

**FORMULACION DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-
PREDICTIVO PARA UNA PLANTA DE EXTRACCION DE ACEITE DE
PALMISTE FABRICADA EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ACUÑA LTDA**

DANIEL ANTONIO TARAZONA RIOS

000269028

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA – SECCIONAL BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2021

**FORMULACION DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-
PREDICTIVO PARA UNA PLANTA DE EXTRACCION DE ACEITE DE
PALMISTE FABRICADA EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ACUÑA LTDA**

DANIEL ANTONIO TARAZONA RIOS

000269028

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO MECANICO

Director: **HERNANDEZ ARROYO EMIL**

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA – SECCIONAL BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2021

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	25
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	26
1.1. ACTIVIDAD ECONOMICA	26
CAPÍTULO 2 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	27
2.1. RESEÑA HISTORICA	27
2.2. MISIÓN	28
2.3. VISIÓN	28
2.4. POLÍTICA DE GESTIÓN INTEGRAL	29
2.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA	30
2.6. PRODUCTOS	32
CAPÍTULO 3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	35
3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	35
3.2. ALCANCE Y LIMITACIONES	35
3.2.1. El alcance de esta práctica comprende	35
3.2.2. Limitaciones	36
3.3. DELIMITACIONES	36
3.3.1. Delimitación del espacio	36
3.3.2. Delimitación del tiempo	36
3.3.3. Delimitación conceptual	36
CAPÍTULO 4 OBJETIVOS	37
4.1. OBJETIVO GENERAL	37

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	37
CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA	38
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
5.2. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	38
5.3. POBLACION Y MUESTRA	38
CAPÍTULO 6 PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE	39
6.1. PROCESO DE OBTENCIÓN	39
6.2. EQUIPOS UTILIZADOS EN UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE	40
6.3. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE	46
6.3.1. Recepción del Fruto	46
6.3.2. Almacenado	46
6.3.3. Molido de la Almendra	46
6.3.4. Extracción por Prensado	47
CAPÍTULO 7 GENERALIDADES	50
7.1. Criticidad	50
7.2. Análisis de criticidad	50
7.3. Confiabilidad	50
7.4. Mantenimiento	50
7.5. Defecto	50
7.6. Falla	51
7.7. Disponibilidad	51
7.8. Mantenimiento preventivo	51

7.9. Mantenimiento preventivo por estado	51
7.10. Mantenimiento preventivo por tiempo	51
7.11. Mantenimiento preventivo sistemático	51
7.12. Mantenimiento predictivo	51
7.13. Mantenimiento correctivo	52
7.14. RCM	52
7.15. RCA	52
7.16. CMMS	52
7.17. Activo	52
7.18. Inspección	52
7.19. Aceite de palmiste	53
7.20. Weibull	53
CAPÍTULO 8 MARCO TEÓRICO	54
8.1. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	54
8.2. FUNCIONES	55
8.3. FALLAS FUNCIONALES	56
8.4. ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS (AMEF)	57
8.4.1. ¿Qué es un modo de falla?	57
8.4.2. Categorías de modos de falla	58
8.4.3. Efectos de falla	60
8.5. CONSECUENCIA DE FALLA	60
8.5.1. Categorías de fallas Evidentes	61
8.5.2. Fallas Ocultas	61

8.6. TAREAS	62
8.6.1. Tareas Proactivas	62
8.6.2. Reacondicionamiento cíclico	62
8.6.3. Sustitución cíclica	63
8.6.4. Tareas a condición	63
8.6.5. Tareas de búsqueda de fallas	63
8.6.6. Ningún mantenimiento programado	63
8.6.7. Rediseño	63
8.7. DIAGRAMA DE DECISIÓN DE RCM	64
8.7.1. Hoja de información	64
8.7.2. Hoja de decisión	65
8.8. PATRONES DE FALLA	69
8.8.1. Patrón de falla A	69
8.8.2. Patrón de falla B	69
8.8.3. Patrón de falla C	70
8.8.4. Patrón de falla D	70
8.8.5. Patrón de falla E	71
8.8.5. Patrón de falla F	71
CAPÍTULO 9 EQUIPOS ANALIZADOS	74
9.1. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA HÚMEDA	74
9.1.1. Descripción	74
9.1.2. Funcionamiento	74
9.2. SIN FIN TRANSPORTADOR DE ALMENDRA HÚMEDA	76

9.2.1. Descripción	76
9.2.2. Funcionamiento del equipo	76
9.3. ELEVADOR DE CANGILONES DE LA ALMENDRA HÚMEDA	80
9.3.1. Descripción	80
9.3.2. Funcionamiento del equipo	80
9.4. SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA HÚMEDA A SILOS	84
9.4.1. Descripción	84
9.4.2. Funcionamiento del equipo	84
9.5. SILOS DE SECADO DE LA ALMENDRA	88
9.5.1. Descripción	88
9.5.2. Funcionamiento del equipo	88
9.6. SIN FIN TRANSPORTADOR INCLINADO DE ALMENDRA SECA	91
9.6.1. Descripción	91
9.6.2. Funcionamiento del equipo	91
9.7. ELEVADOR DE CANGILONES DE LA ALMENDRA SECA	95
9.7.1. Descripción	95
9.7.2. Funcionamiento del equipo	95
9.8. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA SECA	99
9.8.1. Descripción	99
9.8.2. Funcionamiento del equipo	99
9.9. MOLINO DE MARTILLOS DE LA ALMENDRA SECA	101
9.9.1. Descripción	101
9.9.2. Funcionamiento del equipo	101

9.10. SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA PARTIDA	106
9.10.1. Descripción	106
9.10.2. Funcionamiento del equipo	106
9.11. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA MOLIDA	110
9.11.1. Descripción	110
9.11.2. Funcionamiento del equipo	110
9.12. PRENSA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE P-700	112
9.12.1. Descripción	112
9.12.2. Funcionamiento del equipo	113
9.13. SIN FIN TRANSPORTADOR DE ACEITE DE PALMISTE	120
9.13.1. Descripción	120
9.13.2. Funcionamiento del equipo	120
9.14. TANQUE DE AGITACIÓN	125
9.14.1. Descripción	125
9.14.2. Funcionamiento del equipo	125
9.15. BOMBA DE ACEITE TURBIO	128
9.15.1. Descripción	128
9.15.2. Funcionamiento del equipo	128
9.16. SISTEMA DE FILTRADO POR TAMIZ	131
9.16.1. Descripción	131
9.16.2. Funcionamiento del equipo	131
9.17. FILTRO DE PRESIÓN	134
9.17.1. Descripción	134

9.17.2. Funcionamiento del equipo	134
9.18. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE FILTRADO	137
9.18.1. Descripción	137
9.18.2. Funcionamiento del equipo	137
9.19. SIN FIN TRANSPORTADOR DE TORTA DE PALMISTE	139
9.19.1. Descripción	139
9.19.2. Funcionamiento del equipo	139
9.20. ELEVADOR DE CANGILONES DE LA TORTA DE PALMISTE	144
9.20.1. Descripción	144
9.20.2. Funcionamiento del equipo	144
9.21. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA TORTA DE PALMISTE	148
9.21.1. Descripción	148
9.21.2. Funcionamiento del equipo	148
9.22. MOLINO DE MARTILLOS DE LA TORTA DE PALMISTE	150
9.22.1. Descripción	150
9.22.2. Funcionamiento del equipo	150
9.23. CICLON Y ESCLUSA DE EMPAQUE DE TORTA DE PALMISTE	155
9.23.1. Descripción	155
9.23.2. Funcionamiento del equipo	155
9.24. SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS	157
9.24.1. Descripción	157
9.24.2. Funcionamiento del equipo	157
9.25. SISTEMA DE DUCTOS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS	160

9.25.1. Descripción	160
9.25.2. Funcionamiento del equipo	160
9.26. ESTRUCTURA MÉTALICA DE LA PLANTA	162
9.26.1. Descripción	162
9.26.2. Funcionamiento del equipo	162
9.27. SISTEMA DE TUBERIAS DEL ACEITE EXTRAIDO	164
9.26.1. Descripción	164
9.26.2. Funcionamiento del equipo	164
CAPÍTULO 10 ESTUDIO GENERAL DE CRITICIDAD	166
10.1. SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMISTE	169
CAPÍTULO 11 METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO	175
11.1. ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO	175
11.1.1. Mantenimiento programado	175
11.1.1. Mantenimiento a condición	175
CAPÍTULO 12 REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS RCA EN EQUIPOS CRÍTICOS GENERADOS POR EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	176
12.1. PROBLEMA	176
12.2. CAUSA RAIZ FÍSICA	177
12.3. CAUSA RAIZ HUMANA	177
12.4. CAUSA RAIZ LATENTE	178
12.5. SOLUCIONES	178
12.5.1. Solución a causas físicas	178
12.5.2. Solución a causas humanas	179

12.5.3. Solución a causas latentes	179
CAPÍTULO 13 PROGRAMACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO PROPUESTAS POR EL ANÁLISIS RCM PARA LOS EQUIPOS DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMISTE	182
CAPÍTULO 14 CONCLUSIONES	223
CAPÍTULO 15 RECOMENDACIONES	225
BIBLIOGRAFIA	227
ANEXOS	230

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Datos generales	26
Tabla 2 Características estándar para la extracción de aceite de palmiste.	40
Tabla 3 Variables utilizadas en el estudio de criticidad	167
Tabla 4 Sistemas y subsistemas de la planta extractora de aceite de palmiste	169
Tabla 5 Valores de criticidad para una planta extractora de aceite de palmiste	171
Tabla 6 Equipos más críticos de una planta extractora de aceite de palmiste	174
Tabla 7 Mantenimiento programado para la Tolva de recepción de la almendra húmeda	182
Tabla 8 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador de almendra húmeda	183
Tabla 9 Mantenimiento programado para el Elevador de cangilones de almendra húmeda	184
Tabla 10 Mantenimiento programado para el Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos	186
Tabla 11 Mantenimiento programado para el Silo de secado de la almendra húmeda	188
Tabla 12 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador inclinado de almendra seca	189
Tabla 13 Mantenimiento programado para el Elevador de cangilones de almendra seca	191
Tabla 14 Mantenimiento programado para la Tolva de recepción para el molido de la de almendra seca	193

Tabla 15 Mantenimiento programado para el Molino de martillos de almendra seca	194
Tabla 16 Mantenimiento programado para el Sin fin distribuidor de almendra partida	196
Tabla 17 Mantenimiento programado para la tolva de recepción de la almendra molid	198
Tabla 18 Mantenimiento programado para la Prensa de extracción de aceite de palmiste P-700	199
Tabla 19 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador de aceite turbio	203
Tabla 20 Mantenimiento programado para el Tanque de agitación	204
Tabla 21 Mantenimiento programado para la Bomba de aceite turbio	206
Tabla 22 Mantenimiento programado para el Tamiz INAL	208
Tabla 23 Mantenimiento programado para el Filtro de presión de placas	209
Tabla 24 Mantenimiento programado para el Tanque de almacenamiento de aceite	211
Tabla 25 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador de torta de palmiste	212
Tabla 26 Mantenimiento programado para el Elevador de cangilones de torta de palmiste	213
Tabla 27 Mantenimiento programado para la Tolva de recepción de torta de palmiste	215
Tabla 28 Mantenimiento programado para el Molino de martillos de torta de palmiste	216
Tabla 29 Mantenimiento programado para el Cyclon y Esclusa de empaque de la torta	219

Tabla 30 Mantenimiento programado para el Sistema de Extracción de humos	220
Tabla 31 Mantenimiento programado para Sistema de ductos de extracción de humos	221
Tabla 32 Mantenimiento programado para las Bases y estructuras de los equipos de la planta	221
Tabla 33 Mantenimiento programado para el Transporte del aceite extraído por tuberías	222

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Organigrama Industrias Acuña Ltda.	31
Figura 2 Prensa de Aceite Rojo.	34
Figura 3 Prensa de Raquis.	34
Figura 4 Planta de extractora de Aceite de palmiste.	40
Figura 5 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 1.	41
Figura 6 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 2.	42
Figura 7 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 3.	43
Figura 8 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 4.	44
Ilustración 9 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 5.	45
Figura 10 Definición de Funciones	56
Figura 11 Modos de falla	58
Figura 12 Capacidad decreciente.	58
Figura 13 Aumento del funcionamiento deseado.	59
Figura 14 Capacidad inicial.	59
Figura 15 Ejemplo de Efectos de falla.	60
Figura 16 Hoja de información RCM.	64
Figura 17 Hoja de decisión RCM.	65
Figura 18 Ejemplo de diligenciamiento del formato de decisión	66
Figura 19 Diagrama de decisión parte 1	67
Figura 20 Diagrama de decisión parte 2	68
Figura 21 Patrón de falla A "La curva de la bañera"	69

Figura 22 Patrón de falla B "Desgaste"	70
Figura 23 Patrón de falla C "Fatiga"	70
Figura 24 Patrón de falla D "Periodo inicial de acostumbramiento"	71
Figura 25 Patrón de falla E "Aleatorio"	71
Figura 26 Patrón de falla F "Mortalidad infantil"	72
Figura 27 Diagrama de patrones de falla	73
Figura 28 Tolva de recepción de la almendra húmeda.	74
Figura 29 AMEF Tolva de recepción de la almendra húmeda	75
Figura 30 Sin fin transportador de almendra húmeda	76
Figura 31 AMEF Sin fin transportador de almendra húmeda parte 1	77
Figura 32 AMEF Sin fin transportador de almendra húmeda parte 2	78
Figura 33 AMEF Sin fin transportador de almendra húmeda parte 3	79
Figura 34 Elevador de cangilones de la almendra húmeda	80
Figura 35 AMEF Elevador de cangilones de la almendra húmeda parte 1	81
Figura 36 AMEF Elevador de cangilones de la almendra húmeda parte 2	82
Figura 37 AMEF Elevador de cangilones de la almendra húmeda parte 3	83
Figura 38 Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos	84
Figura 39 AMEF Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos parte 1	85
Figura 40 AMEF Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos parte 2	86
Figura 41 AMEF Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos parte 3	87
Figura 42 Silos de secado de la almendra	88
Figura 43 AMEF Silos de secado de la almendra parte 1	89
Figura 44 AMEF Silos de secado de la almendra parte 2	90

Figura 45 Sin fin transportador inclinado de almendra seca	91
Figura 46 AMEF Sin fin transportador inclinado de almendra seca parte 1	92
Figura 47 AMEF Sin fin transportador inclinado de almendra seca parte 2	93
Figura 48 AMEF Sin fin transportador inclinado de almendra seca parte 3	94
Figura 49 Elevador de cangilones de la almendra seca	95
Figura 50 AMEF Elevador de cangilones de la almendra seca parte 1	96
Figura 51 AMEF Elevador de cangilones de la almendra seca parte 2	97
Figura 52 AMEF Elevador de cangilones de la almendra seca parte 3	98
Figura 53 AMEF Tolva de recepción de la almendra seca	100
Figura 54 Molino de martillos de la almendra seca	101
Figura 55 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 1	102
Figura 56 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 2	103
Figura 57 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 3	104
Figura 58 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 4	105
Figura 59 Sin fin distribuidor de almendra partida	106
Figura 60 AMEF Sin fin distribuidor de almendra partida parte 1	107
Figura 61 AMEF Sin fin distribuidor de almendra partida parte 2	108
Figura 62 AMEF Sin fin distribuidor de almendra partida parte 3	109
Figura 63 AMEF Tolva de recepción de la almendra molida	111
Figura 64 Prensa de extracción de aceite de palmiste P-700	112
Figura 65 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 1	114
Figura 66 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 2	115
Figura 67 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 3	116

Figura 68 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 4	117
Figura 69 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 5	118
Figura 70 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 6	119
Figura 71 Sin fin transportador de aceite de palmiste	120
Figura 72 AMEF Sin fin transportador de aceite turbio parte 1	122
Figura 73 AMEF Sin fin transportador de aceite turbio parte 2	123
Figura 74 AMEF Sin fin transportador de aceite turbio parte 3	124
Figura 75 Tanque de Agitación	125
Figura 76 AMEF Tanque de Agitación parte 1	126
Figura 77 AMEF Tanque de Agitación parte 2	127
Figura 78 Bomba de aceite turbio	128
Figura 79 AMEF Bomba de aceite turbio parte 1	129
Figura 80 AMEF Bomba de aceite turbio parte 2	130
Figura 81 Sistema de filtrado por Tamiz	131
Figura 82 AMEF Sistema de filtrado por Tamiz parte 1	132
Figura 83 AMEF Sistema de filtrado por Tamiz parte 2	133
Figura 84 Filtro de presión	134
Figura 85 AMEF Filtro de presión parte 1	135
Figura 86 AMEF Filtro de presión parte 2	136
Figura 87 Tanque de almacenamiento de aceite filtrado	137
Figura 88 AMEF Tanque de almacenamiento de aceite	138
Figura 89 Sin fin transportador de torta de palmiste	139
Figura 90 AMEF Sin fin transportador de torta de palmiste parte 1	141

Figura 91 AMEF Sin fin transportador de torta de palmiste parte 2	142
Figura 92 AMEF Sin fin transportador de torta de palmiste parte 3	143
Figura 93 Elevador de cangilones de la torta de palmiste	144
Figura 94 AMEF Elevador de cangilones de la torta de palmiste parte 1	145
Figura 95 AMEF Elevador de cangilones de la torta de palmiste parte 2	146
Figura 96 AMEF Elevador de cangilones de la torta de palmiste parte 3	147
Figura 97 AMEF Tolva de recepción de la torta de palmiste	149
Figura 98 Molino de martillos de la torta de palmiste	150
Figura 99 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 1	151
Figura 100 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 2	152
Figura 101 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 3	153
Figura 102 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 4	154
Figura 103 Ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste	155
Figura 104 AMEF Ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste	156
Figura 105 Sistema de extracción de humos	157
Figura 106 AMEF Sistema de extracción de humos parte 1	158
Figura 107 AMEF Sistema de extracción de humos parte 2	159
Figura 108 Sistema de ductos de extracción de humos	160
Figura 109 AMEF Sistema de ductos de extracción de humos	161
Figura 110 Estructura metálica de una planta extractora de aceite de palmiste	162
Figura 111 AMEF Estructura metálica de la planta	163
Figura 112 AMEF Sistema de tuberías del aceite extraído	165
Figura 113 Matriz de criticidad	168

Figura 114 Matriz de criticidad para una planta extractora de aceite de palmiste	174
Figura 115 RCA de la prensa P-700	180
Figura 116 RCA del molino de almendra seca	181

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A Hoja de decisión de la tolva de recepción de la almendra	230
ANEXO B Hoja de decisión del sin fin transportador de almendra húmeda	231
ANEXO C Hoja de decisión del elevador de cangilones de almendra húmeda	232
ANEXO D Hoja de decisión del sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos	234
ANEXO E Hoja de decisión del silo de secado de almendra húmeda	235
ANEXO F Hoja de decisión del sin fin transportador inclinado de almendra seca	236
ANEXO G Hoja de decisión del elevador de cangilones de almendra seca	237
ANEXO H Hoja de decisión de la tolva de recepción para el molido de la almendra seca	239
ANEXO I Hoja de decisión del molino de la almendra seca	240
ANEXO J Hoja de decisión del sin fin distribuidor de almendra partida	242
ANEXO K Hoja de decisión de la tolva de recepción de la almendra molida	243
ANEXO L Hoja de decisión de la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700	244
ANEXO M Hoja de decisión del sin fin transportador de aceite turbio	247
ANEXO N Hoja de decisión del tanque de agitación	248
ANEXO O Hoja de decisión de la bomba de aceite turbio	249
ANEXO P Hoja de decisión del tamiz Inal	251
ANEXO Q Hoja de decisión del filtro de presión de placas	253
ANEXO R Hoja de decisión del tanque de almacenamiento de aceite	254

ANEXO S Hoja de decisión del sin fin transportador de torta de palmiste	255
ANEXO T Hoja de decisión del elevador de cangilones de torta de palmiste	256
ANEXO U Hoja de decisión de la tolva de recepción de torta de palmiste	258
ANEXO V Hoja de decisión del molino de torta de palmiste	259
ANEXO W Hoja de decisión del ciclón y esclusa de empaque de torta de palmiste	261
ANEXO X Hoja de decisión del extractor de humos	262
ANEXO Y Hoja de decisión del sistema de ductos de extracción de humos	263
ANEXO Z Hoja de decisión de las bases y estructuras de la planta	264
ANEXO AA Hoja de decisión del transporte del aceite extraído por tuberías	265
ANEXO BB Modelo de registro "HISTORIAL DE VIDA DEL EQUIPO"	266

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: FORMULACION DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-PREDICTIVO PARA UNA PLANTA DE EXTRACCION DE ACEITE DE PALMISTE FABRICADA EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ACUÑA LTDA

AUTOR(ES): DANIEL ANTONIO TARAZONA RIOS

FACULTAD: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR(A): EMIL HERNANDEZ ARROYO

RESUMEN

En el presente proyecto como practica universitaria se realizó el diseño y formulación de un manual de mantenimiento preventivo-predictivo para una planta de extracción de aceite de palmiste fabricada en la empresa INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., utilizando como método de estudio el análisis de RCM o por sus siglas en ingles RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE, partiendo de una planta en proceso de fabricación de los activos, se procedió a la recopilación de la mayor cantidad de datos operativos, estructurales y mecánicos de los activos con el fin de realizar una base de datos y posteriormente la aplicación de la metodología RCM, realizando análisis de criticidad, análisis de modo de falla, casusa raíz, con el fin de disminuir riesgos operacionales en la planta, aumentando la vida útil de los activos, después de ser implementada este manual de mantenimiento podrá ser modificado y ajustado por el grupo de mantenimiento de la empresa basándose en los resultados obtenidos mediante la puesta en práctica a las empresas que se les suministre este proyecto.

PALABRAS CLAVE:

Aceite, Criticidad, Mantenimiento, Palmiste, RCA, RCM

V°B° DIRECTOR DE PRACTICAS

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: FORMULATION OF A PREVENTIVE-PREDICTIVE MAINTENANCE MANUAL FOR A PALM KERNEL OIL EXTRACTION PLANT MANUFACTURED BY INDUSTRIAS ACUÑA LTDA

AUTHOR(S): DANIEL ANTONIO TARAZONA RIOS

FACULTY: MECHANICAL ENGINEERING

DIRECTOR: EMIL HERNANDEZ ARROYO

ABSTRACT

In the present project as a university practice, the design and formulation of a preventive-predictive maintenance manual was carried out for a palm kernel oil extraction plant manufactured in the company INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., using as a method of study the analysis of RCM or for its acronym in English RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE, starting from a plant in the process of manufacturing the assets, the largest amount of operational data was collected, structural and mechanical assets in order to make a database and then the application of the methodology of the RCM, performing criticality analysis, analysis of failure mode, cause root, with the aim of reducing operational risks at the plant, increasing the useful life of the assets, after be implemented this maintenance manual may be modified and adjusted by the maintenance group of the company based on the results obtained through the implementation to the companies that are provided with this project.

KEYWORDS:

Oil, Criticality, Maintenance, Palm Kernel, RCA, RCM

V°B° DIRECTOR OF PRACTICES

INTRODUCCIÓN

En el presente informe de prácticas denominado FORMULACION DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO-PREDICTIVO PARA UNA PLANTA DE EXTRACCION DE ACEITE DE PALMISTE FABRICADA EN LA EMPRESA INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., se contempla la elaboración de la estrategia de mantenimiento para una planta de extracción de aceite de palmiste, encajado mediante la metodología RCM.

La importancia de un manual de mantenimiento centrado en la confiabilidad es básica y vital para el trabajo de una línea de producción continua, la cual se observa en este tipo de plantas, debido al impacto que puede llegar a tener una parada de planta, generando así pérdidas a gran escala por cada hora perdida.

La economía es uno de los factores más importantes para tener en cuenta cuando se trata de la parada de una línea de producción, ya que sugiere tiempo y dinero que fácilmente pueden ser dedicados a otras áreas de producción, pero en ese caso son dirigidos a la intervención de la producción para reparar dicha avería, la cual cuesta tiempo y dinero que afecta directamente la generación de ingresos el cual es el fin principal de toda industria.

Con esta práctica se realiza la actualización de información que mejore la confiabilidad de operación en los equipos, al igual que se genera el manual de mantenimiento y de ese modo se obtiene formatos o guías de acción de cada mantenimiento, se realizan análisis RCA y de criticidad en base a la experiencia de trabajadores que ha tenido la oportunidad de laborar en ese tipo de planta y se genera un informe también llamado análisis de modos y efectos de falla, se genera el formato de tareas de manteniendo relacionadas con la frecuencia con que se deben realizar.

El objetivo final de la investigación es disminuir en gran medida futuras fallas, así como aumentar el tiempo de vida útil y productiva de los activos, direccionando el tiempo perdido de mantenimientos no previstos en las líneas de producción, generando mayores ingresos.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. ACTIVIDAD ECONOMICA

INDUSTRIAS ACUÑA LTDA, es una empresa industrial, dentro del sector metalmeccánico, enfocado en el diseño, fabricación, mantenimiento y desarrollo de maquinaria industrial y sus componentes. En la siguiente tabla 1 se generalizan los datos de la empresa.

Tabla 1 Datos generales

ITEMS	DESCRIPCION
Razón social	INDUSTRIAS ACUÑA LTDA
NIT	804.016.740-9
Dirección	Calle 22 # 11- 61, Barrio Girardot, Bucaramanga, Santander, Colombia
Teléfono	(57) (7) 6 718898 - 6 715237 - 3008447441
Representante legal	Ángel Custodio Acuña Llanes
Sector	Metalmeccánico

Fuente: Autor del proyecto

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

2.1. RESEÑA HISTORICA

La empresa fue fundada en 1985 con el nombre de Industrias Acuña; dos años después, fue aprobada por el plan de sustitución de importaciones de la entonces Compañía Colombiana de Petróleo "ECOPETROL" para la fabricación de repuestos para bombas de subsuelo, para válvulas, compresores y accesorios en general para la industria de extracción de petróleo.

Paralelamente a este crecimiento, comenzó a involucrarse en la industria de procesamiento de metales para la fabricación de plantas de palma africana, realizando reparaciones de autoclaves, vagonetas, fábricas utilizadas para extraer aceite de palmiste, fabricación de repuestos, calderas, componentes y suministros para todas sus áreas. Dotando de importantes accesorios de aprovisionamiento para el departamento de compras de ECOPETROL-REFINERÍA, tales como piñones, ejes, manguitos de bomba y diversas piezas de diversos materiales.

En 1994 fabricó e instaló una planta de biodegradación de lodos aceitosos, la cual fue ampliamente utilizada para reciclar exitosamente la ciénaga No. 6 en el complejo Industrial de Barrancabermeja.

Desde su fundación, en el instituto Colombiano del Petróleo (ICP), ha estado involucrada extensa y activamente en la fabricación de varias plantas piloto para diversos procesos, así como en la fabricación de repuestos, cabinas extractoras y servicios de mantenimiento electromecánico para todos los departamentos. .

En la actualidad INAL atiende a empresas de gran importancia a nivel nacional e internacional tales como: TERPEL, AGROINCE, OLPASA, INDOLMASA, PALNORTE, INDUPALMA, PALMERAS DE PUERTO WILCHES, PALMAS DEL CESAR, PROMITEC, SIMAT, EXTRACTORA CENTRAL, GUAICARAMO S.A., PALMERAS DE LA COSTA, INSTITUTO COLOMBIANO DE PETRÓLEOS (ICP), PALMERAS DE LAS BRISAS S.A., EXTRACTORA DE MONTERREY, EMERALD ENERGY PLC, entre otras. A las empresas mencionadas se les han diseñado y fabricado maquinaria industrial, componentes y repuestos, además del mantenimiento, instalación y puesta en marcha de equipos.

El diseño y desarrollo de nuevas aplicaciones para la industria del aceite de palma es utilizado principalmente por Industrias la Palma S.A. (Indupalma), Agroince y Palmeras de Puerto Wilches.

2.2. MISIÓN

Industrias Acuña Limitada es “una empresa metalmecánica de base tecnológica que ofrece un portafolio integral al sector industrial y de la investigación, en el diseño, desarrollo, fabricación y mantenimiento de maquinaria industrial y sus componentes, apoyados en una dinámica innovadora, personal especializado y tecnología de punta, superando las expectativas y necesidades de nuestros clientes”¹.

2.3. VISIÓN

Industrias Acuña Limitada “incrementará sus ventas sobre los 10 millones de dólares en el 2025 mediante la incursión en el mercado centroamericano y mexicano

¹ INDUSTRIAS ACUÑA. Nuestra empresa: Misión [sitio web]. Santander; [Consultado: 14 de abril de 2021]. Disponible en: <https://inal.com.co/nuestra-empresa/>

de maquinaria y plantas para la extracción de aceite y aprovechamiento de biomasa de oleaginosas a través de sus tecnologías innovadoras y únicas a nivel global, estableciendo alianzas sinérgicas en el sector metalmecánico nacional e internacional enfocado al sector palmero, logrando márgenes de rentabilidad superiores al 20% y brindando bienestar y oportunidades de crecimiento al equipo de trabajo”².

2.4. POLÍTICA DE GESTIÓN INTEGRAL

Industrias Acuña Ltda. – INAL “Diseña, desarrolla, fabrica y repara maquinaria, equipos y piezas industriales, ofrece servicios de ingeniería, mantenimiento y asesoría industrial, realiza montajes e instalaciones electromecánicas, obras civiles y otras actividades complementarias, con el objetivo de generar soluciones integrales e innovadoras que agreguen valor al entorno y al sector industrial; por tanto, se responsabiliza en garantizar la confiabilidad de sus productos y/o servicios superando las expectativas de los clientes.

Nos aseguramos de cumplir con la normatividad legal colombiana vigente aplicable a la empresa y de otra índole suscrita por la organización en Seguridad y Salud en el Trabajo, Medio Ambiente y Calidad; retroalimentando todas nuestras actividades para garantizar la disponibilidad de los recursos, el mantenimiento y mejoramiento continuo de los estándares de nuestro Sistema Integrado de Gestión, teniendo en cuenta el contexto de la organización y promoviendo el cumplimiento de estas directrices a nuestros actores y grupos de interés.

INAL identifica y elimina los peligros, evalúa, valora y reduce los riesgos e implementa los controles necesarios que permitan mitigar los ATEL y demás aspectos e impactos inherentes a las actividades desarrolladas, garantizando la integridad de los trabajadores, contratistas y visitantes; trabajando también en la

² INDUSTRIAS ACUÑA. Nuestra empresa: visión [sitio web]. Santander; [Consultado: 14 de abril de 2021]. Disponible en: <https://inal.com.co/nuestra-empresa/>

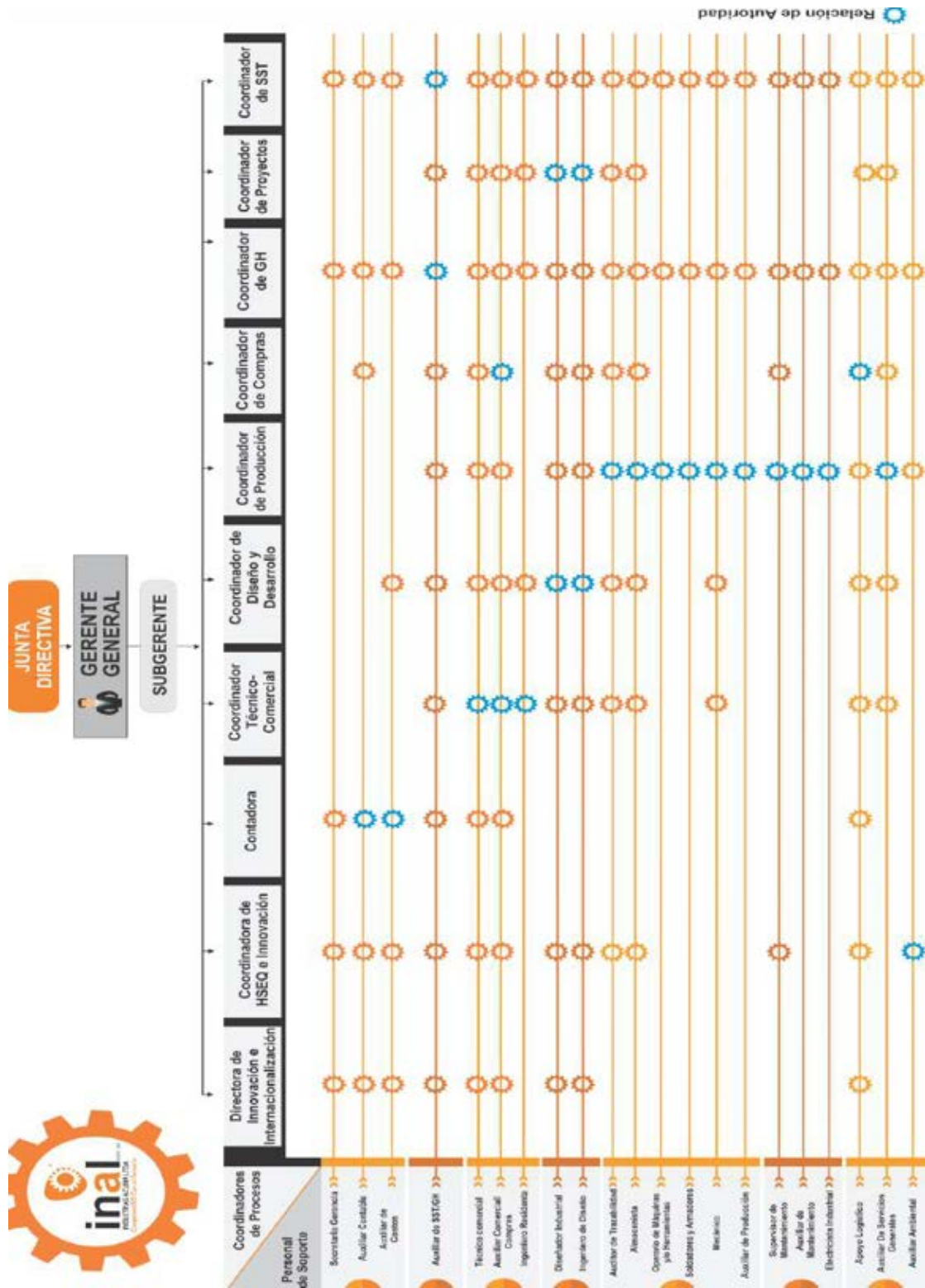
protección del medio ambiente, mediante la disminución de los impactos ambientales, el uso sostenible de recursos y la prevención de la contaminación. Considerando el sector metalmecánico al que pertenece la empresa, los hábitos, conductas y la forma de desarrollar la labor; INAL establece estrategias que permiten consolidar una cultura de autocuidado, mediante la consulta y participación de los trabajadores, la sensibilización y generación de conciencia de los riesgos a los cuales se encuentran expuestos”³.

2.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA

Industrias Acuña Ltda. Cuenta con 12 cargos y una planta conformada por 64 personas, de las cuales 21 pertenecen a la parte administrativa y 43 a la operativa. A continuación, se muestra la figura 1. Organigrama de Industrias Acuña Ltda.

³ INDUSTRIAS ACUÑA. Nuestra empresa: política de gestión integral [sitio web]. Santander; [Consultado: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://inal.com.co/nuestra-empresa/>

Figura 1 Organigrama Industrias Acuña Ltda.



Fuente. Industrias Acuña Ltda.

2.6. PRODUCTOS

Industrias Acuña Ltda., como empresa metalmecánica de nuestra región brinda productos y/o servicios a favor de la investigación y el sector industrial, en la fabricación, reparación, diseño y mantenimiento de maquinaria de alta calidad, desarrollados con tecnología de punta, enfocados en la investigación constante de nuevas aplicaciones que suplan las necesidades de sus clientes.

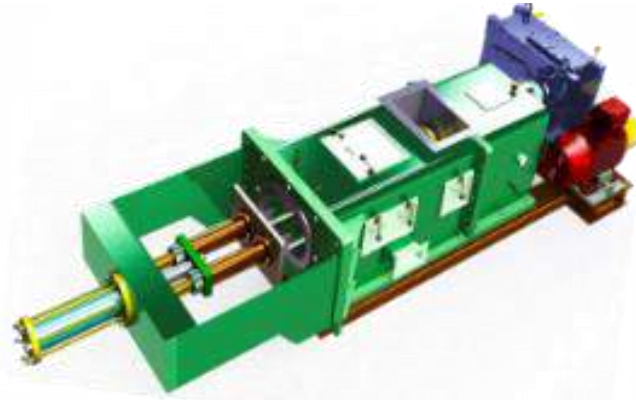
Los productos y/o servicios más destacados son:

- **Prensa Inal 700.** Se utiliza en el proceso de extracción de aceite de palmiste con una capacidad de 700kg/hora, brindando la mejor extracción del producto separando así el aceite de la pasta.
- **Sistema de Transportadores.** Diseño, fabricación y ensamble de transportadores con una amplia gama de capacidades y tamaños. Entre los más nombrados se encuentran: los de paleta, hélice, bandas transportadoras y rodillos.
- **Válvula Guillotina.** Válvula tipo Guillotina encamisado en acero inoxidable que permite cerrar de forma hidráulica gracias a sus dos cilindros hidráulicos posicionados a cada lado de la compuerta.
- **Tamiz.** Es un dispositivo vibratorio encargado de separar los sólidos de los líquidos. La vibración se logra mediante pesas en los extremos del dispositivo en la parte superior e inferior de un eje del generador de movimiento. La rotación de dicho peso genera una vibración en el plano horizontal del dispositivo, lo que hace que la mezcla de sólidos y líquidos se mueva a través una tela de filtrado ubicado en la periferia.

- **Fracturadora de Racimos.** Es un dispositivo que permite el fraccionamiento primario del racimo.
- **Centrifuga Deslodadora.** Su principio de operación está basado en la separación dinámica de los componentes que conforman los lodos que salen de la clarificación y que aun contiene aceite.
- **Desgranadora de Racimos.** Es un dispositivo que permite el fraccionamiento secundario del racimo.
- **Digestor.** Su principio de operación está basado en mantener unas condiciones estables de temperatura por medio de una entrada de vapor y un sistema de agitación que le garantiza a la prensa una óptima extracción de aceite.
- **Filtro Cepillo Rotativo:** Su principio de operación está basado en la separación de sólidos por medio de un eje rotativo con un filtro añadido que gira a ciertas revoluciones haciendo que el aceite se pegue a las paredes y caiga por gravedad, mientras que los sólidos quedan atrapados en unas mallas ancladas al eje.
- **Filtro de Presión.** Su principio es filtrar por medio de aire a presión dentro de unas placas el aceite con el fin de separar de manera más precisa los sólidos de la mezcla.
- **Molino Ripple Mill.** Es un dispositivo por el cual pasa la nuez la cual es presionada entre las barras y la placa de desgaste, ocasionando de esta forma el rompimiento.

- **Prensa de Aceite Rojo.** Su principio se basa en la compresión que ejercen dos tornillos sin fin contra la canasta interna de la prensa con el propósito de extraer la mayor cantidad de aceite rojo de la almendra. Ver Figura 2. Prensa de aceite rojo.

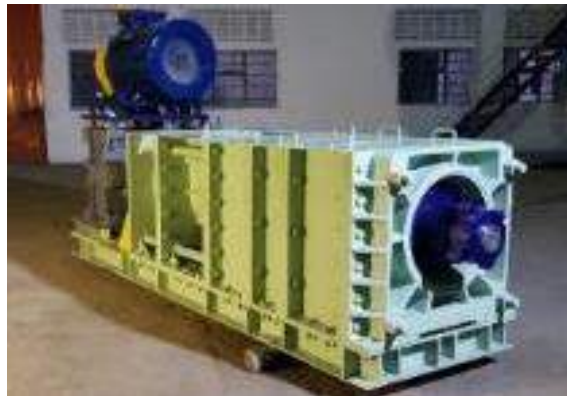
Figura 2 Prensa de Aceite Rojo.



Fuente. Industrias Acuña Ltda.

- **Prensa de Raquis.** Su principio se basa en la compresión que ejercen dos tornillos sin fin contra la canasta interna de la prensa con el propósito de extraer la mayor cantidad de aceite de tusas. Ver Figura 3. Prensa de raquis.

Figura 3 Prensa de Raquis.



Fuente. Industrias Acuña Ltda.

- **Repuestos y más.** Poseen una gran variedad de repuestos de todos los equipos que tiene para la venta, como ejes, sin fines, canastas, punteras, acoples, estructuras, etc.

CAPÍTULO 3

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Industrias Acuña Limitada cuenta con una gran variedad de productos y/o servicios utilizados en plantas extractoras de aceite de palma. Actualmente no se cuenta con un manual o guía de mantenimiento actualizado que establezca las actividades o tareas de mantenimiento de cada uno de los equipos que conforman una planta extractora de aceite de palmiste.

A proposición del autor del proyecto y el tutor de las practicas, se desea enfocar en la realización de un manual de mantenimiento para los Veintisiete activos que conforman una planta de extracción de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Limitada. Por tanto, esta práctica contribuirá a la formulación de dicho manual, enfocándose en la confiabilidad y la vida útil de cada equipo que conforma la planta.

3.2. ALCANCE Y LIMITACIONES

3.2.1. El alcance de esta práctica comprende

Formular un manual de mantenimiento a los Veintisiete activos que conforman la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en Industrias Acuña Ltda., ya que carece de un manual actualizado que garantice un correcto funcionamiento de estos dentro de la planta. Utilizando el método de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) se realiza el modelo de mantenimiento que satisfaga las necesidades de la planta.

3.2.2. Limitaciones

- No se cuenta con un registro histórico de fallas.

3.3. DELIMITACIONES

3.3.1. Delimitación del espacio

La práctica se llevará a cabo en las instalaciones de la empresa INDUSTRIAS ACUÑA LTDA ubicada en la Calle 22 # 11- 61, Girardot, Bucaramanga, Santander, Colombia.

3.3.2. Delimitación del tiempo

La empresa INDUSTRIAS ACUÑA LTDA otorga la Autorización de entrada a sus instalaciones para realizar las practicas por los 6 meses establecidos en el convenio, finalizando el 13 de abril del 2021.

3.3.3. Delimitación conceptual

Los conceptos aplicados en la realización de la practica están enfocados en la metodología RCM del libro Reliability Centred Maintenance de John Moubray (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).

CAPÍTULO 4

OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Formular un plan de mantenimiento para una planta de extracción de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda, mediante la aplicación de la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad).

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recopilar la información del funcionamiento, operación y las fallas presentadas de los equipos utilizados en una planta extractora de palmiste.
2. Realizar un análisis de criticidad y modos de falla y efecto en los equipos, para establecer una jerarquía de los sistemas y subsistemas que la componen, así como los periodos de tiempo en los cuales deben ser programadas las labores de mantenimiento.
3. Generar un análisis causa-raíz a los equipos más críticos de la planta.
4. Formular las listas de tareas de mantenimiento programadas para cada uno de los equipos que conforman la planta.

CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realiza la investigación de equipos, fichas técnicas y personal capacitado de la empresa. el trabajo se realizó en el proceso de diseño y fabricación de la planta, analizando el funcionamiento de cada equipo, seguido de una serie de preguntas a trabajadores expertos de los cuales han tenido la oportunidad de trabajar en este tipo de planta de extracción de aceite de palmiste con el propósito de suministrar información de fallas de los equipos con tiempos establecidos y piezas para tener en cuenta.

5.2. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los instrumentos que se utilizan para la recolección de información son: libros guía sobre el proceso de extracción del aceite de palmiste, planos de diseño de fabricación de los activos, fichas técnicas de los equipos y elementos tecnológicos donde se consolidara toda la información.

5.3. POBLACION Y MUESTRA

El personal experto en el tema y centro de estudio son aproximadamente el 15% del personal que conforma la planta, los equipos fabricados para la planta de extracción de aceite de palmiste son el 20% de los activos que allí se fabrican en la empresa INDUSTRIAS ACUÑA LTDA.

CAPÍTULO 6

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE

6.1. PROCESO DE OBTENCIÓN

Para hablar de los procesos de obtención debemos conocer en detalle en que consiste el palmiste y sus características para la mejor extracción. El palmiste o almendra representa entre el 4 y 6% del peso del racimo. Tiene un contenido total entre el 47% y 50% de un aceite característico diferente al aceite rojo o palma y se asemeja al aceite de coco.

Se puede obtener mediante extracción por presión o también mediante extracción por disolventes especiales. Las características de calidad de la materia prima para la extracción del aceite de palmiste se refieren a:

- Su contenido de aceite.
- Su contenido de impurezas.
- Su contenido de ácidos grasos.

Se debe tener un factor clave del producto debido a su humedad, ya que esto afecta en gran parte su calidad. Un alto contenido de humedad produce un endurecimiento rápido del palmiste que genera acumulación de calor e incluso la ignición espontánea.

Las impurezas y en especial la cascara producen un mayor desgaste de la maquinaria de procesamiento y reduce el calor alimenticio de la torta, ya que reduce su contenido de proteína. El palmiste debe almacenarse en bodegas bien ventiladas o en silos especiales para tal fin.

La preparación de la materia prima se debe someter a una etapa de preparación antes del prensado y consiste en:

Tabla 2 Características estándar para la extracción de aceite de palmiste.

Humedad	4% y 5%
Temperatura	50°C Y 70°C
Impurezas	<10%

Fuente. Autor del proyecto.

El aceite de cacao se utiliza para hacer bizcochería, cuando no hay se utiliza el aceite de palmiste como sustituto de la grasa del cacao; el cacao es uno de los que más promueve el gobierno, debido a que presenta una gran fuerza laboral, esto a su vez crea más oportunidades de empleo.

6.2. EQUIPOS UTILIZADOS EN UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE

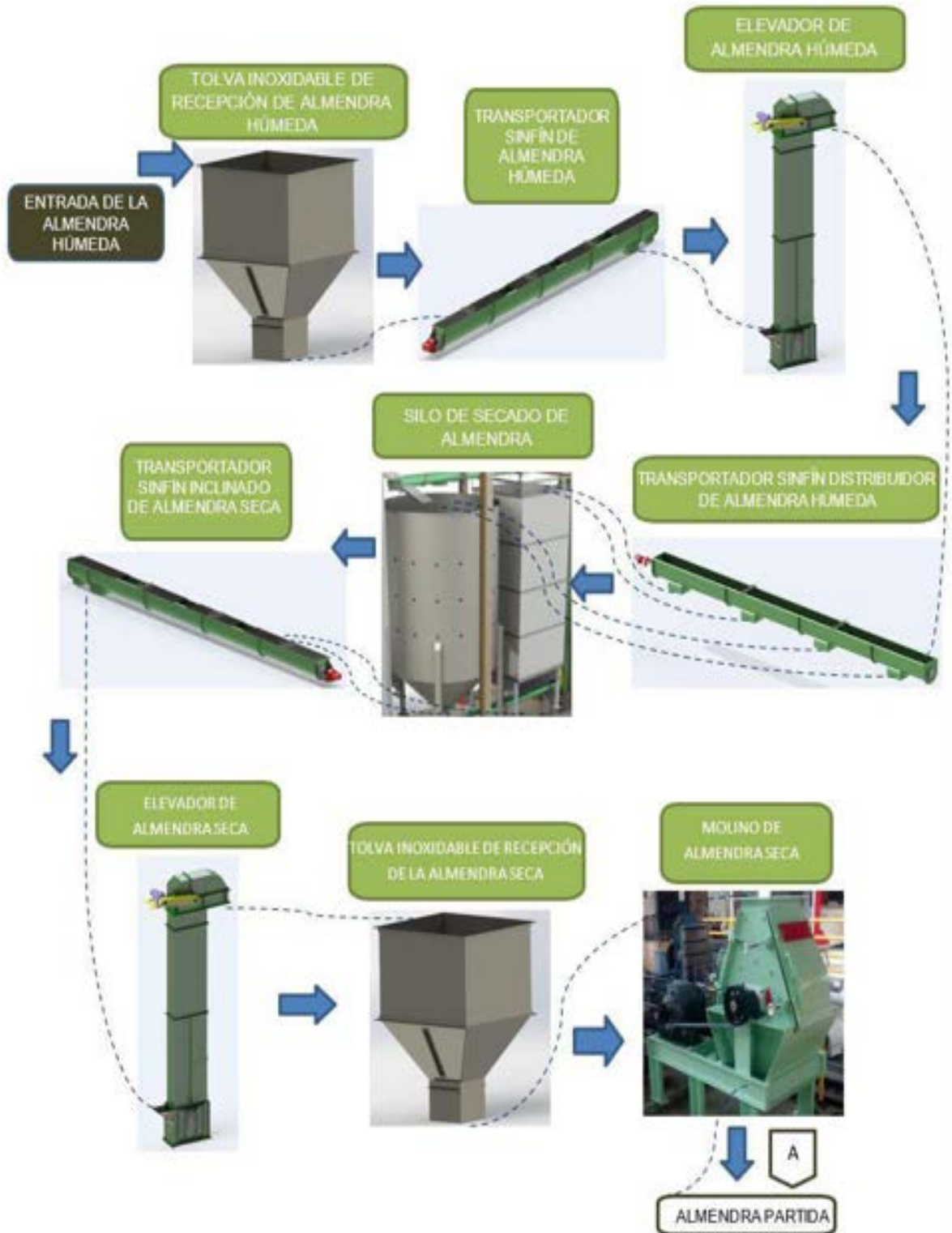
A continuación, se mostrará un diagrama de flujo de los equipos utilizados en una planta extractora de aceite de palmiste, Ver Figura 5-6-7-8-9. En representación de la planta diseñada y fabricada por Industrias Acuña Ltda. Ver figura 4. Planta extractora de aceite de palmiste.

Figura 4 Planta de extractora de Aceite de palmiste.



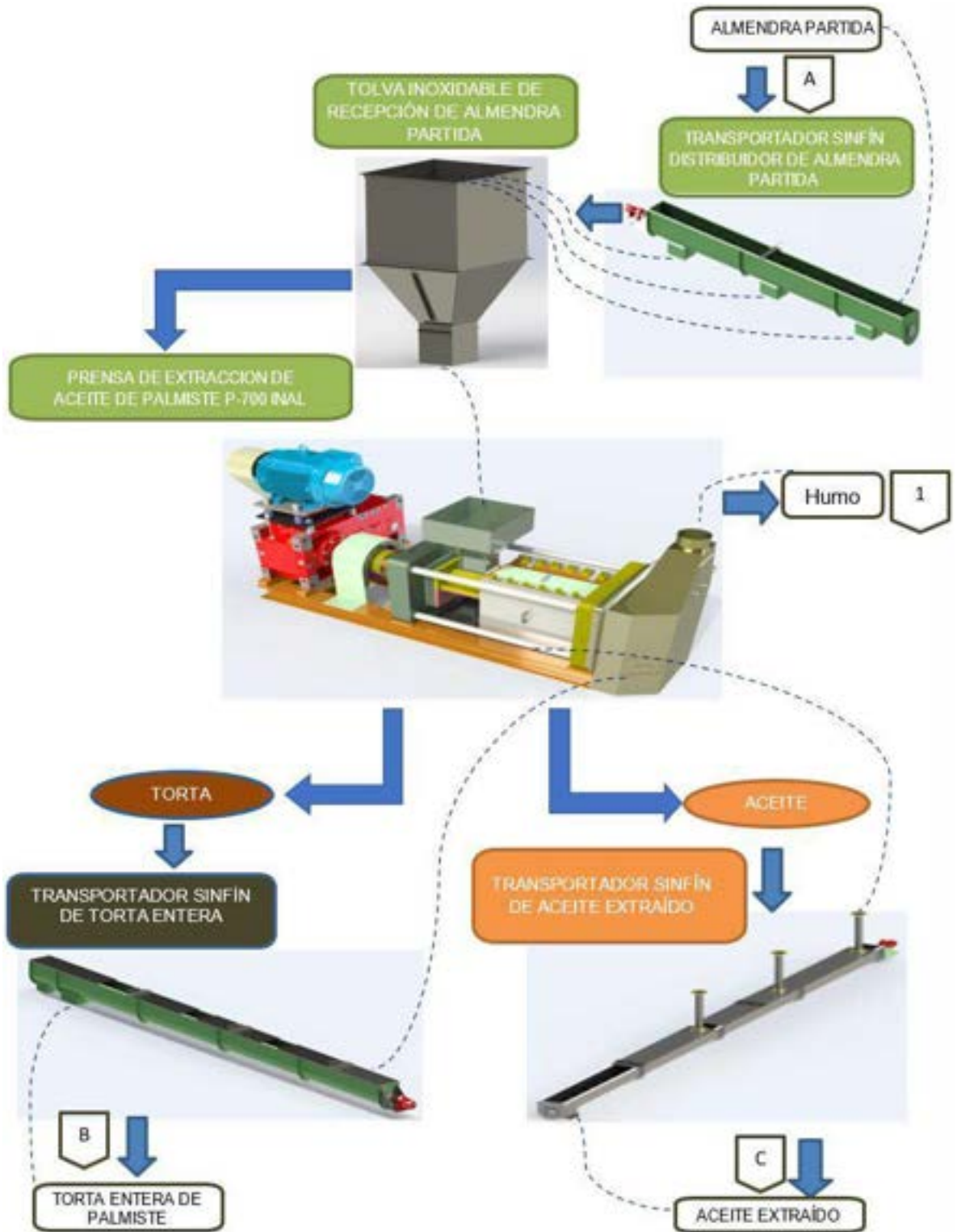
Fuente. Industrias Acuña Ltda.

Figura 5 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 1.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 6 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 2.



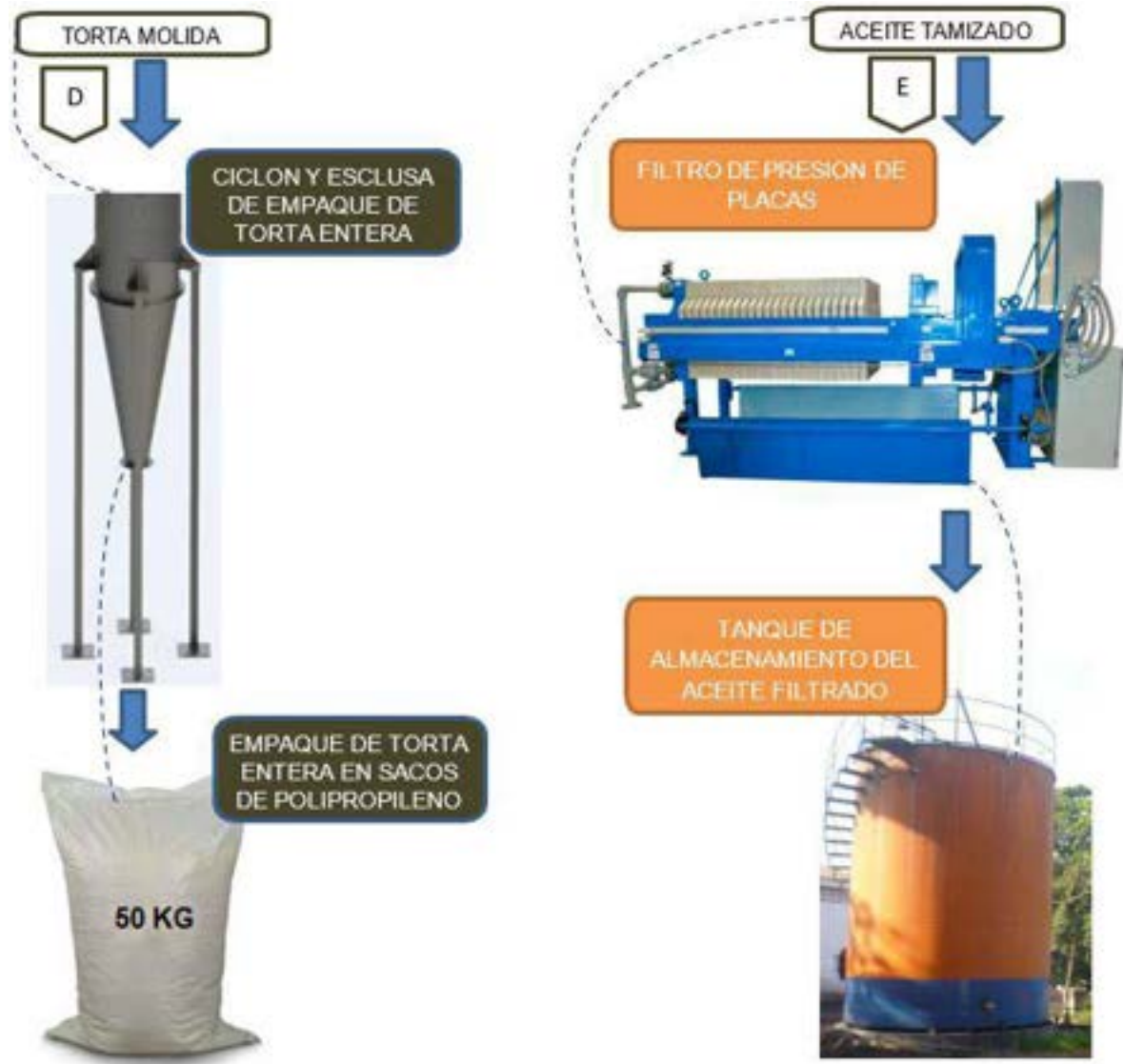
Fuente: Autor del proyecto.

Figura 7 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 3.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 8 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 4.



Fuente: Autor del proyecto.

Ilustración 9 Diagrama de flujo planta extractora de aceite de palmiste Parte 5.



Fuente: Autor del proyecto.

6.3. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE

A continuación, se explicará el funcionamiento por secciones de una planta de extracción de aceite de palmiste mostrado anteriormente en el diagrama de flujo parte 1-2-3-4-5.

6.3.1. Recepción del Fruto

Los racimos de fruta cortados enteros y limpios en campo son llevados a la planta extractora, la almendra entera atraviesa un imán permanente que evita la entrada al proceso de partículas metálicas, el fruto es depositado en las tolvas de recepción para luego pasar a un proceso de pesado por medio de una báscula y posteriormente se traslada mediante un transportador de tornillo sin fin de almendra húmeda.

6.3.2. Almacenado

La almendra húmeda es depositada en los silos de secado con el propósito de mantener unos parámetros establecidos en el fruto, para lograr la mayor extracción de aceite. Esto se logra gracias a un intercambiador de calor que suministra vapor de agua en la parte inferior de los silos, manteniendo una temperatura entre 70°C Y 50°C por medio de ventiladores, cada silo cuenta con un sistema de esclusas inferior que suministra cierta cantidad de almendra a los transportadores encargados de continuar el ciclo. Los silos se pueden colar en serie o en paralelo, en serie se utiliza para mejorar la calidad de la humedad en la almendra y en paralelo se utiliza para trabajar a mayor volumen.

6.3.3. Molido de la Almendra

La almendra seca es suministrada por medio de un elevador de cangilones a un molino de martillos, la almendra cae y es triturada por un rotor ensamblado de platinas que giran gracias a un motor eléctrico que las hace girar a altas

revoluciones, la almendra es triturada en trozos más pequeños los cuales caen por gravedad a un sinfín distribuidor de almendra partida.

6.3.4. Extracción por Prensado

El fruto molido es sometido a un proceso de prensado con el fin de expulsar el aceite de la almendra, la prensa funciona gracias a un motorreductor que hace girar el eje dentro de una canastilla ajustada por medio de cinco sinfines internos y dos aspas encargadas de hacer la compresión necesaria en la almendra, separando así el aceite. La prensa expulsa 3 tipos de materiales: una mezcla de aceite con cierto contenido de sólidos, la torta de palmiste y los humos generados del equipo que suelen contener un índice bajo en sólidos circundantes.

6.3.4.1. Mezcla de Aceite y sólidos

Aquí se llevará un proceso para la separación del aceite cumpliendo con las normas establecidas con un porcentaje mínimo legal de sólidos en la mezcla. A continuación, se explicará los procesos para la separación del aceite en la mezcla:

6.3.4.1.1. Sistema de Agitación

La mezcla de aceite y sólidos (alrededor de un 20% de sólidos “ariche”) expulsada de la prensa es enviada por medio de un transportador sin fin especial a un sistema de agitación, el cual hace girar el aceite internamente en el equipo por medio de un motorreductor a un rotor ajustado con aspas que mantiene homogeneizada la mezcla.

6.3.4.1.2. Tamizado

Luego de estar homogeneizada la mezcla de aceite, se envía por medio de una bomba de aceite turbio, hasta un equipo llamado tamiz, su función es hacer pasar el aceite por un sistema de filtros internos o mallas que vibran por medio de unas

pesas internas, operando en forma de colador vibrador, haciendo que se separe la mayor cantidad de impurezas y solidos de la mezcla.

6.3.4.1.3. Sistema de Filtrado

Después de ser tamizado el aceite se envía a un sistema de filtrado, este puede ser realizar con diferentes equipos:

- **Filtro de Presión de Placas o tipo Niagara.** es un sistema que inyecta por un extremo la mezcla de aceite a presión por un número determinado de placas con filtros que retienen los sólidos más pequeños y por el otro extremo sale el aceite refinado.
- **Decanter.** Se puede analizar como un tanque de sedimentación por el cual gira un eje internamente, las partículas sólidas, que son más pesadas que el líquido, caen por gravedad y se forma una fase solida o sedimentación en el fondo. Esto sucede debido a que las partículas sólidas tienen una densidad más alta y por lo tanto son más pesadas que el líquido, se mueven hacia afuera gracias a la fuerza centrífuga.

6.3.4.1.4. Tanque de Almacenado del Aceite

Luego de ser refinado el aceite, se deposita en un tanque de almacenamiento, para luego ser comercializado a las diferentes compañías que lo distribuyen al consumidor.

6.3.4.2. Torta de Palmiste

Es el residuo harinoso proveniente de la extracción del aceite de la almendra, es una fuente de alimentación y energía en la fabricación de concentrados para animales, ya que suministra un alto contenido energético, de fibra cruda, proteínas y grasas, que son fundamentales para el desarrollo de animales como el ganado,

equinos y porcinos, tanto de engorde y levante como de producción de leche. A continuación, se explicará los procesos para tratamiento de la torta de palmiste:

6.3.4.2.1. Molido de Torta

La torta es suministrada por medio de un transportador y un elevador hacia un molino encargado de moler y desfragmentar en trozos más pequeños el compuesto.

6.3.4.2.2. Empacado de Torta

Luego del proceso de molido, se envía la torta a un silo de empacado, compuesto de una exclusiva inferior, en el cual se empaca en sacos de polipropileno cantidades iguales a 50Kg.

6.3.4.3. Sistema de Humos

Por último, la prensa arroja un compuesto de humos y sólidos que viajan por un sistema de ductos, el cual llegan al sistema de humos compuesto por un ciclón, una exclusiva inferior y una bomba extractora en la parte superior, su funcionamiento es absorber los gases por un ducto superior y por gravedad los sólidos caen al ciclón, allí son desalojados gracias a la exclusiva que evita la pérdida de presión en el sistema.

CAPÍTULO 7

GENERALIDADES

7.1. Criticidad

Mide las consecuencias de un modo de falla particular del dispositivo y la frecuencia con la que ocurre.

7.2. Análisis de criticidad

Es una forma de clasificar sistemas, instalaciones y equipos en función de su influencia global para facilitar la toma de decisiones. Para realizar el análisis de criticidad se debe: determinar el alcance y propósito del análisis, establecer criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para dar prioridad al sistema a analizar.

7.3. Confiabilidad

Se define como la probabilidad de que un dispositivo o sistema funcione sin fallas dentro de un cierto período de tiempo bajo condiciones de operación previamente establecidas.

7.4. Mantenimiento

Se deben realizar una serie de operaciones y mantenimientos para que las instalaciones, edificios, industrias, etc. puedan seguir funcionando con normalidad.

7.5. Defecto

La falta de determinadas cualidades no obstaculizará su funcionalidad, pero puede resultar inutilizable a corto o largo plazo.

7.6. Falla

Corresponde a un evento en el que un activo o componente no puede realizar una función establecida.

7.7. Disponibilidad

La probabilidad de que un equipo o sistema esté operativo cuando necesite realizar la función para la que fue diseñado.

7.8. Mantenimiento preventivo

Verificar, controlar, observar y restaurar activos para prevenir, detectar o corregir fallas y defectos.

7.9. Mantenimiento preventivo por estado

Mantenimiento relacionado con la salud de los activos.

7.10. Mantenimiento preventivo por tiempo

El mantenimiento se realiza programando la intervención en un tiempo determinado.

7.11. Mantenimiento preventivo sistemático

Servicio de mantenimiento preventivo Después de un período de operación, cada equipo debe ser inspeccionado para medición, ajuste y reemplazo de piezas si es necesario, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y de acuerdo con los procedimientos preestablecidos basados en la experiencia operativa.

7.12. Mantenimiento predictivo

Realizar trabajos de seguimiento en una o más piezas o componentes del equipo mediante el análisis de los parámetros. Estos parámetros se evalúan mediante estadísticas, termografía, análisis de vibraciones, medición eléctrica y otras tecnologías utilizadas para determinar la vida útil de su respectivo reemplazo o remodelación.

7.13. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento realizado después de una falla o falla del equipo no se puede planificar a tiempo debido a su naturaleza, por lo que los costos de reparación y repuestos no están incluidos en el presupuesto, ya que, de ser necesario, esto puede significar que algunos equipos deben ser reemplazados.

7.14. RCM

Esta es una técnica para organizar actividades y gestionar el mantenimiento para desarrollar procedimientos organizados basados en la confiabilidad de los equipos.

7.15. RCA

La práctica del análisis de la causa raíz de RCA se enfoca en resolver el problema identificando y corrigiendo la causa raíz del incidente, en lugar de lidiar con los síntomas causados por el problema. Al centrarse en corregir la causa raíz, se puede evitar que el incidente vuelva a ocurrir.

7.16. CMMS

Un sistema informático que se utiliza para registrar información sobre equipos, historial, trabajo de mantenimiento, compras de materiales y almacenamiento, entre otras funciones.

7.17. Activo

Conjunto de elementos interconectados que esencialmente producen una combinación de elementos con una determinada actividad.

7.18. Inspección

Es una actividad para verificar el diseño, los productos, las instalaciones, los procesos de producción y los servicios para comprobar si cumplen con sus requisitos.

7.19. Aceite de palmiste

El aceite de palmiste es un aceite de origen vegetal, que en nuestro caso se obtiene mediante prensado mecánico. El aceite obtenido es grasa en forma líquida o semisólida, que contiene ácidos grasos saturados, ácidos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados.

7.20. Weibull

En teoría de probabilidad y estadística, es una distribución de probabilidad continua en forma gráfica, con proporciones, umbrales y formas como parámetros.

CAPÍTULO 8

MARCO TEÓRICO

8.1. MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

RCM según el autor Moubray⁴ se puede definir como un proceso utilizado para determinar qué operaciones se deben realizar para garantizar que cualquier activo tangible continúe realizando las operaciones que sus usuarios desean en su entorno operativo actual

El concepto RCM se basa en:

- Evaluar componentes, estado y funciones del equipo.
- Identificar componentes clave.
- Aplicar técnicas de mantenimiento proactivo y predictivo.
- Verificar fallas permanentemente y realizar análisis funcionales.

La función de RCM es identificar con precisión la frecuencia de las actividades de mantenimiento de los activos más importantes en las actividades operativas, su principal soporte es analizar la función de fallas en función de condiciones específicas.

Los principales objetivos de RCM son:

- Eliminar fallas en el montaje.
- Proporcionar información de producción a través del estado de los activos.
- Minimizar la frecuencia de fallas y el costo de los trabajos de mantenimiento.

⁴ MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 7 p. ISBN 09539603-3

- Anticipe y planifique con precisión las necesidades de mantenimiento.
- Formular tareas especiales en el contexto de la formación del personal de mantenimiento.
- Sincronizar producción y mantenimiento a través de planes de mantenimiento sin afectar la producción.
- Optimizar los costos operativos reduciendo el presupuesto del departamento de mantenimiento.

Moubray propone 7 preguntas en la metodología de RCM para los equipos que desea intervenir:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué forma falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

Estas preguntas sirven como referencias para respaldar la estructura del plan de mantenimiento.⁵

8.2. FUNCIONES

El propósito del mantenimiento es asegurar que los activos tangibles continúen realizando las operaciones que sus usuarios quieren que realicen. A partir de este momento se define el elemento de función, es decir, la finalidad de adquirir activos

⁵ MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 7 p. ISBN 09539603-3

en la parametrización y los criterios por los que el elemento de función de producción se considera inválido.

La definición de una función describe el comportamiento y los parámetros que se deben considerar para que un activo cumpla con el fin de su adquisición, en la Figura 10. Definición de funciones, se observa un claro ejemplo de función.

Moubray nos da la definición de una función tal que “consiste en un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario”⁶.

Figura 10 Definición de Funciones

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	
FUNCION	
1	Dar salida sin restricción a todos los gases de escape calientes de la turbina hasta un punto fijo situado a 10 metros por encima del techo de la sala de turbinas.
2	Reducir los niveles de ruido del escape a un nivel ISO 30 a 150 metros.
3	Asegurar que la temperatura superficial de los conductos dentro de la sala de turbinas no exceda los 60°C.

Fuente. Autor del proyecto.

8.3. FALLAS FUNCIONALES

Lo cierto es que si un activo no realiza las operaciones que sus usuarios desean, el activo ha fallado. También se puede observar que cualquier operación que debe

⁶ MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 23 p. ISBN 09539603-3

realizar un activo se define como una función, y el activo tiene al menos múltiples funciones. El activo puede verse afectado por varias condiciones de falla diferentes. Moubray nos dice que “una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo tangible para realizar funciones basadas en parámetros de desempeño aceptables para el usuario”⁷.

Las fallas funcionales se escriben en la segunda columna de la hoja de trabajo de información. Están codificadas alfabéticamente, describiendo fallas funcionales.

8.4. ANÁLISIS DE MODOS DE FALLA Y SUS EFECTOS (AMEF)

8.4.1. ¿Qué es un modo de falla?

El modo de falla se puede definir como cualquier evento que pueda causar la falla de un activo tangible, sistema o proceso. Sin embargo, aplicar el término "falla" a los activos físicos de manera general es vago y simple. Es más preciso distinguir entre "una falla funcional" (estado de falla) y "modo de falla" (eventos que pueden causar el estado de falla).

Moubray nos dice que “Un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional”⁸.

La mejor manera de mostrar la conexión y la diferencia entre el estado de falla y el evento que puede causar la falla es enumerar las fallas funcionales y luego registrar los modos de falla que pueden causar cada falla funcional, un ejemplo claro se muestra en la Figura 11. Modos de falla.

⁷ MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 50 p. ISBN 09539603-3

⁸ MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 56 p. ISBN 09539603-3

Figura 11 Modos de falla

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA			
		Sistema de Bombeo de Agua de Refrigeracion			
		SUB-SISTEMA			
		Sistema de escape			
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA	
1	Transferir agua desde el tanque X al tanque Y a no menos de 800 litros por minuto	A	Incapaz de transferir agua	1	Cojinetes agarrotados
				2	Impulsor loco, suelto
				3	Impulsor trabado por un cuerpo extraño
				4	Motor quemado
				5	...etc.
B	Tranferir menos de 800 litros por minuto	1	Impulsor gastado		
		2	linea de succion parcialmente bloqueado		
		3	...etc.		

Fuente. Autor del proyecto.

8.4.2. Categorías de modos de falla

Los modos de falla pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- Cuando la capacidad es inferior al rendimiento requerido.
- El rendimiento requerido supera la capacidad inicial.
- Desde el principio, los activos físicos no pueden realizar el trabajo requerido.

8.4.2.1. Capacidad decreciente

Como se muestra en la Figura 12. Capacidad decreciente. el activo puede verse afectado por varias condiciones de falla diferentes que con el tiempo decaen.

Figura 12 Capacidad decreciente.



- Desperfecto
- Defectos de lubricación
- Polvo o suciedad
- Desajuste
- Errores humanos que limita la capacidad.

Fuente. Autor del proyecto.

8.4.2.2. Aumento del funcionamiento deseado

Como se muestra en la Figura 13. Aumento del funcionamiento deseado. el activo puede verse afectado por varias condiciones de falla diferentes como:

Figura 13 Aumento del funcionamiento deseado.



- Sobrecarga deliberada continua
- Sobrecarga accidental continua
- Sobrecarga accidental repentina
- Manipulación o materiales de embalaje incorrectos.

Fuente. Autor del proyecto.

8.4.2.3. Capacidad inicial

Como se muestra en la Figura 14. Capacidad inicial. el activo puede verse afectado por varias condiciones de falla diferentes como:

Figura 14 Capacidad inicial.



- Para que un activo se pueda mantener, su operación debe estar dentro de su capacidad inicial.
- La operación requerida excedió la capacidad inicial desde el principio.

Fuente. Autor del proyecto.

8.4.3. Efectos de falla

Moubray nos dice que “Los efectos de la falla describen qué pasa cuando ocurre un modo de falla”⁹.

El impacto de la falla debe describirse de manera que permita al analista de RCM determinar si la pérdida de función causada por el modo de falla que actúa solo en condiciones normales es obvia para el operador.

Asimismo, la descripción debe indicar si la falla estuvo acompañada o precedida de efectos físicos evidentes como ruido, fugas, humo, etc. Un claro ejemplo se muestra en la Figura 15. Ejemplo de efectos de falla.

Figura 15 Ejemplo de Efectos de falla.

	MODO DE FALLA	EFEECTO DE LA FALLA
1	Se agarrotan los cojinetes de la caja reductora	Se detiene el motor y suena una alarma en la sala de control. Tiempo muerto para reemplazar la caja reductora por una reserva 3hs. Se ajustan los cojinetes en el taller.
2	se desgastan los dientes de los engranajes	El motor no se detiene pero igualmente la maquina se para. Tiempo muerto para reemplazar la caja reductora por una de reserva 3hs. Se cambian los engranajes en el taller.
3	...etc	

Fuente. Autor del proyecto.

8.5. CONSECUENCIA DE FALLA

Cada vez que un activo falla, se mostrarán diferentes tipos de consecuencias a través del tipo de falla, poniendo en riesgo la seguridad, el medio ambiente, las capacidades de producción y operación, hasta la aparición de fallas que ocurren y que se asegura son ocultas. Estas fallas implican pérdida de funcionalidad y, en algún momento, limitan el funcionamiento del activo.

Las fallas se pueden categorizar en dos aspectos: fallas evidentes y fallas ocultas.

⁹ MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 76 p. ISBN 09539603-3

8.5.1. Categorías de fallas Evidentes

Las fallas evidentes se dividen en tres categorías de importancia decreciente:

- **Consecuencias ambientales y de seguridad.** Si un mal funcionamiento puede dañar o matar a alguien, traerá consecuencias para la seguridad. Si viola alguna normativa sobre el medio ambiente de la empresa, región o país, tendrá un impacto en el medio ambiente.
- **Consecuencias operativas.** Si la falla afecta las operaciones o la producción, tendrá consecuencias operativas. (Calidad del producto, volumen de producción, costos operativos o servicio al cliente y costos directos de reparación). Moubray nos dice que “Una falla tiene consecuencias operacionales si tiene efecto adverso directo sobre la capacidad operacional”¹⁰.
- **Consecuencias no operativas.** Las fallas obvias en esta categoría no afectan la producción ni la seguridad, por lo que solo implican costos directos de reparación.

8.5.2. Fallas Ocultas

Hay dos tipos de posibilidades de falla de equipo oculto: equipo de protección intrínsecamente seguro y equipo de seguridad que no tiene seguridad inherente.

- **Dispositivos de protección con seguridad inherente.** El equipo esencialmente seguro es un equipo cuya falla es evidente para el operador en condiciones normales. En este caso, existen tres posibilidades de falla en cualquier periodo:

¹⁰ MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 108 p. ISBN 09539603-3

1. Que ninguno de los equipos falle.
2. Que la función de protección falla antes que el equipo de seguridad.
3. Que el equipo de seguridad falla antes de la función protegida.

- **Dispositivos de seguridad que no cuentan con seguridad inherente.** En circunstancias normales, el hecho de que el dispositivo no pueda realizar sus funciones no es evidente. En este caso, existen cuatro posibilidades de falla en cualquier periodo:
 1. Que ninguno de los equipos falle.
 2. Que Cuando el dispositivo de seguridad aún está funcionando, la función protegida fallará.
 3. Que el equipo de seguridad falla antes de la función protegida.
 4. Que el dispositivo de seguridad falla, y luego, cuando el dispositivo de seguridad está en un estado de falla, la función protegida también falla. A esta situación también se le conoce como falla múltiple.

8.6. TAREAS

8.6.1. Tareas Proactivas

Estas tareas se realizan antes de que ocurra una falla para evitar que el componente entre en un estado de falla. cubre lo que comúnmente se conoce como mantenimiento "predictivo" y "preventivo", aunque RCM utiliza los términos reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica, y mantenimiento a condición.

8.6.2. Reacondicionamiento cíclico

Incluye reajustar la capacidad de un elemento o componente antes o dentro de un límite de vida definido, independientemente de la situación en ese momento.

8.6.3. Sustitución cíclica

Incluye descartar un elemento o componente antes o dentro de un límite de edad definido, independientemente de la situación en ese momento.

8.6.4. Tareas a condición

Incluye la verificación de posibles fallas de modo que se puedan tomar medidas para prevenir fallas funcionales o evitar las consecuencias de fallas funcionales.

8.6.5. Tareas de búsqueda de fallas

Si no se puede encontrar la tarea proactiva para reducir el riesgo de múltiples fallas relacionadas con la función oculta a un nivel bajo tolerable, entonces la tarea de búsqueda de fallas debe realizarse con regularidad. La tarea periódica de resolución de problemas incluye verificar la función oculta para verificar periódicamente si falla.

8.6.6. Ningún mantenimiento programado

Solo es válido en los siguientes casos:

- No se puede encontrar ninguna tarea cíclica adecuada para funciones ocultas, y las múltiples fallas relacionadas no afectarán la seguridad o el medio ambiente.
- Para fallas con consecuencias operativas o no operativas, no se puede encontrar una tarea proactiva que sea costo-eficaz.

8.6.7. Rediseño

Esto significa cualquier operación que implique cambiar un dibujo o una lista de piezas. Incluye modificaciones a las especificaciones de los componentes, agregar nuevos elementos, reemplazar toda la máquina por otras marcas o tipos y cambiar la ubicación de la máquina. También significa que otro cambio único en el proceso o proceso afectará la operación de la planta. A su vez, incluye entrenamiento como forma de lidiar con modos de falla específicos.

8.7. DIAGRAMA DE DECISIÓN DE RCM

Aquí, todos los procesos de toma de decisiones se integran en una estructura estratégica única que es aplicable a cada módulo de fallas listado en la tabla de información de RCM. Es un elemento unificado de toma de decisiones, analiza su modo de falla para cada elemento instalado.

8.7.1. Hoja de información

Toda la información necesaria para el análisis se recopila en un documento llamado Hoja de Información RCM, que recopila los siguientes datos:

- Sistema y subsistema para estudiar
- Función
- Fallas funcionales
- Modos de falla
- Efectos de falla

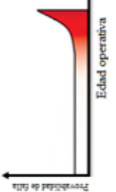
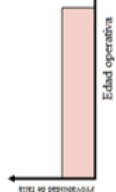
Para ver un ejemplo claro de cómo completar el formulario de información de RCM, consulte la Figura 16. Hoja de información RCM.

Figura 16 Hoja de información RCM.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA		SISTEMA N°	Facilitador:
		Turbina a gas de 5MW		216-05
	SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°	Auditor:
	Sistema de escape		216-05-11	P Jones
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO				
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	
1 Conducir sin restricciones todos los gases calientes de la turbina hasta un punto fijado a 10m encima del techo de la sala de turbinas	A Incapaz de canalizar los gases	1 Montantes del silenciador corroidos	El ensamble del silenciador colapsa y cae al fondo del conducto. La contrapresion hace que la turbina se acelere violentamente y se pare a una alta temperatura de escape. Tiempo de parada de maquina para remplazar el silenciador, hasta cuatro semanas.	
	B Flujo de gases restringido	1 Se desprende parte del silenciador por fatiga	Según la naturaleza del atasco, la temperatura de escape puede subir hasta para la turbina. Particulas de desecho sueltas podrian dañar partes de la turbina. Tiempo de parada de maquina para reparar el silenciador, cuatro semanas.	

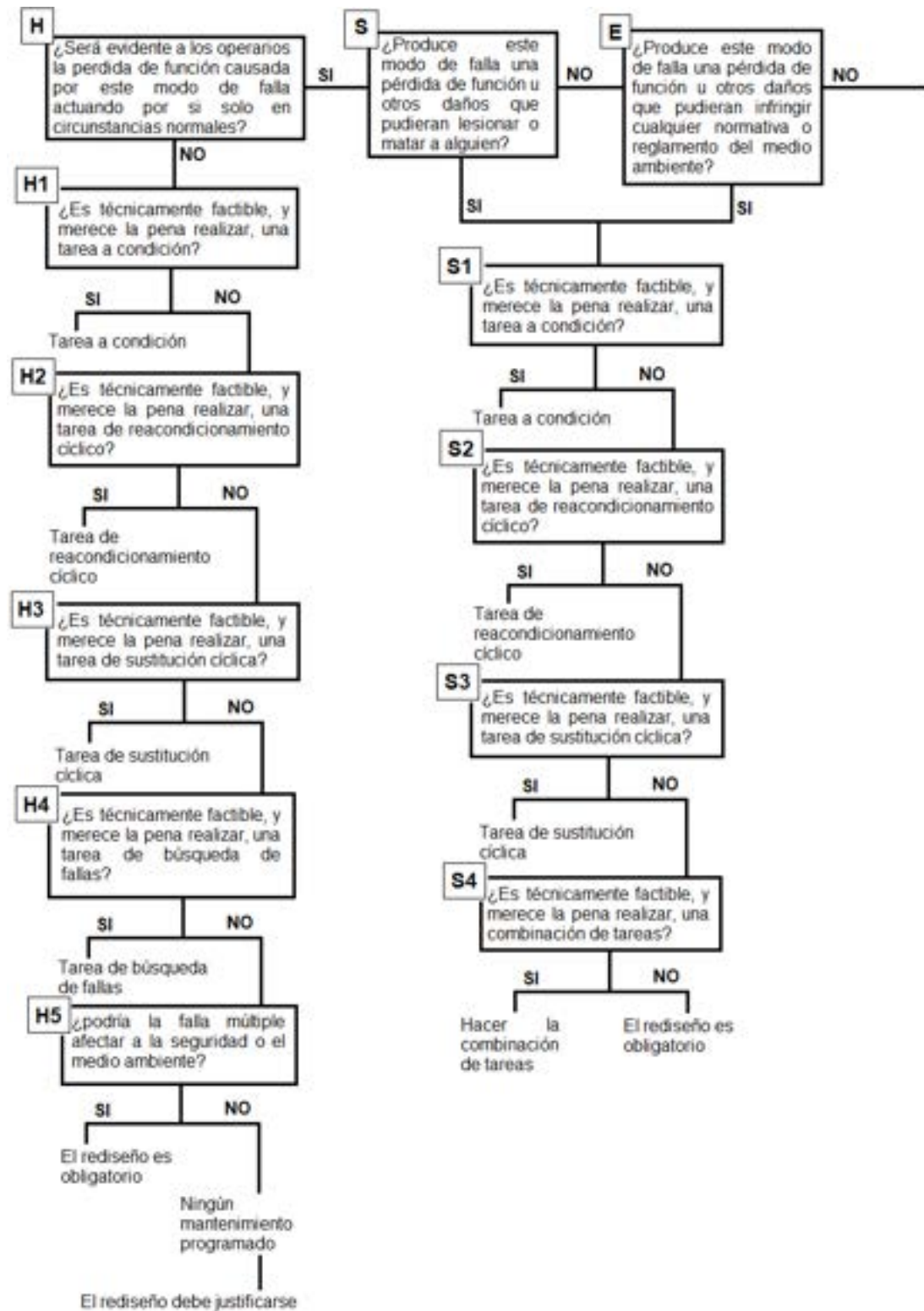
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 18 Ejemplo de diligenciamiento del formato de decisión

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA Recepción de la almendra húmeda		SISTEMA N° 1	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA Tolva de recepción de la almendra		SUBSISTEMA N° 1-1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA	
1	Recibir y almacenar toda la almendra húmeda de los camiones de descarga.	A	Incapaz de contener el fruto	1	Laminas de desgaste destruidas	de	Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desgaste, 4 horas.
2	Conducir sin restricciones la almendra al sin fin transportador.	A	Incapaz de suministrar el fruto	1	obstrucción en la salida del fruto	la	Paso restringido del fruto al sin fin transportador, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la almendra y revisar si la tolva no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revision, 1 hora.
						 	
						PATRON	
HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA Recepción de la almendra húmeda		SISTEMA N° 1	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA Tolva de recepción de la almendra húmeda		SUBSISTEMA N° 1-1	Auditor: -	Fecha -	de 1
Referencia de Información		Tarea Propuesta				Intervalo A realizarse por	
F	FF FM H S E O	H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Acción a falta de		
1	A 1 N N S	S			Inspeccion del estado de las laminas de desgaste/ En caso de desgaste excesivo retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a repararla, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.		1 mes/ por condición Mecánico
2	A 1 N N S	S			Retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a liberar la obstruccion		por condición Auxiliar de mantenimiento

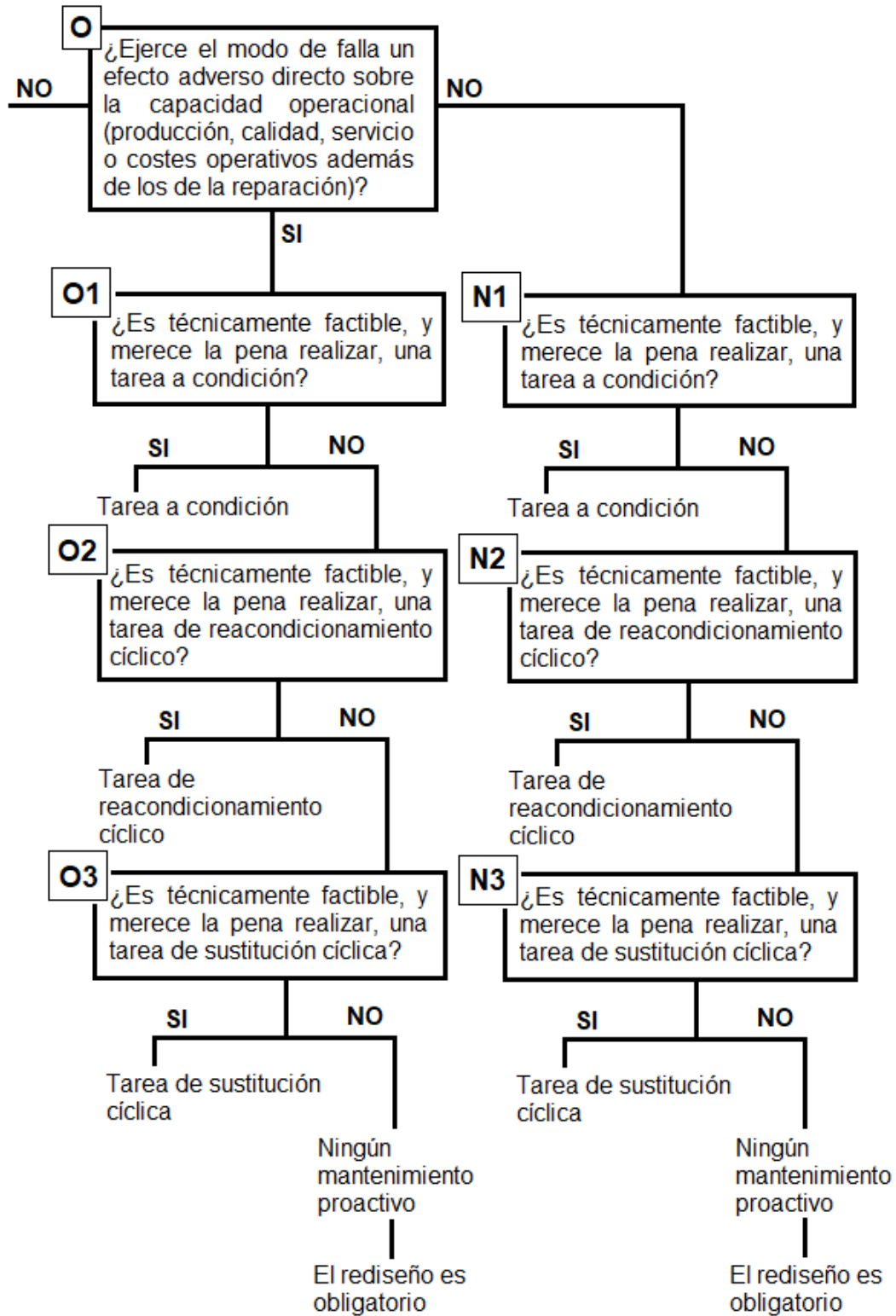
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 19 Diagrama de decisión parte 1



Fuente. Autor del proyecto.

Figura 20 Diagrama de decisión parte 2



Fuente. Autor del proyecto.

8.8. PATRONES DE FALLA

Cada activo tiene un modo de falla distinto con posibilidad de falla, y con el tiempo, esta posibilidad puede tener un comportamiento más o menos específico. La curva que representa el comportamiento de falla se llama patrón de falla.

Existen seis clases de patrones de falla, que pueden caracterizar un conjunto de modos de falla en un activo en particular.

8.8.1. Patrón de falla A

También conocida como "curva de la bañera", en realidad es una combinación de dos o más tipos diferentes de fallas, uno de los cuales incluye la mortalidad infantil, y la probabilidad de falla del otro tipo de falla aumenta con la edad. En otras palabras, la probabilidad condicional de falla se presenta al inicio de su vida útil y al final de esta, como se muestra en la figura 21. Patrón de falla A "La curva de la bañera".

Figura 21 Patrón de falla A "La curva de la bañera"

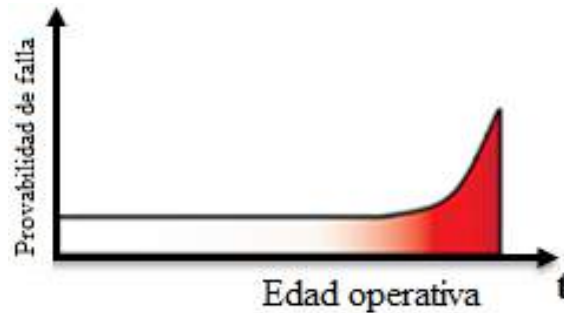


Fuente. Autor del proyecto.

8.8.2. Patrón de falla B

También conocida como "Desgaste" o "Vista tradicional", esta falla está relacionada con la vida útil, en este caso se observan pocas fallas aleatorias que aumentan con la vida del activo. En otras palabras, la probabilidad condicional de falla se da por el desgaste del activo como se muestra en la figura 22. Patrón de falla B "Desgaste".

Figura 22 Patrón de falla B "Desgaste"



Fuente. Autor del proyecto.

8.8.3. Patrón de falla C

También llamado "fatiga", significa que la probabilidad de falla aumentado de modo uniforme y no existe ningún lugar gráficamente para decir "aquí es donde falla". Creemos que la causa del modo de falla C es la fatiga. La fatiga es causada por estrés periódico como se muestra en la figura 23. Patrón de falla C "Fatiga".

Figura 23 Patrón de falla C "Fatiga"

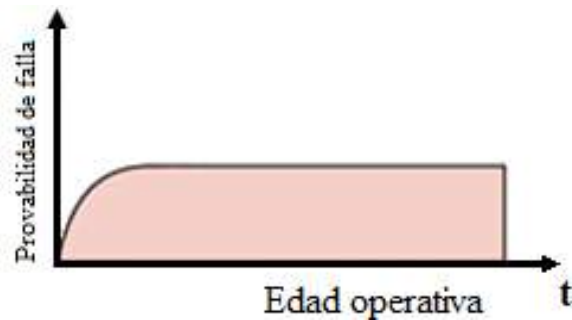


Fuente. Autor del proyecto.

8.8.4. Patrón de falla D

También llamado "Periodo inicial de acostumbramiento", este tipo de falla se da por una pequeña posibilidad de falla cuando el dispositivo es nuevo, luego, aumenta rápidamente a un nivel constante. En otras palabras, el aumento de la probabilidad condicional de falla luego de superar su etapa inicial se hace constante como se muestra en la figura 24. Patrón de falla D "Periodo inicial de acostumbramiento"

Figura 24 Patrón de falla D "Periodo inicial de acostumbramiento"

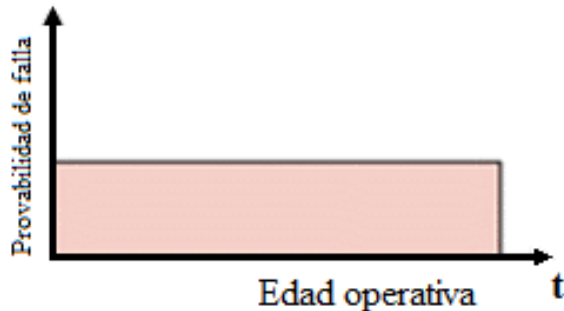


Fuente. Autor del proyecto.

8.8.5. Patrón de falla E

También llamado "Patrón de falla aleatorio", este tipo de falla ocurre de modo aleatorio o al azar. La falla aleatoria de un elemento significa que la probabilidad de falla en un período es la misma que la probabilidad de falla en cualquier otro período. En otras palabras, la probabilidad condicional de falla es constante como se muestra en la figura 25. Patrón de falla E "Aleatorio".

Figura 25 Patrón de falla E "Aleatorio"

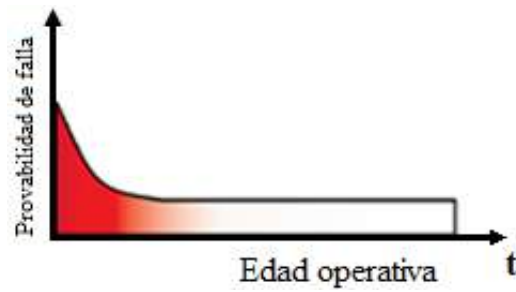


Fuente. Autor del proyecto.

8.8.5. Patrón de falla F

También llamado "Mortalidad infantil", este tipo de falla ocurre cuando se tiene una probabilidad de falla inicial, seguido de un constante o disminución en la probabilidad de fallo. En otras palabras, la probabilidad condicional de falla decrece con la edad. Como se muestra en la Figura 26. Patrón de falla F "Mortalidad infantil"

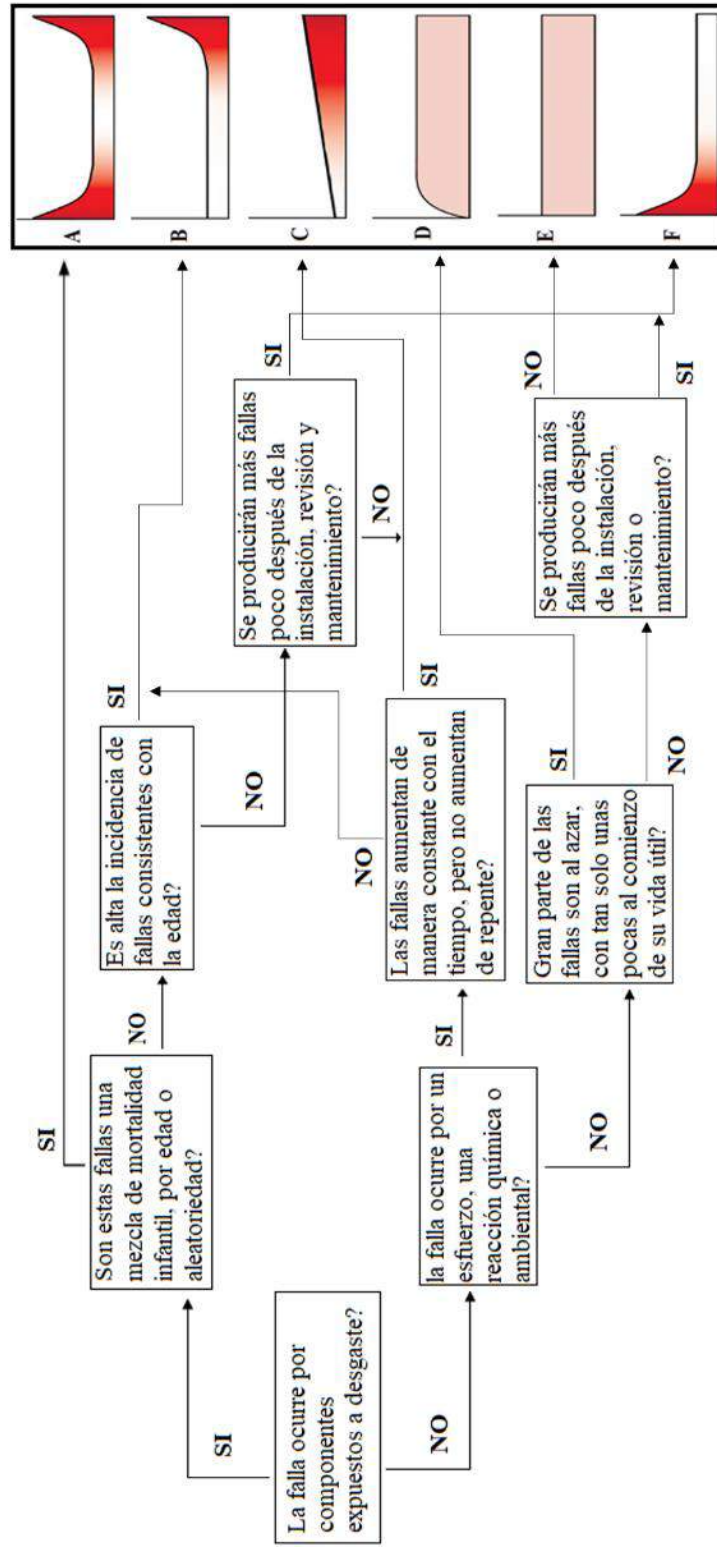
Figura 26 Patrón de falla F "Mortalidad infantil"



Fuente. Autor del proyecto.

A continuación, se realizó el diagrama de patrones de falla en función de la selección más apropiado por elemento analizado, ver Figura 27. Diagrama de patrones de falla.

Figura 27 Diagrama de patrones de falla



Fuente. Autor del proyecto.

CAPÍTULO 9 EQUIPOS ANALIZADOS

9.1. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA HÚMEDA

Figura 28 Tolva de recepción de la almendra húmeda.



Fuente. Industrias Acuña.

9.1.1. Descripción

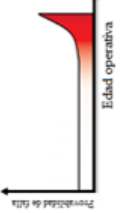
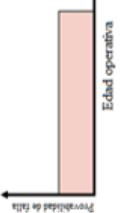
La tolva de recepción de la almendra húmeda de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero inoxidable, también cuenta con unas láminas de desgaste internas y tiene una capacidad de carga variable según especificaciones del cliente. Ver Figura 28. Tolva de recepción de la almendra húmeda.

9.1.2. Funcionamiento

Los racimos de fruta cortados enteros y limpios en campo son llevados a la planta extractora de aceite de palmiste, la almendra entera atraviesa un imán permanente que evita la entrada al proceso de partículas metálicas, el fruto es depositado en las tolvas de recepción para mantener un flujo constante de fruto en todo el funcionamiento de la planta, depositando luego la almendra húmeda a un transportador encargado de dirigir el fruto al siguiente proceso.

A continuación, se muestra el AMEF de la tolva de recepción, ver figura 29.

Figura 29 AMEF Tolva de recepción de la almendra húmeda

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Recepción de la almendra húmeda</i>		SISTEMA N° 1	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Tolva de recepción de la almendra húmeda</i>		SUBSISTEMA N° Auditor: 1 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1	Recibir y almacenar toda la almendra húmeda de los camiones de descarga.	A Incapaz de contener el fruto	1 Laminas de desgaste destruidas	Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.			
2	Conducir sin restricciones la almendra al sin fin transportador.	A Incapaz de suministrar el fruto	1 obstrucción en la salida del fruto	Paso restringido del fruto al sin fin transportador, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la almendra y revisar si la tolva no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revision, 1 hora.			

Fuente. Autor del proyecto.

9.2. SIN FIN TRANSPORTADOR DE ALMENDRA HÚMEDA

Figura 30 Sin fin transportador de almendra húmeda



Fuente. Industrias Acuña.

9.2.1. Descripción

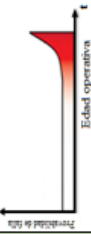


El transportador sin fin de almendra húmeda de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, la cual tiene una capacidad de carga operacional variable según especificaciones del cliente. La construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero con láminas de desgaste internas, un eje sin fin acoplado a los cojinetes y chumaceras, este es movido por un sistema de transmisión acoplado a un motorreductor. Ver Figura 30.

9.2.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del equipo es mover la almendra húmeda hacia el elevador de cangilones a través del sistema de transmisión que consta de un motorreductor que proporciona el movimiento de giro al tornillo sin fin de alas helicoidales, el eje va ensamblado a una serie de cojinetes y chumaceras que dependiendo de su distancia puede llevar cojinetes intermedios que se utilizarían como puntos de apoyo para evitar la deformación o flexión de la espiral.

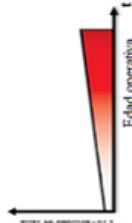
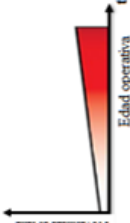
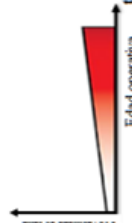
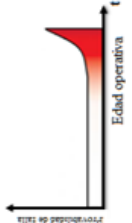
La carga se realizará en el extremo superior, mientras que la descarga se realizará en el extremo inferior. A continuación, se muestra el AMEF del sin fin transportador de almendra húmeda, ver figura 31-32-33.

Figura 31 AMEF Sin fin transportador de almendra húmeda parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA <i>Recepción de la almendra húmeda</i>	SISTEMA N° 1	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
	SUB-SISTEMA <i>Sin fin transportador de almendra húmeda</i>	SUBSISTEMA N° 1 - 2	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO					
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON	
1	Recibir la almendra húmeda de la tolva de recepción.	A Incapaz de contener el fruto	1 Laminas desgaste destruidas	Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.	
2	Transportar del punto de recibido del fruto hasta el punto de descarga del sin fin.	A Incapaz de llevar del punto A al punto B el fruto.	1 Agarramiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor deja de funcionar y el flujo de almendras al elevador se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolos si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesta, se tardará 4 horas.	
		2 Daño del motorreductor		En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 días, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.	

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 32 AMEF Sin fin transportador de almendra húmeda parte 2

	<p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>		
3	<p>Fractura debilitamiento estructural</p>	<p>o La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>	
4	<p>Falta lubricación que partes necesitan</p>	<p>de El esfuerzo constante del tornillo sin fin para transportar la almendra, genera una fatiga del material, ya que este eje está sometido a diversos tipos de cargas. El flujo de salida se corta o es pausado, se procede a apagar el activo y abrir el transportador para revisar su estado. En caso de fractura o rotura del eje, debe ser desmontado por el personal de mantenimiento y ser reparado, en tal ocurrencia que el eje no pueda ser reparado, debe ser cambiado por uno de repuesto. Tiempo de parada de la máquina para reparación, 3 días, si se sustituye el eje asumiendo que se tienen el de repuesto, se tardará, 1 día.</p>	
5	<p>Fractura sin fin</p>	<p>1 Helices destruidas</p>	
B	<p>Incapaz de dosificar el fruto a lo largo del transportador</p>		

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 33 AMEF Sin fin transportador de almendra húmeda parte 3

<p>3 Entregar la almendra húmeda del transportador al elevador de caangliones.</p>	<p>A Incapaz de entregar el fruto al elevador</p>	<p>1 La velocidad de giro del sin fin no es la indicada.</p>	<p>Se genera dos casos: la primera es una fuga del fruto, si y solo si la velocidad de giro es muy alta, lo que hace que la velocidad centrifuga generada expulse la materia prima, y la segunda es que sea incapaz de mover la materia prima del punto A al punto B, generando obstrucción de la misma. Tiempo de para de la maquina para instalar otro motor, 2 dias.</p>	
		<p>2 Obstruccion por elementos extraños</p>	<p>La máquina se detiene, luego se retra la almendra húmeda del transportador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.3. ELEVADOR DE CANGILONES DE LA ALMENDRA HÚMEDA

Figura 34 Elevador de cangilones de la almendra húmeda



Fuente. Industrias Acuña.




9.3.1. Descripción

El elevador de cangilones de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, la cual tiene una capacidad de carga operacional de variable según especificaciones del cliente. La construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero con láminas de desgaste internas, una banda treslonas, una base tensora, un sistema de transmisión por cadena acoplada a una polea conductora, chumaceras inferior y superior, y un sistema de cangilones. Ver Figura 34.

9.3.2. Funcionamiento del equipo

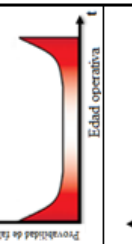
El principio de funcionamiento del equipo es recibir la carga de almendra húmeda suministrada por el transportador sin fin y posteriormente, los cangilones internos elevan mediante una banda transportadora, a la cual se encuentra unida. Esta banda es movida gracias al motorreductor que se encuentra en la parte superior del equipo ajustado por un sistema de acople y cadena, haciendo que los cangilones suban y bajen a cierta velocidad. Esa misma velocidad que se genera la también llamada fuerza centrífuga es la que realiza la descarga del fruto en la parte superior, depositándose en el siguiente equipo. A continuación, se muestra el AMEF del elevador de cangilones, ver figura 35-36-37.

Figura 35 AMEF Elevador de cangilones de la almendra húmeda parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Recepción de la almendra húmeda</i>		SISTEMA N° 1	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Elevador de cangilones de almendra húmeda</i>		SUBSISTEMA N° 1 - 3	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON	
1	Recibir la almendra húmeda del símfín transportador	A Incapaz de recibir la almendra húmeda	1 Obstrucción por elementos extraños en la entrada del elevador	La máquina se detiene, luego se retira la almendra húmeda del elevador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.			
2	Transportar del punto de recibido del fruto hasta el punto de descarga del elevador.	A Incapaz de llevar del punto A al punto B el fruto.	1 Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor deja de funcionar y el flujo de almendras al elevador se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesto, se tardará 6 horas.			
			2 Daño del motorreductor	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 días, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.			

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 36 AMEF Elevador de cangilones de la almendra húmeda parte 2

	3	Fractura debilitamiento estructural	<p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>	
	4	Falta lubricación partes que necesitan	<p>o La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>	
	5	Desalineamiento de la banda arrastre cangilones	<p>o Se empieza a escuchar ruidos extraños al interior del transportador, los cangilones golpean el cuerpo que los rodea, ocasionando fracturas y desgaste de los mismos, esto se genera por el desalineamiento de la banda de arraste. Tiempo de parada de la máquina para corregir y alinear la banda, 6 horas.</p>	
	6	Falta de tensión en la banda transportadora de cangilones	<p>o Se observa la baja capacidad de producción del equipo ya que la polea antiderrapante no puede hacer girar correctamente la banda transportadora, ocasionando pérdidas en la producción y deteriorando la integridad del equipo. Tiempo de parada de la máquina para tensar la banda, 2 horas.</p>	
	7	Degaste rompimiento de cadena engranajes sistema transmisión potencia	<p>o Se hace presencia de altas vibraciones y se empieza a escuchar ruidos extraños, como chillidos o golpes en la transmisión de potencia. Pasa cuando la cadena del sistema de transmisión de potencia de alarga demasiado o se rompe, se hace la revisión de cuando fue la última vez que se hizo el cambio junto a la revisión del estado de los engranajes, luego se procede a cambiarlos. Se debe tensionar la cadena con una holgura indicada para la distancia entre ejes. Tiempo de parada de la máquina para revisión y cambio del sistema de transmisión (cadena y engranajes), 4 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 37 AMEF Elevador de cangilones de la almendra húmeda parte 3

3	Entregar la almendra húmeda al sin fin distribuidor.	A	Incapaz de entregar el fruto al sin fin distribuidor	1	Obstrucción por elementos extraños	La máquina se debiene, luego se retra la almendra húmeda del elevador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.		
					2	Laminas desgaste destruidas	Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de produccion de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.	
					1	Desgaste, fractura o rotura de cangilones	El tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio del mismo, 5 horas.	
B	Incapaz de dosificar el fruto en todos los cangilones de la banda transportadora	1	Desgaste, fractura o rotura de la banda transportadora	Se observa un deterioro de los cangilones por el cual la capacidad de produccion del equipo decae. Se procede al cambio o reparacion de cada uno de los cangilones afectados. El tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio del mismo, 5 horas.				
			10	Desgaste o rotura de la banda transportadora	el motorreductor empieza a girar libremente y el proceso de transporte de la almendra húmeda se debiene, se debe proceder a revisar la banda transportadora, en tal caso de desgaste o rotura de la misma, se porcede a cambiarse. Tiempo de parada de la maquina para cambio de banda, 5 horas.			
			9	Desgaste del antiderripante de la polea motriz	Se empieza a notar que la capacidad de operacion del equipo no es la optima debido a que la polea motriz antiderripante se encuentra desgastada debido a que la banda transportadora no se encuentra lo suficientemente tensa a tal punto que la friccion que se genera, hace que se vuelva lisa e incluso puede llegar a generar incendios. Tiempo de parada de la maquina para reparar la polea motriz y tensar la banda transportadora, 4 horas.			
8	Desajuste de los tornillos que unen los cangilones a la banda transportadora	Se empieza a escuchar ruidos extraños, como chillidos o golpes de los cangilones dentro del elevador, se para la maquina y se realiza una inspeccion del ajuste de los tornillos de los cangilones, realizando el apriete de los tornillos flojos. Tiempo de parada de la maquina para revision y ajuste, 4 horas.						

Fuente. Autor del proyecto.

9.4. SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA HÚMEDA A SILOS

Figura 38 Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos



Fuente. Industrias Acuña.

9.4.1. Descripción

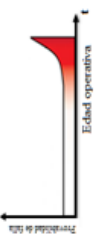


El transportador sin fin distribuidor de almendra húmeda de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, la cual tiene una capacidad de carga operacional de variable según especificaciones del cliente. La construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero con láminas de desgaste internas, un eje sin fin acoplado a los cojinetes y chumaceras, este es movido por un sistema de transmisión acoplado a un motorreductor. Ver Figura 38.

9.4.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del equipo es distribuir la almendra húmeda hacia los silos de secado a través del sistema de transmisión que consta de un motorreductor que proporciona el movimiento de giro al tornillo sin fin de alas helicoidales, el eje va ensamblado a una serie de cojinetes y chumaceras que dependiendo de su distancia puede llevar cojinetes intermedios que se utilizarían como puntos de apoyo para evitar la deformación o flexión de la espiral.

La carga se realizará en un extremo del transportador y la descarga es distribuido por debajo hacia los dos silos encargados del secado de la almendra. A continuación, se muestra el AMEF del sin fin distribuidor de almendra húmeda a los silos, ver figura 39-40-41.

Figura 39 AMEF Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA <i>Secado de la almendra húmeda</i>	SISTEMA N° 2	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
	SUB-SISTEMA <i>Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos</i>	SUBSISTEMA N° 2 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO					
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON	
1 Recibir la almendra húmeda de la tolva de recepción.	A Incapaz de contener el fruto	1 Laminas desgaste destruidas	de Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.		
2 Distribuir la almendra en los silos de secado por los ductos de salida del sin fin transportador	A Incapaz de distribuir la almendra en los silos	1 Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor deja de funcionar y el flujo de almendras al elevador se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los repuesto, se tardará 4 horas.		
		2 Daño del motorreductor	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revision general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 dias, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.		


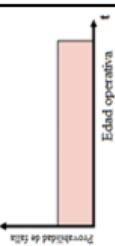
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 40 AMEF Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos parte 2

3	Fractura debilitamiento estructural	o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.		
4	Falta de lubricación que partes necesitan	de La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.		
5	Fractura de tornillo sin fin	de El esfuerzo constante del tornillo sin fin para transportar la almendra, genera una fatiga del material, ya que este eje está sometido a diversos tipos de cargas. El flujo de salida se corta o es pausado, se procede a apagar el activo y abrir el transportador para revisar su estado. En caso de fractura o rotura del eje, debe ser desmontado por el personal de mantenimiento y ser reparado, en tal ocurrencia que el eje no pueda ser reparado, debe ser cambiado por uno de repuesto. Tiempo de parada de la máquina para reparación, 3 días, si se sustituye el eje asumiendo que se tienen el de repuesto, se tardará, 1 día.		
B	Incapaz de dosificar el fruto a lo largo del transportador	1 Helices destruidas		

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 41 AMEF Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos parte 3

<p>3 Entregar almendra húmeda del sin fin distribuidor a los silos de secado</p>	<p>A Incapaz de entregar el fruto a los silos</p>	<p>1 La velocidad de giro del sin fin no es la indicada.</p>	<p>Se genera dos casos: la primera es una fuga del fruto, si y solo si la velocidad de giro es muy alta, lo que hace que la velocidad centrifuga generada expulse la materia prima, y la segunda es que sea incapaz de mover la materia prima del punto A al punto B, generando obstrucción de la misma. Tiempo de para de la maquina para instalar otro motor asumiendo que se tenga otro de replazo, 6 horas.</p>	
		<p>2 Obstruccion por elementos extraños</p>	<p>La máquina se detiene, luego se retira la almendra húmeda del transportador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.5. SILOS DE SECADO DE LA ALMENDRA

Figura 42 Silos de secado de la almendra



Fuente. Industrias Acuña.

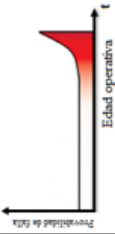
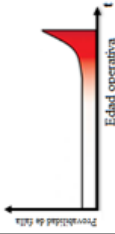


9.5.1. Descripción

Los silos de secado de la planta de extracción de aceite de palmiste se encuentran diseñados de dos secciones, cuadrados o redondos y fabricados en lámina de acero perfilado, este equipo cuenta con un sistema de suministro de aire que es calentado por un intercambiador de calor instalado en los conductos. Su capacidad de operación puede variar según el cliente. Ver Figura 42.

9.5.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento de la máquina es reducir la humedad de las almendras, para ello se utilizan intercambiadores de calor y ventiladores para hacer circular el vapor de agua del silo a través de las tuberías internas para mantener la temperatura entre 70 y 50 °C. Esto se hace para mantener unas características específicas a la hora de extraer el aceite, ya que, si la temperatura es superior a 70 °C, el palmiste puede volverse negro y su calidad puede disminuir; si la temperatura es inferior a 50 °C, es posible que el proceso de extracción del aceite no se complete de manera eficiente y su calidad se vea afectada. A continuación, se muestra el AMEF del silo de secado de la almendra, ver figura 43-44.

Figura 43 AMEF Silos de secado de la almendra parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA <i>Secado de la almendra húmeda</i>	SISTEMA N° 2	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
	SUB-SISTEMA <i>Silos de secado de la almendra húmeda</i>	SUBSISTEMA N° 2 - 2	Auditor: -	Fecha -	de 2
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO					
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON	
1 Almacénar un promedio de 2T/h de almendra dentro del silo de secado.	A Incapaz de contener la almendra dentro del silo.	1 Laminas desgastadas destruidas.	Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.		
2 Realizar el proceso de secado de la almendra a una humedad de 4% y 5%, manteniendo una temperatura entre 50 - 70°C.	A Incapaz de mantener la temperatura entre 50 - 70°C y una humedad entre un 4% y 5%	1 Falla Intercambiador de calor	La almendra no se seca apropiadamente, por consiguiente no se disminuye la humedad necesaria para garantizar la mayor extracción de aceite, además se presenta una mayor aceites y una rápida descomposición del fruto. Tiempo de parada de la maquina para revision y mantenimiento del equipo, 1 día.		
		2 Fractura debilitamiento estructural	Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.		
		3 Falla del motor eléctrico del ventilador	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se debiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 días. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 8 horas.		

Fuente. Autor del proyecto.

9.6. SIN FIN TRANSPORTADOR INCLINADO DE ALMENDRA SECA

Figura 45 Sin fin transportador inclinado de almendra seca



Fuente. Industrias Acuña.

9.6.1. Descripción

El transportador sin fin de almendra seca de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, la cual tiene una capacidad de carga operacional variable según especificaciones del cliente. La construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero con láminas de desgaste internas, un eje sin fin acoplado a los cojinetes y chumaceras, este es movido por un sistema de transmisión acoplado a un motorreductor. Ver Figura 45.

9.6.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del equipo es mover la almendra seca hacia el elevador de cangilones a través del sistema de transmisión que consta de un motorreductor que proporciona el movimiento de giro al tornillo sin fin de alas helicoidales, el eje va ensamblado a una serie de cojinetes y chumaceras que dependiendo de su distancia puede llevar cojinetes intermedios que se utilizarían como puntos de apoyo para evitar la deformación o flexión de la espiral.

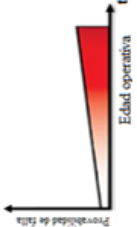
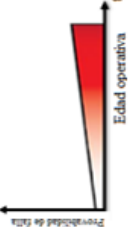
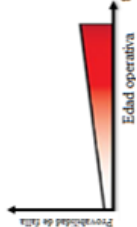
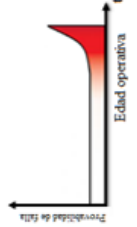
La carga se realizará en el extremo superior, mientras que la descarga se realizará en el extremo inferior. A continuación, se muestra el AMEF del sin fin transportador inclinado de almendra seca, ver figura 46-47-48.

Figura 46 AMEF Sin fin transportador inclinado de almendra seca parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Secado de la almendra húmeda</i>		SISTEMA N° 2	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Sin fin transportador inclinado de almendra seca</i>		SUBSISTEMA N° 2 - 3	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1	Recibir la almendra del silo de secado.	A Incapaz de contener el fruto	1 Láminas desgastadas destruidas	de Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de máquina para reparar la lamina de desgaste, 4 horas.			
2	Transportar del punto de recibido del fruto hasta el punto de descarga del sin fin.	A Incapaz de llevar del punto A al punto B el fruto.	1 Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor se detiene y el flujo de almendras al elevador se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los repuesto, se tardará 4 horas.			
			2 Daño del motorreductor	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 días, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.			


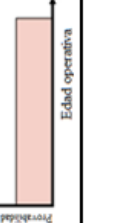
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 47 AMEF Sin fin transportador inclinado de almendra seca parte 2

	<p>Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>	
3	<p>Fractura debilitamiento estructural</p>	
4	<p>Falta de lubricación que partes necesitan</p>	
5	<p>Fractura de tornillo sin fin</p>	
3	<p>Fractura debilitamiento estructural</p>	<p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>
4	<p>Falta de lubricación que partes necesitan</p>	<p>de La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>
5	<p>Fractura de tornillo sin fin</p>	<p>de El esfuerzo constante del tornillo sin fin para transportar la almendra, genera una fatiga del material, ya que este eje esta sometido a diversos tipos de cargas. El flujo de salida se corta o es pausado, se procede a apagar el activo y abrir el transportador para revidar su estado. En caso de fractura o rotura del eje, debe ser desmontado por el personal de mantenimiento y ser reparado, en tal ocurrencia que el eje no pueda ser reparado, debe ser cambiado por uno de repuesto. Tiempo de parada de la maquina para reparacion, 3 dias, si se sustituye el eje asumiento que se tienen el de respuesto, se tardará, 1 dia.</p>
1	<p>Helices destruidas</p>	<p>No hay homogeneidad en la distribución de la materia prima a lo largo del transportador, se debe detener el motor del subsistema y se procede a cambiar el aspa afectada debiendo haber aspas de repuestos en el stock de repuestos . Tiempo de parada de la máquina, 8 horas.</p>
B	<p>Incapaz de dosificar el fruto a lo largo del transportador</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

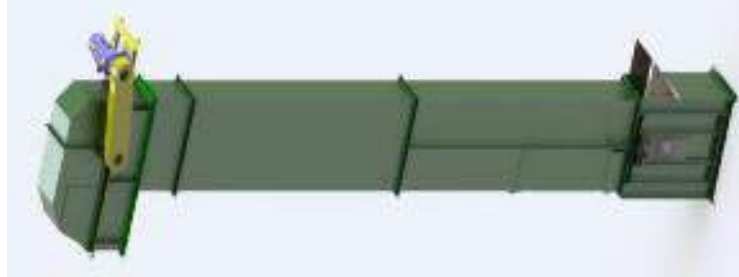
Figura 48 AMEF Sin fin transportador inclinado de almendra seca parte 3

<p>3 Entregar almendra seca del transportador al elevador de cangilones.</p>	<p>A Incapaz de entregar el fruto al elevador</p>	<p>1 La velocidad de giro del sin fin no es la indicada.</p>	<p>Se genera dos casos: la primera es una fuga del fruto, si y solo si la velocidad de giro es muy alta, lo que hace que la velocidad centrifuga generada expulse la materia prima, y la segunda es que sea incapaz de mover la materia prima del punto A al punto B, generando obstrucción de la misma. Tiempo de parada de la maquina para instalar otro motor asumiendo que se tenga otro de replazo, 6 horas.</p>	
		<p>2 Obstrucción por elementos extraños</p>	<p>La máquina se debiene, luego se retra la almendra húmeda del transportador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.7. ELEVADOR DE CANGILONES DE LA ALMENDRA SECA

Figura 49 Elevador de cangilones de la almendra seca



Fuente. Industrias Acuña.




9.7.1. Descripción

El elevador de cangilones de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, la cual tiene una capacidad de carga operacional variable según especificaciones del cliente. La construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero con láminas de desgaste internas, una banda treslonas, una base tensora, un sistema de transmisión por cadena acoplada a una polea conductora, chumaceras inferior y superior, y un sistema de cangilones. Ver Figura 49.

9.7.2. Funcionamiento del equipo

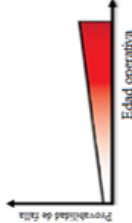
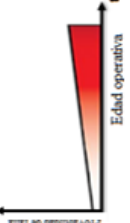
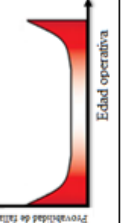
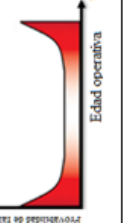
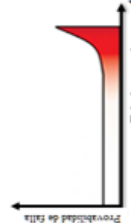
El principio de funcionamiento del equipo es recibir la carga de almendra seca suministrada por el transportador sin fin y posteriormente, los cangilones internos elevan mediante una banda transportadora, a la cual se encuentra unida. Esta banda es movida gracias al motorreductor que se encuentra en la parte superior del equipo ajustado por un sistema de acople y cadena, haciendo que los cangilones suban y bajen a cierta velocidad. Esa misma velocidad que se genera la también llamada fuerza centrífuga es la que realiza la descarga del fruto en la parte superior, depositándose en el siguiente equipo. A continuación, se muestra el AMEF del elevador de cangilones de almendra seca, ver figura 50-51-52.

Figura 50 AMEF Elevador de cangilones de la almendra seca parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Secado de la almendra húmeda</i>		SISTEMA N° 2	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Elevador de cangilones de almendra seca</i>		SUBSISTEMA N° 2 - 4	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1	Recibir la almendra seca del sinfin transportador	A Incapaz de recibir la almendra seca	1	Obstruccion en la entrada del elevador	La máquina se detiene, luego se retira la almendra seca del elevador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.		
2	Transportar del punto de recibido del fruto hasta el punto de descarga del elevador.	A Incapaz de llevar del punto A al punto B el fruto.	1	Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor deja de funcionar y el flujo de almendras al elevador se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesto, se tardará 6 horas.		
			2	Daño del motorreductor	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revision general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 dias, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.		

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 51 AMEF Elevador de cangilones de la almendra seca parte 2

	<p>3 Fractura debilitamiento estructural</p>	<p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>	
	<p>4 Falta lubricación que partes necesitan</p>	<p>de La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>	
	<p>5 Desalineamiento de la banda de arrastre cangilones</p>	<p>Se empiza a escuchar ruidos extraños al interior del transportador, los cangilones golpean el cuerpo que los rodea, ocasionando fracturas y desgaste de los mismos, esto se genera por el desalineamiento de la banda de arraste. Tiempo de parada de la máquina para corregir y alinear la banda, 6 horas.</p>	
	<p>6 Falta de tensión en la banda transportadora de cangilones</p>	<p>Se observa la baja capacidad de producción del equipo ya que la polea antiderrapante no puede hacer girar correctamente la banda transportadora, ocasionando pérdidas en la producción y deteriorando la integridad del equipo. Tiempo de parada de la máquina para tensionar la banda, 2 horas.</p>	
	<p>7 Degaste rompimiento de la cadena engranajes sistema transmisión potencia</p>	<p>o Se hace presencia de altas vibraciones y se empieza a escuchar ruidos extraños, como chillidos o golpes en la transmisión de potencia. Pasa cuando la cadena del sistema de transmisión de potencia de alarga demasiado o se rompe, se hace la revisión de cuando fue la última vez que se hizo el cambio junto a la revisión del estado de los engranajes, luego se procede a cambiarlos. Se debe tensionar la cadena con una holgura indicada para la distancia entre ejes. Tiempo de parada de la máquina para revisión y cambio del sistema de transmisión (cadena y engranajes), 4 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.8. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA SECA

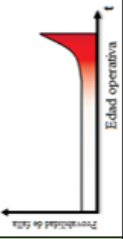

9.8.1. Descripción

La tolva de recepción de la almendra seca de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero inoxidable, que cuenta internamente con láminas de desgaste, tiene una capacidad de carga variable según especificaciones del cliente.

9.8.2. Funcionamiento del equipo

Recibir la almendra seca del elevador de cangilones, los cuales son recibidos luego por el molino de martillos. A continuación, se muestra el AMEF de la tolva de recepción de la almendra seca, ver figura 53.

Figura 53 AMEF Tolva de recepción de la almendra seca

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Molido de la almendra seca</i>		SISTEMA N° 3	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Tolva de recepción para el molido de la de almendra seca</i>		SUBSISTEMA N° Auditor: 3 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1 Recibir y almacenar toda la almendra seca del elevador de cangilones.	A Incapaz de contener el fruto	1 Laminas desgaste destruidas	de Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de produccion de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.				
2 Conducir sin restricciones la almendra al molino de martillos de almendra seca.	A Incapaz de suministrar el fruto	1 obstrucción en la salida del fruto	de Paso restringido del fruto al molino de martillos, esto hace que se pierda la capacidad de produccion de la planta. se debe desocupar la almendra y revisar si la tolva no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revision, 1 hora.				

Fuente. Autor del proyecto.

9.9. MOLINO DE MARTILLOS DE LA ALMENDRA SECA

Figura 54 Molino de martillos de la almendra seca



Fuente. Industrias Acuña.

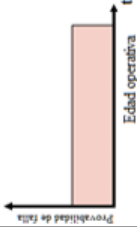
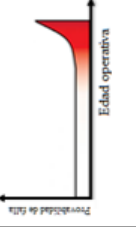
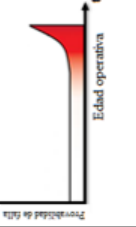
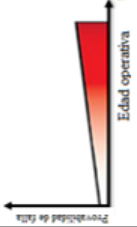
9.9.1. Descripción

El molino de martillos de la almendra seca de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero, es un elemento rotativo que posee un rotor acoplado a una cantidad de martillos determinada según especificaciones del cliente (puede tener entre 42-54-64 martillos dependiendo del tamaño y capacidad del molino) y una criba en acero inoxidable. Posee un orificio de entrada de la almendra entera y otro de la salida de la almendra molida, el sistema de transmisión posee una polea adosada al eje y conectada al motor, la potencia del motor puede variar según la capacidad de operación que desee el cliente. Ver Figura 54.

9.9.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento de la maquina es moler y/o triturar la almendra para que en el siguiente proceso de prensado no se genere tanto desgaste y potencia necesaria en la extracción del aceite. A continuación, se muestra el AMEF del molino de martillos, ver figura 55-56-57-58.

Figura 55 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA	SISTEMA N°	Facilitador:	Fecha	Hoja N°
	Molino de la almendra seca	3	-	-	1
	SUB-SISTEMA	SUBSISTEMA N°	Auditor:	Fecha	de
	Molino de almendra seca	3 - 2	-	-	4
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO					
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON	
1	Recibir la almendra seca de la tolva de recepción.	A Incapaz de recibir la almendra seca.	1 Obstrucción en la entrada del fruto	Paso restringido del fruto al molino de martillos, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la almendra y revisar si la tolva no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revision, 1 hora.	
2	Moler 3,2 T/h de almendra seca	A Incapaz de moler 3,2 T/h de almendra seca	1 Desgaste excesivo de los martillos	Se empieza a notar un descenso de la capacidad del equipo, sobrecargando de fruto el molino, ocasionando una sobrecarga en el sistema de transmisión, se debe proceder a la revisión del estado de los martillos, en caso de desgaste moderado, se debe realizar mantenimiento de soldadura para restaurarlos, y en caso de desgaste excesivo, se debe proceder a cambiar el conjunto completo de martillos. Tiempo de parada de la máquina para reparación y mantenimiento de martillos, 8 horas, Tiempo de parada para cambio de martillos, 8 horas.	
			2 Agarramiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje del rotor del molino, el motor eléctrico y el flujo de almendras se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesta, se tardará 8 horas.	
			3 Desgaste fractura de banda del sistema de transmisión de potencia	El flujo de almendra molida se detiene, se empieza a sobrecargar la el equipo con fruto y el motor se sobreacelera, se debe apagar el sistema y se procede a desmontar la cubierta de protección del sistema de transmisión de potencia, se realiza la inspección de las bandas y se realiza el cambio del todo el conjunto de las bandas, ya que la condición de las bandas debe ser el mismo para todas. Se debe tensionar con un tensiometro segun características de la banda usada. Tiempo de parada de la máquina para cambio de bandas, 2 horas.	

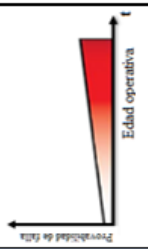
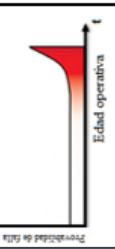
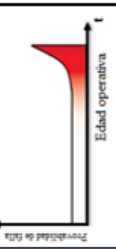
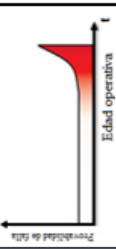
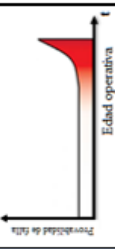
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 56 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 2

	<p>4 Daño del motor eléctrico</p> <p>En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspección de los circuitos de alimentación de energía, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un técnico certificado en motores eléctricos para posteriormente generar un diagnóstico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 días. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 8 horas.</p>
	<p>5 Falta lubricación partes que necesitan</p> <p>La fricción generada por la velocidad de rotación del motor eléctrico y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>
	<p>6 Fractura desgaste excesivo del eje del rotor</p> <p>Se presenta variaciones en el molido, altas vibraciones e incluso ruidos o golpes extraños en el interior del molino, se procede a realizar la inspección del eje del rotor y se determina desgaste o incluso fractura del mismo, se procede a realizar la reparación y mantenimiento por soldadura en caso de desgaste, en tal caso de que se fractura y no tenga reparación, se procede a cambiar el eje por uno nuevo. Tiempo de parada de la máquina para reparación y mantenimiento, 2 días, y tiempo de parada para cambio del eje, 5 horas.</p>
	<p>7 Fractura debilitamiento estructural</p> <p>Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 57 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 3

<p>8 Desajuste de martillos en el rotor del molino</p>	<p>Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el interior del molino, y en la salida del molino se disminuye la capacidad de molienda, se procede a realizar al inspeccion del equipo y se encuentran martillos desajustados o sueltos, esto puede comprometer la criba o el rompedor inferior, ocasionado fugas o daños mas severos. se procede a realizar el ajuste y/o cambio de los martillos afectados. Tiempo de parada de la maquina para ajustar los martillos, 5 horas.</p>	
<p>9 Degraste de fractura de valvula de paso</p>	<p>Se genera obstruccion en el interior del molino por causa del suministro de almendra en la lado incorrecto de giron del rotor de martillos, se procede ha realizar el mantenimiento por soldadura de la pieza afectada. Tiempo de parada de la maquina para repararla, 3 horas.</p>	
<p>10 Degraste excesivo de las poleas del sistema de transmisión potencia</p>	<p>El flujo de almendra molida se disminuye, se empieza a sobrecargar el equipo con fruto y el motor se sobreacelera, se debe apagar el sistema y se procede a desmontar la cubierta de protección del sistema de transmisión de potencia, se realiza la inspeccion de las poleas para determinar el deegraste y reparacion necesario, en caso de no tener reparacion se procede ha realizar el cambio por una polea nueva. Tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio de las poleas, 3 horas.</p>	
<p>11 Degraste de fractura del rompedor</p>	<p>La capacidad de molido disminuye o se detiene, ya que la pieza fundamental que genera el molido se encuentra desgastada o fracturada, generado dallos en la malla de filtrado. Se debe detener el equipo y realizar el mantenimiento o cambio de la pieza según el estado en el que se encuentre. Tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio del rompedor, 5 horas.</p>	
<p>12 Degraste de los ejes de los martillos</p>	<p>Se genera un desajuste de los martillos que pueden generar daños en la malla filtrante, deegraste del rompedor e incluso fracturarlos, se procede a desmontar los ejes de los martillos para reparacion o cambio según sea la gravedad del daño. Tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio de la pieza, 2 días.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 58 AMEF Molino de martillos de la almendra seca parte 4

	<p>13 Desgaste de criba</p> <p>o Se presenta variaciones en el molido de la almendra seca, encontrándose granos mas grandes que no fueron molidos apropiadamente. Se procede a realizar la inspeccion de la criba del molino, en caso de desgaste o fractura se realiza el mantenimiento por soldadura del area dañada. Tiempo de parada de la maquina para reparacion, 2 dias.</p>
	<p>14 Desajuste de los tornillos de la estructura del molino</p> <p>Las constantes vibraciones generadas por el proceso de molido generan desajuste en los tornillos estructurales de la maquina, por el cual puede presentar fallas internas como el desajuste de los martillos o el eje principal del rotor, ocasionado el parado de la maquina. Tiempo de parada de la maquina para ajustar la tornilleria, 6 horas.</p>
	<p>1 de la salida del fruto</p> <p>la obstrucción en la salida del fruto</p> <p>revisar si el molino no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revision, 1 hora.</p>
<p>3 Entregar la almendra molido al fin distribuidor para el luego pasar al proceso de prensado.</p>	<p>A Incapaz de suministrar el fruto</p>

Fuente. Autor del proyecto.

9.10. SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA PARTIDA

Figura 59 Sin fin distribuidor de almendra partida



Fuente. Industrias Acuña.

9.10.1. Descripción




El transportador sin fin distribuidor de almendra partida de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, la cual tiene una capacidad de carga operacional variable según especificaciones del cliente. La construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero con láminas de desgaste internas, un eje sin fin acoplado a los cojinetes y chumaceras, este es movido por un sistema de transmisión acoplado a un motorreductor. Ver Figura 59.

9.10.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del equipo es distribuir la almendra partida hacia las tolvas de recepción de las prensas extractoras de aceite, a través del sistema de transmisión que consta de un motorreductor que proporciona el movimiento de giro al tornillo sin fin de alas helicoidales, el eje va ensamblado a una serie de cojinetes y chumaceras que dependiendo de su distancia puede llevar cojinetes intermedios que se utilizarían como puntos de apoyo para evitar la deformación o flexión de la espiral.

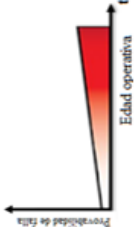
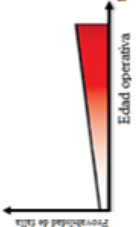
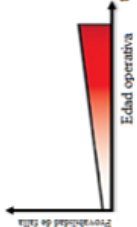
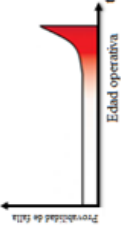
La carga se realizará en un extremo del transportador y la descarga es distribuido por debajo hacia las tolvas de recepción de las prensas encargados de la extracción del aceite. A continuación, se muestra el AMEF del sin fin distribuidor de almendra partida, ver figura 60-61-62.

Figura 60 AMEF Sin fin distribuidor de almendra partida parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Molido de la almendra seca</i>		SISTEMA N° 3	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Sin fin distribuidor de almendra partida</i>		SUBSISTEMA N° 3 - 3	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1	Recibir la almendra partida del molino de martillos.	A Incapaz de contener el fruto	1	Laminas desgaste destruidas	Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.		
2	Distribuir la almendra partida en las tolvas de recepción del sistema de prensado por los ductos de salida del sin fin transportador	A Incapaz de distribuir la almendra en las tolvas de recepción del sistema de prensado	1	Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor deja de funcionar y el flujo de almendras al elevador se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesto, se tardará 4 horas.		
			2	Daño del motorreductor	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 dias, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.		

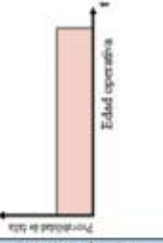
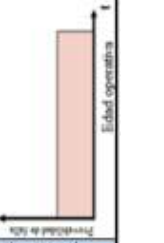
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 61 AMEF Sin fin distribuidor de almendra partida parte 2

	<p>3 Fractura debilitamiento estructural</p> <p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>		<p>4 Falta lubricación que partes necesitan</p> <p>de La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>		<p>5 Fractura tornillo sin fin</p> <p>de El esfuerzo constante del tornillo sin fin para transportar la almendra, genera una fatiga del material, ya que este eje está sometido a diversos tipos de cargas. El flujo de salida se corta o es pausado, se procede a apagar el activo y abrir el transportador para revidar su estado. En caso de fractura o rotura del eje, debe ser desmontado por el personal de mantenimiento y ser reparado, en tal ocurrencia que el eje no pueda ser reparado, debe ser cambiado por uno de repuesto. Tiempo de parada de la máquina para reparación, 3 días, si se sustituye el eje asumiendo que se tienen el de repuesto, se tardará, 1 día.</p>		<p>1 Helices destruidas</p> <p>No hay homogeneidad en la distribución de la materia prima a lo largo del transportador, se debe detener el motor del subsistema y se procede a cambiar el aspa afectada debiendo haber aspas de repuestos en el stock de repuestos. Tiempo de parada de la máquina, 8 horas.</p>	<p>B Incapaz de dosificar el fruto a lo largo del transportador</p>
---	---	---	--	--	--	---	--	---

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 62 AMEF Sin fin distribuidor de almendra partida parte 3

<p>3 Entregar la almendra partida a la tolva de recepción de la prensa de extracción de aceite.</p>	<p>A Incapaz de entregar el fruto a los silos</p>	<p>1 La velocidad de giro del sin fin no es la indicada.</p>	<p>Se genera dos casos: la primera es una fuga del fruto, si y solo si la velocidad de giro es muy alta, lo que hace que la velocidad centrifuga generada expulse la materia prima, y la segunda es que sea incapaz de mover la materia prima del punto A al punto B, generando obstrucción de la misma. Tiempo de parada de la maquina para instalar otro motor asumiendo que se tenga otro de reemplazo, 6 horas.</p>	
		<p>2 Obstrucción por elementos extraños</p>	<p>La máquina se detiene, luego se retira la almendra partida del transportador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.11. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA MOLIDA

9.11.1. Descripción

La tolva de recepción de la almendra molida de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero inoxidable, que cuenta internamente con láminas de desgaste, tiene una capacidad de carga variable según especificaciones del cliente.

9.11.2. Funcionamiento del equipo

Recibir la almendra partida del molino de martillos, los cuales son recibidos luego por la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700. A continuación, se muestra el AMEF de la tolva de recepción de la almendra molida, ver figura 63.

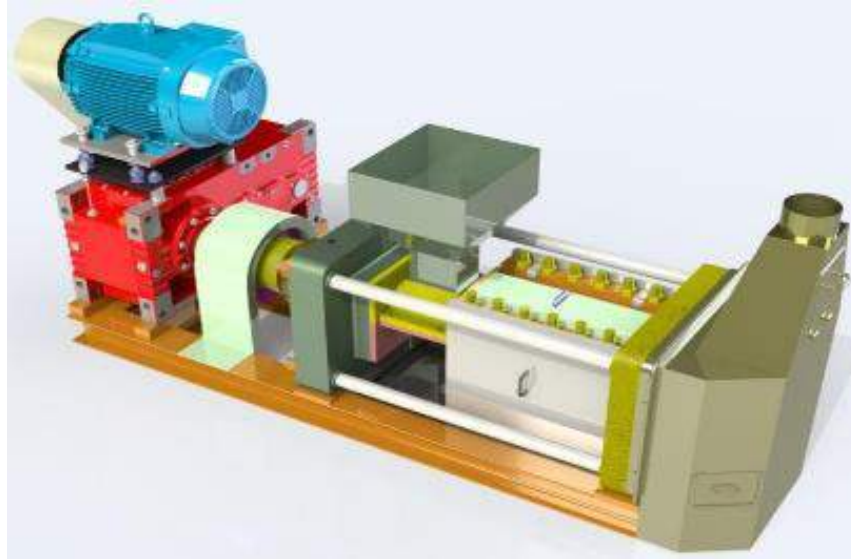
Figura 63 AMEF Tolva de recepción de la almendra molida

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Prensado de la almendra</i>		SISTEMA N° 4	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Tolva de recepción de la almendra molida</i>		SUBSISTEMA N° 4 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1	Recibir y almacenar toda la almendra molida del sin fin distribuidor.	A Incapaz de contener el fruto	1 Laminas desgaste destruidas	de Se genera una fuga del fruto, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.			
2	Conducir sin restricciones a la almendra a la prensa de extraccion de aceite	A Incapaz de suministrar el fruto	1 obstrucción en la salida del fruto	de Paso restringido del fruto a la prensa de extraccion de aceite, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta, se debe desocupar la almendra y revisar si la tolva no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revision, 1 hora.			

Fuente. Autor del proyecto.

9.12. PRENSA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE P-700

Figura 64 Prensa de extracción de aceite de palmiste P-700



Fuente. Industrias Acuña.

9.12.1. Descripción

La prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda. Ver Figura 64, es diseñada y fabricada con aceros especiales, debido a que es el corazón de la planta, se caracteriza por poseer un eje hexagonal y un sistema de sin fines modulares con centro hexagonal, fundidos en aceros especiales anti-desgaste. Este conjunto trabaja dentro de una canasta ranurada ensamblada a partir de platinas y placas solidarias de aceros especiales permitiendo la máxima extracción del aceite de palmiste y por ende un menor índice de pérdida impregnada en torta. El ensamble general de la Prensa de extracción de aceite de palmiste Inal 700 posee:


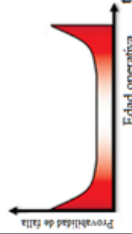

1. Base
2. Transmisión
3. Acople Inal 700
4. Bastidor porta rodamiento

5. Tolva
6. Bastidor
7. Sistema de prensado
8. Extractor de Humos

9.12.2. Funcionamiento del equipo

Su principio de funcionamiento consta de la extracción del aceite en forma de compresión, todo inicia desde el encendido de la máquina, un sistema de transmisión encargado por un motor y un reductor, son los que le transmiten la potencia de giro a un eje hexagonal, a este se le añaden 5 tipos de sin fines modulares y se inserta dentro de una canasta con cuchillas y ranuras, la almendra partida ingresa directamente a la canasta de la prensa por medio de la tolva receptora, allí por medio de compresión generado por los sin fines y la canasta, se extrae tres tipos de compuestos, el primero es una mezcla de aceite con cierto porcentaje de sólidos, el segundo es la torta de palmiste y por último el humo generado por la maquina con una cierta cantidad de sólidos. A continuación, se muestra el AMEF de la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700, ver figura 65-66-67-68-69-70.

Figura 65 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Prensado de la almendra</i>		SISTEMA N° 4	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Prensa de extracción de aceite de palmiste P700</i>		SUBSISTEMA N° 4 - 2	Auditor: -	Fecha -	de 6
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1	Recibir la almendra triturada del sílfm distribuidor	A Incapaz de recibir la almendra triturada	1	Obstrucción en la entrada del fruto	Paso restringido del fruto a la prensa de palmiste p700, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la almendra y revisar si la tolva no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revisión, 1 hora.		Edad operativa
2	Extraer el aceite de la almendra partida	A Incapaz de extraer el aceite de la almendra partida	1	Daño del reductor	Se detiene el equipo, se deja enfriar y se procede a realizar una inspección de campo. Se drena el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del mismo, luego se envía al proveedor del equipo, para reparación. El tiempo de parada de máquina para repararla, 15 días. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 8 horas.		Edad operativa
			2	Daño del motor eléctrico	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspección de los circuitos de alimentación de energía, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un técnico certificado en motores eléctricos para posteriormente generar un diagnóstico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 días. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 8 horas.		Edad operativa

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 66 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 2

	<p>3 Desgaste de la banda de transmisión de potencia</p> <p>o El proceso de extracción de aceite se detiene, se empieza a sobrecargar el equipo con fruto y el motor se sobrecalera, se debe apagar el sistema y se procede a desmontar la cubierta de protección del sistema de transmisión de potencia, se realiza la inspección de las bandas y se realiza el cambio de todo el conjunto de las bandas, ya que la condición de las bandas debe ser el mismo para todas. Se debe tensionar con un tensiometro segun características de la banda usada. Tiempo de parada de la maquina para cambio de bandas, 2 horas.</p>
	<p>4 Desgaste de las poleas del sistema de transmisión de potencia</p> <p>Se empieza a sobrecargar el equipo con fruto y el motor se sobrecalera, se debe apagar el sistema y se procede a desmontar la cubierta de protección del sistema de transmisión de potencia, se realiza la inspección de las poleas para determinar el desgaste y reparación necesario, en caso de no tener reparación se procede a realizar el cambio por una polea nueva. Tiempo de parada de la maquina para reparación o cambio de las poleas, 3 horas.</p>
	<p>5 Desgaste de los dientes de la transmisión de potencia reductor-eje</p> <p>Se empieza a escuchar ruidos extraños o roces en el interior del acople, se realiza la inspección del equipo para determinar el desgaste de los dientes del acople macho y hembra, luego se a reparación por soldadura, de ser muy severo el daño se procede al cambio completo del acople. Tiempo de parada de la maquina para enviarse a reparación, 4 días y en caso de cambio por existencia en el stock de respuestos, 8 horas.</p>
	<p>6 Desgaste del bastidor portacontracono</p> <p>Se empieza a desgastar la cara y las rosca de ajuste donde va sujeta la canasta de la prensa, tambien puede desgastarse la boquilla donde va situado el contracono, por cual se procede a hacer la reparación por soldadura y se recrea la rosca de ajuste de las barras de separación de los bastidores. Tiempo de parada de la maquina para enviarse a reparación del bastidor, 5 días y en caso de cambio por existencia en el stock de respuestos, 8 horas.</p>

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 67 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 3

	<p>7 Desgaste del bastidor portarodamientos</p> <p>Se empieza a desgastar la cara y las rosas de ajuste donde va sujeta la canasta de la prensa, por cual se procede hacer la reparación por soldadura y se recrea la rosca de ajuste de las barras de separación de los bastidores. Tiempo de parada de la máquina para enviarse a reparación del bastidor, 1 semana, y en caso de cambio por existencia en el stock de respuestos, 1 día.</p>
	<p>8 Desgaste del contracono</p> <p>Se empieza a pasar la torta de palmiste sin extraerse correctamente la mayor cantidad de aceite, perdiendo capacidad de producción en la extracción del mismo. Se debe proceder a ajustar la tuerca de ajuste para calibrar el paso de salida de la torta, en caso de desgaste excesivo, se procede a desmontar la pieza y ha realizar un proceso e restauración por soldadura. Tiempo de parada de la máquina para enviarse a reparación, 4 días, en caso de cambio por existencia en el stock de respuestos, 5 horas.</p>
	<p>9 Agarrotamiento de los rodamientos internos del bastidor portarodamientos</p> <p>Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje hexagonal de la prensa, el motorreductor y el flujo de almendras se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando los rodamientos del bastidor portarodamientos, limpiándolos y lubricándolos. En caso de agarrotamiento o daño irreparable del rodamiento, se debe proceder a desmontar la pieza completa y a cambiar cada uno de los rodamientos. Tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye los rodamientos asumiendo que se tienen los respuesto, se tardará 1 día.</p>
	<p>10 Desajuste de los pasadores y tuercas del costillar del sistema de prensado</p> <p>Se presentan altas vibraciones en el cuerpo de la prensa, el proceso de extracción del aceite deba de ser eficiente, drenado parte del fruto por fuera de la prensa sin ser correctamente extraído, se observa que el costillar y la canasta de la prensa se agitan fuera de lo común, Se procede ha realizar la inspeccion del ajuste de toda la tornilleria y tuercas del sistema de prensado, en especifico el costillar. Tiempo de parada de la máquina para ajuste de piezas, 3 horas.</p>

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 68 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 4

	<p>11 Desgaste de las cuchillas de la canasta del sistema prensado</p> <p>Se presenta un disminuyo en la capacidad de extraccion del aceite, y la torta esta saliendo con cierta parte de almendra sin extraerse. Se procede hacer la revision de las cuchillas en el interior de la canasta, se encuentra el desgaste de las dientes del mismo, con lo cual se procede ha relizar el mantenimiento por soldadura de la pieza, en caso de desgaste excesivo se recomienda cambiar el juego de cuchillas por uno nuevo. El tiempo de parada de la maquina para reparacion y cambio de las cuchillas, 2 días.</p>
	<p>12 Desgaste de las ranuras de la canasta del sistema prensado</p> <p>Se presenta obstruccion en las ranuras de la canasta o se puede generar el paso de la almendra partida por las mismas, lo que hace que no se pueda hacer la extraccion del aceite de toda la materia prima suministrada a la prensa. Se procede ha realizar el mantenimiento de la canasta, reforzando con soldadura las ranuras afectadas. En caso de desgaste excesivo y no pueda repararse, se procede ha realizar el cambio de la canasta por una nueva. Tiempo de parada de la maquina para enviarse a reparacion la canasra, 4 días, y en caso de cambio por existencia en el stock de respuestos, 8 horas.</p>
	<p>13 Desgaste de la puntera del sistema prensado</p> <p>Se presenta un incremento en el paso de salida de la torta por lo cual no se esta extrayendo correctamente el aceite de la almendra. Se procede ha realizar la revision del desgaste del cuerpo de la puntera y se observa un desgaste excesivo por lo cual se procede a realizar mantenimiento por soldadura, en caso de no tener reparacion se debe cambiar la pieza por una nueva. Tiempo de parada de la maquina para enviarse a repararla, 4 días, y en caso de cambio por existencia en el stock de respuestos, 5 horas.</p>
	<p>14 Desajuste de la tuerca de ajuste del cono del sistema prensado</p> <p>El desajuste de la tuerca de ajuste del cono, ocasiona la perdida en produccion de la extraccion del aceite, debido a que la torta estaria saliendo con un mayor porcentaje de aceites grasos, con lo cual se debe proceder al ajuste inmediato de la pieza. Tiempo de parada de la maquina para ajuste de la pieza 1 hora.</p>

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 69 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 5

15	Fractura de la boquilla de alimentación superior e inferior	Se presenta una fuga de la almendra partida en la boquilla de lamentación lo que hace que se pierda la producción del equipo, por lo que se procede a detener el suministro del fruto y a desmontar la pieza afectada para el proceso de reparación y soldadura, en caso de no tener reparación se realiza el cambio por una boquilla nueva. Tiempo de parada de la máquina para cambiar la pieza, 4 horas.				
B	Incapaz de dosificar el fruto a lo largo del sin fin del sistema de prensado	El proceso de dosificado de la almendra a lo largo del eje para el proceso de prensado disminuye, no esta circulado la cantidad apropiada de fruto por lo que la capacidad se ve afectada. Se procede a inspeccionar los sinfines de la prensa y se observa el desgaste excesivo de las helices y el cuerpo del sinfin, se procede a reparación y restauración por soldadura, mientras se realiza el cambio por un nuevo sin fin. Tiempo de parada de la máquina para cambiar la pieza, XX horas.				
			2	Desgaste del buje de posición 5-1	Se produce un desajuste de los sin fines lo que puede ocasionar una mala dosificación en capacidad de distribución del eje principal. Se procede a desmontar la pieza para cabiarla por una nueva mientras se hace el proceso de reparación de la ya usada. Tiempo de parada de la máquina para cambio de la pieza por existencia en el stock de respuestos, 3 días.	
			3	Desajuste de la tuerca de apriete de los sinfines	Se desacomodan los sinfines, dejando de regular la dosificación a lo largo del eje, ocasionando graves daños al interior de la canasta y cuchillas, desgastando con mayor rapidez las helices de cada uno de los sinfines. Tiempo de parada de la máquina para ajuste de la tuerca de apriete de los sinfines, 8 horas.	
			4	Desgaste del eje hexagonal de la prensa	Los sin fines empiezan a girar sin el eje, evitando el proceso de dosificación y prensado por compresión de la almendra, se debe abrir el equipo y revisar el estado del eje, se procede a cambiar el eje por uno nuevo, mientras que al otro se envía a reparación y mantenimiento. Tiempo de parada de la máquina para cambio del eje, 4 días	

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 70 AMEF prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 parte 6

	<p>Paso restringido del aceite al sin fin transportador de aceite turbio, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la almendra de la prensa y revisar la canasta del sistema de prensado, ya que allí se encuentran las ranuras por donde pasara el aceite extraido, puede suceder que se hallan tapado por el exceso de solidos acumulados. Tiempo de parada de la maquina para liberar y retirar los solidos, 45 minutos.</p>	<p>Obstruccion en la salida del aceite</p>	<p>1</p>	<p>Incapaz de entregar el aceite extraido</p>	<p>A</p>	<p>3</p>
	<p>Paso restringido de la torta al sin fin transportador de torta, esto puede generar una fuga del material. Se debe desocupar la torta salientes y verificar que ocasiona la obstruccion. Tiempo de parada de la maquina para liberar y retirar los solidos, 1 hora.</p>	<p>Obstruccion en la salida de la torta</p>	<p>1</p>	<p>Incapaz de entregar la torta</p>	<p>A</p>	<p>4</p>
	<p>Los humos de salida del equipo presentan fugas en las bridas de sujecion del sistema de ductos de los humos, puede ocasionar irritacion en los ojos y problemas respiratorios a los operarios. De debe ajustar las bridas de union de los ductos y revisar si se presentan mas fugas a lo largo de todo el sistema de ductos. Tiempo de parada de la maquina para revision y ajuste de bridas, 1 hora.</p>	<p>Fuga en la salida de humos</p>	<p>1</p>	<p>Incapaz de entregar los humos</p>	<p>A</p>	<p>5</p>

Fuente. Autor del proyecto.

9.13. SIN FIN TRANSPORTADOR DE ACEITE DE PALMISTE

Figura 71 Sin fin transportador de aceite de palmiste



Fuente. Industrias Acuña.

9.13.1. Descripción




El transportador sin fin de aceite de palmiste de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero, la cual tiene una capacidad de carga operacional variable, según especificaciones del cliente, la construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero HR con una láminas de desgaste internas en acero inoxidable, un eje sin fin acoplado a los cojinetes y chumaceras, este es movido por un sistema de transmisión acoplado a un motorreductor. Ver Figura 71.

9.13.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del equipo es mover la mezcla de aceite extraído de la prensa hacia un sistema de agitación especial para la mezcla a través del sistema de transmisión que consta de un motorreductor que proporciona el movimiento de giro al tornillo sin fin de alas helicoidales, el eje va ensamblado a una serie de cojinetes y chumaceras que dependiendo de su distancia puede llevar cojinetes intermedios que se utilizarían como puntos de apoyo para evitar la deformación o flexión de la espiral.

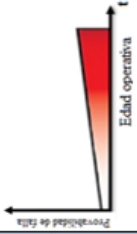
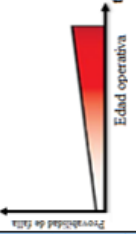

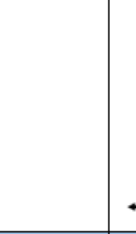
La carga se realizará a lo largo del transportador ya que este se encontrará debajo de dos o más prensas extractoras de aceite, mientras que la descarga se realizará en uno de los extremos del transportador, conduciendo la mezcla al siguiente equipo. A continuación, se muestra el AMEF del sin fin transportador de aceite turbio, ver figura 72-73-74.

Figura 72 AMEF Sin fin transportador de aceite turbio parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Prensado de la almendra</i>		SISTEMA N° 4	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Sin fin transportador de aceite turbio</i>		SUBSISTEMA N° 4 - 3	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON	
1	Recibir el aceite de la almendra de la prensa P700	A Incapaz de contener el aceite	1 Laminas desgastadas destruidas	Se genera una fuga del aceite, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.			
2	Transportar del punto de recibido del aceite hasta el punto de descarga del sin fin.	A Incapaz de llevar del punto A al punto B el aceite.	1 Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor se debiene y el flujo de aceite al tanque con agitación se debiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesto, se tardará 4 horas.			
			2 Daño del motorreductor	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presendia de olor a quemado o simplemente se debiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 dias, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinetes y lo envíe nuevamente al cliente.			

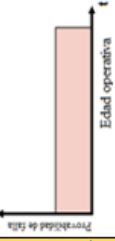
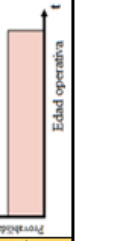
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 73 AMEF Sin fin transportador de aceite turbio parte 2

	<p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>		
3	Fractura debilitamiento estructural	<p>de La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>	
4	Falta lubricación que partes necesitan	<p>de El esfuerzo constante del tornillo sin fin para transportar el aceite, genera una fatiga del material, ya que este eje está sometido a diversos tipos de cargas. El flujo de salida se corta o es pausado, se procede a apagar el activo y abrir el transportador para revisar su estado. En caso de fractura o rotura del eje, debe ser desmontado por el personal de mantenimiento y ser reparado, en tal ocurrencia que el eje no pueda ser reparado, debe ser cambiado por uno de repuesto. Tiempo de parada de la máquina para reparación, 3 días, si se sustituye el eje asumiendo que se tienen el de repuesto, se tardará, 1 día.</p>	
5	Fractura de tornillo sin fin	<p>1 Helices destruidas</p>	
B	Incapaz de dosificar el fruto a lo largo del transportador		

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 74 AMEF Sin fin transportador de aceite turbio parte 3

3	Entregar la almendra seca del transportador al elevador de cangilones.	A	Incapaz de entregar el fruto al elevador	1	La velocidad de giro del sin fin no es la indicada.	Se genera dos casos: la primera es una fuga del aceite, si y solo si la velocidad de giro es muy alta, lo que hace que la velocidad centrifuga generada expulse la materia prima, y la segunda es que sea incapaz de mover la materia prima del punto A al punto B, generando obstrucción de la misma. Tiempo de parada de la maquina para instalar otro motor asumiendo que se tenga otro de replazo, 6 horas.	
				2	Obstrucción por elementos extraños	La máquina se detiene, luego se vacía el aceite del transportador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.	

Fuente. Autor del proyecto.

9.14. TANQUE DE AGITACIÓN

Figura 75 Tanque de Agitación



Fuente. Industrias Acuña.


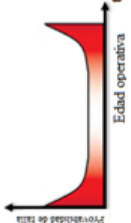
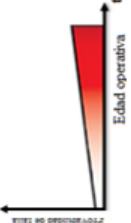
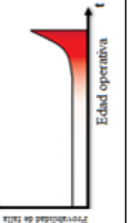
9.14.1. Descripción

El sistema de agitación aceite de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero, cuenta con un motorreductor, un rotor acoplado a una serie de ascas, una camisa interna en acero inoxidable, un cuerpo en acero HR y una salida de la mezcla en la parte inferior. Ver Figura 75.

9.14.2. Funcionamiento del equipo

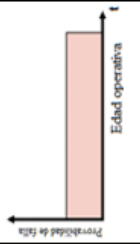


El principio de funcionamiento del equipo es homogeneizar la mezcla de aceite extraído de la prensa, manteniendo en constante movimiento para que los sólidos no se agrupen y obstruyan la tubería. Funciona por medio de un rotor acoplado a un sistema de transmisión que hace girar las aspas moviendo la mezcla a unas 3rpm, luego el aceite pasa por un sistema de tuberías al siguiente equipo de filtrado llamado Tamiz. A continuación, se muestra el AMEF del tanque de agitación, ver figura 76-77.

Figura 76 AMEF Tanque de Agitación parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Homogeneización de la mezcla de aceite y sólidos</i>		SISTEMA N° 5	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Tanque de agitación</i>		SUBSISTEMA N° 5-1	Auditor: -	Fecha -	de 2
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1 Recibir el aceite de la almendra del transportador de aceite	A Incapaz de recibir la mezcla de aceite y sólidos	1	Obstrucción en la entrada de la mezcla	<p>Paso restringido de la mezcla al tanque de agitación, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la mezcla y revisar si el tanque no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso de la mezcla, tiempo necesario para revisión, 1 hora.</p> 			
2 Agitar contantemente la mezcla sólidos y líquidos dentro del tanque	A Incapaz de agitarconstantemente la mezcla dentro del tanque	1	Daño del motorreductor	<p>En ocasiones el motor empiza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentación de energía, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del mismo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 días, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.</p> 			
		2	Fractura del tubo central de alabes	<p>Puede ocasionar una obstrucción y daño grave al interior del equipo si se llega a fracturar por completo el tubo de los alabes, se debe desmontar y reparar la pieza afectada. Tiempo de parada de la maquina para desmontar y colocar uno nuevo, 6 horas.</p> 			
		3	Desgaste de los alabes del sistema de agitación	<p>La mezcla deja de ser homogénea, se presenta aglomeración de sólidos en la salida del tanque, provocando una obstrucción de la mezcla, se procede a desocupar el tanque y a retirar los alabes po unos nuevos, tiempo de parada de la maquina para cambio de alabes, 6 horas.</p> 			

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 77 AMEF Tanque de Agitación parte 2

<p>3 Entregar la mezcla de sólidos y líquidos a la bomba centrífuga de aceite turbio</p>	<p>A Incapaz de entregar la mezcla</p>	<p>1 Obstrucción por elementos extraños</p>	<p>La máquina se detiene, luego se vacía el aceite del tanque. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la mezcla. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.</p>	
			<p>6 Desgaste del cuerpo del tanque que pueden afentar la calidad del aceite y pueden presentar fugas del mismo, se procede ha realizar una inspeccion del equipo, para determinar el tipo de reparacion necesario, en caso de soldadura el tiempo de reparacion es de, 5 horas.</p>	
			<p>4 Desajuste de los tornillos de apriete de los alabes</p> <p>Se empiza a escuchar ruidos extraños al interior del tanque, se percata de que uno o mas alabes se soltaron del tubo del rotor del sistema de agitacion con lo cual puede generar una deshomogenizacion de la mezcla ocasionando obstruccion a la salida del mismo. Se procede a desmontar el tubo y ajustar la pieza suelta, tiempo de parada de la maquina para ajustar, 6 horas.</p>	
			<p>5 Agarrotamiento de las chumaceras</p> <p>Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor se detiene y el flujo de la mezcla de aceite se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiendo que se tienen los respuesto, se tardará 4 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.15. BOMBA DE ACEITE TURBIO

Figura 78 Bomba de aceite turbio



Fuente. Industrias Acuña.

9.15.1. Descripción

La bomba de aceite turbio de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñado con un sistema de succión positiva, debido a que el siguiente equipo se encuentra en una estructura superior al tanque de agitación, el cuerpo e impulsor se fabrican en acero inoxidable para evitar contaminación de la mezcla por oxidación. Ver Figura 78.

9.15.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento de la bomba de aceite turbio es enviar la mezcla hasta el proceso de tamizado, esto se logra gracias a un motor eléctrico que hace girar el impulsor semiabierto, generando una un movimiento centrifugo de la mezcla la cual es dirigida hasta el siguiente equipo. A continuación, se muestra el AMEF de la bomba de aceite turbio, ver figura 79-80.

Figura 79 AMEF Bomba de aceite turbio parte 1

HOJA DE INFORMACION RCM		SISTEMA <i>Homogeneización de la mezcla de aceite y solidos</i>		SISTEMA N° 5	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Bomba de aceite turbio</i>		SUBSISTEMA N° 5 - 2	Auditor: -	Fecha -	de 2
ANALISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1	Recibir la mezcla del sistema de agitacion	A Incapaz de recibir la mezcla de aceite y solidos	1	Obstruccion en la entrada de la mezcla	Paso restringido de la mezcla a la bomba centrifuga, esto hace que se pierda la capacidad de produccion de la planta. se debe desocupar la mezcla y revisar si la bomba no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso de la mezcla, tiempo necesario para revision, 1 hora.		
2	Succionar e impulsar la mezcla a lo largo de la bomba	A Incapaz de succionar e impulsar la mezcla	1	Fractura de la carcasa o cuerpo de la bomba	Puede generar un fuga del fluido, ademas de eso una perdida de la presion que puede causar cavitacion en el interior de la bomba, se debe proceder a desmontar el equipo para para reparacion e instalacion por una nueva carcasa. Tiempo necesario para cambio de la pieza, 3 horas.		
			2	Desgaste del impulsor	o la velocidad de salida del fluido en la bomba empieza a decaer por lo cual se procede ha realizar una revision del impulsor, en caso de desgaste o fractura se debe proceder a cambiar la pieza por una nueva, Tiempo de parada de la maquina para cambio del impulsor, 4 horas.		
			3	Rotura del empaque oring de la carcasa o cuerpo de la bomba	Se genera una perdida de presion y se reistra una fuga del fluido, se procede a desmontar la carcasa y a revisar el empaque oring. en caso de rotura o cristalizacion, se debe retirar y colocar un empaque nuevo. Tiempo de parada de la maquina para reparacion, 2 horas.		
			4	Agarrotamiento de los sellos de los rodamientos	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motor electrico se detiene y el flujo de aceite se detiene, lo que hará que la capacidad de produccion de la planta disminuya. Continuaremos revisando los rodamientos, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolos si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los rodamientos es de 15 minutos, si se sustituye los rodamientos asumiendo que se tienen los respuesto, se tardará 5 horas.		

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 80 AMEF Bomba de aceite turbio parte 2

	<p>5 Falla del sello mecánico</p> <p>Esto puede generar una desviación normal, vibración, cavitación, desalinamiento. Todo esto genera un incremento de energía por parte del motor, pueden generarse fugas o daños mas severos en el interior de la bomba. Tiempo de parada de la máquina para revision y mantenimiento de la bomba, 5 horas.</p>
	<p>6 Debilitamiento del estructural equipo</p> <p>Se puede presentar corrosion, porosidad o desbastacion en el interior de la bomba por fallas como la cavitacion y presencia de elementos extraños. Se suelen escuchar ruidos extraños provenientes del interior de la bomba. Tiempo de parada de la máquina para revision y cambio de piezas afectadas, 3 horas.</p>
	<p>7 Fractura del eje del rotor</p> <p>Se detiene por completo la bomba, se procede a desmontar y a revision del equipo, de encontrarse fracturado se realiza el cambio por un eje nuevoy se revisa las piezas afectadas por la fractura. Tiempo de parada de la máquina para revision y cambio del eje, 5 horas.</p>
	<p>8 Daño del motor electrico</p> <p>En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presdencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 dias. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 4 horas.</p>
	<p>1 Obstruccion por elementos extraños</p> <p>La máquina se detiene, luego se vacia la mezcla de la bomba. Se analiza cual es el elemento extraño que genera la obstrucción de la mezcla. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.</p>
<p>3</p>	<p>Entregar la mezcla al sistema de ductos que comunican con el siguiente equipo</p>
<p>A</p>	<p>Incapaz de entregar la mezcla</p>

Fuente. Autor del proyecto.

9.16. SISTEMA DE FILTRADO POR TAMIZ

Figura 81 Sistema de filtrado por Tamiz



Fuente. Industrias Acuña.

9.16.1. Descripción

El tamizado para el aceite de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñado y fabricado con un sistema de doble filtro, utilizando una malla superior y una malla inferior, posee un sistema de vibración mediante un motor excéntrico y un sistema de pesas que regula la intensidad de vibración. Ver Figura 81.

9.16.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del tamiz es retirar los sólidos más grandes de la mezcla, esto se logra gracias a al sistema de doble filtrado por el cual pasa la mezcla, se suministra la mezcla en la parte superior del tamiz por cual pasaría por el primer filtro con una malla más gruesa retirando partículas y elementos más grandes, por medio del sistema de vibración el aceite pasa al segundo filtro con una malla más fina con la cual nuevamente el sistema de vibración retira la mayor cantidad de solidos de la mezcla. Los sólidos retirados en el primer y segundo filtro son retirados y almacenados en sacos para el consumo y alimentación de animales, sirviendo como proteína. por último, el aceite tamizado es expulsado en la parte inferior del equipo y enviado por un sistema de tuberías al siguiente sistema de filtrado. A continuación, se muestra el AMEF del sistema de filtrado por Tamiz, ver figura 82-83.

Figura 82 AMEF Sistema de filtrado por Tamiz parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Filtrado de la mezcla de aceite y solidos</i>		SISTEMA N° 6	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Tamiz INAL</i>		SUBSISTEMA N° 6 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 2
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1	Recibir la mezcla de la bomba de aceite turbio	A Incapaz de recibir la mezcla de aceite y solidos	1 Obstruccion en la entrada de mezcla	Paso restringido de la mezcla al tamiz, esto hace que se pierda la capacidad de produccion de la planta. se debe desocupar la mezcla y revisar que la entrada del tamiz no contenga elementos extraños que puedan afectar el ingreso de la mezcla, tiempo necesario para revision, 1 hora.			
2	Tamizar la mezcla reduciendo en un porcentaje bajo de solidos en la mezcla	A Incapaz de tamizar la mezcla	1 Filtro de tela dañado	Se empieza a observar presencia de solidos no filtrados en la salida del fluido filtrante. Se procede a desmontar la tela filtrante para cambio. Tiempo de parada de la maquina para revision y cambio del medio filtrante, 3 horas.			
			2 Desajuste del sistema de pesas	Se presenta altas vibraciones y ruidos inusuales en la zona inferior del equipo, se procede a revision del sistema de pesas y ajuste del mismo. Tiempo de parada de la maquina para revision y ajuste, 3 horas.			
			3 Daño del motor electrico	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, prescencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 días. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 4 horas.			

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 83 AMEF Sistema de filtrado por Tamiz parte 2

<p>3 Entregar la mezcla al sistema de ductos que comunican con el siguiente equipo</p>	<p>1 Incapaz de entregar la mezcla</p>	<p>Se presenta fugas, fractura o debilitamiento en ciertas zonas del equipo, se procede a revisión y mantenimiento de zonas afectadas. Tiempo de parada de la máquina para mantenimiento, 3 horas.</p>
<p>4 Debilitamiento estructural del equipo</p>	<p>1 Obstrucción por elementos extraños</p>	<p>La máquina se detiene, luego se vacía la mezcla del tamiz. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la mezcla. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.</p>

Fuente. Autor del proyecto.

9.17. FILTRO DE PRESIÓN

Figura 84 Filtro de presión



Fuente. Industrias Acuña.


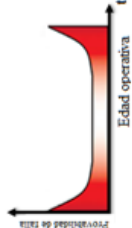
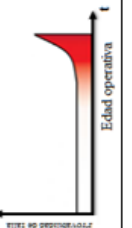

9.17.1. Descripción

El filtro de presión de placas de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñado y fabricado en acero HR, contiene un numero de placas determinadas según la capacidad operacional de cada cliente, una serie de filtros de tela, un sistema de ajuste de las placas, que se puede dar por medio de un cilindro hidráulico o motorreductor directo a un eje acoplado a las placas, también consta de un tanque en la parte inferior que recibe el aceite extraído que sale por un sistema de salida de las placas. la presión que se suministra dentro del tanque es debido a la bomba de alimentación. Ver Figura 84.

9.17.2. Funcionamiento del equipo

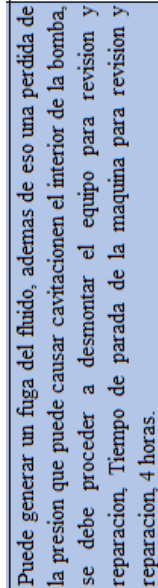
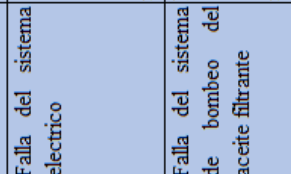
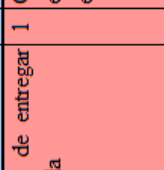

El principio de funcionamiento filtro de presión, es retirar los sólidos de la mezcla, esto se logra gracias a un sistema de placas por la cuales se le inyecta el aceite a presión, logrando que los sólidos queden atrapados en las mallas de las placas, luego el aceite se recoge por la parte inferior del tanque. Para retirar la sedimentación de los sólidos en las placas, se le suministra aire a presión, despegando la masa para luego ser retirada manualmente, o automáticamente según sea el equipo solicitado por el cliente. por último, el aceite filtrado es enviado por un sistema de tuberías al tanque de almacenamiento. A continuación, se muestra el AMEF del filtro de presión, ver figura 85-86.

Figura 85 AMEF Filtro de presión parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Filtrado de la mezcla de aceite y sólidos</i>		SISTEMA N° 6	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Filtro de presión de placas</i>		SUBSISTEMA N° 6-2	Auditor: -	Fecha -	de 2
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1	Recibir el aceite tamizado	A Incapaz de recibir el aceite	1	Obstrucción en la entrada de la mezcla	Paso restringido de la mezcla a la al filtro de placas, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la mezcla y revisar si el filtro de placas no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso de la mezcla, tiempo necesario para revisión, 1 hora.		
2	Filtrar el aceite	A Incapaz de filtrar	1	Falla del cilindro hidráulico	Se presenta un aumento de la presión, causado por la contaminación de aire en el interior del cilindro, también se puede presentar deflexión en el embolo del cilindro, o fugas de aceite. Se procede a revisión y mantenimiento del equipo según sea la severidad del daño, tiempo de parada de la maquina para revisión y mantenimiento, 2 horas, en caso daño irreparable se procede a solicitar un nuevo cilindro hidráulico.		
			2	Filtro de tela sobresaturado	Se procede a liberar las placas del cilindro hidráulico para retirar la sedimentación formada en placas por la compresión de la mezcla hacia los filtros. Tiempo de parada de la maquina para retirar sedimentación, 2 horas.		
			3	Falla del motor eléctrico del sistema hidráulico	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, prescendia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentación de energía, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un técnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 días. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 4 horas.		

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 86 AMEF Filtro de presión parte 2

<p>3</p> <p>Entregar la mezcla al sistema de ductos que comunican con el siguiente equipo</p>	<p>A</p> <p>Incapaz de entregar la mezcla</p>	<p>1</p> <p>Obstrucción por elementos extraños</p>	<p>Puede generar un fuga del fluido, ademas de eso una perdida de la presión que puede causar cavitacion en el interior de la bomba, se debe proceder a desmontar el equipo para revision y reparacion, Tiempo de parada de la maquina para revision y reparacion, 4 horas.</p>	
<p>4</p> <p>Falla de la bomba del sistema hidráulico</p>	<p>4</p> <p>Falla del sistema eléctrico</p>	<p>5</p> <p>Falla del sistema eléctrico</p>	<p>Se detiene el equipo, presenta olor a quemado y el motor no enciende, se procede a revision del circuito eléctrico, en caso de falla, se procede a cambiar los breakers afectados por un tecnico electricista certificado. Tiempo de parada de la maquina para revision y reparacion, 3 horas.</p>	
<p>6</p> <p>Falla del sistema de bombeo del aceite filtrante</p>	<p>6</p> <p>Falla del sistema de bombeo del aceite filtrante</p>	<p>6</p> <p>Falla del sistema de bombeo del aceite filtrante</p>	<p>La bomba presenta fuga, perdida de presión o contaminación de elementos externos, esto puede comprometer la filtracion de aceite. Tiempo de parada del equipo para revision y mantenimiento de la bomba de aceite, 4 horas.</p>	
<p>3</p> <p>Entregar la mezcla al sistema de ductos que comunican con el siguiente equipo</p>	<p>A</p> <p>Incapaz de entregar la mezcla</p>	<p>1</p> <p>Obstrucción por elementos extraños</p>	<p>La máquina se detiene, luego se vacía la mezcla de las placas. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la mezcla. Tiempo de parada de la máquina para liberar la obstrucción, 2 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.18. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE FILTRADO

Figura 87 Tanque de almacenamiento de aceite filtrado



Fuente. Industrias Acuña.

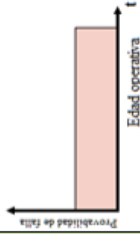
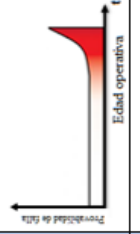
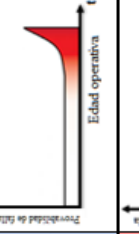

9.18.1. Descripción

El tanque de almacenamiento de aceite filtrado filtro de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñado y fabricado en acero HR, con una recubierta interna de acero inoxidable. Su capacidad puede variar según especificaciones del cliente. Ver Figura 87.

9.18.2. Funcionamiento del equipo

Su principal funcionamiento del tanque de almacenamiento de aceite filtrado es guardar y recoger todo el aceite, para luego ser distribuido a sus clientes. A continuación, se muestra el AMEF del tanque de almacenamiento de aceite filtrado, ver figura 88.

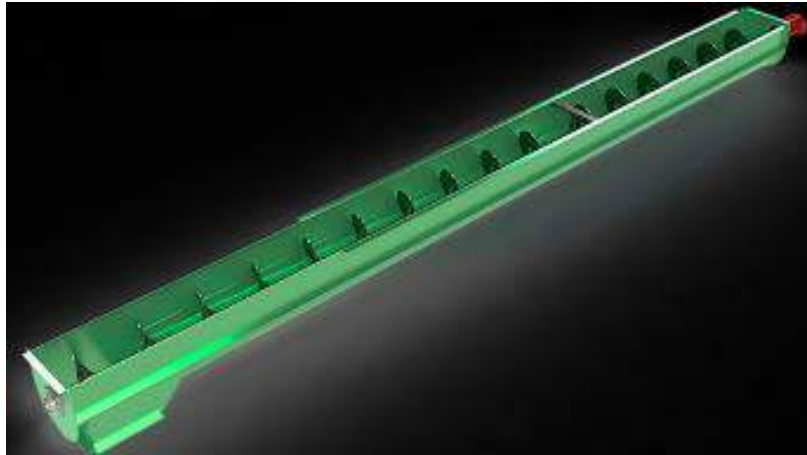
Figura 88 AMEF Tanque de almacenamiento de aceite

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Almacenamiento de aceite</i>		SISTEMA N° 7	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Tanque de almacenamiento de aceite</i>		SUBSISTEMA N° 7-1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1 Recibir el aceite filtrado	A Incapaz de recibir el aceite	1	Obstrucción en la entrada del aceite	Paso restringido del aceite al tanque de almacenamiento por elementos extraños, esto ocasionar fugas y aumento de la presión en las tuberías descarga, tiempo necesario para revision, 1 hora.			
2 Almacenar y la temperatura apropiada al aceite	A Almacenar el aceite filtrado	1	Debilitamiento estructural	Se presenta fuga del aceite, oxidación o fractura en el tanque, Se procede a mantenimiento y reparación por soldadura de las partes afectadas. Tiempo necesario para reparación y mantenimiento, 2 horas.			
	B Mantener temperatura constante en el interior del tanque	1	Falla del intercambiador de calor en los serpentines internos	Los serpentines presentan fugas o no mantienen la temperatura ideal en el interior del tanque, puede afectar la calidad del aceite, Se procede a revisión y mantenimiento del serpentín o del intercambiador de calor. Tiempo necesario para revisión y mantenimiento, 4 horas.			
3 Entregar el aceite a los camiones de descarga	A Incapaz de entregar el aceite	1	Obstrucción por elementos extraños	Se presenta obstrucción por elementos extraños a la salida del aceite, se procede a revisión y liberación de elementos extraños. Tiempo necesario para liberar la obstrucción, 2 horas.			

Fuente. Autor del proyecto.

9.19. SIN FIN TRANSPORTADOR DE TORTA DE PALMISTE

Figura 89 Sin fin transportador de torta de palmiste



Fuente. Industrias Acuña.

9.19.1. Descripción




El transportador sin fin de torta de palmiste de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero, la cual tiene una capacidad de carga operacional variable, según especificaciones del cliente, la construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero HR con una láminas de desgaste internas en acero inoxidable, un eje sin fin acoplado a los cojinetes y chumaceras, este es movido por un sistema de transmisión acoplado a un motorreductor. Ver Figura 89.

9.19.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del equipo es mover la torta formada por la extracción del aceite hecha en la prensa P-700, hacia un elevador de cangilones especial a través del sistema de transmisión que consta de un motorreductor que proporciona el movimiento de giro al tornillo sin fin de alas helicoidales, el eje va ensamblado a una serie de cojinetes y chumaceras que dependiendo de su distancia puede llevar cojinetes intermedios que se utilizarían como puntos de apoyo para evitar la deformación o flexión de la espiral.

La carga se realizará a lo largo del transportador ya que este se encontrará debajo de dos o más prensas extractoras de aceite, mientras que la descarga se realizará en uno de los extremos del transportador, conduciendo la mezcla al siguiente equipo. A continuación, se muestra el AMEF del sin fin transportador de torta de palmiste, ver figura 90-91-92.

Figura 90 AMEF Sin fin transportador de torta de palmiste parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA <i>Prensado de la almendra</i>	SISTEMA N° 4	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
	SUB-SISTEMA <i>Sin fin transportador de torta de palmiste</i>	SUBSISTEMA N° 4 - 4	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO					
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON	
1 Recibir la torta de palmiste de la prensa P700	A Incapaz de contener la torta	1 Laminas desgaste destruidas	Se genera una fuga de la torta de palmiste. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desgaste, 4 horas.		
2 Transportar del punto de recibido de la torta de palmiste hasta el punto de descarga del sin fin.	A Incapaz de llevar del punto A al punto B el aceite.	1 Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor se detiene y el flujo de aceite al tanque con agitación se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubrificándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los repuesto, se tardará 4 horas.		
		2 Daño del motorreductor	En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspección de los circuitos de alimentación de energía, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revisión general del equipo, 8 horas. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 días, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.		

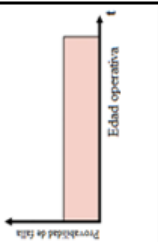
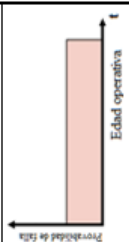
Fuente. Autor del proyecto.

Figura 91 AMEF Sin fin transportador de torta de palmiste parte 2

3	Fractura debilitamiento estructural	<p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>	
4	Falta lubricación que partes necesitan	<p>de La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>	
5	Fractura tornillo sin fin	<p>de El esfuerzo constante del tornillo sin fin para transportar la torta, genera una fatiga del material, ya que este eje está sometido a diversos tipos de cargas. El flujo de salida se corta o es pausado, se procede a apagar el activo y abrir el transportador para revisar su estado. En caso de fractura o rotura del eje, debe ser desmontado por el personal de mantenimiento y ser reparado, en tal ocurrencia que el eje no pueda ser reparado, debe ser cambiado por uno de repuesto. Tiempo de parada de la máquina para reparación, 3 días, si se sustituye el eje asumiendo que se tienen el de repuesto, se tardará, 1 día.</p>	
B	Incapaz de dosificar la torta a lo largo del transportador		<p>1 Helices destruidas</p> <p>No hay homogeneidad en la distribución de la torta a lo largo del transportador, se debe detener el motor del subsistema y se procede a cambiar el aspa afectada debiendo haber aspas de repuestos en el stock de repuestos. Tiempo de parada de la máquina, 8 horas.</p>

Fuente. Autor del proyecto.

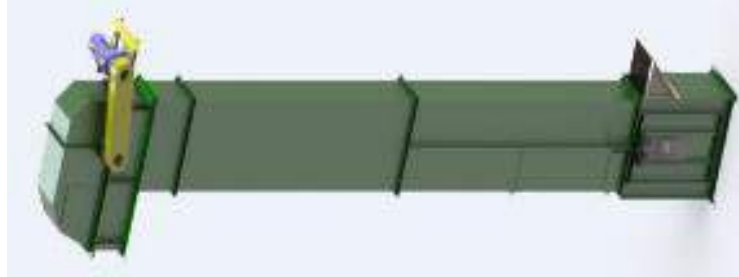
Figura 92 AMEF Sin fin transportador de torta de palmiste parte 3

3	Entregar la torta del transportador al molino de martillos	A	Incapaz de entregar el fruto al molino de martillos	1	La velocidad de giro del sin fin no es la indicada.	Se genera dos casos: la primera es una fuga de la torta, si y solo si la velocidad de giro es muy alta, lo que hace que la velocidad centrífuga generada expulse la materia prima, y la segunda es que sea incapaz de mover la materia prima del punto A al punto B, generando obstrucción de la misma. Tiempo de parada de la máquina para instalar otro motor asumiendo que se tenga otro de remplazo, 6 horas.	
				2	Obstrucción por elementos extraños	La máquina se debiene, luego se vacía la torta del transportador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.	

Fuente. Autor del proyecto.

9.20. ELEVADOR DE CANGILONES DE LA TORTA DE PALMISTE

Figura 93 Elevador de cangilones de la torta de palmiste



Fuente. Industrias Acuña.

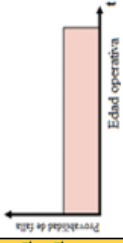

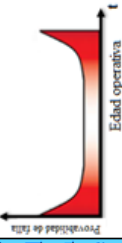
9.20.1. Descripción

El elevador de cangilones de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, la cual tiene una capacidad de carga operacional variable según especificaciones del cliente. La construcción del equipo consta de un cuerpo hecho en acero con láminas de desgaste internas, una banda treslonas, una base tensora, un sistema de transmisión por cadena acoplada a una polea conductora, chumaceras inferior y superior, y un sistema de cangilones. Ver Figura 93.

9.20.2. Funcionamiento del equipo

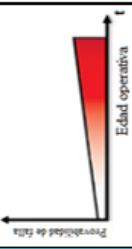
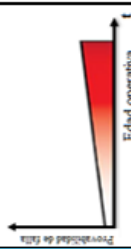
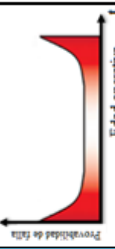


El principio de funcionamiento del equipo es recibir la carga de torta de palmiste suministrada por el transportador sin fin y posteriormente, los cangilones internos elevan mediante una banda transportadora, a la cual se encuentra unida. Esta banda es movida gracias al motorreductor que se encuentra en la parte superior del equipo ajustado por un sistema de acople y cadena, haciendo que los cangilones suban y bajen a cierta velocidad. Esa misma velocidad que se genera también llamada fuerza centrífuga es la que realiza la descarga del fruto en la parte superior, depositándose en el siguiente equipo. A continuación, se muestra el AMEF del elevador de cangilones de la torta palmiste, ver figura 94-95-96.

Figura 94 AMEF Elevador de cangilones de la torta de palmiste parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Prensado de la almendra</i>		SISTEMA N° 4	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Elevador de cangilones de torta de palmiste</i>		SUBSISTEMA N° 4 - 5	Auditor: -	Fecha -	de 3
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA	
PATRON							
1	Recibir la torta de palmiste del sinfin transportador	A	Incapaz de recibir la torta de palmiste	1	Obstruccion elementos extraños en entrada elevador	La máquina se detiene, luego se retira la torta de palmiste del elevador. Se analiza cuál es el elemento extraño que genera la obstrucción de la materia prima. Tiempo de parada de la máquina, 2 horas.	
2	Transportar del punto de recibido del fruto hasta el punto de descarga del elevador.	A	Incapaz de llevar del punto A al punto B la torta.	1	Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje, el motorreductor deja de funcionar y el flujo de torta de palmiste al elevador se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesta, se tardará 6 horas.	
			2	Dañó del motorreductor		En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspeccion de los circuitos de alimentacion de energia, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. En caso de ser un problema en el reductor se procede a drenar el aceite de la caja reductora para revisar si hay presencia de sedimentación con el fin de descartar fracturas en los engranajes. De encontrarse residuos, se procede a desmontar el conjunto y se ejecuta una revision general del equipo. El tiempo de parada de máquina para cambio del equipo, 8 horas. El tiempo de reparacion del equipo es de 15 dias, debido a que se le envia al fabricante para que haga las correcciones pertinentes y lo envíe nuevamente al cliente.	

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 95 AMEF Elevador de cangilones de la torta de palmiste parte 2

3	Fractura debilitamiento estructural	<p>o Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>	
4	Falta lubricación partes que necesitan	<p>de La fricción generada por la velocidad de rotación del motorreductor y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>	
5	Desalinamiento de la banda arrastre cangilones	<p>Se empieza a escuchar ruidos extraños al interior del transportador, los cangilones golpean el cuerpo que los rodea, ocasionando fracturas y desgaste de los mismos, esto se genera por el desalinamiento de la banda de arraste. Tiempo de parada de la máquina para corregir y alinear la banda, 6 horas.</p>	
6	Falta de tensión en la banda transportadora cangilones	<p>Se observa la baja capacidad de producción del equipo ya que la polea antiderrapante no puede hacer girar correctamente la banda transportadora, ocasionando pérdidas en la producción y deteriorando la integridad del equipo. Tiempo de parada de la máquina para tensionar la banda, 2 horas.</p>	
7	Degaste rompimiento de cadena engranajes sistema transmisión potencia	<p>Se hace presencia de altas vibraciones y se empieza a escuchar ruidos extraños, como chillidos o golpes en la transmisión de potencia. Pasa cuando la cadena del sistema de transmisión de potencia de alarga demasiado o se rompe, se hace la revisión de cuando fue la última vez que se le hizo el cambio junto a la revisión del estado de los engranajes, luego se procede a cambiarlos. Se debe tensionar la cadena con una holgura indicada para la distancia entre ejes. Tiempo de parada de la máquina para revisión y cambio del sistema de transmisión (cadena y engranajes), 4 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.21. TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA TORTA DE PALMISTE

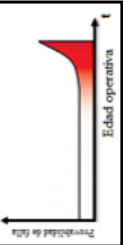
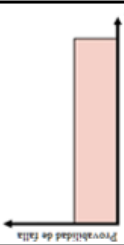
9.21.1. Descripción

La tolva de recepción de la torta de palmiste de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero inoxidable, que cuenta internamente con láminas de desgaste, tiene una capacidad de carga variable según especificaciones del cliente.

9.21.2. Funcionamiento del equipo

Recibir la torta de palmiste y ser entregada al molino de martillos, para ser triturada y posteriormente empacada en sacos. A continuación, se muestra el AMEF de la tolva de recepción de la torta de palmiste, ver figura 97.

Figura 97 AMEF Tolva de recepción de la torta de palmiste

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Molido de la torta</i>		SISTEMA N° 8	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Tolva de recepción de torta de palmiste</i>		SUBSISTEMA N° 8 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1	Recibir y almacenar toda la torta de palmiste del elevador	A Incapaz de contener el fruto	1	Laminas desgaste destruidas	de Se genera una fuga de la torta de palmiste, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. Tiempo de parada de maquina para reparar la lamina de desaste, 4 horas.		
2	Conducir sin restricciones la torta de palmiste al molino	A Incapaz suministrar la torta	1	obstrucción en la salida de la torta	Paso restringido de la torta de palmiste al molino para ser triturada, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la torta y revisar si la tolva no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso del fruto, tiempo necesario para revisión, 1 hora.		

Fuente. Autor del proyecto.

9.22. MOLINO DE MARTILLOS DE LA TORTA DE PALMISTE

Figura 98 Molino de martillos de la torta de palmiste



Fuente. Industrias Acuña.

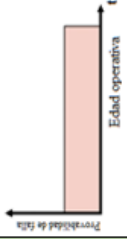
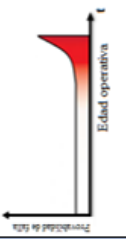
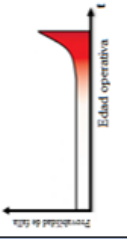
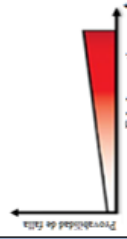
9.22.1. Descripción

El molino de martillos de la torta de palmiste de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero, es un elemento rotativo que posee un rotor acoplado a una cantidad de martillos determinada según especificaciones del cliente (puede tener entre 42-54-64 martillos dependiendo del tamaño y capacidad del molino) y una criba en acero inoxidable. Posee un orificio de entrada de la torta de palmiste y otro de la salida de la torta molida, el sistema de transmisión posee una polea adosada al eje y conectada al motor, la potencia del motor puede variar según la capacidad de operación que desee el cliente. Ver Figura 98.

9.22.2. Funcionamiento del equipo


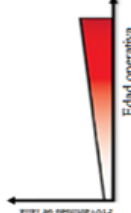

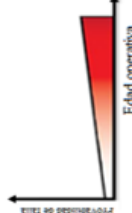
El principio de funcionamiento de la maquina es moler y/o triturar la torta para que en el siguiente proceso pueda ser empacada y consecuentemente distribuida a sus clientes. A continuación, se muestra el AMEF del molino de martillos de la torta de palmiste, ver figura 99-100-101-102.

Figura 99 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA <i>Molido de la torta</i>		SISTEMA N° 8	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
	SUB-SISTEMA <i>Molino de torta de palmiste</i>		SUBSISTEMA N° 8 - 2	Auditor: -	Fecha -	de 4
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO						
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON		
1 Recibir la torta del sin fin transportador	A Incapaz de recibir la torta	1	Obstrucción en la entrada del molino	Paso restringido de la torta al molino de marillos, esto hace que se pierda la capacidad de producción de la planta. se debe desocupar la torta y revisar si la tolva de recepción del molino no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso, tiempo necesario para revisión, 1 hora.		
2 Moler la torta proveniente del sistema de prensado	A Incapaz de moler la torta	1	Desgaste excesivo de los marillos	Se empieza a notar un descenso de la capacidad del equipo, sobrecargando de torta el molino, ocasionando una sobrecarga en el sistema de transmisión, se debe proceder a la revisión del estado de los marillos, en caso de desgaste moderado, se debe realizar mantenimiento de soldadura para restaurarlos, y en caso de desgaste excesivo, se debe proceder a cabiar el conjunto completo de marillos. Tiempo de parada de la maquina para reparacion y mantenimiento de marillos, 8 horas, Tiempo de parada para cambio de marillos, 8 horas.		
		2	Agarrotamiento de chumaceras	Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el eje del rotor del molino, el motor electrico y el flujo de almendras se detiene, lo que hará que la capacidad de producción de la planta disminuya. Continuaremos revisando las chumaceras, limpiándolas, lubricándolas y reemplazándolas si es necesario. El tiempo de parada de la máquina para limpiar y lubricar los cojinetes es de 15 minutos, si se sustituye las chumaceras o rodamientos asumiento que se tienen los respuesto, se tardará 8 horas.		
		3	Desgaste de la banda del sistema de transmisión de potencia	El flujo de torta se detiene, se empieza a sobrecargar el equipo y el motor se sobreacelera, se debe apagar el sistema y se procede a desmontar la cubierta de protección del sistema de transmisión de potencia, se realiza la inspeccion de las bandas y se realiza el cambio del todo el conjunto de las bandas, ya que la condicion de las bandas debe ser el mismo para todas. Se debe tensorar con un tensiometro segun características de la banda usada. Tiempo de parada de la maquina para cambio de bandas, 2 horas.		

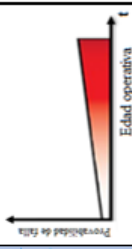




Fuente. Autor del proyecto.

Figura 100 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 2

	4	<p>Dañ o del motor eléctrico</p> <p>En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspección de los circuitos de alimentación de energía, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un técnico certificado en motores eléctricos para posteriormente generar un diagnóstico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 días. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 8 horas.</p>	
	5	<p>Falta de lubricación de partes que necesitan</p> <p>La fricción generada por la velocidad de rotación del motor eléctrico y el alojamiento del cojinete puede provocar una alta vibración y un ruido extraño en el eje, por lo que es necesario asegurarse de que haya material lubricante y verificar la fecha de la última lubricación para ver si el lubricante sigue presente y funciona bien. Tiempo de parada de la máquina para revisión y lubricación acorde a la necesidad, 30 minutos.</p>	
	6	<p>Fractura de desgaste excesivo del eje del rotor</p> <p>Se presenta variaciones en el molido, altas vibraciones e incluso ruidos o golpes extraños en el interior del molino, se procede a realizar la inspección del eje del rotor y se determina el desgaste o incluso fractura del mismo, se procede a realizar la reparación y mantenimiento por soldadura en caso de desgaste, en tal caso de que se fractura y no tenga reparación, se procede a cambiar el eje por uno nuevo. Tiempo de parada de la máquina para reparación y mantenimiento, 2 días, y tiempo de parada para cambio del eje, 5 horas.</p>	
	7	<p>Fractura debilitamiento estructural</p> <p>Se percibe la presencia de corrosión en las partes estructurales de la máquina, que pueden ser una fuente de contaminación del producto, la estructura debe ser pulida e impermeabilizada, utilizando pintura industrial anticorrosiva sin plomo. Si es una grieta, suelde y refuerce la parte interviniente, y luego realice una inspección completa de la estructura para descartar más problemas. El tiempo de inactividad de la máquina por mantenimiento es de 2 días.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 101 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 3

	8	<p>Desajuste de martillos en el rotor del molino</p> <p>Se empiezan a escuchar ruidos extraños en el interior del molino, y en la salida del molino se disminuye la capacidad de molienda, se procede a realizar al inspeccion del equipo y se encuentran martillos desajustados o sueltos, esto puede comprometer la criba o el rompedor inferior, ocasionado fugas o daños mas severos. se procede a realizar el ajuste y/o cambio de los martillos afectados. Tiempo de parada de la maquina para ajustar los martillos, 5 horas.</p>	
	9	<p>Desgaste de fractura de valvula de paso</p> <p>Se genera obstruccion en el interior del molino por causa del suministro de torta en el lado incorrecto de giro del rotor de martillos, se procede ha realizar el mantenimiento por soldadura de la pieza afectada. Tiempo de parada de la maquina para repararla, 3 horas.</p>	
	10	<p>Desgaste excesivo de las poleas del sistema de transmision de potencia</p> <p>El flujo de torta molida se disminuye, se empieza a sobrecargar el equipo y el motor se sobrecelera, se debe apagar el sistema y se procede a desmontar la cubierta de proteccion del sistema de transmision de potencia, se realiza la inspeccion de las poleas para determinar el desgaste y reparacion necesario, en caso de no tener reparacion se procede ha realizar el cambio por una polea nueva. Tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio de las poleas, 3 horas.</p>	
	11	<p>Desgaste de fractura rompedor</p> <p>La capacidad de molido disminuye o se detiene, ya que la pieza del funtamental que genera el molido se encuentra desgastada o fracturada, generado dallos en la malla de filtrado. Se debe detener el equipo y realizar el mantenimiento o cambio de la pieza segun el estado en el que se encuentre. Tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio del rompedor, 5 horas.</p>	
	12	<p>Desgaste de fractura de los ejes de los martillos</p> <p>Se genera un desajuste de los martillos que pueden generar daños en la malla filtrante, desgaste del rompedor e incluso fracturario, se procede a desmontar los ejes de los martillos para reparacion o cambio segun sea la gravedad del daño. Tiempo de parada de la maquina para reparacion o cambio de la pieza, 2 dias.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

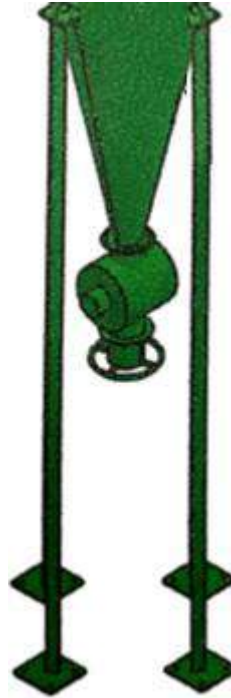
Figura 102 AMEF Molino de martillos de la torta de palmiste parte 4

	<p>o Se presenta variaciones en el molido de la torta, encontrándose fibras mas grandes que no fueron molidos apropiadamente. Se procede a realizar la inspeccion de la criba del molino, en caso de desgaste o fractura se realiza el mantenimiento por soldadura del area dañada. Tiempo de parada de la maquina para reparacion, 2 dias.</p>	<p>13</p>	<p>Desgaste de criba</p>	<p>3</p>
	<p>Las constantes vibraciones generadas por el proceso de molido generan desajuste en los tornillos estructurales de la maquina, por el cual puede presentar fallas internas como el desajuste de los martillos o el eje principal del rotor, ocasionado el parado de la maquina. Tiempo de parada de la maquina para ajustar la tornilleria, 6 horas.</p>	<p>14</p>	<p>Desajuste de los tornillos de la estructura del molino</p>	<p>3</p>
	<p>Paso restringido de la torta al ciclon de empaque por elementos extraños, esto hace que se pierda la capacidad de produccion de la planta. se debe desocupar la torta molida y revisar si en la salida del molino se encuentran elementos extraños. Tiempo necesario para revision, 1 hora.</p>	<p>1</p>	<p>Obstrucción en la salida del fruto</p>	<p>3</p>
	<p>Incapaz de suministrar la torta molida</p>	<p>A</p>	<p>Entregar la torta molido al ciclon para empaque</p>	<p>3</p>

Fuente. Autor del proyecto.

9.23. CICLON Y ESCLUSA DE EMPAQUE DE TORTA DE PALMISTE

Figura 103 Ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste



Fuente. Industrias Acuña.


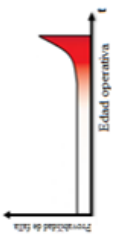
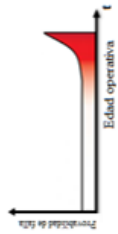

9.23.1. Descripción

El ciclón y la esclusa de empaque de torta de palmiste de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero inoxidable, compuesto por una esclusa en la parte inferior que permite el suministro de torta molida para ser empacada, ver figura 103.

9.23.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del ciclón y la esclusa es recibir la torta molida para posteriormente ser empacada en sacos de 50 kg por medio de la esclusa y una báscula en la parte inferior del saco. A continuación, se muestra el AMEF del ciclón y esclusa de empaque de la torta de palmiste, ver figura 104.

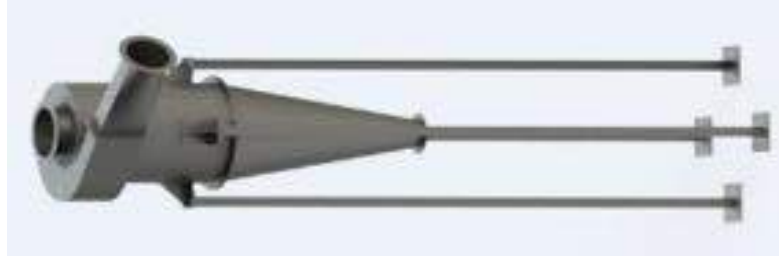
Figura 104 AMEF Ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Molido de la torta</i>		SISTEMA N° 8	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste</i>		SUBSISTEMA N° 8 - 3	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1	Recibir la torta molida del molino	A Incapaz de recibir la torta	1	Obstruccion en la entrada del molino	Paso restringido de la torta molida al ciclon, esto hace que se pierda la capacidad de empaque. Se debe desocupar la torta y revisar si el ciclon no contiene elementos extraños que puedan afectar el ingreso, tiempo necesario para revision, 1 hora.		Edad operativa
2	Entregar la torta molida para ser empacada por medio de una esclusa	A Incapaz de entregar la torta molida para ser empacada	1	Debilitamiento estructural	Se presenta fuga de la torta, oxidación o fractura en el ciclon y en las bridas de sujecion de la esclusa. Se procede a mantenimiento y reparacion por soldadura de las partes afectadas. Tiempo necesario para reparacion y mantenimiento, 2 horas.		Edad operativa
			2	Falla en el sistema de esclusa	Se genera una falla en la compuerta de esclusa de la salida de la torta para ser empacada, se debe retirar la torta y revisar que genera la falla. Tiempo de parada del equipo para revision y mantenimiento de la esclusa, 1 horas.		Edad operativa
			3	Obstruccion en la salida de la esclusa del ciclon	Se presenta una obstruccion por elementos extraños que generan una perdida en la capacidad de empaque de la torta molida de palmiste. Tiempo de parada de la maquina para revision y limpieza, 30 minutos.		Edad operativa

Fuente. Autor del proyecto.

9.24. SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS

Figura 105 Sistema de extracción de humos



Fuente. Industrias Acuña.

9.24.1. Descripción

El sistema de extracción de humos de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero HR, es un ciclón compuesto por un recubrimiento interno de acero inoxidable y láminas de desgaste, en la parte superior posee un ventilador centrífugo encarpado de impulsar el fluido por las tuberías, en la parte inferior posee una exclusiva de presión para la extracción de sólidos remanentes del humo. Ver Figura 105.

9.24.2. Funcionamiento del equipo

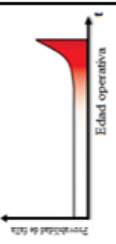
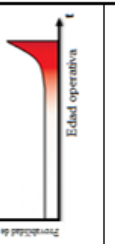
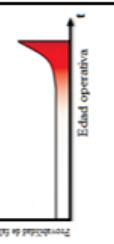
El principio de funcionamiento del sistema de extracción de humos, es: extraer los sólidos por gravedad en el ciclón, ya que estos se generan de la prensa P-700, el humo es retirado por la parte superior gracias al ventilador centrífugo, los sólidos caen por diferencia de densidades a la parte inferior del ciclón, allí son depositados en una exclusiva encargada de mantener la presión en el sistema, está formada por pequeñas cámaras internas que evitan la pérdida de presión y de igual forma retiran los sólidos. Los sólidos son retirados y empacados en sacos de polipropileno. A continuación, se muestra el AMEF del sistema de extracción de humos, ver figura 106-107.

Figura 106 AMEF Sistema de extracción de humos parte 1

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:		Fecha		Hoja N°	
		Humos		9		-		-		1	
		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°		Auditor:		Fecha		de	
		Extracción de humos		9 - 1		-		-		2	
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO											
FUNCION		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLA		EFECTO DE LA FALLA		PATRON			
1 Aspirar los humos provenientes de la prensa p700		A Incapaz de aspirar los humos de la prensa		1 Falla del motor eléctrico		En ocasiones el motor empieza a emitir sonidos extraños, presencia de olor a quemado o simplemente se detiene, se debe realizar una inspección de los circuitos de alimentación de energía, para descartar una mala conexión, de no ser este el motivo, se procede a desmontar el equipo por un tecnico certificado en motores electricos para posteriormente generar un diagnostico del mismo. El tiempo de parada de la máquina para enviarse al fabricante y hacer las reparaciones pertinentes, 15 dias. En caso de cambio del equipo, el tiempo de parada es de 8 horas.					
				2 Falla del sistema de escotillas o Damper		La capacidad del sistema de humos se ve afectada, ya que el damper es el que regula la cantidad de evacuacion del fluido que sale del sistema, se presenta un desgaste mas notable en las laminas de desgaste y en las aspas del ventilador centrifugo. Se procede a revision y mantenimiento del damper. Tiempo de parada de la maquina para revision y mantenimiento, 3 horas.					
				3 Fractura o debilitamiento estructural de los ductos de humos		Se presenta fugas, perdida de presion y corrosion en las bridas y cuerpos de los ductos. Se procede a revision y mantenimiento de los ductos del sistema de humos. Tiempo necesario para revision y mantenimiento, 2 dias.					
				4 Falla de las Aspas del ventilador centrifugo		Se presenta un ruido extraño en el interior del ventilador, se desajustan las aspas, lo que puede ocasionar que el sistema de extraccion de humos se detenga, se debe proceder a desmontar el ventilador y a ajustar o soldar la pieza afectada. Tiempo de parada de la maquina para reparacion, 5 horas.					

Fuente. Autor del proyecto.

Figura 107 AMEF Sistema de extracción de humos parte 2

2	A	Entregar los humos con la menor cantidad de partículas solidas	A	Incapaz de entregar los humos al medio	1	Desgaste de las lamina de desgaste internas	<p>las lamina de desgaste internas se encuentran desgastadas o destruidas por la corrosion, lo que puede ocasionar fugas en el cuerpo del equipo, ocasionando una perdida de la presion, ocasionando que los humos salientes compormeten la integridad de los demas equipos. Tiempo de parada de la maquina para mantenimiento y reparacion de las lamina de desgaste, 6 horas.</p>	
3	A	Entregar los solidos a un ciclon para posteriormente ser retirados sin perder la presion del sistema	A	Incapaz de entregar los solidos al ciclon sin perder la presion	1	Debilitamiento del estructural del ciclon	<p>Se presenta corrosión, daño en la estructura y/o fugas en la estructura del ciclon, lo que puede ocasionar un riesgo a los trabajadores y una pérdida de la presión del sistema. Tiempo de parada de la maquina para reparacion y mantenimiento, 4 horas.</p>	
				2		Falla en los sellos de la esclusa	<p>Ocasiona una pérdida de la presión, lo que ocasiona que se sobrecargue el motor eléctrico tratando de contrarrestar la presión perdida, aumentando la corriente necesaria en el sistema. Tiempo de parada de la maquina para reparacion y/o mantenimiento, 4 horas.</p>	

Fuente. Autor del proyecto.

9.25. SISTEMA DE DUCTOS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS

Figura 108 Sistema de ductos de extracción de humos



Fuente. Industrias Acuña.

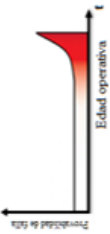
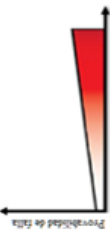
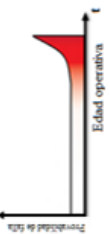
9.25.1. Descripción

El sistema de ductos de extracción de humos de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero inoxidable, compuesto por una serie de bridas a longitudes iguales, su longitud y capacidad varían según especificaciones del cliente. Ver Figura 108.

9.25.2. Funcionamiento del equipo

El principio de funcionamiento del sistema de ductos es extraer los humos provenientes de la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700, el humo generado puede contener un porcentaje bajo de sólidos que son posteriormente retirados por el equipo ciclón de extracción de torta. A continuación, se muestra el AMEF del sistema de ductos de extracción de humos, ver figura 109.

Figura 109 AMEF Sistema de ductos de extracción de humos

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°	Facilitador:	Fecha	Hoja N°
		Humos		9	-	-	1
		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°	Auditor:	Fecha	de
		Sistema de ductos de extracción de humos		9 - 2	-	-	1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1	Recibir y los humos provenientes de la prensa p700	A Incapaz transportar los humos de la prensa	1 Falla en la union de las bridas de los ductos	Se presenta fuga y una perdida de presion del sistema, lo que ocasiona un aumento de energia por parte del motor electrico del sistema de humos para contrarrestar la perdida de presion. La fuga generada de los humos pueden comprometer la integridad de los demas equipos, generando corrosion o peligro a los trabajadores de la planta. Tiempo necesario para reparacion y ajuste de las bridas, 2 horas.			
			2 Fractura de los ductos	Se presenta una fuga y una pérdida de presión en el sistema, se procede a realizar una inspección de las áreas afectadas para realizar mantenimiento por soldadura con el personal capacitado. Tiempo necesario para mantenimiento, 2 horas.			
			3 Debilitamiento estructural del ciclón	Se presenta corrosión, daño en la estructura y/o fugas en la estructura de los ductos, que pueden ocasionar la deflexión del material de los ductos si no se encuentra bien sujetado a la estructura. Tiempo necesario para revisión y ajuste y/o reparación de la estructura, 3 horas.			

Fuente. Autor del proyecto.

9.26. ESTRUCTURA MÉTALICA DE LA PLANTA

Figura 110 Estructura metálica de una planta extractora de aceite de palmiste



Fuente. Industrias Acuña.

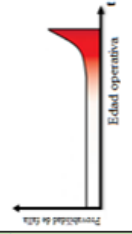
9.26.1. Descripción

La estructura metálica de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en acero al carbono, columnas en viga H, placas en perfiles tipo C, piso en lamina alfajor, escaleras de 0,9 mt de ancho, pasamanos en tubería de 1 ½ y 1", guarda pie en Angulo y acabados en anticorrosivo y pintura en esmalte. Para un total de 116 m². Ver figura 110.

9.26.2. Funcionamiento del equipo

El principal funcionamiento de la estructura metálica es soportar el peso y facilitar el acceso a los equipos que componen una planta extractora de aceite palmiste, sin dejar de lado las normas de seguridad exigidas por la ley. A continuación, se muestra el AMEF de la estructura metálica de la planta, ver figura 111.

Figura 111 AMEF Estructura metálica de la planta

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Estructura metálica de la planta</i>		SISTEMA N° 10	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Bases y estructuras de los equipos de la planta</i>		SUBSISTEMA N° 10 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA		PATRON		
1 Estabilizar y transferir el peso a todo el conjunto de los cimientos de la estructura	A Incapaz de estabilizar y transferir la carga en toda la estructura	1 Debilitamiento estructural	Se presenta corrosión, la cual puede ocasionar con el pasar del tiempo una fractura y generar un riesgo a los trabajadores y una pérdida de la estabilidad de los equipos. Tiempo de parada de la planta para reparación y mantenimiento, 2 días.				
		2 Sobre carga de la estructura	Se presenta deflexion o pandeo en la estructura, lo cual puede ocasionar una fractura y generar un riesgo a los trabajadores y una pérdida de la estabilidad de los equipos. Se procede a realizar un rediseño de la estructura para que pueda soportar la carga solicitada.				

Fuente. Autor del proyecto.

9.27. SISTEMA DE TUBERIAS DEL ACEITE EXTRAIDO

9.26.1. Descripción

El sistema de tuberías del aceite extraído de la planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Ltda., es diseñada y fabricada en tubería de 2" SCH 40 sin costura, tiene un alcance desde el tanque de aceite turbio al tamiz, desde el tamiz al filtro de prensa, del filtro de prensa al tanque de aceite filtrado, del tanque de aceite filtrado hasta el depósito de almacenamiento, posee una longitud de 80 mt.

9.26.2. Funcionamiento del equipo

El principal funcionamiento de la estructura metálica es soportar el peso y facilitar el acceso a los equipos que componen una planta extractora de aceite palmiste, sin dejar de lado las normas de seguridad exigidas por la ley. A continuación, se muestra el AMEF del sistema de tuberías del aceite extraído, ver figura 112.

Figura 112 AMEF Sistema de tuberías del aceite extraído

HOJA DE INFORMACIÓN RCM		SISTEMA <i>Tuberías del aceite extraído</i>		SISTEMA N° 11	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1
		SUB-SISTEMA <i>Trasporte del aceite extraído por Tuberías a los equipos</i>		SUBSISTEMA N° Auditor: 11 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 1
ANÁLISIS DE MODO FALLA Y EFECTO							
FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	PATRON			
1 Transportar el aceite a los diferentes equipos de la planta	A Incapaz de transportar el aceite	1 Obstrucción en la tubería	Se presenta una obstrucción por elementos extraños que generan una pérdida en la capacidad de la planta para el tratamiento del aceite. Tiempo de parada de la maquina para revision y limpieza, 2 horas.				
		2 Desgaste de tubería	Se presenta una baja presión en el sistema, debido a fugas del la aceite a lo largo de la tubería. Tiempo de parada de la maquina para revision y mantenimiento, 4 horas.				

Fuente. Autor del proyecto.

CAPÍTULO 10

ESTUDIO GENERAL DE CRITICIDAD

Esta investigación propone un método para determinar la criticidad de unidades o módulos funcionales y priorizar su importancia de acuerdo con el cronograma de actividades de mantenimiento.

Inicialmente, determiné las variables críticas que afectan a cada dispositivo y cuantifiqué su impacto. Se define un método de cálculo que permite limitar los resultados a un rango determinado (crítico, medianamente crítico y no crítico), y finalmente utilizarlo para determinar la estrategia de mantenimiento a la cual se someterá el dispositivo o módulo.

El estudio de criticidad se desarrolló para el proceso de producción de una planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa Industrias Acuña Limitada y se asignó el valor de puntaje para cada tema de acuerdo con los límites determinados por la experiencia técnica de la organización y del personal involucrado directamente en los equipos, con base en el impacto directo de los equipos en la producción, los límites de costos de repuestos o mantenimiento, y la confiabilidad de cada máquina (en base al conocimiento y experiencia de los trabajadores en este tipo de plantas), a continuación se muestra la presentación general de las variables utilizadas en la tabla 3.

Cabe destacar que existen otras variables que inciden directamente en la producción y están relacionadas con la velocidad de mantenimiento, por tanto, fue de gran ayuda el conocimiento y experiencia del personal técnico de producción y de mantenimiento para adecuar este análisis lo más cercano a la situación real de este tipo de planta.

Tabla 3 Variables utilizadas en el estudio de criticidad

Frecuencia de Fallas: (FF)		Costos de Mantenimiento: (CM)	
*Superior a 4 fallas por año:	4	*Superior o igual a \$ 3'000,000:	2
*3-4 fallas por año:	3	*Inferior a \$ 3'000,000:	1
*1-2 fallas por año:	2		
*Inferior de 1 falla por año:	1		
Impacto Operacional: (IO)		Impacto de Seguridad, Ambiente e Higiene: (ISAH)	
*Parada de toda la planta:	10	*Afecta la seguridad del personal externo e interno, y necesita notificar a las entidades externas de la organización:	8
*Parada del subsistema y tiene repercusiones en otros subsistemas:	7		
*Afecta el inventario o los niveles de calidad:	4	*Afecta el medio ambiente e instalaciones:	7
*No genera ningún impacto significativo en la producción:	1	*Causa daños severos a las instalaciones:	5
Flexibilidad Operacional: (FO)		*Causa daños menores a las instalaciones:	3
*No existe opción de producción, ni repuestos disponibles para compra:	5	*No provoca ningún daño a personas, instalaciones o ambiente.	1
*Requiere de repuestos de alto plazo de entrega	4		
*Hay opción de fabricación del repuesto o reparación:	3		
*Requiere de repuestos de corto plazo de entrega:	2		
*Repuestos disponibles en el almacén:	1		

Fuente: Autor del proyecto.

Entonces, desde un punto de vista matemático, la criticidad se puede expresar como el producto de las frecuencias de falla por la consecuencia de cada equipo como se muestra a continuación:

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia de Falla (FF)} \times \text{Consecuencia (CC)}$$

Donde:

$$\text{Consecuencia (CC)} = (\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{ISAH}$$

IO = Impacto Operacional

FO = Flexibilidad operacional

CM = Costos de mantenimiento

ISAH = Impacto de Seguridad, Ambiente e Higiene

Todo esto se realiza para diligenciar la matriz de criticidad que se muestra a continuación, ver figura 113:

Figura 113 Matriz de criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	MC	C
		10	20	30	40	50	60
		CONSECUENCIA					

Fuente. Autor del proyecto.

Donde:

NC: Mantenimiento no crítico (Blanco)

MC: Mantenimiento medianamente crítico (Amarillo)

C: Mantenimiento crítico (Rojo)

Las áreas coloreadas indican aplicaciones operativas con una cierta tendencia; las áreas blancas representan el mantenimiento correctivo, el amarillo representa el mantenimiento preventivo y el rojo representa el mantenimiento predictivo.

10.1. SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMISTE

En la siguiente tabla 4. Se muestra la clasificación de los sistemas y subsistemas por los cuales se desarrolló el estudio general de criticidad.

Tabla 4 Sistemas y subsistemas de la planta extractora de aceite de palmiste

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMISTE			
Nº	SISTEMA	Nº	SUBSISTEMA
1	Recepción de la almendra húmeda	1.1	Tolva de recepción de la almendra húmeda
		1.2	Sin fin transportador de almendra húmeda
		1.3	Elevador de cangilones de almendra húmeda
2	Secado de la almendra húmeda	2.1	Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos
		2.2	Silos de secado de la almendra húmeda
		2.3	Sin fin transportador inclinado de almendra seca
		2.4	Elevador de cangilones de almendra seca

3	Molido de la almendra seca	3.1	Tolva de recepción para el molido de la almendra seca
		3.2	Molino de almendra seca
		3.3	Sin fin distribuidor de almendra partida
4	Prensado de la almendra	4.1	Tolva de recepción de la almendra molida
		4.2	Prensa de extracción de aceite de palmiste P-700
		4.3	Sin fin transportador de aceite turbio
		4.4	Sin fin transportador de torta de palmiste
		4.5	Elevador de cangilones de torta de palmiste
5	Homogeneización de la mezcla de aceite y solidos	5.1	Tanque de agitación
		5.2	Bomba de aceite turbio
6	Filtrado de la mezcla de aceite y solidos	6.1	Tamiz INAL
		6.2	Filtro de presión de placas
7	Almacenamiento de aceite	7.1	Tanque de almacenamiento de aceite
8	Molido de la torta	8.1	Tolva de recepción de torta de palmiste
		8.2	Molino de torta de palmiste
		8.3	Ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste
9	Humos	9.1	Extracción de humos
		9.2	Sistema de ductos de extracción de humos
10	Estructura metálica de la planta	10.1	Bases y estructuras de los equipos de la planta
11	Tuberías del aceite extraído	11.1	Trasporte del aceite extraído por tuberías a los equipos

Fuente: Autor del proyecto.

En la tabla 5. Se muestran los valores para la maquinaria de una planta extractora de aceite de palmiste.

Tabla 5 Valores de criticidad para una planta extractora de aceite de palmiste

PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMISTE								
ÍTEM	NOMBRE DEL EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CC	CT
1	TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA HÚMEDA	1	7	3	1	1	23	23
2	SIN FIN TRANSPORTADOR DE ALMENDRA HÚMEDA	2	7	3	1	1	23	46
3	MOTOREDUCTOR DEL SIN FIN TRANSPORTADOR DE ALMENDRA HÚMEDA	1	7	2	1	1	16	16
4	ELEVADOR DE CANGILONES DE ALMENDRA HÚMEDA	3	7	3	1	1	23	69
5	MOTOREDUCTOR DEL ELEVADOR DE CANGILONES DE ALMENDRA HÚMEDA	1	7	2	1	1	16	16
6	SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA HÚMEDA A SILOS	2	7	3	1	1	23	46
7	MOTOREDUCTOR DEL SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA HÚMEDA A SILOS	1	7	2	1	1	16	16
8	SILOS DE SECADO DE LA ALMENDRA HÚMEDA	1	4	3	1	7	20	20
9	MOTOREDUCTOR DEL SISTEMA DE REJILLAS O PARILLAS DE DESCARGA AL SILO DE SECADO	1	4	2	1	1	10	10
10	VENTILADOR DEL SILO DE SECADO	2	4	3	2	3	17	34
11	MOTOR DEL VENTILADOR DEL SILO DE SECADO	2	4	1	1	3	8	16
12	SIN FIN TRANSPORTADOR INCLINADO DE ALMENDRA SECA	2	7	3	1	1	23	46
13	MOTOREDUCTOR DEL SIN FIN TRANSPORTADOR INCLINADO DE ALMENDRA SECA	2	7	2	1	1	16	32
14	ELEVADOR DE CANGILONES DE ALMENDRA SECA	2	7	3	1	1	23	46
15	MOTOREDUCTOR DEL ELEVADOR DE CANGILONES DE ALMENDRA SECA	1	7	2	1	1	16	16
16	TOLVA DE RECEPCIÓN PARA EL MOLIDO DE LA ALMENDRA SECA	1	7	3	1	1	23	23

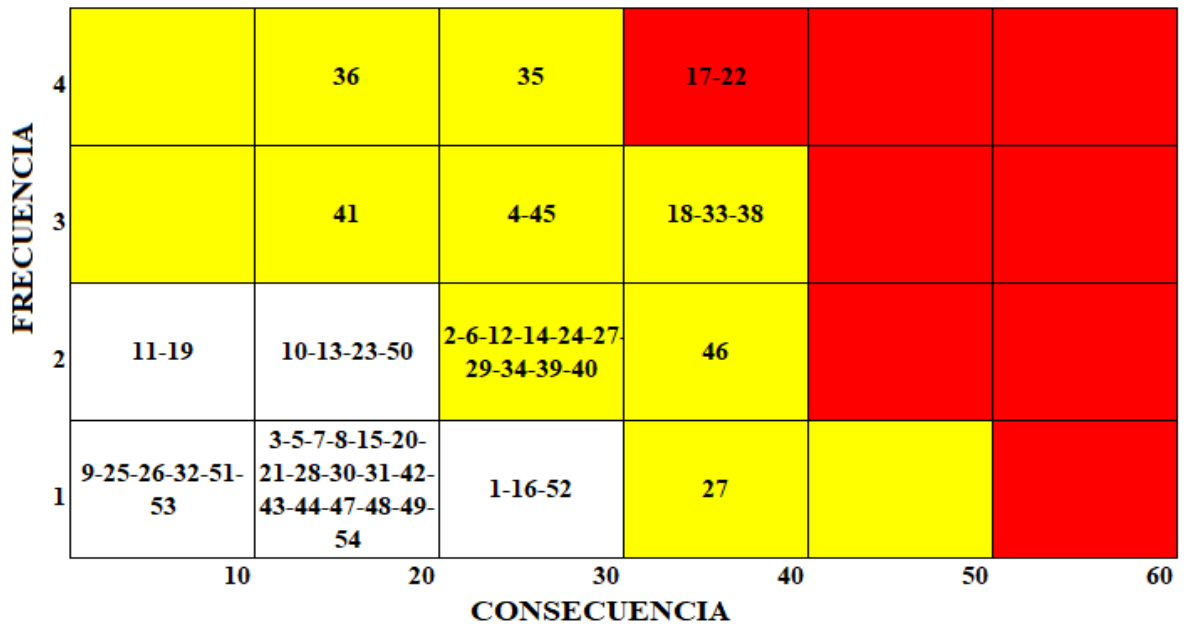
17	MOLINO DE ALMENDRA SECA	4	10	3	1	1	32	128
18	MOTOR ELÉCTRICO DEL MOLINO DE ALMENDRA SECA	3	7	4	2	1	31	93
19	SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA PARTIDA	2	7	1	1	1	9	18
20	MOTOREDUCTOR DEL SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA PARTIDA	1	7	2	1	1	16	16
21	TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA MOLIDA	1	4	3	2	1	15	15
22	PRENSA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE P-700	4	7	4	2	3	33	132
23	MOTOR ELÉCTRICO DE LA PRENSA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE P-700	2	7	2	1	1	16	32
24	REDUCTOR DE LA PRENSA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE P-700	2	4	4	2	3	21	42
25	SIN FIN TRANSPORTADOR DE ACEITE TURBIO	1	1	3	1	1	5	5
26	MOTOREDUCTOR DEL SIN FIN TRANSPORTADOR DE ACEITE TURBIO	1	1	2	1	1	4	4
27	SIN FIN TRANSPORTADOR DE TORTA DE PALMISTE	2	7	3	1	1	23	46
28	MOTOREDUCTOR DEL SIN FIN TRANSPORTADOR DE TORTA DE PALMISTE	1	7	2	1	1	16	16
29	ELEVADOR DE CANGILONES DE TORTA DE PALMISTE	2	7	3	1	1	23	46
30	MOTOREDUCTOR DEL ELEVADOR DE CANGILONES DE TORTA DE PALMISTE	1	7	2	1	1	16	16
31	TANQUE DE AGITACIÓN	1	4	3	1	7	20	20
32	MOTOREDUCTOR DEL TANQUE DE AGITACIÓN	1	1	2	1	1	4	4
33	BOMBA DE ACEITE TURBIO	3	7	4	2	3	33	99
34	MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA DE ACEITE TURBIO	2	7	3	1	3	25	50
35	TAMIZ INAL	4	7	3	2	1	24	96
36	MOTOR ELECTRICO DEL TAMIZ INAL	4	7	2	1	1	16	64

37	TANQUE DE ACEITE TURBIO TAMIZADO	1	7	3	1	3	25	25
38	BOMBA DE ACEITE TAMIZADO A FILTRO DE PRESION DE PLACAS	3	7	4	2	3	33	99
39	MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA DE ACEITE TAMIZADO A FILTRO DE PRESION DE PLACAS	2	7	3	1	3	25	50
40	FILTRO DE PRESIÓN DE PLACAS	2	4	4	2	3	21	42
41	BOMBA DE ACEITE FILTRADO	3	7	1	1	3	11	33
42	MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA DE ACEITE FILTRADO	1	7	2	1	3	18	18
43	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE FILTRADO	1	4	3	1	3	16	16
44	TOLVA DE RECEPCIÓN DE TORTA DE PALMISTE	1	4	3	1	1	14	14
45	MOLINO DE TORTA DE PALMISTE	3	7	3	1	1	23	69
46	MOTOR ELÉCTRICO DEL MOLINO DE TORTA DE PALMISTE	2	7	4	2	1	31	62
47	CICLON Y ESCLUSA DE EMPAQUE DE TORTA DE PALMISTE	1	4	3	1	3	16	16
48	EXTRACCIÓN DE HUMOS	1	4	3	1	3	16	16
49	VENTILADOR DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE HUMOS	2	4	3	1	3	16	32
50	MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE HUMOS	2	4	2	1	3	12	24
51	SISTEMA DE DUCTOS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS	1	4	1	1	3	8	8
52	BASES Y ESTRUCTURAS DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA	1	7	3	2	5	28	28
53	TRASPORTE DEL ACEITE EXTRAÍDO POR TUBERÍAS A LOS EQUIPOS	1	4	1	1	1	6	6
54	IMÁN UTILIZADO EN CADA UNO DE LOS EQUIPOS ANTES MENCIDOS	1	4	4	1	1	18	18

Fuente: Autor del proyecto.

Y en la figura 114. Se observa la matriz de criticidad para una planta extractora de aceite de palmiste.

Figura 114 Matriz de criticidad para una planta extractora de aceite de palmiste



Fuente: Autor del proyecto.

Siendo los equipos más críticos de una planta extractora de aceite de palmiste:

Tabla 6 Equipos más críticos de una planta extractora de aceite de palmiste

ÍTEM	NOMBRE DEL EQUIPO	FF	IO	FO	CM	ISAH	CC	CT
17	MOLINO DE ALMENDRA SECA	4	10	3	1	1	32	128
22	PRENSA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE P-700	4	7	4	2	3	33	132

Fuente: Autor del proyecto.

CAPÍTULO 11

METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO

La metodología de mantenimiento obtenida a través del estudio de RCM realizado a los activos para cumplir con el correcto funcionamiento del cuerpo de equipos de una planta extractora de aceite de palmiste fabricado por la empresa INDUSTRIAS ACUÑA LTDA fue el mantenimiento programado o mantenimiento preventivo.

11.1. ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO

A continuación, se optó por la alternativa de mantenimiento planificado, en donde se toman todos los equipos de una planta extractora de aceite de palmiste, analizando los tipos de mantenimiento programado, mantenimiento a condición y mantenimiento a falla.

11.1.1. Mantenimiento programado

Incluidas las tareas que están programadas para ejecutarse de acuerdo con la frecuencia de tiempo establecida y no requieren inspección. Dichas tareas también incluyen todas las inspecciones que siguen los procedimientos para monitorear el estado de los equipos. El análisis de datos se realiza para cada activo presente en la cadena de producción de la planta.

Los resultados del análisis de RCM en la toma de decisiones para los activos de una planta extractora de aceite de palmiste, se encuentran agregados en las tablas de anexos.

11.1.1. Mantenimiento a condición

Incluye tareas que deben realizarse una vez analizada la información de verificación de estado de los equipos. Estos tipos de inspecciones están vinculados a rutas de monitoreo y rutas de inspección que se refieren condicionalmente al programa de inspección de equipos.

CAPÍTULO 12

REALIZACIÓN DEL ANÁLISIS RCA EN EQUIPOS CRÍTICOS GENERADOS POR EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Se decidió aplicar el método de análisis causa raíz a los activos que marqué como los más críticos para la producción de aceite de palmiste.

Tomando, como objeto de análisis a los equipos: PRENSA DE EXTRACCION DE ACEITE DE PALMISTE P-700 y al MOLINO DE MARTILLOS DE ALMENDRA SECA, teniendo en cuenta que tanto el proceso de molido como de prensado son los más importantes en la cadena productiva.

Con respecto a los equipos analizados se debe tener claro que están conformados por diferentes tipos de subsistemas, para el equipo de la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 el análisis requerido será centrado en los Sin fines N°4 y N°5 y en el buje 5-1 donde se realiza el proceso de extracción del aceite por compresión de la almendra; Y para el equipo del molino de martillos de almendra seca el análisis requerido será centrado en la criba debido a que la esta es el medio filtrante por el cual pasara la almendra triturada con el diámetro necesario para la extracción del aceite.

12.1. PROBLEMA

Realizando la recopilación de información de acerca de las fallas más recurrentes en el proceso de producción de una planta extractora de aceite de palmiste y hablando con trabajadores presentes dentro de la empresa con conocimientos de este tipo de plantas, se obtiene que las fallas más constantes y que se presentan con mayor frecuencia en la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 es el desgaste excesivo o fractura en los Sin fines N°4 y N°5 y en el buje 5-1 afectando el proceso de extracción de aceite de la almendra, se habla de una frecuencia de 10 a 12 veces al año que se presenta dicho suceso. Mientras que para el molino de

martillos de almendra seca las fallas más constantes y que se presentan con mayor frecuencia son el desgaste excesivo o fractura de la criba con una frecuencia de 10 a 12 veces por año.

12.2. CAUSA RAIZ FÍSICA

- La principal causa física asociada al desgaste excesivo o fractura en los Sin fines N°4 y N°5 y en el buje 5-1 de la prensa P-700 es el debilitamiento del material y desgaste que se presenta al generar la compresión necesaria del fruto para lograr la extracción del aceite. Se ilustra en la figura 115.
- La principal causa física asociada al desgaste excesivo o fractura en la criba del molino de martillos de almendra seca es el debilitamiento del material y desgaste que se presenta por el contante rozamiento del fruto en el interior del equipo. También puede haber casos en donde los martillos desprenden material metálico que puede destruir el cuerpo de la criba o ingresan elementos extraños que comprometen la integridad de este. Se ilustra en la figura 116.

12.3. CAUSA RAIZ HUMANA

- La principal causa raíz humana asociada al desgaste excesivo o fractura en los Sin fines N°4 y N°5 y en el buje 5-1 de la prensa P-700 es la falta de mantenimiento y cambio de los mismo en una regularidad de tiempo programada por el personal calificado de la planta. Se ilustra en la figura 115.
- La principal causa raíz humana asociada al desgaste excesivo o fractura en la criba del molino de martillos de almendra seca, es la falta de mantenimiento y cambio de esta, en una regularidad de tiempo programada por el personal calificado de la planta. Se ilustra en la figura 116.

12.4. CAUSA RAIZ LATENTE

- La principal causa raíz latente asociada al desgaste excesivo o fractura en los Sin fines N°4 y N°5 y en el buje 5-1 de la prensa P-700 supone que se tiene una frecuencia de falla notoria con respecto a los demás equipos, incluso exista una falta en los sistemas de información entre el personal de mantenimiento y el administrativo. Se ilustra en la figura 115.
- La principal causa raíz latente asociada al desgaste excesivo o fractura en la criba del molino de martillos de almendra seca, supone que se tiene una frecuencia de falla notoria con respecto a los demás equipos, incluso exista una falta en los sistemas de información entre el personal de mantenimiento y el administrativo. Se ilustra en la figura 116.

12.5. SOLUCIONES

12.5.1. Solución a causas físicas

- Realizar un análisis del material utilizado en los Sin fines N°4 y N°5 y en el buje 5-1 de la prensa P-700, proponiendo nuevos tipos de materiales que puedan soportar mejor la compresión de la almendra dentro de la canasta, con esta medida se estudia el beneficio vs costo que se podría generar si se eligiera otro tipo de material que remplace el ya utilizado. Se ilustra en la figura 115.
- Realizar un análisis del material utilizado en la criba del molino de martillos de almendra seca, proponiendo nuevos tipos de materiales que puedan soportar mejor el desgaste por rozamiento de la almendra dentro del molino, con esta medida se estudia el beneficio vs costo que se podría generar si se eligiera otro tipo de material que remplace el ya utilizado. Se ilustra en la figura 116.

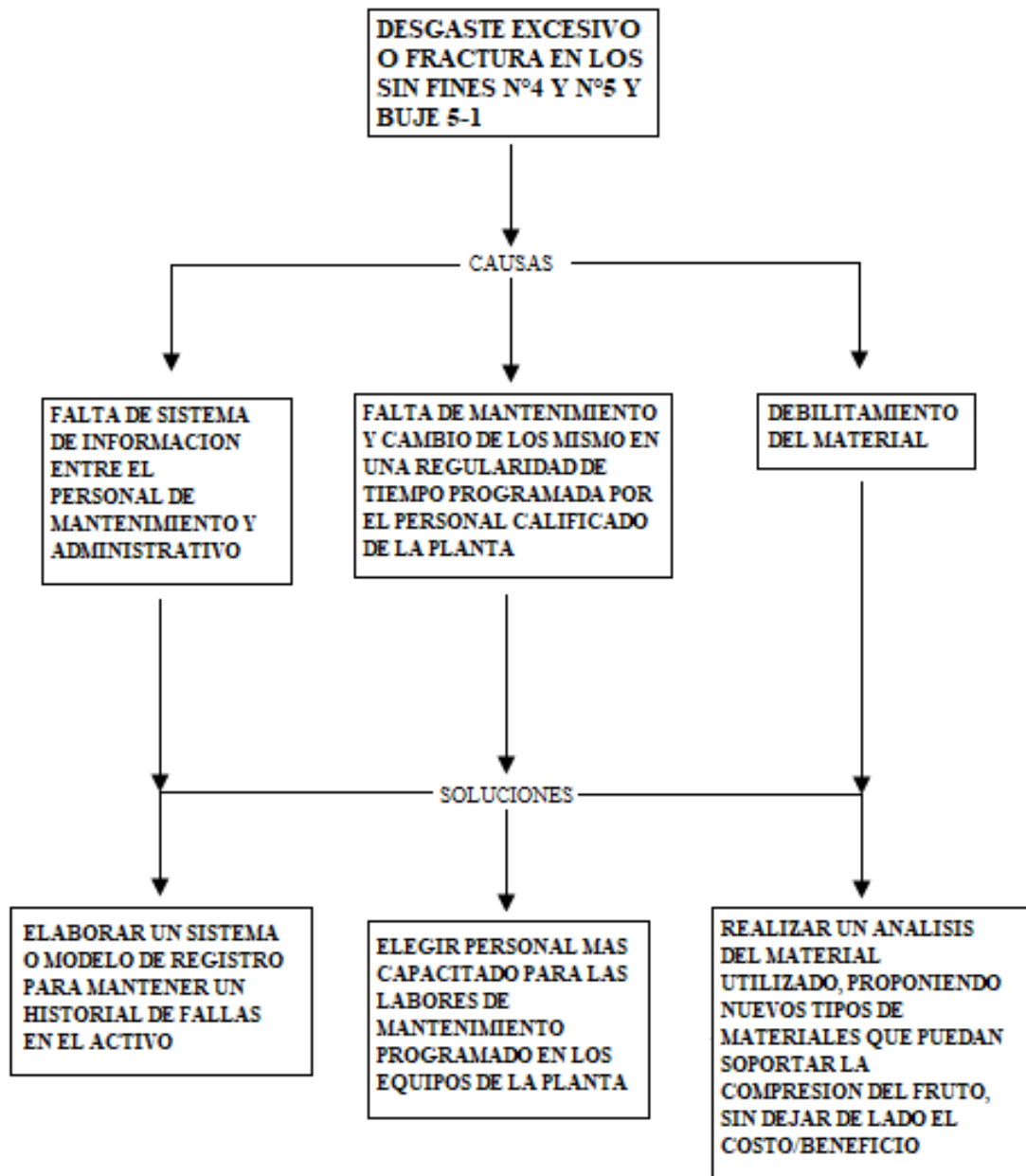
12.5.2. Solución a causas humanas

- Elegir personal más capacitado para las labores de mantenimiento para los equipos de la prensa P-700 y el molino de martillos, con el cual su conocimiento y experiencia faciliten las labores de mantenimiento programado en los tiempos ya establecidos, evitando la pérdida de producción por fallas correctivas. Se ilustra en la figura 115 y 116.

12.5.3. Solución a causas latentes

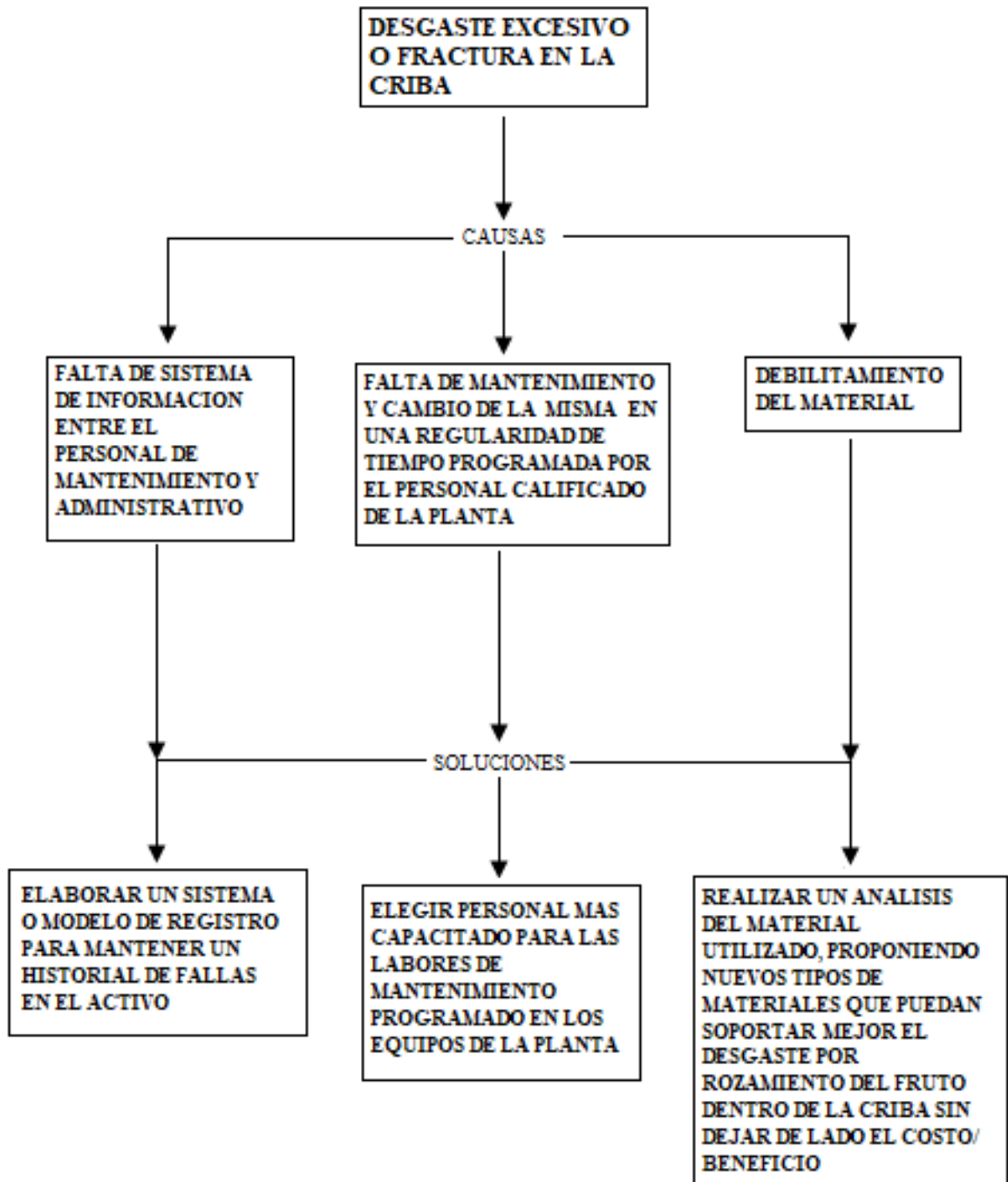
- Elaborar un sistema o modelo de registro para mantener un historial detallado de cada falla en el activo (no importa cuán pequeña sea), proporcionando así un sistema de comunicación indirecta entre el personal de mantenimiento y el personal administrativo. Se ilustra en la figura 115 y 116. Ver Anexo BB Historial de vida del equipo.

Figura 115 RCA de la prensa P-700



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 116 RCA del molino de almendra seca



Fuente: Autor del proyecto.

CAPÍTULO 13

PROGRAMACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO PROPUESTAS POR EL ANÁLISIS RCM PARA LOS EQUIPOS DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMISTE

A continuación, se muestran las tablas de mantenimiento programado resultado del análisis RCM para los todos los subsistemas de una planta extractora de aceite de palmiste. Los resultados obtenidos en el formato de hoja de decisión del análisis RCM se encuentran consolidados en la sección de anexos.

Tabla 7 Mantenimiento programado para la Tolva de recepción de la almendra húmeda

NOMBRE DEL EQUIPO: TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA ALMENDRA HÚMEDA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	En caso de desgaste excesivo retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 8 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador de almendra húmeda

NOMBRE DEL EQUIPO: SIN FIN TRANSPORTADOR DE ALMENDRA HÚMEDA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante graseras o aceitera	cada 50 horas de operación	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	

Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
Tubo o eje central del sin fin	Inspección visual del eje	1 mes	Mecánico
	Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	10 años	
Hélices	Inspección visual de las hélices	1 mes	Mecánico
	Cambio de las hélices	por condición	
Motor eléctrico	Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 9 Mantenimiento programado para el Elevador de cangilones de almendra húmeda

NOMBRE DEL EQUIPO: ELEVADOR DE CANGILONES DE ALMENDRA HÚMEDA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	50 horas de operación	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	

Motorreductor	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	Mecánico
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
Banda de arrastre de cangilones	Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
Banda transportadora de cangilones	Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
Cadena y engranajes del sistema de transmisión de potencia	Realizar cambio del sistema de transmisión cadena y piñones cuando la longitud de la cadena exceda el 3% de la longitud original	por condición	Mecánico
	Realizar un tensionado de la cadena, siendo el grado de holgura entre 1 o 2% de la distancia del eje	2 meses	
	Limpieza y lubricación de la cadena y engranajes	1 a la semana	
Tornillos que unen los cangilones a la banda transportadora	Inspección visual y de ruidos del ajuste de los cangilones en la banda transportadora	1 a la semana	Mecánico

Antiderrapante de la polea motriz	Inspección visual del desgaste del antiderrapante	2 meses	Mecánico
	Cambio del antiderrapante	1 año	
Banda de arrastre de cangilones	Inspección visual del desgaste de la banda transportadora	4 meses	Mecánico
	Sustituir la banda transportadora, desmontando los cangilones y reajustándolos en la nueva banda, realizando la respectiva tensión y alineamiento de ejes.	1 año	
Cangilones	Inspección visual de los cangilones	1 al día	Mecánico
	Cambio de cangilones	por condición	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	Retirar el contenido del elevador y proceder a repararlo, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 10 Mantenimiento programado para el Sin fin distribuidor de almendra húmeda a silos

NOMBRE DEL EQUIPO: SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA HÚMEDA A SILOS			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	

Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante grasea o aceitera	cada 50 horas de operación	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
Tubo o eje central del sin fin	Inspección visual del eje	1 mes	Mecánico
Tubo o eje central del sin fin	Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	10 años	Mecánico
Hélices	Inspección visual de las hélices	1 mes	Mecánico
	Cambio de las hélices	por condición	
Motor eléctrico	Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico

Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
---	---	---------------	---------------------------

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 11 Mantenimiento programado para el Silo de secado de la almendra húmeda

NOMBRE DEL EQUIPO: SILOS DE SECADO DE LA ALMENDRA HÚMEDA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	Retirar el contenido del silo de secado y proceder a repararlo, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	
Intercambiador de calor	Inspección visual y limpieza de paneles, trampas de vapor y tuberías del intercambiador de calor	1 semana	Mecánico
	Inspeccionar y limpiar cuidadosamente los radiadores realizando un Mantenimiento preventivo de ser necesario.	1 mes	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario)	2 años	
	Inspección del estado operativo de los conductos de aireación del silo, así como los ductos de conducción de aire caliente y sus compuertas. Realizando mantenimiento de ser necesario.	6 meses	

Motor eléctrico del sistema de ventilación	Inspección del amperaje del motor antes y durante la operación	1 mes	Técnico eléctrico
	Desmontar el motor eléctrico para mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso	1 año	
	Inspección visual de todas las conexiones eléctricas.	3 meses	
Sistema de ventilación	Inspección visual de las aspas del ventilador	1 a la semana	Auxiliar de mantenimiento
	Limpieza y mantenimiento de las aspas	1 mes	
Sistema de rejillas	Inspección visual del mecanismo de rejillas	al iniciar operación	Mecánico
	Mantenimiento por desgaste de las rejillas por soldadura	por condición	
	Realizar limpieza y lubricación de cojinetes mediante grasera o aceitera	150 horas de operación	
Motor eléctrico del sistema de rejillas	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Técnico eléctrico
	Desmontar el motor eléctrico para mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso.	1 año	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 12 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador inclinado de almendra seca

NOMBRE DEL EQUIPO: SIN FIN TRANSPORTADOR INCLINADO DE ALMENDRA SECA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico

Láminas de desgaste	En caso de desgaste, Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	Mecánico
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante grasea o aceitera	cada 50 horas de operación	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico

Tubo o eje central del sin fin	Inspección visual del eje	1 mes	Mecánico
	Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	10 años	
Hélices	Inspección visual de las hélices	1 mes	Mecánico
	Cambio de las hélices	por condición	
Motor eléctrico	Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 13 Mantenimiento programado para el Elevador de cangilones de almendra seca

NOMBRE DEL EQUIPO: ELEVADOR DE CANGILONES DE ALMENDRA SECA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante grasea o aceitera	50 horas de operación	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	

Motorreductor	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	Mecánico
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
Banda de arrastre de cangilones	Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
Banda transportadora de cangilones	Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
Cadena y engranajes del sistema de transmisión de potencia	Realizar cambio del sistema de transmisión cadena y piñones cuando la longitud de la cadena exceda el 3% de la longitud original	por condición	Mecánico
	Realizar un tensionado de la cadena, siendo el grado de holgura entre 1 o 2% de la distancia del eje	2 meses	
	Limpieza y lubricación de la cadena y engranajes	1 a la semana	
Tornillos que unen los cangilones a la banda transportadora	Inspección visual y de ruidos del ajuste de los cangilones en la banda transportadora	1 a la semana	Mecánico
Antiderrapante de la polea motriz	Inspección visual del desgaste del antiderrapante	2 meses	Mecánico
	Cambio del antiderrapante	1 año	

Banda de arrastre de cangilones	Inspección visual del desgaste de la banda transportadora	4 meses	Mecánico
	Sustituir la banda transportadora, desmontando los cangilones y reajustándolos en la nueva banda, realizando la respectiva tensión y alineamiento de ejes.	1 año	
Cangilones	Inspección visual de los cangilones	1 al día	Mecánico
	Cambio de cangilones	por condición	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	Retirar el contenido del elevador y proceder a repararlo, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 14 Mantenimiento programado para la Tolva de recepción para el molido de la de almendra seca

NOMBRE DEL EQUIPO: TOLVA DE RECEPCION PARA EL MOLIDO DE LA ALMENDRA SECA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	En caso de desgaste excesivo retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	

Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento
---	---	---------------	---------------------------

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 15 Mantenimiento programado para el Molino de martillos de almendra seca

NOMBRE DEL EQUIPO: MOLINO DE LA ALMENDRA SECA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido de la tolva de carga del molino y del interior de este, para luego proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Martillos	Inspección y ajuste del estado de los martillos	1 quincenal	Mecánico
	Cambio total del juego de martillos/	3 meses de operación	
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras (No debe exceder los 70 °C)	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	1 mes	
	Cambio de las chumaceras en caso de exceder la temperatura permitida, se escuchen chillidos, contaminación en el lubricante, fractura o presencia de olor a quemado.	por condición	
Banda del sistema de transmisión de potencia	Inspección visual y de ruidos del sistema de transmisión	1 quincenal	Mecánico
	Inspección de la alineación de las bandas y las poleas con herramienta de alineación laser	1 mes	
	Inspección del desgaste de las correas	3 meses	
	Inspección de la tensión de las correas, por medio de un tensiómetro convencional, en caso de exceder el máximo permitido se recomienda cambiar todo el conjunto de correas	1 mes	

Banda del sistema de transmisión de potencia	Cambio de las correas (Se cambian cuando la tensión del motor llega a su tope máximo permitido)	Por condición	Mecánico
Motor eléctrico	Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor	1 a la semana	Mecánico/ Eléctrico
	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	
	En caso de falla del motor, de montar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	1 año	
Equipo en general	Realizar lubricación periódica de chumaceras	1 mes	Auxiliar de mantenimiento
Eje del rotor	Inspección del estado del eje	1 año	Mecánico
	Cambio del Eje del rotor por desgaste	1 año y medio	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Sistema de martillos, rotor, bujes, guías.	Ajuste del candado del eje que sostiene los martillos	1 mes	Mecánico
	Ajuste de las tuercas de los discos guía	1 mes	
	Cambio de los discos guía	1 año	
	Cambio de los bujes del eje que sostiene los martillos	8 meses	
	Cambio de los bujes de separación medios del rotor.	1 año	
Válvula de paso	Inspección visual del desgaste de la válvula de paso y láminas de desgaste	3 meses	Mecánico

Válvula de paso	Mantenimiento por soldadura en las láminas de desgaste y válvula de paso según el deterioro de la superficie de contacto	1 año	Mecánico
Poleas del sistema de transmisión de potencia	Inspección de deformaciones de las chavetas, poleas y manguito del sistema motriz y del sistema conducido	4 meses	Mecánico
	Cambio de poleas cuando se presente desgaste en los canales de más de 0,4mm, en caso de fractura o desgaste excesivo del mismo.	Por condición	
Rompedor	Inspección visual del estado del rompedor	1 mes	Mecánico
	Cambio del rompedor por fractura o desgaste excesivo.	9 meses	
Eje de los martillos	Cambio del eje de los martillos por desgaste o deflexión según sea el caso	1 año	Mecánico
Criba	Inspección visual del estado de la criba	1 semana	Mecánico
	Cambio de la criba (rejilla con diámetro definido del tamaño de la almendra seca necesario para el proceso de prensado)	1 mes	
Tornillos, arandelas y tuercas del equipo	inspección del ajuste de las tornillos, arandelas y tuercas del equipo	1 mes	Mecánico
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del molino y proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 16 Mantenimiento programado para el Sin fin distribuidor de almendra partida

NOMBRE DEL EQUIPO: SIN FIN DISTRIBUIDOR DE ALMENDRA PARTIDA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico

Láminas de desgaste	En caso de desgaste, Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	Mecánico
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	cada 50 horas de operación	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
Tubo o eje central del sin fin	Inspección visual del eje	1 mes	Mecánico
	Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	10 años	
Hélices	Inspección visual de las hélices	1 mes	Mecánico
	Cambio de las hélices	por condición	

Motor eléctrico	Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 17 Mantenimiento programado para la tolva de recepción de la almendra molida

NOMBRE DEL EQUIPO: TOLVA DE RECEPCION DE LA ALMENDRA MOLIDA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	En caso de desgaste excesivo retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 18 Mantenimiento programado para la Prensa de extracción de aceite de palmiste P-700

NOMBRE DEL EQUIPO: PRENSA DE EXTRACCION DE ACEITE DE PALMISTE P-700 INAL			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido de la tolva y de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Reductor	inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	Mecánico
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	
	inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	Mecánico
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Motor eléctrico	Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor	1 a la semana	Mecánico/ Eléctrico
	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	
	En caso de falla del motor, desmontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	6 meses	

Bandas del sistema de transmisión de potencia	Inspección visual y de ruidos del sistema de transmisión	1 quincenal	Mecánico
	Inspección de la alineación de las bandas y las poleas con herramienta de alineación laser	6 meses	
	Inspección del desgaste de las correas	3 meses	
	Inspección de la tensión de las correas, por medio de un tensiómetro convencional, en caso de desajuste de las correas se debe tensionar por medio del tensor del motor	1 mes	
	Cambio de las correas (Se cambian cuando la tensión del motor llega a su tope máximo permitido)	Por condición	
Poleas del sistema de transmisión de potencia	Inspección de deformaciones de las chavetas, poleas y manguito del sistema motriz y del sistema conducido	4 meses	Mecánico
	Cambio de poleas cuando se presente desgaste en los canales de más de 0,4mm, en caso de fractura o desgaste excesivo del mismo	Por condición	
Acople del sistema de transmisión de potencia reductor-eje	Inspección visual y de ruidos del acople	3 meses	Mecánico
	Mantenimiento por reconstrucción de soldadura	5000 horas	
	Realizar cambio del acople en caso de que el material falle	por condición	
Bastidor porta contracono	Inspección Visual del estado del bastidor	3 meses	Mecánico
	Mantenimiento por reconstrucción de soldadura	4000 horas	
	Realizar cambio del bastidor en caso de que el material falle	por condición	Mecánico
Bastidor porta rodamientos	Inspección Visual del estado del bastidor	3 meses	Mecánico
	Mantenimiento por reconstrucción de soldadura	4000 horas	
	Realizar cambio del bastidor en caso de que el material falle	por condición	

Contracono	Realizar cambio del contracono	2000 horas	Mecánico
Rodamientos internos del bastidor porta rodamientos	Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	cada 50 horas de operación	Mecánico
	Realizar cambio de los rodamientos	5000 horas	
Pasadores y tuercas del costillar del sistema de prensado	Realizar ajuste, limpieza de las tuercas del costillar según sea el caso	por condición	Mecánico
Cuchillas de la canasta del sistema de prensado	Realizar el cambio de las cuchillas raspadoras	750 horas	Mecánico
Canasta del sistema de prensado	Realizar una rotación de la canasta de tal forma en que se puedan utilizar las 4 caras para que se desgasten homogéneamente	500-600 horas	Mecánico
	Realizar el cambio de la canasta.	2000 horas	
Puntera de desgaste del sistema de prensado	Realizar cambio de la puntera de desgaste	500 horas	Mecánico
Tuerca de ajuste del cono de desgaste del sistema de prensado	Realizar cambio de la tuerca de ajuste del cono de desgaste	5000 horas	Mecánico
Boquilla de alimentación superior e inferior	Realizar mantenimiento de la boquilla de alimentación según sea el desgaste	por condición	Mecánico

Sin fines N°. 1-2-3-4-5	Realizar el Cambio del sin fine N°. 1	3000 horas	Mecánico
	Realizar el Cambio del sin fine N°. 2	1000 horas	
	Realizar el Cambio del sin fine N°. 3	350 horas	
	Realizar el Cambio del sin fine N°. 4	250 horas	
	Realizar el Cambio del sin fine N°. 5	250 horas	
	Nota: Realizar el cambio de los sin fines por los de repuesto y enviar los desgastados a mantenimiento por soldadura según sea la severidad del daño. El mantenimiento se puede realizar hasta 3 veces, luego se debe cambiar por uno nuevo.	De operación	
Buje 5-1	Realizar el cambio del buje 5-1	250 horas	Mecánico
	Nota: Realizar el cambio del buje por los de repuesto y enviar el desgastado a mantenimiento por soldadura según sea la severidad del daño. El mantenimiento se puede realizar hasta 3 veces, luego se debe cambiar por uno nuevo.	De operación	
Tuerca de ajuste de los sin fines	Realizar el cambio de la tuerca de ajuste de los sin fines	600 horas de operación	Mecánico
Eje hexagonal de la prensa	Realizar inspección del eje cada vez que se realiza el cambio de uno de los sin fines	250 horas	Mecánico
	Realizar el cambio del eje hexagonal de la prensa	4000 horas	
	Nota: Realizar el cambio del eje por el de repuesto y enviar el desgastado a mantenimiento por soldadura según sea la severidad del daño.	De operación	
Obstrucción por Elementos externos en la salida del aceite	Retirar el contenido de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Obstrucción por Elementos externos en la salida de la torta	Retirar el contenido de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Obstrucción por Elementos externos en la salida de los humos	Retirar el contenido de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 19 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador de aceite turbio

NOMBRE DEL EQUIPO: SIN FIN TRANSPORTADOR DE ACEITE TURBIO			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
Láminas de desgaste	En caso de desgaste, Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	Mecánico
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante graseo o aceitera	50 horas	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	

Motorreductor	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	Mecánico
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
Tubo o eje central del sin fin	Inspección visual del eje	1 mes	Mecánico
	Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	10 años	
Hélices	Inspección visual de las hélices	1 mes	Mecánico
	Cambio de las hélices	por condición	
Motor eléctrico	Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 20 Mantenimiento programado para el Tanque de agitación

NOMBRE DEL EQUIPO: TANQUE DE AGITACIÓN			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido del tanque y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de Op.	
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Tubo o eje central de los alabes	Inspección visual del eje	1 mes	Mecánico
	Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	5 años	
Alabes	Inspección visual de las alabes	1 mes	Mecánico
	Cambio de las alabes	por condición	
tornillería de los alabes	inspección visual y de ajuste de la tornillería, tuercas y alabes	1 quincenal	Mecánico
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	50 horas de operación	
Tanque o cuerpo	Inspección visual del estado de desgaste o deterioro del tanque o cuerpo de este	1 quincenal	Mecánico
	En caso de desgaste o deterioro realizar mantenimiento por soldadura sobreponiendo láminas de desgaste en la parte afectada	por condición	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 21 Mantenimiento programado para la Bomba de aceite turbio

NOMBRE DEL EQUIPO: BOMBA DE ACEITE TURBIO			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido del sistema y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Carcasa o cuerpo de la bomba	Realizar inspección visual y limpieza de la bomba	1 semana	Mecánico
	inspección de vibraciones en las carcasas de los cojinetes, llevando un control para luego ser comparadas y así prever posibles fallos	6 meses	
	En caso de fractura o desgaste por cavitación en el interior de la carcasa se procede a cambiarla, realizando una inspección del estado del impulsor y los sellos.	Por condición	Mecánico
Impulsor	Al presentarse una disminución de la succión dinámica total y la distancia de descarga, se debe inspeccionar el estado del impulsor, en caso de desgaste o fractura se debe cambiar la o las piezas afectadas para un mejor rendimiento	por condición	Mecánico
	Realizar un control de la succión dinámica total y la distancia de descarga de la bomba, llevando un registro con el cual se pueda comparar con las últimas realizadas	1 año	
Empaque O-Ring	Control del estado del empaque O-Ring	6 meses	Mecánico
	En caso de fuga por parte del desgaste o rotura del empaque se debe cambiar inmediatamente para evitar riesgo a operarios.	Por condición	

Rodamientos y sello	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 mes	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación de los rodamientos mediante grasera o aceitera	1 quincenal	
	Monitoreo del estado de los sellos de fugas de fluido	1 Día	
Sello mecánico	Inspección del estado del sello mecánico	6 meses	Mecánico
	De presentar fugas, se debe inspeccionar la pieza, de estar rayada o defectuosa se procede a cambiar la pieza por una nueva.	por condición	
Estructura del equipo	Realizar limpieza e inspección visual de fugas	1 día	Auxiliar de mantenimiento
	Inspección del estado de desgaste de la estructura o cuerpo de la bomba	1 semana	
Eje del rotor	Realizar la inspección en la alineación de la bomba y el motor	6 meses	Mecánico
	Inspección visual para la detección de fugas en el cierre del eje	1 semana	
Motor eléctrico	Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor	1 a la semana	Mecánico/ Eléctrico
	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	
	En caso de falla del motor, desmontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	6 meses	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido de la bomba y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 22 Mantenimiento programado para el Tamiz INAL

NOMBRE DEL EQUIPO: TAMIZ INAL			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido del sistema y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Filtro	Inspección del estado de las rejillas del tamiz, examinando que no se presenten alambres rotos o desplazados y de otros daños alrededor del marco de la pantalla que permitan el paso de producto sin tamizar	1 día	Mecánico
	Realizar limpieza de las rejillas del tamiz (Se recomienda utilizar agua y un jabón suave, No utilice agua a presión ya que puede generar daños en la integridad de la rejilla)	1 mes	
	Realice una inspección de desgaste, daños o acumulación de material removiendo la junta de la rejilla y el centro de amarre.	1 mes	
Sistema de pesas	Inspeccione la parte inferior y superior del peso del motor	1 semana	Mecánico
	Realizar lubricación al generador de movimiento tanto en la parte inferior y superior	2 meses o 500 horas	
	Inspección del estado de los resortes y carretes, de presentar desgaste severo replácelos.	4500 horas	
Motor eléctrico	Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor	1 a la semana	Mecánico/ eléctrico
	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	

Motor eléctrico	En caso de falla del motor, desmontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario	6 meses	Mecánico/ eléctrico
	Inspección de ajuste de los tornillos y cuñas que se utilizan para sujetar y asegurar el generador de movimiento.	3 meses	
Estructura del equipo	Inspección visual y de ruidos del estado del equipo, realice mantenimiento según sea necesario	1 Dia	Mecánico
	Realizar limpieza e inspección visual de fugas	1 semana	
	inspección del estado de desgaste de la estructura del tamiz	1 semana	
	verificación del ajuste de los anillos de fijación antes de iniciar la operación del equipo para evitar el daño de la junta y la rotación del marco o en la pantalla	1 mes	
	Inspección de los anillos de fijación, verificando que este bien posicionados en el marco	1 día	
obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del tamiz y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 23 Mantenimiento programado para el Filtro de presión de placas

NOMBRE DEL EQUIPO: FILTRO DE PRESION DE PLACAS			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido del sistema y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Cilindro hidráulico	Inspección del estado y verificación del nivel de aceite en el tanque	1 mes	Mecánico
	Inspección de fugas del cilindro, vástago y conexiones	1 día	
	Inspección visual de la presión por parte del manómetro del sistema hidráulico	1 día	Mecánico
	Descomprimir las válvulas de seguridad del sistema para evitar que se peguen	3 meses	
	Inspeccionar el desgaste mecánico del cilindro para evitar fugas o deflexión de este	6 meses	
	Inspección del estado de los filtros de aceite del sistema hidráulico	1 mes	
Filtro	Inspección del estado de las telas filtrantes de la torta y limpieza con abundante agua	300 horas	Mecánico
	Cambio de las telas filtrantes de la torta	500 horas	
Motor eléctrico del sistema hidráulico	Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor	1 a la semana	Mecánico/ eléctrico
	Inspección del amperaje del motor	15 días	
	En caso de falla del motor, desmontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	6 meses	
Bomba hidráulica	Realiza protocolo de mantenimiento programado sugerido para la bomba de aceite subsistema 5-2 (Bomba de aceite turbio)	-	Mecánico
Sistema eléctrico	Realizar inspección del estado del cableado eléctrico	1 semana	eléctrico
	Realizar inspección y control del amperaje suministrado al circuito	1 quincenal	
Bomba del aceite filtrado	Realiza protocolo de mantenimiento programado sugerido para la bomba de aceite subsistema 5-2 (Bomba de aceite turbio)	-	Mecánico

obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del tamiz y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
---	---	---------------	---------------------------

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 24 Mantenimiento programado para el Tanque de almacenamiento de aceite

NOMBRE DEL EQUIPO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
obstrucción por Elementos externos en la entrada	Inspeccionar la entrada del aceite, revisando ductos y retirando todo elemento no deseado	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Estructura del equipo	Inspección del estado de las láminas del tanque, de presentar daño o desgaste se procede a reparar por soldadura	3 meses	Mecánico
	Servicio de pintura anticorrosiva externa del tanque y la estructura para evitar presencia de corrosión y desgaste del equipo	1 año	
Serpentines	inspección del estado de los serpentines, revisando que no presente fugas de vapor, de ser necesario realice mantenimiento.	1 mes	Mecánico
obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del tanque y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 25 Mantenimiento programado para el Sin fin transportador de torta de palmiste

NOMBRE DEL EQUIPO: SIN FIN TRANSPORTADOR DE TORTA DE PALMISTE			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	En caso de desgaste, Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante graseo o aceitera	50 horas	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	
	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	Mecánico
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico

Tubo o eje central del sin fin	Inspección visual del eje	1 mes	Mecánico
	Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	10 años	
Hélices	Inspección visual de las hélices	1 mes	Mecánico
	Cambio de las hélices	por condición	
Motor eléctrico	Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 26 Mantenimiento programado para el Elevador de cangilones de torta de palmiste

NOMBRE DEL EQUIPO: ELEVADOR DE CANGILONES DE TORTA DE PALMISTE			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante graseo o aceite	cada 50 horas de operación	
Motorreductor	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	Mecánico
	Inspección del nivel de aceite y fugas	1 a la semana	
	Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)	200 horas de operación	

Motorreductor	Cambio de aceite regular	2000 horas de operación	Mecánico
	Inspección de la alineación del motorreductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes	3 meses	
	Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 año	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Equipo en general	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
Banda de arrastre de cangilones	Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
Banda transportadora de cangilones	Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
Cadena y engranajes del sistema de transmisión de potencia	Realizar cambio del sistema de transmisión cadena y piñones cuando la longitud de la cadena exceda el 3% de la longitud original	por condición	Mecánico
	Realizar un tensionado de la cadena, siendo el grado de holgura entre 1 o 2% de la distancia del eje	2 meses	
	Limpieza y lubricación de la cadena y engranajes	1 a la semana	
Tornillos que unen los cangilones a la banda transportadora	Inspección visual y de ruidos del ajuste de los cangilones en la banda transportadora	1 a la semana	Mecánico

Antiderrapante de la polea motriz	Inspección visual del desgaste del antiderrapante	2 meses	Mecánico
	Cambio del antiderrapante	1 año	
Banda de arrastre de cangilones	Inspección visual del desgaste de la banda transportadora	4 meses	Mecánico
	Sustituir la banda transportadora, desmontando los cangilones y reajustándolos en la nueva banda, realizando la respectiva tensión y alineamiento de ejes.	1 año	
Cangilones	Inspección visual de los cangilones	1 al día	Mecánico
	Cambio de cangilones	por condición	
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	Retirar el contenido del elevador y proceder a repararlo, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 27 Mantenimiento programado para la Tolva de recepción de torta de palmiste

NOMBRE DEL EQUIPO: TOLVA DE RECEPCIÓN DE LA TORTA DE PALMISTE			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	En caso de desgaste excesivo retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	

Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento
---	---	---------------	---------------------------

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 28 Mantenimiento programado para el Molino de martillos de torta de palmiste

NOMBRE DEL EQUIPO: MOLINO DE TORTA DE PALMISTE			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido de la tolva de carga del molino y del interior de este, para luego proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Martillos	Inspección y ajuste del estado de los martillos	1 quincenal	Mecánico
	Cambio total del juego de martillos/	3 meses de operación	
Chumaceras	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras (No debe exceder los 70 °C)	1 a la semana	Mecánico
	Realizar limpieza y lubricación mediante graseras o aceitera	1 mes	
	Cambio de las chumaceras en caso de exceder la temperatura permitida, se escuchen chillidos, contaminación en el lubricante, fractura o presencia de olor a quemado.	por condición	
Banda del sistema de transmisión de potencia	Inspección visual y de ruidos del sistema de transmisión	1 quincenal	Mecánico
	Inspección de la alineación de las bandas y las poleas con herramienta de alineación laser	1 mes	
	Inspección del desgaste de las correas	3 meses	

Banda del sistema de transmisión de potencia	Inspección de la tensión de las correas, por medio de un tensiómetro convencional, en caso de exceder el máximo permitido se recomienda cambiar todo el conjunto de correas	1 mes	Mecánico
	Cambio de las correas (Se cambian cuando la tensión del motor llega a su tope máximo permitido)	Por condición	
Motor eléctrico	Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor	1 a la semana	Mecánico/ Eléctrico
	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	
	En caso de falla del motor, de montar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	1 año	
Equipo en general	Realizar lubricación periódica de chumaceras	1 mes	Auxiliar de mantenimiento
Eje del rotor	Inspección del estado del eje	1 año	Mecánico
	Cambio del Eje del rotor por desgaste	1 año y medio	
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	
Sistema de martillos, rotor, bujes, guías.	Ajuste del candado del eje que sostiene los martillos	1 mes	Mecánico
	Ajuste de las tuercas de los discos guía	1 mes	
	Cambio de los discos guía	1 año	
	Cambio de los bujes del eje que sostiene los martillos	8 meses	
	Cambio de los bujes de separación medios del rotor.	1 año	

Válvula de paso	Inspección visual del desgaste de la válvula de paso y láminas de desgaste	3 meses	Mecánico
	Mantenimiento por soldadura en las láminas de desgaste y válvula de paso según el deterioro de la superficie de contacto	1 año	
Poleas del sistema de transmisión de potencia	Inspección de deformaciones de las chavetas, poleas y manguito del sistema motriz y del sistema conducido	4 meses	Mecánico
	Cambio de poleas cuando se presente desgaste en los canales de más de 0,4mm, en caso de fractura o desgaste excesivo del mismo.	Por condición	
Rompedor	Inspección visual del estado del rompedor	1 mes	Mecánico
	Cambio del rompedor por fractura o desgaste excesivo.	9 meses	
Eje de los martillos	Cambio del eje de los martillos por desgaste o deflexión según sea el caso	1 año	Mecánico
Criba	Inspección visual del estado de la criba	1 semana	Mecánico
	Cambio de la criba (rejilla con diámetro definido del tamaño de la almendra seca necesario para el proceso de prensado)	1 mes	
Tornillos, arandelas y tuercas del equipo	inspección del ajuste de las tornillos, arandelas y tuercas del equipo	1 mes	Mecánico
Obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del molino y proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 29 Mantenimiento programado para el Ciclón y Esclusa de empaque de la torta

NOMBRE DEL EQUIPO: CICLON Y ESCLUSA DE EMPAQUE DE LA TORTA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
obstrucción por Elementos externos en la entrada	Retirar el contenido de la tolva de carga del molino y del interior de este, para luego proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Estructura del equipo	Inspección visual de la estructura del equipo	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario)	2 años	
	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	
	En caso de desgaste excesivo retirar el contenido del ciclón y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	
Sistema de esclusa	Inspección visual de los empaques de cierre de la esclusa	1 mes	Mecánico
	Inspección del estado del cuerpo de la esclusa	3 meses	
	Cambio y/o mantenimiento del sistema	por condición	
obstrucción por Elementos externos en la salida	Retirar el contenido del molino y proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 30 Mantenimiento programado para el Sistema de Extracción de humos

NOMBRE DEL EQUIPO: EXTRACCION DE HUMOS			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Motor eléctrico	Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor	1 a la semana	Mecánico/ Eléctrico
	Inspección del amperaje del motor	1 quincenal	
	En caso de falla del motor, desmontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	1 año	
Sistema de escotillas o dámper	Inspección visual de los empaques de cierre de la escotilla	3 mes	Mecánico
	Inspección del estado del cuerpo de la escotilla	3 meses	
	Cambio y/o mantenimiento del sistema de las láminas de desgaste o cuerpo del sistema	por condición	
Estructura de los ductos de humos	Inspección visual de las bridas de sujeción de los ductos	1 mes	Mecánico
	Inspección del estado de desgaste de los ductos (en presencia de corrosión, fisura, desgaste, etc.)	4 meses	
	Mantenimiento por condición	por condición	
Aspas del ventilador centrifugo	Inspección visual de las aspas del ventilador	1 a la semana	Auxiliar de mantenimiento
	Limpieza y mantenimiento de las aspas	1 mes	
Láminas de desgaste	Inspección del estado de las láminas de desgaste	1 mes	Mecánico
	En caso de desgaste excesivo se procede a realizar mantenimiento sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	por condición	
Estructura del ciclon	Inspección visual de la estructura del ciclon	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	

Sellos de la esclusa	Inspección del estado de los sellos de la esclusa	1 mes	Mecánico
	En caso de falla realizar cambio	por condición	

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 31 Mantenimiento programado para Sistema de ductos de extracción de humos

NOMBRE DEL EQUIPO: SISTEMA DE DUCTOS DE EXTRACCION DE HUMOS			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Bridas de unión de los ductos	Inspección visual de las bridas de sujeción de los ductos	1 mes	Mecánico
	Inspección del estado de ajuste de sujeción de los ductos	1 mes	
Ductos	Inspección del estado de desgaste de los ductos (en presencia de corrosión, fisura, desgaste, etc.)	4 meses	Mecánico
	Mantenimiento por condición	por condición	
Estructura del ciclon	Inspección visual de la estructura del ciclon	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 32 Mantenimiento programado para las Bases y estructuras de los equipos de la planta

NOMBRE DEL EQUIPO: BASES Y ESTRUCTURAS DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Estructura metálica	Inspección visual de la estructura de la planta	1 a la semana	Mecánico
	Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	2 años	

Sobrecarga en la Estructura metálica	Inspección visual de deflexiones, torceduras, o desgaste de la estructura	3 meses	Mecánico
	Análisis matemático del cálculo de esfuerzos presentados en la estructura (llegado el caso se exceda el permitido, se debe rediseñar la estructura metálica para que cumpla con las normas de seguridad necesarias)	por condición	

Fuente: Autor del proyecto.

Tabla 33 Mantenimiento programado para el Transporte del aceite extraído por tuberías

NOMBRE DEL EQUIPO: TRANSPORTE DEL ACEITE EXTRAIDO POR TUBERIAS A LOS EQUIPOS			
COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	A REALIZAR POR
Obstrucción por Elementos externos	Retirar el contenido de la tubería, para luego proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento
Tubería del aceite extraído	Inspección del estado de desgaste de la tubería (en presencia de corrosión, fisura, desgaste, etc.)	4 meses	Mecánico
	Mantenimiento por condición (realizar mantenimiento de pulido contra corrosión y servicio de pintura anticorrosiva, en caso de daño severo se debe cambiar el tramo de tuberías necesario)	por condición	

Fuente: Autor del proyecto.

CAPÍTULO 14

CONCLUSIONES

- Se cumplió el objetivo general de la presenta practica con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo-predictivo para una planta extractora de aceite de palmiste fabricada en la empresa INDUSTRIAS ACUÑA LTDA, y el cual permite organizar de forma sistemática y ordenada cada una de las tareas de mantenimiento a los equipos.

- Se realizó el levantamiento de información de los equipos para comprender su funcionamiento y aplicabilidad en una planta extractora de aceite de palmiste.

- Se consolidó la información de las fallas de los equipos en una planta extractora de aceite de palmiste mediante la metodología RCM en las hojas de información por equipos (AMEF).

- Se aplico la metodología de análisis de criticidad a la totalidad de los equipos involucrados en el proceso de extracción de aceite de palmiste. Se identifico como el activo más crítico a la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700 y al segundo equipo más crítico al molino de martillos de almendra seca, al igual que se observa la jerarquización por criticidad de los demás equipos.

- Se aplico la metodología de análisis causa raíz RCA a los activos más críticos identificados en la metodología de análisis de criticidad, teniendo en cuenta el número de fallas recurrentes por año por equipo. Se determinaron las causas raíz físicas, humanas y latentes de las cuales se dio una posible solución.

- Se consolidó el documento de análisis modos de falla y efecto para cada equipo, identificando su función principal y según sea el caso funciones secundarias.
- Se obtiene la lista de actividades o tareas de mantenimiento por equipos como documento guía para la aplicación de la metodología RCM en las hojas de decisión por equipos. Se determinaron los periodos de tiempo en los cuales deben ser programadas las labores de mantenimiento.
- Se cumplió con la formulación de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo para cada uno de los equipos de una planta extractora de aceite de palmiste.

CAPÍTULO 15

RECOMENDACIONES

- Se recomienda seleccionar personal capacitado para las labores de mantenimiento de los equipos, ya que la correcta implementación de estos procedimientos reducirá la posibilidad de afectar el umbral de vida útil de los activos, contribuyendo así a reducir los costos de mantenimiento y paradas de producción.
- Se recomienda considerar la metodología RCA aplicada a los equipos más críticos, utilizando el formato de hoja de vida del equipo y otros formatos de información generados al realizar esta práctica como una herramienta de comunicación entre el personal administrativo y el personal de mantenimiento.
- Se recomienda realizar un análisis de los materiales utilizados en los Sin fines N°4 y N°5 y en el buje 5-1 de la prensa P-700 y en la criba del molino de martillos de almendra seca, proponiendo nuevos tipos de materiales que puedan soportar mejor la compresión y el desgaste por rozamiento de la almendra, con esta medida se estudia el beneficio vs costo que se podría generar si se eligiera otro tipo de material que remplace el ya utilizado.
- Se recomienda la implementación de un segundo molino de martillos para la almendra seca como uso de baipás para los casos de mantenimiento preventivo o correctivo con el propósito de no interrumpir la productividad de la planta.
- Se debe establecer un plan de inspección periódico para identificar las deficiencias en el plan de actividades que sugiere este enfoque, por lo que el plan de mantenimiento debe actualizarse constantemente.

- Se debe establecer un programa de capacitación periódico al personal de mantenimiento sobre temas básicos como lubricación, sistemas hidráulicos, sistemas neumáticos, además de algunos equipos mecánicos y eléctricos presentes como bombas, reductores, motores eléctricos y demás.
- Se recomienda el uso de nuevas metodologías de mantenimiento las cuales involucren la manipulación de equipos tecnológicos como Cámaras de Imágenes Térmicas (TIC), Termómetro de Infrarrojos (IR) sin contacto, acelerómetros y demás.

BIBLIOGRAFIA

- ACUÑA LLANES, Angel Custodio. MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PRENSA PARA EXTRACCION DE ACEITE DE PALMISTE INAL 700KG/HORA DE ALMENDRA. Edición 1. Bucaramanga, Santander: INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., 2011. 39 p.
- ACUÑA LLANES, Angel Custodio. MANUAL DE OPERACIÓN DEL MOLINO DE TORTA INAL. Edición 1. Bucaramanga, Santander: INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., 2021. 35 p.
- ACUÑA LLANES, Angel Custodio. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EXTRACCION DE ACEITE DE PALMISTE EXTRACTORA EL ROBLE. Edición 1. Bucaramanga, Santander: INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., 2014. 111 p.
- ACUÑA LLANES, Angel Custodio. PLANTA DE PALMISTE PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE. Edición 1. Bucaramanga, Santander: INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., 2010. 14 p.
- AGUIAR GUZMAN, Leonardo Javier y RODRIGUEZ BORJA, Hender Armando. ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL EN LA LINEA DE PRODUCCION DE GASEOSAS No. 3. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico. Bogotá D.C.: Universidad Libre de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Mecánica, 2014, 81 p.

- ARISTONDO GUTIERREZ, Ludwing Mauricio. MEJORAMIENTO DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE BENEFICIO DE PALMISTE. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico Industrial. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 141 p.
- DIAZ DURAN, Manuel Antonio y RAMIREZ PARDO, Carlos Julio. ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA PLANTA DE EXTRACCION DE ACEITE DE PALMA EXTRACTORA LOMA FRESCA S.A.S. Monografía de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga, Santander: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, 2014, 359 p.
- INDUSTRIAS ACUÑA. Nuestra empresa: Misión [sitio web]. Santander; [Consultado: 14 de abril de 2021]. Disponible en: <https://inal.com.co/nuestra-empresa/>
- INDUSTRIAS ACUÑA. Nuestra empresa: política de gestión integral [sitio web]. Santander; [Consultado: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://inal.com.co/nuestra-empresa/>
- INDUSTRIAS ACUÑA. Nuestra empresa: Visión [sitio web]. Santander; [Consultado: 14 de abril de 2021]. Disponible en: <https://inal.com.co/nuestra-empresa/>
- MANGA RODRIGUEZ, Carlos Andres. DETERMINACION DE CAUSAS DE FALLA EN EL ELEVADOR DE CANGILONES DEL TRNASPORTADOR DE CLINKER DE ARGOS. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico. Cartagena de Indias D.T. Y C.: Universidad Tecnológica de Bolívar, Faculta de Ingeniería, 2014. 95 p.

- MOUBRAY, John. RCM II Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Traducido por Ellmann Suerio y Asociados. Edición en español. Leicestershire, Reino unido: Aladon Ltd., 2004. 424 p. ISBN 09539603-3.

- RIOS SAAVEDRA, Andres Anzuris y GOMEZ GARCIA, Oscar Enrique. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO CENTRADA EN CONFIABILIDAD PARA LA PLANTA PROCESADORA DE CAFÉ Y CACAO DEL GRUPO AGROINVERSA S.A.S. Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico. Bucaramanga, Santander: Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2017, 124 p.

ANEXO B Hoja de decisión del sin fin transportador de almendra húmeda

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:	Fecha	Hoja N°			
		Recepción de la almendra húmeda		1					-	-	1
		SUB-SISTEMA		Sin fin transportador de almendra húmeda		SUBSISTEMA N°		Auditor:	Fecha	de	
Referencia de Informacón	Evaluación de las consecuencias		Acción a falta de		Tarea Propuesta		Intervalo inicial	A realizarse por			
	F	FF	H	S						E	O
1	A	1	N	N	S	S	Inspección del estado de las láminas de desgaste/ Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lámina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condición	Mecánico		
2	A	1	N	N	S	S	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras/ Realizar limpieza y lubricación mediante graseras o aceitera	1 a la semana/ cada 50 horas de operación	Mecánico		
2	A	2	N	N	S	S	Inspección del amperaje del motor/ Inspección del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220) Cambio de aceite regular/ Inspección de la alineación del motor-reductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 quincenal/ 1 a la semana/ 200 horas de operación/ 2000 horas de operación/ 3 meses/ 1 año	Mecánico		
2	A	3	N	N	N	S	Inspección visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico		
2	A	4	N	N	N	S	Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico		
2	A	5	N	N	S	S	Inspección visual del eje/ Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	1 mes/ 10 años	Mecánico		
2	B	1	N	N	N	S	Inspección visual de las hélices/ Cambio de las hélices	1 mes/ por condición	Mecánico		
3	A	1	N	N	S	S	Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico		
3	A	2	N	N	S	S	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento		

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO C Hoja de decisión del elevador de cangilones de almendra húmeda

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										SISTEMA N°	Facilitador:	Fecha	Hoja N°	
		Recepción de la almendra húmeda										1	-	-	1	
		SUB-SISTEMA										SUBSISTEMA N°	Auditor:	Fecha	de	
		Elevador de cangilones de almendra húmeda										1-3	-	-	1	
		Tarea Propuesta										Intervalo inicial			A realizarse por	
1	A	N	N	N	S	S								Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
2	A	N	N	N	S	N	S							Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras/ Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	1 a la semana/ cada 50 horas de operación	Mecánico
2	A	N	N	N	S	N	S							Inspección del amperaje del motor/ Inspección del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspección de la alineación del motor-reductor y revisión con estetoscopio mecanido de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 quincenal/ 1 a la semana/ 200 horas de operación/ 2000 horas de operación/ 3 meses/ 1 año	Mecánico
2	A	N	N	N	N	N	S							Inspección visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico
2	A	N	N	N	N	N	S							Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico
2	A	N	N	N	S	N	S							Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
2	A	N	N	N	S	N	S							Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico
2	A	N	N	N	S	N								Realizar cambio del sistema de transmisión cadena y piñones cuando la longitud de la cadena exceda el 3% de la longitud original/ Realizar un tensionado de la cadena, siendo el grado de holgura entre 1 o 2% de la distancia del eje/ Limpieza y lubricación de la cadena y engranajes	por condición/ 2 meses/ 1 a la semana	Mecánico

2	A	8	N	N	N	N	S	N	S	Inspección visual y de ruidos del ajuste de los cangilones en la banda transportadora	1 a la semana	Mecánico
2	A	9	N	N	N	S	S	S	S	Inspeccion visual del desgaste del antiderrapante/ Cambio del antiderrapante	2 meses/ 1 año	Mecánico
2	A	10	N	N	N	S	N	S	S	Inspeccion visual del desgaste de la banda transportadora/ Sustituir la banda transportadora, desmontando los cangilones y reajustandolos en la nueva banda, realizando la respectiva tension y alineamiento de ejes.	4 meses/ 1 año	Mecánico
2	B	1	N	N	N	S	S	S	S	Inspección visual de los cangilones/ Cambio de cangilones	1 al día/ por condición	Mecánico
3	A	1	N	N	N	S	S	S	S	Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
1	A	1	N	N	N	S	S	S	S	Inspeccion del estado de las lamina de desgaste/ Retirar el contenido del elevador y proceder a repararlo, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condición	Mecánico

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO E Hoja de decisión del silo de secado de almendra húmeda

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°		
		Secado de la almendra húmeda														
		SUB-SISTEMA														
Referencia de Información		Tarea Propuesta										Intervalo inicial	A realizarse por			
F	FF	FM	H	S	E	O	NI	N2	N3	H4	H5			H6	Acción a falta de	
1	A	1	N	N	S	S								Inspección del estado de las laminas de desgaste/ Retirar el contenido del silo de secado y proceder a repararlo, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	1	N	N	S	N	S							Inspección visual y limpieza de paneles, trampas de vapor y tuberías del intercambiador de calor/ Inspeccionar y limpiar cuidadosamente los radiadores realizando un Mantenimiento preventivo de ser necesario.	1 Semana/ 1 mes	Mecánico
2	A	2	N	N	N	N	S							Inspección visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario)/ Inspección del estado operativo de los conductos de aireación del silo, así como los ductos de conducción de aire caliente y sus compuertas. Realizando mantenimiento de ser necesario.	1 a la semana/ 2 años/ 6 meses	Mecánico
2	A	3	N	N	N	S	N	S						Inspección del amperaje del motor antes y durante la operación/ Desmontar el motor eléctrico para mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso/ Inspección visual de todas las conexiones eléctricas.	1 mes/ 1 año/ 3 meses	Tecnico electrico
2	A	4	N	N	N	S	N	S						Inspección visual de las aspas del ventilador/ Limpieza y mantenimiento de las aspas/ Inspección visual del mecanismo de rejillas/ Mantenimiento por desgaste de las rejillas por soldadura/ Realizar limpieza y lubricación de cojinetes mediante grasa o acetona	1 a la semana/ 1 mes	Auxiliar de mantenimiento
3	A	1	N	N	N	S	N							Desmontar el motor eléctrico para mantenimiento preventivo o correctivo	al iniciar operación/ por condición/ 150 horas	Mecánico
3	A	2	N	N	N	S	N	S						Inspección del amperaje del motor/ Desmontar el motor eléctrico para mantenimiento preventivo o correctivo	1 quincenal/ 1 año	Tecnico electrico
4	A	1	N	N	N	S	S							Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO F Hoja de decisión del sin fin transportador inclinado de almendra seca

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:		Fecha		Hoja N°		
		Secado de la almendra húmeda		2		-		-		1		
		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°		Auditor:		Fecha		de		
		Sin fin transportador inclinado de almendra seca		2 - 3		-		-		1		
				Tarea Propuesta				Intervalo inicial		A realizarse por		
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias	H1	H2	H3	Acción a falta de							
F	FF	FM	H	S	E	O	NI	N2	N3	H4	H5	H6
1	A	1	N	N	S	S						
Inspección del estado de las laminas de desgaste/ Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.												
2	A	1	N	N	S	S						
Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras/ Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o acétera												
2	A	2	N	N	S	S						
Inspección del amperaje del motor/ Inspección del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspección de la alineación del motor-reductor y revision con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.												
2	A	3	N	N	S	S						
Inspección visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).												
2	A	4	N	N	S	S						
Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos												
2	A	5	N	N	S	S						
Inspección visual del eje/ Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador												
2	B	1	N	N	S	S						
Inspección visual de las helices/ Cambio de las helices												
3	A	1	N	N	S	S						
Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro												
3	A	2	N	N	S	S						
Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.												

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO G Hoja de decisión del elevador de cangilones de almendra seca

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°			
		Secado de la almendra húmeda													SISTEMA N°	Fecha	Hoja N°
		SUB-SISTEMA															
Referencia de Información		Evaluación de las consecuencias		H1		H2		H3		Acción a falta de		Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6					
1	A	1	N	N	N	S	S							Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento	
2	A	1	N	N	N	S	N	S						Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras/ Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o acetiera	1 a la semana/ cada 50 horas de operación	Mecánico	
2	A	2	N	N	N	S	N	S						Inspección del amperaje del motor/ Inspección del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspección de la alineación del motor-reductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 quincenal/ 1 a la semana/ 200 horas de operación/ 2000 horas de operación/ 3 meses/ 1 año	Mecánico	
2	A	3	N	N	N	N	N	S						Inspección visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico	
2	A	4	N	N	N	N	N	S						Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico	
2	A	5	N	N	N	S	N	S						Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico	
2	A	6	N	N	N	S	N	S						Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico	
2	A	7	N	N	N	S	N							Realizar cambio del sistema de transmisión cadena y piñones cuando la longitud de la cadena exceda el 3% de la longitud original/ Realizar un tensionado de la cadena, siendo el grado de holgura entre 1 o 2% de la distancia del eje/ Limpieza y lubricación	por condición/ 2 meses/ 1 a la semana	Mecánico	

ANEXO H Hoja de decisión de la tolva de recepción para el molido de la almendra
seca

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Fecha		Hoja N°		
		Molido de la almendra .seca		3		-		1		
Referencia de Informacion		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°		Facilitador:		de		
		Tolva de recepcion para el molido de la de almendra seca		3 - 1		-		1		
Evaluación de las consecuencias		Acción a falta de		Tarea Propuesta		Intervalo inicial		A realizarse por		
H S E O N1 N2 N3		H1 H2 H3 S1 S2 S3 O1 O2 O3 H4 H5 H6								
1	A	1	N	N	N	S	S	Inspeccion del estado de las laminas de desgaste/ En caso de desgaste excesivo retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a repararla, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	1	N	N	N	S	S	Retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a liberar la obstruccion	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO I Hoja de decisión del molino de la almendra seca

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:	Fecha	Hoja N°
		<i>Molino de la almendra seca</i>		3		-	-	1
		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°		Auditor:	Fecha	de
		<i>Molino de la almendra seca</i>		3-2		-	-	1
				Tarea Propuesta		Intervalo inicial		A realizarse por
1	A	N	N	S	S	Retirar el contenido de la tolva de carga del molino y del interior del mismo, par luego proceder a liberar la obstrucción	por condición	Auxiliar de mantenimiento
2	A	N	N	S	S	Inspeccion y ajuste del estado de los martillos/ Cambio total del juego de martillos/	1 Quincenal/ 3 meses de operación	Mecánico
2	A	N	N	S	S	Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras (No debe exceder los 70 °C)/ Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera/ Cambio de las chumaceras en caso de exceder la temperatura permitida, se escuchan chidos, contaminación en el lubricante, fractura o presencia de olor a quemado.	1 a la semana/ 1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	N	N	S	S	Inspeccion visual y de ruidos del sistema de transmisión/ Inspeccion de la alineacion de las bandas y las poleas con herramienta de alineacion laser/ Inspeccion del desgaste de las correas/ Inspeccion de la tension de las correas, por medio de un tensiómetro convencional, en caso de exceder el máximo permitido se recomienda cambiar todo el conjunto de correas/ Cambio de las correas (Se cambian cuando la tension del motor llega a su tope maximo permitido)	1 Quincenal/ 1 mes/ 3 meses/ 1 mes/ Por condición	Mecánico
2	A	N	N	S	S	Inspeccion de ruidos, visual y de limpieza del motor/ Inspeccion del amperaje del motor/ En caso de falla del motor, demontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	1 a la semana/ 1 Quincenal/ 1 año	Mecánico/ Electrico
2	A	N	N	S	S	Realizar lubricación periódica de chumaceras	1 Mes	Auxiliar de mantenimiento

2	A	6	N	N	N	N	S	S			Inspección del estado del eje/ Cambio del Eje del rotor por desgaste	1 año/ 1 año y medio	Mecánico
2	A	7	N	N	N	N	S	S			Inspeccion visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico
2	A	8	N	N	N	S	S	S			Ajuste del candado del eje que sostiene los martillos/ Ajuste de las tuercas de los discos guía/ Cambio de los discos guía/ Cambio de los bujes del eje que sostiene los martillos/ Cambio de los bujes de separacion medios del rotor.	1 mes/ 1 mes/ 1 año/ 8 meses/ 1 año	Mecánico
2	A	9	N	N	N	N	S	S			Inspeccion visual del desgaste de la valvula de paso y laminas de desgaste/ Mantenimiento por soldadura en las laminas de desgaste y valvula de paso según el deterioro de la superficie de contacto	3 meses/ 1 año	Mecánico
2	A	10	N	N	N	S	S	S			Inspeccion de deformaciones de las chavetas, poleas y manguito del sistema motriz y del sistema conducido/ Cambio de poleas cuando se presente desgaste en los canales de mas de 0,4mm, en caso de fractura o desgaste excesivo del mismo.	4 meses/ Por condición	Mecánico
2	A	11	N	N	N	S	S	S			Inspeccion del visual del estado del rompedor/ Cambio del rompedor por fractura o desgaste excesivo.	1 mes/ 9 meses	Mecánico
2	A	12	N	N	N	S	S	S			Cambio del eje de los martillos por desgaste o deflexion según sea el caso	1 año	Mecánico
2	A	13	N	N	N	S	S	S			Inspeccion visual del estado de la criba/ Cambio de la criba (rejilla con diametro definido del tamaño de la almendra seca necesario para el proceso de prensado)	1 Semana/ 1 mes	Mecánico
2	A	14	N	N	N	N	S	S			Inspeccion del ajuste de las tornillos, arandelas y tuercas del equipo	1 mes	Mecánico
3	A	1	N	N	N	S	S	S			Retirar el contenido del molino y proceder a liberar la obstruccion	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO J Hoja de decisión del sin fin distribuidor de almendra partida

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:		Fecha		Hoja N°					
		Molido de la almendra seca		3		-		-		1					
		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°		Auditor:		Fecha		de					
		Sin fin distribuidor de almendra partida		3 - 3		-		-		1					
				Tarea Propuesta				Intervalo inicial		A realizarse por					
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias	H1	H2	H3	Acción a falta de										
F	FF	FM	H	S	E	O	NI	N2	N3	H4	HS	H6			
1	A	1	N	N	S	S							Inspección del estado de las laminas de desgaste/ Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	1	N	N	S	S							Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras/ Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	1 a la semana/ cada 50 horas de operación	Mecánico
2	A	2	N	N	S	S							Inspección del amperaje del motor/ Inspección del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspección de la alineación del motor-reductor y revisión con estetoscopio mecanido de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 quincenal/ 1 a la semana/ 200 horas de operación/ 2000 horas de operación/ 3 meses/ 1 año	Mecánico
2	A	3	N	N	N	S							Inspección visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico
2	A	4	N	N	N	S							Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecanicos	1 a la semana	Mecánico
2	A	5	N	N	N	S							Inspección visual del eje/ Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	1 mes/ 10 años	Mecánico
2	B	1	N	N	N	S							Inspección visual de las helices/ Cambio de las helices	1 mes/ por condición	Mecánico
3	A	1	N	N	N	S							Inspección de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico
3	A	2	N	N	N	S							Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO K Hoja de decisión de la tolva de recepción de la almendra molida

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA <i>Prensado de la almendra</i>										Facilitador:	Fecha	Hoja N°			
		SUB-SISTEMA <i>Tolva de recepción de la de almendra molida</i>															
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por						
	F	FF	FM	H	S	E						O	N1	N2	N3	H4	H5
1	A	1		N	N	N	S	S								1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	1		N	N	N	S	S								por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO L Hoja de decisión de la prensa de extracción de aceite de palmiste P-700

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:		Fecha		Hoja N°				
		Prensado de la almendra		4		-		-		1				
		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°		Auditor:		Fecha		de				
		Prensa de extracción de aceite de palmiste P700		4-2		-		-		1				
				Tarea Propuesta				Intervalo inicial		A realizarse por				
Referencia de Información	F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6	Acción a falta de
1	A	1	N	N	N	S	S							Retirar el contenido de la tolva y de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.
2	A	1	N	N	N	S	N	S						Inspeccion del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspeccion de la almeacion del motor-reductor y revision con estetoscopio mecanando de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspeccion general de engranajes, piñones, sedimentacion en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.
2	A	2	N	N	N	S	N	S						Inspeccion de ruidos, visual y de limpieza del motor/ Inspeccion del amperaje del motor/ En caso de falla del motor, demontar el equipo para realizar mantenimiento
2	A	3	N	N	N	S	N	S						Inspeccion visual y de ruidos del sistema de transmision/ Inspeccion de la almeacion de las bandas y las poleas con herramienta de almeacion laser/ Inspeccion del desgaste de las correas/ Inspeccion de la tension de las correas, por medio de un tensiometro convencional, en caso de dejajuste de las correas se debe tensionar por medio del tensor del motor/ Cambio de las correas (Se cambian cuando la tension del motor llega a su tope maximo permitido)
2	A	4	N	N	N	S	N	S						Inspeccion de deformaciones de las chavetas, poleas y manguito del sistema motriz y del sistema conducido/ Cambio de poleas cuando se presente desgaste en los canales de mas de 0,4mm, en caso de fractura o desgaste excesivo del mismo.

2	B	1	N	N	N	S	N	S	Realizar el Cambio del sin fine N°. 1/ Realizar el Cambio del sin fine N°. 2/ Realizar el Cambio del sin fine N°. 3/ Realizar el Cambio del sin fine N°. 4/ Realizar el Cambio del sin fine N°. 5 Nota: Realizar el cambio de los sin fines por los de repuesto y enviar los desgastados a mantenimiento por soldadura según sea la severidad del daño. El mantenimiento se puede realizar hasta 3 veces, luego se debe cambiar por uno nuevo.	3000 horas/ 1000 horas/ 350 horas/ 250 horas/ 250 horas de operación	Mecánico
2	B	2	N	N	N	S	N	S	Realizar el cambio del buje 5-1 Nota: Realizar el cambio del buje por los de repuesto y enviar el desgastado a mantenimiento por soldadura según sea la severidad del daño. El mantenimiento se puede realizar hasta 3 veces, luego se debe cambiar por uno nuevo.	250 horas de operación	Mecánico
2	B	3	N	N	N	S	N	S	Realizar el cambio de la tuerca de ajuste de los sin fines	600 horas de operación	Mecánico
2	B	4	N	N	N	S	N	S	Realizar inspeccion del eje cada vez que se realiza el cambio de uno de los sin fines/ Realizar el cambio del eje hexagonal de la prensa Nota: Realizar el cambio del eje por el de repuesto y enviar el desgastado a mantenimiento por soldadura según sea la severidad del daño.	250 horas/ 4000 horas	Mecánico
3	A	1	N	N	N	S	N	S	Retirar el contenido de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
4	A	1	N	N	N	S	N	S	Retirar el contenido de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
5	A	1	N	N	N	S	N	S	Retirar el contenido de la prensa para proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO N Hoja de decisión del tanque de agitación

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:		Fecha		Hoja N°					
		Homogeneización de la mezcla de aceite y solidos		5		-		-		1					
Referencia de Información		SUB-SISTEMA		SUB-SISTEMA N°		Auditor:		Fecha		de					
		Tanque de agitación		5-1		-		-		1					
Evaluación de las consecuencias		Tarea Propuesta		Intervalo inicial		A realizarse por									
F	FF	FM	H	S	E	O	NI	N2	N3	H4	H5	H6			
1	A	1	N	N	N	S	S						Retirar el contenido del tanque y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
2	A	1	N	N	N	S	N	S					Inspeccion del amperaje del motor/ Inspeccion del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspeccion de la alineacion del motor-reductor y revision con estetoscopio mecanico de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspeccion general de engranajes, piñones, sedimentacion en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 quincenal/ 1 a la semana/ 200 horas de operacion/ 2000 horas de operacion/ 3 meses/ 1 año	Mecánico
2	A	2	N	N	N	S	N	S					Inspección visual del eje/ Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	1 mes/ 5 años	Mecánico
2	A	3	N	N	N	S	N	S					Inspeccion visual de las alabes/ Cambio de los alabes	1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	4	N	N	N	S	N	S					Inspeccion visual y de ajuste de la tornilleria, tuercas y alabes	1 Quincenal	Mecánico
2	A	5	N	N	N	S	N	S					Realizar inspeccion de la temperatura de las chunaceras/ Realizar limpieza y lubricacion mediante grasera o acetiera	1 a la semana/ cada 50 horas de operacion	Mecánico
2	A	6	N	N	N	S	N	S					Realizar limpieza e Inspeccion visual del estado de desgaste o deterioro del tanque o cuerpo del mismo/ En caso de desgaste o deterioro realizar mantenimiento por soldadura sobreponiendo lammas de desgaste en la parte afectada	1 Quincenal/ por condicion	Mecánico
3	A	1	N	N	N	S	S						Retirar el contenido del tanque y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO O Hoja de decisión de la bomba de aceite turbio

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		Facilitador:		Fecha		Hoja N°		
		Homogeneización de la mezcla de aceite y solidos		5		-		1		
Referencia de Información		SUB-SISTEMA		Auditor:		Fecha		de		
		Bomba de aceite turbio		5-2		-		1		
Tarea Propuesta		Acción a falta de		Intervalo inicial		A realizarse por				
		H1	H2	H3						
		S1	S2	S3						
		O1	O2	O3						
		N1	N2	N3	H4	H5	H6			
1	A	1	N	N	S	S				Auxiliar de mantenimiento
2	A	1	N	N	S	N	S			Mecánico
2	A	2	N	N	S	N	S			Mecánico
2	A	3	N	S						Mecánico
2	A	4	N	N	S	N	S			Mecánico
2	A	5	N	N	S	N	S			Mecánico
2	A	6	N	N	N	S				Auxiliar de mantenimiento

2	A	7	N	N	N	S	S				Realizar la inspección en la alineación de la bomba y el motor/ Inspección visual para la detección de fugas en el cierre del eje	6 meses/ 1 semana	Mecánico
2	A	8	N	N	N	S	N	S			Inspección de ruidos, visual y de limpieza del motor/ Inspección del amperaje del motor/ En caso de falla del motor, demontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	1 a la semana/ 1 Quincenal/ 6 meses	Mecánico/ Eléctrico
3	A	1	N	N	N	S	S				Retirar el contenido de la bomba y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO P Hoja de decisión del tamiz Inal

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA <i>Filtrado de la mezcla de aceite y solidos</i>										SISTEMA N° 6	Facilitador: -	Fecha -	Hoja N° 1				
		SUB-SISTEMA <i>Tamiz Inal</i>														SUB-SISTEMA N° 6 - 1	Auditor: -	Fecha -	de 1
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias			H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta					Intervalo inicial				
	F	FM	H	S	E	O	NI	N2	N3							H4	H5	H6	
1	A	1	N	N	N	S	S										Retirar el contenido del sistema y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
2	A	1	N	N	N	S	N	S									Inspeccion del estado de las rejillas del tamiz, examiando que no se presenten alambres rotos o desplazados y de otros daños alrededor del marco de la pantalla que permitan el paso de producto sin tamizar/ Realizar limpieza de las rejillas del tamiz (Se recomienda utilizar agua y un javon suave, No utilice agua a presion ya que puede generar daños en la integridad de la rejilla)/ Realice una inspeccion de desgaste, saños o acumulacion de material removiendo la junta de la rejilla y el centro de amarre.	1 dia/ 1 mes/ 1 mes	Mecánico
2	A	2	N	N	N	S	N	S									Inspeccione la parte inferior y superior del peso del motor/ Realizar lubricación al generador de movimiento tanto en la parte inferior y superior/ Inspeccion del estado de los resortes y carretes, de presentar desgaste severo replacelos.	1 semana/ 2 meses o 500 horas/ 4500 horas	Mecánico
2	A	3	N	N	N	S	N	S									Inspeccion de ruidos, visual y de limpieza del motor/ Inspeccion del amperaje del motor/ En caso de falla del motor, demontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario/ Inspeccion de ajuste de los tornillos y cuñas que se utilizan para sujetar y asegurar el generador de movimiento.	1 a la semana/ 1 Quincenal/ 6 meses/ 3 meses	Mecánico/ Electrico

2	A	4	N	N	N	N	N	S	Inspección visual y de ruidos del estado del equipo, realice mantenimiento según sea necesario/ Realizar limpieza e Inspección visual de fugas/ Inspección del estado de desgaste de la estructura del tamiz/ Verificación del ajuste de los anillos de fijación antes de iniciar la operación del equipo para evitar el daño de la junta y la rotación del marco o en la pantalla/ Inspección de los anillos de fijación, verificando que este bien posicionados en el marco	1 Dia/ 1 semana/ 1 semana/ 1 mes/ 1 dia	Mecánico
3	A	1	N	N	N	S	S	S	Retirar el contenido del tamiz y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO Q Hoja de decisión del filtro de presión de placas

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		Facilitador:		Fecha		Hoja N°					
		Filtrado de la mezcla de aceite y sólidos		6		-		1					
Referencia de Información		SUB-SISTEMA		Auditor:		Fecha		de					
		Filtro de presión de placas		6-2		-		1					
Tarea Propuesta		Acción a falta de		Intervalo inicial		A realizarse por							
		H1	H2	H3			Auxiliar de mantenimiento						
		S1	S2	S3									
		O1	O2	O3									
		N1	N2	N3									
		E	O	N1	N2	N3							
		H	S	E	O	N1	N2	N3					
		F	FF	FM	H	S	E	O					
1	A	1	N	N	S	S					Retirar el contenido del sistema y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento
2	A	1	N	N	S	N	S				Inspección del estado y verificación del nivel de aceite en el tanque/ Inspección de fugas del cilindro, vastago y conexiones/ Inspección visual de la presión por parte del manómetro del sistema hidráulico/ Descomprimir las valvulas de seguridad del sistema para evitar que se peguen/ Inspeccionar el desgaste mecanico del cilindro para evitar fugas o deflexion del mismo/ Inspeccion del estado de los filtros de aceite del sistema hidraulico	1 mes/ 1 dia/ 1 dia/ 3 meses/ 6 meses/ 1 mes	Mecánico
2	A	2	N	N	S	N	S				Inspeccion del estado de las telas filtrantes de la torta y limpieza con abundante agua/ Cambio de las telas filtrantes de la torta	300 horas/ 500 horas	Mecánico
2	A	3	N	N	S	N	S				Inspeccion de ruidos, visual y de limpieza del motor/ Inspección del amperaje del motor/ En caso de falla del motor, demontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	1 a la semana/ 1 Quincenal/ 6 meses	Mecánico/ Electrico
2	A	4	N	N	S	N	S				Realiza protocolo de mantenimiento programado sugerido para la bomba de aceite subsistema 5-2 (Bomba de aceite turbio)	-	Mecánico
2	A	5	N	N	S	N	S				Realizar inspeccion del estado del cableado electrico/ Realizar inspeccion y control del amperaje suministrado al circuito	1 semana/ 1 Quincenal	Electrico
2	A	6	N	N	S	N	S				Realiza protocolo de mantenimiento programado sugerido para la bomba de aceite subsistema 5-2 (Bomba de aceite turbio)	-	Mecánico
3	A	1	N	N	S	S					Retirar el contenido del tamiz y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO R Hoja de decisión del tanque de almacenamiento de aceite

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°			
		Almacenamiento de aceite															
		SUB-SISTEMA															
		Tanque de almacenamiento de aceite										Auditor:	Fecha	de			
		Tarea Propuesta										Intervalo inicial		A realizarse por			
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias		H1	H2	H3	Acción a falta de				Inspeccionar la entrada del aceite, revisando ductos y retirando todo elemento no deseado	por condición	Auxiliar de mantenimiento					
	F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2				N3	H4	HS	H6	
1	A	1	N	N	N	S											
2	A	1	N	N	N	S	N	S							3 meses/ 1 Año	Mecánico	
2	B	1	N	N	N	S	N	S							1 Mes	Mecánico	
3	A	1	N	N	N	S	S								por condición	Auxiliar de mantenimiento	

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO S Hoja de decisión del sin fin transportador de torta de palmiste

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		SISTEMA N°		Facilitador:	Fecha	Hoja N°
		Prensado de la almendra		4		-	-	1
		SUB-SISTEMA		SUBSISTEMA N°		Auditor:	Fecha	de
		Sin fin transportador de torta de palmiste		4 - 4		-	-	1
				Tarea Propuesta		Intervalo inicial		A realizarse por
1	A	N	N	S	S	Inspeccion del estado de las laminas de desgaste/ Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a repararla, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	N	N	S	S	Realizar inspeccion de la temperatura de las chumaceras/ Realizar limpieza y lubricacion mediante grasera o aceitera	1 a la semana/ cada 50 horas de operacion	Mecánico
2	A	N	N	S	S	Inspeccion del amperaje del motor/ Inspeccion del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspeccion de la alineacion del motor-reductor y revision con estetoscopio mecanido de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspeccion general de engranajes, piñones, sedimentacion en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 quincenal/ 1 a la semana/ 200 horas de operacion/ 2000 horas de operacion/ 3 meses/ 1 año	Mecánico
2	A	N	N	N	S	Inspeccion visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico
2	A	N	N	N	S	Inspeccion, limpieza y lubricacion de elementos mecanicos	1 a la semana	Mecánico
2	A	N	N	S	S	Inspeccion visual del eje/ Cambio del tubo o eje central del sin fin transportador	1 mes/ 10 años	Mecánico
2	B	N	N	N	S	Inspeccion visual de las helices/ Cambio de las helices	1 mes/ por condición	Mecánico
3	A	N	N	S	S	Inspeccion de la velocidad de giro del eje del motorreductor por medio de un tacómetro	1 mes	Mecánico
3	A	N	N	S	S	Retirar el contenido del sin fin transportador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO T Hoja de decisión del elevador de cangilones de torta de palmiste

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°		
		Prensado de la almendra														
		SUB-SISTEMA														
Referencia de Información		Elevador de cangilones de torta de palmiste										Auditor:	Fecha	de		
F	FF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6	Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por
1	A	1	N	N	S	S						Retirar el contenido del elevador y proceder a liberar la obstrucción.	por condición	Auxiliar de mantenimiento		
2	A	1	N	N	S	N	S					Realizar inspección de la temperatura de las chumaceras/ Realizar limpieza y lubricación mediante grasera o aceitera	1 a la semana/ cada 50 horas de operación	Mecánico		
2	A	2	N	N	S	N	S					Inspección del amperaje del motor/ Inspección del nivel de aceite y fugas/ Se recomienda cambiar el aceite la primera vez (Tipo de aceite recomendado por el fabricante: Shell Omala 220)/ Cambio de aceite regular/ Inspección de la alineación del motor-reductor y revisión con estetoscopio mecánico de ruidos de los rodamientos y de los engranes/ Inspección general de engranajes, piñones, sedimentación en el aceite, ajuste de las flechas del reductor.	1 quincenal/ 1 a la semana/ 200 horas de operación/ 2000 horas de operación/ 3 meses/ 1 año	Mecánico		
2	A	3	N	N	N	N	S					Inspección visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico		
2	A	4	N	N	N	N	S					Inspección, limpieza y lubricación de elementos mecánicos	1 a la semana	Mecánico		
2	A	5	N	N	N	S	N	S				Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico		
2	A	6	N	N	N	S	N	S				Inspección visual, de ruidos y de tensión en el eje inferior de la banda de arrastre de los cangilones	1 a la semana	Mecánico		
2	A	7	N	N	N	S	N					Realizar cambio del sistema de transmisión cadena y piñones cuando la longitud de la cadena exceda el 3% de la longitud original/ Realizar un tensionado de la cadena, siendo el grado de holgura entre 1 o 2% de la distancia del eje/ Limpieza y lubricación	por condición/ 2 meses/ 1 a la semana	Mecánico		

ANEXO U Hoja de decisión de la tolva de recepción de torta de palmiste

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°										
		Molido de la torta																						
Referencia de Información		SUB-SISTEMA										Auditor:	Fecha	de										
		Tolva de recepción de torta de palmiste																						
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	O1	O2	O3	S1	S2	S3	H1	H2	H3	Acción a falta de		Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	
																			H4	H5				H6
1	A	1	N	N	N	S	S														Inspeccion del estado de las lammas de desgaste/ En caso de desgaste excesivo retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a repararla, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condición	Mecánico	
2	A	1	N	N	N	S	S														Retirar el contenido de la tolva de carga y proceder a liberar la obstruccion	por condición	Auxiliar de mantenimiento	

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO V Hoja de decisión del molino de torta de palmiste

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°			
		Molido de torta															
		SUB-SISTEMA															
		Molino de torta de palmiste										-	-	1			
		Tarea Propuesta															
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de			Intervalo inicial	A realizarse por									
	F	FF	FM	H	S	E			O	N1	N2	N3	H4	H5	H6		
1	A	1	N	N	N	S	S										Auxiliar de mantenimiento
2	A	1	N	N	N	S	N	S									Mecánico
2	A	2	N	N	N	S	N	S									Mecánico
2	A	3	N	N	N	S	N	S									Mecánico
2	A	4	N	N	N	S	N	S									Mecánico/ Eléctrico
2	A	5	N	N	N	S	N	S									Auxiliar de mantenimiento

ANEXO W Hoja de decisión del ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°		
		Molido de torta														
		SUB-SISTEMA														
Referencia de Información		Ciclon y esclusa de empaque de torta de palmiste										Auditor:	Fecha	de		
F	FF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6	Tarea Propuesta			Intervalo inicial	A realizarse por
1	A	1	N	N	S	S						Retirar el contenido de la tolva de carga del molino y del interior del mismo, par luego proceder a liberar la obstruccion			por condición	Auxiliar de mantenimiento
2	A	1	N	N	N	N	S					Inspeccion visual de la estructura del equipo/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario)/ Inspeccion del estado de las laminas de desgaste/ En caso de desgaste excesivo retirar el contenido del ciclon y proceder a repararla, sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.			1 a la semana/ 2 años/ 1 mes/ por condición	Mecánico
2	A	2	N	N	N	S	N	S				Inspeccion visual de los empaques de cierre de la esclusa/ Inspeccion del estado del cuerpo de la esclusa/ Cambio y/o mantenimiento del sistema			1 mes/ 3 meses/ por condición	Mecánico
2	A	3	N	N	N	S						Retirar el contenido del molino y proceder a liberar la obstruccion			por condición	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO X Hoja de decisión del extractor de humos

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA		Humos		SISTEMA N°	Facilitador:	Fecha	Hoja N°	
		SUB-SISTEMA		Extraccion de humos		9	-	-	1	
Referencia de Información	Evaluación de las consecuencias			Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	
	F	H	S	O	N1	N2				N3
1	A	1	N	N	S	N	S	Inspeccion de ruidos, visual y de limpieza del motor/ Inspeccion del amperaje del motor/ En caso de falla del motor, demontar el equipo para realizar mantenimiento preventivo o correctivo de ser necesario.	1 a la semana/ 1 Quincenal/ 1 año	Mecánico/ Electrico
1	A	2	N	N	N	S	S	Inspeccion visual de los empagues de cierre de la escotilla/ Inspeccion del estado del cuerpo de la escotilla/ Cambio y/o mantenimiento del sistema de las laminas de desgaste o cuerpo del sistema	3 mes/ 3 meses/ por condicion	Mecánico
1	A	3	N	S	N	S	S	Inspeccion visual de las bridas de sujecion de los ductos/ Inspeccion del estado de desgaste de los ductos (en presencia de corrosion, fisura, desgaste, etc.)/ Mantenimiento por condicion	1 mes/ 4 meses/ por condicion	Mecánico
1	A	4	N	S	N	S	S	Inspeccion visual de las aspas del ventilador/ Limpieza y mantenimiento de las aspas/	1 a la semana/ 1 mes	Auxiliar de mantenimiento
2	A	1	N	N	S	S	S	Inspeccion del estado de las laminas de desgaste/ En caso de desgaste excesivo se procede a realizar mantenimiento sobreponiendo una lamina de desgaste nueva, aplicando soldadura.	1 mes/ por condicion	Mecánico
3	A	1	N	N	N	S	S	Inspeccion visual de la estructura del ciclón/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).	1 a la semana/ 2 años	Mecánico
3	A	2	N	N	N	S	S	Inspeccion del estado de los sellos de la esclusa/ En caso de falla realizar cambio	1 mes/ por condicion	Mecánico

Fuente: Autor del proyecto.

ANEXO Y Hoja de decisión del sistema de ductos de extracción de humos

HOJA DE DECISIÓN RCM		SISTEMA										Facilitador:	Fecha	Hoja N°					
		Humos																	
Referencia de Información		SUB-SISTEMA										Auditor:	Fecha	de					
		sistema de ductos de extraccion de humos																	
F		E		O		N		S		H		A		I					
FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	O1	O2	O3	H1	H2	H3	Acción a falta de				
1	A	1	N	S		N	S									H4	H5	H6	
		Tarea Propuesta																	
1	A	1	N	S		N	S												
		Inspeccion visual de las bridas de sujecion de los ductos/ Inspeccion del estado de ajuste de sujecion de los ductos																	
1	A	2	N	S		N	S												
		Inspeccion del estado de desgaste de los ductos (en presencia de corrosion, fisura, desgaste, etc.)/ Mantenimiento por condicion																	
1	A	3	N	N	N	N	S												
		Inspeccion visual de la estructura del ciclon/ Servicio de pintura y soldadura (de ser necesario).																	
		Intervalo inicial																	
		1 mes/ 1 mes/																	
		A realizarse por																	
		Mecánico																	
		4 meses/ por condicion																	
		Mecánico																	
		1 a la semana/ 2 años																	
		Mecánico																	

Fuente: Autor del proyecto.

