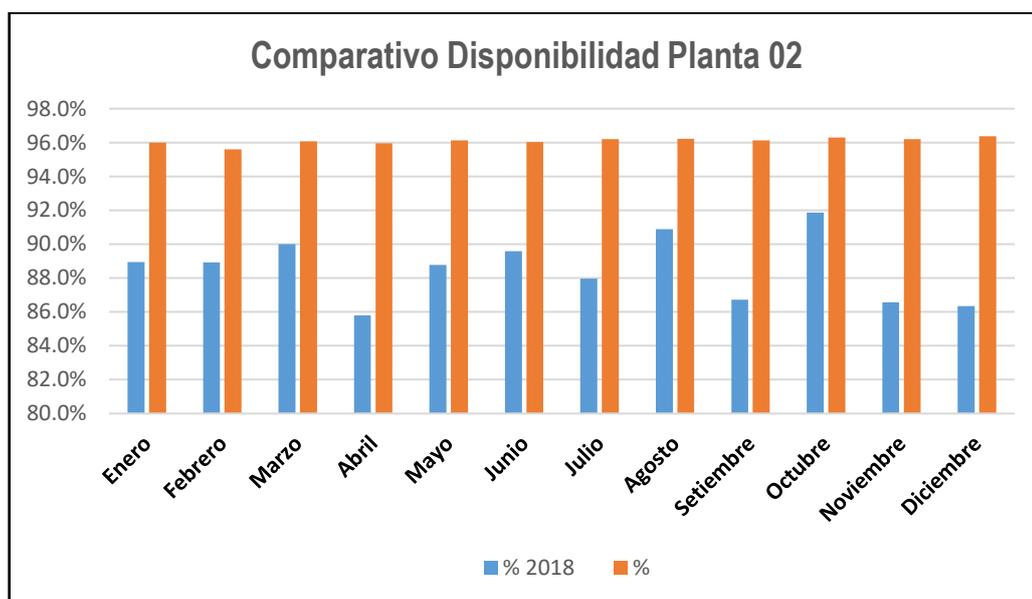
4.4.2. Interpretación y comparación de resultados.

Figura N° 4.25: Disponibilidad Antes y Después de la Planta N°1.



Elaborado por el equipo de trabajo.

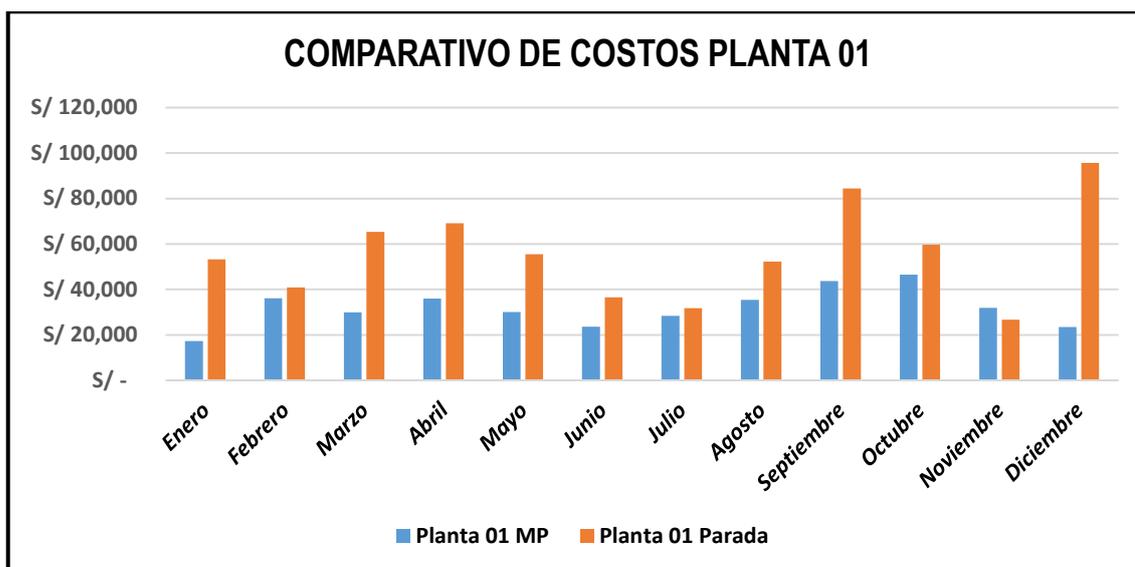
Figura N° 4.26: Disponibilidad Antes y Después de la Planta N° 2.



Elaborado por el equipo de trabajo.

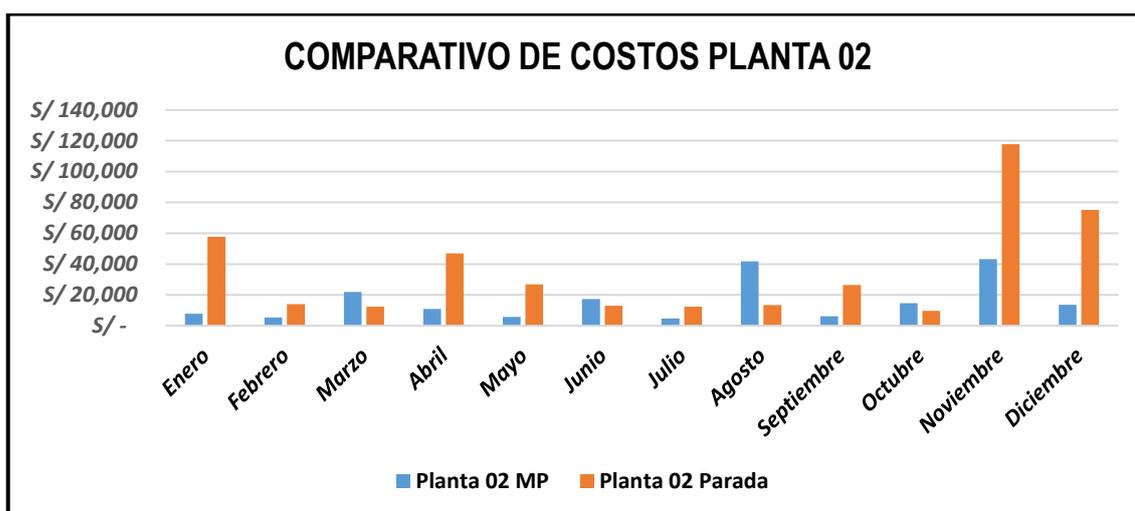
Con la ejecución del plan de mantenimiento efectivo se puede lograr reducir el 40.27% de fallas en la planta N° 1 y 51.42% en la planta N° 2. Con ello se obtiene la disponibilidad de 96% en ambas plantas como se muestra en el gráfico de los indicadores.

Figura N° 4.27: Comparación de Costos Antes y Después de la Planta N° 1.



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura N° 4.28: Comparación de Costos Antes y Después de la Planta N° 2.



Elaborado por el equipo de trabajo.

Como se puede apreciar en las gráficas anteriores el costo ocasionado por paradas de planta es mayor al costo de mantenimiento preventivo por ende es totalmente factible la implementación.

CONCLUSIONES.

- Se ha logrado proponer un plan de mantenimiento preventivo de los equipos más críticos de los procesos molienda y conformado el cual está conformado por la planta N°1 y planta N°2, mediante la elaboración del plan, para ello se ha utilizado técnicas o métodos como análisis de criticidad de equipos y análisis de modos y efectos de falla. Con la ejecución efectivo del plan de mantenimiento preventivo se puede reducir 40.27% de fallas en la planta N°1 y 51.42% en la planta N° 2, y como consecuencia se logra obtener una disponibilidad de planta mayor a 95%
- Se ha llevado de manera satisfactoria la sistematización de datos de equipos e instalaciones, que consistió en cargar toda la información recolectada en software ERP Spring.
- Se realizó el análisis de criticidad de los equipos e instalaciones, el cual nos permitió jerarquizar los activos en equipos muy críticos, semi críticos y no críticos, del cual se ha obtenido el siguiente resultado:
 - 1) Planta N° 1:
 - a) Equipos críticos :26%
 - b) Equipos media criticidad :48%
 - c) Equipos no críticos :26%
 - 2) Planta N° 2:
 - a) Equipos críticos :31%
 - b) Equipos media criticidad :31%
 - c) Equipos no críticos :38%
 - 3) Planta molienda:
 - a) Equipos críticos :38%
 - b) Equipos media criticidad :8%
 - c) Equipos no críticos :54%

- Se ha diseñado los planes de mantenimiento preventivo acorde a las necesidades de la empresa, ya que para desarrollar este proyecto se ha involucrado al personal técnico y administrativo del área de mantenimiento, también se ha definido las funciones por puesto de trabajo, líneas de jerarquía, formatos de control de parada por avería, formato de orden de trabajo e indicadores de gestión. Estos formatos y/o documentos nos permitirán optimizar nuestra gestión de mantenimiento.
- Con la ejecución del plan de mantenimiento preventivo efectivo se puede reducir 40.27% de fallas en la planta N°1 y 51.42% en la planta N° 2, y como consecuencia se logra obtener una disponibilidad de planta mayor a 95%. Se ha realizado una proyección de mantenimiento preventivo para el año 2019, en el cual se ha determinado los costos por mes, haciendo un comparativo con los costos ocasionados por paradas de planta del año 2018; realizar actividades de mantenimiento preventivo es más económico, ya que del total de costos por parada se utilizaría el 35% para el mantenimiento preventivo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda registrar todas las fallas o paradas de los equipos en el formato establecido para poder realizar análisis de fallas, análisis de Pareto o entre otras herramientas que nos pueden ayudar a gestionar, reducir las frecuencias de fallas, además con estos datos se pueden ajustar las frecuencias de mantenimiento utilizando las herramientas de ingeniería de confiabilidad.
- Todos los equipos y/o activos nuevos que se instalen deben estar codificados para que nos pueda facilitar la rápida identificación de los mismos, ello también nos ayuda a mejorar el control de los registros de averías de los equipos de planta.
- Es importante que el área de mantenimiento actualice los planes de mantenimiento al menos una vez al año para que esto pueda funcionar bien.
- Se recomienda planificar y programar la capacitación del personal técnico ya que esto ayuda a optimizar la ejecución de las actividades mantenimiento.
- También se recomienda que los manuales de funciones estén bien definidos por cada puesto de trabajo para que el personal técnico conozca bien sus funciones y deberes dentro de la organización.
- Se recomienda que los supervisores de cada área formen círculos de calidad para la problemática de su sector así también de la organización.
- Se recomienda determinar los indicadores adecuados para realizar el seguimiento de la eficiencia y eficacia del área de mantenimiento como organización dentro de la empresa.

- Es importante determinar los equipos más críticos de cada área para tener el control y realizar el seguimiento ya que las paradas de estos equipos críticos nos pueden generar cuantiosas pérdidas de dinero a la empresa.
- Se recomienda tener una línea base de las actividades proyectadas del año, para mejorar el control de los costos de mantenimiento, ya que esto nos ayuda a ver el gasto en la ejecución de los mantenimientos preventivos y así poder tomar medidas para no exceder el presupuesto anual de mes a mes.

REFERENCIA

- Diaz, J. (2010). *Técnicas de Mantenimiento Industrial* (2da ed.). España: Calpe Institute of Technology.
- Domingo, J. (2001). *Aplicación Práctica del Mantenimiento* (2da ed.). Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes.
- Duffuaa, S. O., Raouf, A., & Campbell, J. D. (2006). *Sistema de Mantenimiento Planeacion y Control* (1ra ed.). México: LIMUSA S.A.
- García, S. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. España: 1ra Edición.
- González, F. (2004). *Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión* (2da ed.). España: FC Editorial.
- Guzmane, D. (22 de Enero de 2013). *Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales AMEF*. Recuperado el 12 de Junio de 2019, de Slide Share: <https://es.slideshare.net/dianaguzmane/manualamef42008espanol>
- Javier, F. (2005). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado* (2da ed.). España: Fundación Confemetal.
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento Planeación, Ejecución y Control* (1ra ed.). España: Alfaomega.
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad* (2da ed.). España: Biddlest Ltd.
- Parra, C., & Crespo, A. (2017). *Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos*. Miami, Florida: ingeman.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México: McGrawHill.
- Torres, L. D. (2005). *Mantenimiento su Implementación y Gestión* (2da ed.). Argentina: Universitas.