

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(152)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	GIAN CARLOS CASTAÑO CORREA		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA MECÁNICA		
DIRECTOR	JHON ARÉVALO TOSCANO		
TÍTULO DE LA TESIS	PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS PARA LOS ACOPIOS DE ALQUERIA SAS UBICADOS EN LA PEDREGOSA-CESAR Y ASTREA-CESAR		
RESUMEN			
<p>CON EL PRESENTE TRABAJO SE LOGRO RECOPILAR LA INFORMACION GENERAL DE LOS EQUIPOS PERTENECIENTES A LOS ACOPIOS DE ALQUERIA S.A.S, UBICADOS EN LA PEDREGOSA-CESAR Y ASTREA-CESAR, ADICIONALMTE, SE GENERA UN SISTEMA DE INFORMACION ACTUALIZABLE EN EXCEL CON SU RESPECTIVO VIDEO TUTORIAL, PARA EL MANEJO DEL MISMO. Y POR ULTIMO SE DISEÑAN LOS CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO CON BASE EN LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE Y LA CRITICIDAD DEL ACTIVO, CON LO QUE SE ESPERA ELIMINAR O EVITAR EN LO POSIBLE LAS PARADAS NO PROGRAMADAS.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 152	PLANOS:0	ILUSTRACIONES:56	CD-ROM:1



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS
PARA LOS ACOPIOS DE ALQUERÍA S.A.S UBICADOS EN LA PEDREGOSA-
CESAR Y ASTREA-CESAR**

AUTOR

GIAN CARLOS CASTAÑO CORREA

**Trabajo de grado en modalidad pasantía, presentado como requisito para optar por el
título de ingeniero mecánico**

Director

**Esp. Jhon Arévalo Toscano
Ingeniero Mecánico**

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

Ocaña, Colombia

Junio 2020

Dedicatoria

En primera instancia, dedico este proyecto a Dios, por darme la oportunidad de formarme como profesional, por darme la salud y perseverancia con la cual afronté este reto. A mis padres Sandra Milena Correa Ortega y Héctor Rodrigo Castaño por brindarme los valores que me conforman hoy en día. A mis hermanos Brian Castaño Correa y Johan Steven Olaya Correa, para los cuales soy su ejemplo a seguir. A mis abuelos Ana de Jesús Ortega y Julio Roberto Correa, por confiar en mí y apoyarme en todas mis decisiones. A mis amigos Angie Tatiana Pérez, Marlon Días Jiménez, Lieder Quintero, Luis Fernando López, Sebastián Sánchez y Eder Felizzola quienes, me acompañaron en el proceso regalándome siempre su apoyo incondicional, y por último a todos los maestros que compartieron un pedazo de su gran conocimiento conmigo.

Agradecimientos

A los profesores Jhon Arévalo y Edwin Espinel por sus consejos, enseñanzas y apoyo en este proceso.

A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por darme la oportunidad de pertenecer a ella y adquirir conocimientos durante este periodo de formación académica.

A la empresa Freskaleche S.A.S por permitirme adquirir habilidades y destrezas como ingeniero mecánico, de la mano de profesionales muy capaces y con un gran corazón para enseñar.

A todas las demás personas que hicieron parte de este proyecto y contribuyeron a mi formación como ingenieros, Muchas Gracias.

Índice

Introducción.....	xiii
1. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de equipos para los acopios de Alquería S.A.S, ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea-Cesar.....	1
1.1 Descripción breve de la empresa.	1
1.1.1 Misión.....	2
1.1.2 Visión.....	2
1.1.3 Política integrada de gestión.	3
1.1.4 Estructura organizacional de la empresa.....	4
1.1.5 Descripción de la dependencia a la que fue asignado.....	4
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	6
1.2.1 Planteamiento del problema.....	7
1.3 Objetivos.	8
1.3.1 General.....	8
1.3.2 Específicos.....	8
1.4 Descripción de las actividades.....	9
1.5 Cronograma de actividades.....	10
2. Enfoques referenciales	12
2.1 Enfoque conceptual.....	12
2.1.1 Activo.....	12
2.1.2 Activo crítico..	12
2.1.3 Falla.....	12
2.1.4 Causa de falla.....	12
2.1.5 Horas hombre de mantenimiento.....	12
2.1.6 Gestión de activos.....	13
2.1.7 Riesgo.....	13
2.1.8 Gestión del riesgo.	13
2.1.9 Mantenimiento.	14
2.1.10 Tipos de mantenimiento.....	14
2.1.11 Ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento..	16
2.1.12 Acción preventiva.....	18
2.1.13 Aspectos esenciales para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo...18	
2.1.14 Mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	19
2.1.15 Proceso del mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	19

2.1.16 AMEF.....	20
2.1.17 Indicadores de gestión para el mantenimiento.....	21
2.1.18 Gestión de la información.....	23
2.2 Enfoque Legal.....	23
2.2.1 Norma ISO 14224 del 2016, Estándar internacional para la recolección e intercambio de datos de mantenibilidad y fiabilidad de equipos.....	23
3. Informe de cumplimiento de trabajo.....	41
3.1 Presentación de resultados.....	41
3.1.1 Fase 1. Establecer los equipos que serán incluidos en los respectivos planes de mantenimiento.....	41
3.1.2 Fase II. Diseñar los planes de mantenimiento preventivo de equipos con base a las recomendaciones del fabricante y el análisis de criticidad.....	68
3.1.3 Fase III Actualizar los sistemas de información en EXCEL.....	105
4. Diagnóstico final.....	106
5. Conclusiones.....	107
6. Recomendaciones.....	108
Referencias.....	109

Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional de FRESKALECHE S.A.S.....	4
Figura 2. Estructura organizacional del área de mantenimiento.....	5
Figura 3. Metodología de aplicación del RCM.....	20
Figura 4. Clasificación taxonómica de equipos norma ISO 14224	24
Figura 5. Ejemplo de clasificación taxonómica de equipos.....	25
Figura 6. Parámetros de confiabilidad y mantenimiento en relación a los niveles de taxonomía.....	26
Figura 7. Subunidades e ítems mantenibles de los motores de combustión	27
Figura 8. Subunidades e ítems mantenibles de los compresores	28
Figura 9 . Subunidades e ítems mantenibles de los motores eléctricos	28
Figura 10. Subunidades e ítems mantenibles de las bombas	29
Figura 11. Subunidades e ítems mantenibles de los intercambiadores de calor	29
Figura 12. Subunidades e ítems mantenibles de los tanques de presión.....	30
Figura 13. Subunidades e ítems mantenibles de los tanques de almacenamiento	30
Figura 14. Subdivisión de equipos- dispositivos de entrada.....	31
Figura 15. Modos de fallas en equipos rotatorios	37
Figura 16. Modos de fallas en equipos mecánicos	38
Figura 17. Modos de fallas en equipos eléctricos	39
Figura 18. Modos de fallas en equipos de seguridad y control.....	40
Figura 19. Zona acopio	42
Figura 20. Zona servicios industriales	42
Figura 21. Zona Aguas residuales.....	43
Figura 22. Formato básico del pre registro de equipos.	44
Figura 23. Pre registro compresores del acopio ubicado en San Alberto-Cesar.....	45
Figura 24. Pre registro compresores del acopio ubicado en Astrea- Cesar	46
Figura 25. Formato básico de registro para activos	48
Figura 26. Rodamiento AS del agitador del banco de hielo # 2 localizado en el acopio de la Pedregosa-Cesar.....	50
Figura 27. Referencia de los rodamientos AS y BS bomba de agua situada en el acopio de Astrea-Cesar.....	51
Figura 28. Tipo de rodamientos para motores SIEMENS	51
Figura 29. Guía de anomalías y problemas.....	53

Figura 30. Sistema de transmisión por correa del motor ventilador 2 del acopio localizado en la Pedregosa-Cesar	54
Figura 31. Agitador del banco de hielo # 1 del acopio ubicado en la Pedregosa-cesar	54
Figura 32. Agitador del banco de hielo # 1 del acopio ubicado en la Pedregosa-cesar, después del mantenimiento correctivo.....	55
Figura 33. Vista lateral base bomba de cargue a tanques de almacenamiento del acopio ubicado en Astrea-Cesar.	56
Figura 34. Bomba de agua fría #2. Oxidada y sucia, perteneciente al acopio en Astrea-Cesar	56
Figura 35. Criterio y ponderaciones para el análisis de criticidad de FRESKALECHE.SA.S	58
Figura 36. Matriz de criticidad de la planta FRESKALECHE S.A.S Aguachica	60
Figura 37. Flujo de información para los acopios.....	64
Figura 38. Menú del sistema de información para los acopios.....	65
Figura 39. Lenguaje básico de visual Basic para la creación de macros	66
Figura 40. Módulo de administración para el sistema de información en Excel	67
Figura 41: Ficha técnica del enfriador de placas Alfa Laval ubicado en el acopio de Astrea-Cesar	69
Figura 42. Rango de temperaturas ideales para los motores SIEMENS.....	71
Figura 43. Plan de mantenimiento para los motores WEG.....	72
Figura 44. Intervalos de mantenimiento para motores ABB	74
Figura 45. Recomendación MTTO para la construcción general motores ABB	75
Figura 46. Recomendaciones MTTO para la conexión de alto voltaje motores ABB	75
Figura 47. Recomendaciones MTTO para el estator y rotor motores ABB	76
Figura 48. Recomendaciones MTTO para el sistema de enfriamiento motores ABB.....	76
Figura 49. Indicios para reemplazar el impulsor de una bomba	78
Figura 50. Líquidos recomendados por el fabricante ALFA LAVAL para el lavado CIP...81	
Figura 51. Tipo de rodamiento y cantidad de grasa a aplicar dependiendo el tamaño del eje	89
Figura 52. Ejemplo de adición de aceite para la bomba NEMO	90
Figura 53. Plan de mantenimiento para motorreductores FLENDER AGP	92
Figura 54. Plan de mantenimiento para electrógenos SDMO.....	95
Figura 55. Formato para el cronograma de mantenimiento rutinario.	103
Figura 56. Formato para el cronograma de mantenimiento preventivo.....	104

Lista de tablas

Tabla 1. Estado actual de la dependecnia asignada	6
Tabla 2. Descripción de las actividades a realizar para el cumplimiento de los objetivos específicos.....	9
Tabla 3. Cronograma de actividades.....	10
Tabla 4. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.....	17
Tabla 5. Mecanismos de falla	32
Tabla 6. Método de detección.....	34
Tabla 7. Actividades de mantenimiento.....	35
Tabla 8. Nivel de criticidad y prioridad de mantenimiento, para los equipos de los acopios ya mencionados anteriormente	62
Tabla 9. Tipo de equipo x fabricante	70
Tabla 10. Actividades rutinarias por equipos con su respectiva frecuencia	98
Tabla 11. Actividades preventivas con su respectiva frecuencia, para el compresor reciprocante y el banco de hielo.....	99
Tabla 12. Actividades preventivas con su respectiva frecuencia, para la planta eléctrica, la torre de condensado y las bombas centrifugas.....	100
Tabla 13. Actividades preventivas con su respectiva frecuencia, para el tanque de almacenamiento, los enfriadores de placas, los tableros electricos y los aires acondicionados.....	101

Lista de apéndices

Apéndice A.	113
Apéndice B. Pre-registro de los activos del acopio localizado en Astrea-Cesar.	113
Apéndice C. Inventario de los equipos del acopio ubicado en la Pedregosa-Cesar.	114
Apéndice D. Inventario de los equipos del acopio ubicado en la Astrea-Cesar.	123
Apéndice E. Stock del acopio localizado en la Pedregosa-Cesar	130
Apéndice F. Stock del acopio localizado en Astrea-Cesar	131
Apéndice G. Plan de mantenimiento preventivo para el acopio de la Pedregosa-Cesar	132
Apéndice H. Plan de mantenimiento preventivo para el acopio de Astrea-Cesar	136
Apéndice I. Sistema de información en Excel para la pedregosa-Cesar.....	139
Apéndice J. Sistema de información en Excel para la Astrea-Cesar	139
Apéndice K. Tutorial para el uso del sistema de información	139

Introducción

Hoy en día, las empresas buscan optimizar los costos en todas sus áreas, por lo que la dependencia de mantenimiento no es una excepción. Una de las estrategias más utilizadas para mejorar la disponibilidad, la confiabilidad y la mantenibilidad de una empresa, consiste en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, con el que se busca eliminar o reducir en lo posible las fallas.

Una parada no programada, es equivalente a pérdidas económicas, y la principal causante de estas, son las fallas.

Por otra parte, es importante tener acceso a la información de mantenimiento en tiempo real, ya que, con esta se pueden reducir los tiempos de búsqueda y conocer el estado actual del equipo.

Este trabajo tiene como finalidad proponer un plan de mantenimiento preventivo de equipos, para los acopios de Alquilerías S.A.S, ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astreacesar, y a su vez, generar un sistema de información en Excel, que permita almacenar y procesar la información de mantenimiento.

1. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo de equipos para los acopios de Alquería S.A.S, ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea-Cesar

1.1 Descripción breve de la empresa.

FRESKALECHE S.A.S, es una empresa colombiana ubicada en la ciudad de Bucaramanga- Santander, dedicada a la producción de lácteos y derivados de alta calidad, la cual ha llevado durante 38 años: salud, bienestar y felicidad a la casa de los colombianos. Esta empresa descende de CORPOLECHE LTDA, cooperativa de productores de leche de Santander y el Magdalena medio que se fundó en 1982. Nació como una inquietud de los ganaderos del sur del Cesar y Bolívar, Norte de Santander y Santander con el fin de conseguir mercado y mejores precios para la leche cruda.

El nombre lo deriva de una marca inglesa denominada FRESH MILK y fue idea de unos de los fundadores: el Dr. Humberto Polanía. Los colores institucionales al igual que el tricolor patrio cada uno tiene su propio significado, el blanco, es el color de nuestra materia prima principal, la leche; el azul porque para efectos de mercadeo denota, significa frescura y el rojo por ser escogido por los clientes que más amamos, los niños.

La empresa es socio y patrocinador del Real Santander de la primera B, equipo que tiene su sede en la ciudad dulce de Colombia, Floridablanca, igualmente son patrocinadores del Alianza Petrolera de Barrancabermeja y el Unión Magdalena de Santa Marta. Además,

es representante nacional en la Copa Libertadores de América, convirtiéndose de esta manera FRESKALECHE S.A.S como la primera empresa de lácteos de la región en proyectarse como patrocinador deportivo a nivel internacional.

Actualmente la planta principal se encuentra localizada en la ciudad de Bucaramanga, sin embargo, cuenta con otra planta en Aguachica y agencias en Cúcuta, Barrancabermeja, Barranquilla y Santa Marta. Contamos con un personal comprometido con la empresa y la comunidad, razón que nos permite ser más competitivos y consolidar nuestro liderazgo.

1.1.1 Misión. Desarrollar, producir y comercializar productos lácteos y alimentos procesados que aporten bienestar y nutrición a nuestros consumidores cumpliendo con altos estándares de calidad y políticas organizacionales, con el fin de generar beneficios a la sociedad, nuestros proveedores, clientes, colaboradores y rentabilidad para los accionistas.

1.1.2 Visión. Para el año 2020 ganaremos un ebitda de 200.000.000.000 \$ (doscientos mil millones de pesos) donde las innovaciones representan el 15% de las ventas y seremos reconocidos como líderes en las mente y corazón de clientes y consumidores.

1.1.3 Política integrada de gestión. FRESKALECHE S.A.S como compañía dedicada a ofrecer productos lácteos y alimentos procesados, busca garantizar la satisfacción de las necesidades de todas sus partes interesadas, la protección del medio ambiente y la seguridad y salud de todos los colaboradores, contratistas y visitantes, a través de su compromiso de:

- Cumplir los requisitos legales vigentes y de otra índole aplicables de calidad, inocuidad, ambiental, seguridad y salud en el trabajo.
- Asegurar que los requisitos del sistema de gestión estén integrados en los procesos de la compañía.
- Identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer los respectivos controles con el fin de prevenir los accidentes y enfermedades laborales.
- Prevenir la contaminación ambiental.
- Asignar los recursos humanos, financieros y tecnológicos de manera eficiente para el fortalecimiento del sistema de gestión.
- Gestionar de manera eficaz los procesos, aspectos ambientales significativos y riesgos organizacionales.
- Contar con colaboradores comprometidos con la conservación de la infraestructura, los recursos y el autocuidado que fortalezcan la mejora continua y la cultura del sistema de gestión, que contribuyan desde su liderazgo a la eficacia del mismo y al logro de los resultados previstos en cuanto a crecimiento, rentabilidad y sostenibilidad.

1.1.4 Estructura organizacional de la empresa. La estructura organizacional de la empresa está conformada por la junta directiva, un asesor legal, la gerencia general, y siete directores con sus respectivos grupos de trabajo, así como se muestra a continuación en la Figura 1.



Figura 1. Estructura organizacional de FRESKALECHE S.A.S
Fuente: Manual de gestión de calidad FRESKALECHE S.A.S

1.1.5 Descripción de la dependencia a la que fue asignado. La dependencia asignada es la de mantenimiento, la cual se encuentra dirigida por el Ingeniero Mecánico Fredy Rueda, jefe de mantenimiento general de la empresa. La coordinación de mantenimiento de la planta de FRESKALECHE S.A.S Aguachica-Cesar a la cual pertenezco, está a cargo del Ingeniero Mecánico especialista en gerencia en mantenimiento Ezequiel Villegas Contreras, quién es el encargado de supervisar los procesos, tareas, y costos de mantenimiento. Los técnicos de la empresa, están por Outsourcing con la empresa

ESSI (Soluciones Eficientes) los cuales realizan los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos en la planta. Además, se cuenta actualmente con el Software SAP módulo MP, en el cual se ingresan diariamente los datos de las diferentes actividades de mantenimiento realizadas, así como el equipo, en el que se ejecutó la acción.

Al día de hoy, esta dependencia presta soporte técnico a los acopios ubicados en Astrea- Cesar y La pedregosa-Cesar.

En la Figura 2 se muestra la estructura organizacional del área de mantenimiento de la empresa FRESKALECHE S.A.S, donde se observa su respectiva dependencia y personal.

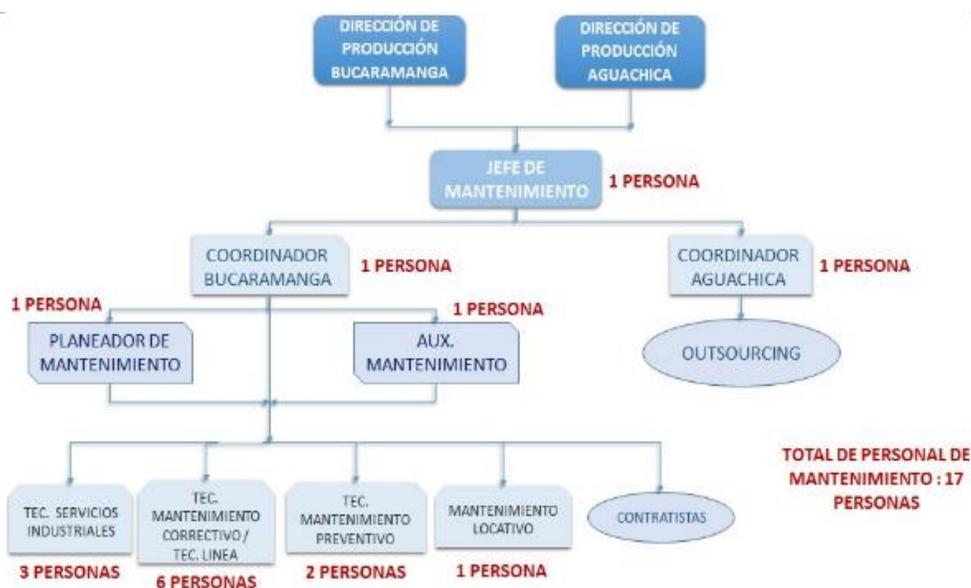


Figura 2. Estructura organizacional del área de mantenimiento
Fuente: Manual de gestión de calidad FRESKALECHE S.A.S

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

A continuación, en la Tabla 1 se expondrán las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que presenta la dependencia de mantenimiento asignada.

Tabla 1
Estado actual de la dependencia asignada

Debilidades	Oportunidades
La dependencia asignada, no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo de equipos para los acopios localizados en Astrea-Cesar y La pedregosa-Cesar.	Implementar las capacitaciones necesarias a sus colaboradores, para no incurrir en costos futuros no deseados.
los técnicos desconocen la importancia del mantenimiento preventivo y de cómo llevarlo a cabo.	Aumentar la disponibilidad, la confiabilidad y el rendimiento de los equipos.
	Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que permita ahorrar en gran medida los costos por reparaciones.
Fortalezas	Amenazas
Cumplimiento de los estándares de seguridad, como la provisión de los equipos de protección personal.	Paros en la producción debido a la falta de la gestión del mantenimiento.
Entornos de trabajo saludables, lo que aseguran óptimas condiciones de trabajo	Operación de equipos propensos a sufrir fallas, lo que podría ocasionar un accidente e incluso causar el deterioro parcial o total del equipo.
Planes de acción para asegurar la producción en serie	

Nota: la tabla 1 muestra las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que se encontraron en la dependencia de mantenimiento de la empresa Freskaleche S.A.S

Fuente: Autor del proyecto

1.2.1 Planteamiento del problema. En la actualidad, la dependencia de mantenimiento de FRESKALECHE S.A.S ubicada en Aguachica-Cesar carece de un plan de mantenimiento bien estructurado para los acopios localizados en Astrea- Cesar y la Pedregosa-Cesar, por lo que en varias ocasiones la producción de estos se ve afectada y se generan costos adicionales. Sumado a esto, los colaboradores no llevan un registro de fallas semanales, motivo por el cual se desconoce con exactitud la frecuencia con la que reinciden las fallas y que tipo de fallas son. En otras palabras, los acopios trabajan hasta fallar.

Otro factor crítico que presentan los acopios, es el desconocimiento de las referencias de los repuestos y la cantidad de estos que se requieren por máquina. La razón de esto, es que cuando un equipo falla se envía a otra sede o una empresa externa para que se le efectúen las reparaciones y cambios de piezas que están en mal estado, de esa manera, toda la información referente al activo se pierde.

Como solución a estos inconvenientes, se sugiere elaborar un plan de mantenimiento preventivo de equipos, con el objetivo de mejorar la disponibilidad, confiabilidad y el rendimiento de las máquinas, así como los tiempos entre fallas. En adición a esto se propone desarrollar un sistema de información que facilite el acceso a la información en tiempo real de los activos, tales como: estado del equipo, repuestos y las intervenciones mtto. Para esto es de vital importancia capacitar a los colaboradores con el diligenciamiento de formatos prácticos que permitan recopilar la información requerida por el sistema de información.

1.3 Objetivos

1.3.1 General. Proponer un plan de mantenimiento preventivo de equipos para los Acopios de ALQUERÍA S.A.S, ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea-Cesar.

1.3.2 Específicos. Los siguientes objetivos fueron establecidos para el cumplimiento del objetivo general:

- Determinar cuáles de los equipos serán incluidos en los respectivos planes de mantenimiento.

- Diseñar los planes de mantenimiento preventivo de equipos con base a las recomendaciones del fabricante.

- Actualizar los sistemas de información en EXCEL.

1.4 Descripción de las actividades

Tabla 2

Descripción de las actividades a realizar para el cumplimiento de los objetivos específicos

Objetivo general		
Proponer un plan de mantenimiento preventivo de los equipos para los Acopios de ALQUERÍA S.A.S, ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea-Cesar.		
Objetivos específicos		
Determinar cuáles de los equipos serán incluidos en los respectivos planes de mantenimiento	Diseñar los planes de mantenimiento preventivo de equipos con base a las recomendaciones del fabricante.	Actualizar los sistemas de información en EXCEL.
Actividades a realizar para el cumplimiento de los objetivos específicos		
Registrar los equipos por zonas.	Indagar en libros, tesis y manuales del fabricante, para establecer las pautas a seguir con los diferentes activos.	Capacitar a los colaboradores en el diligenciamiento de los formatos que se requieran para mantener actualizado el sistema de información en los respectivos acopios.
Buscar en los catálogos del fabricante la información de los repuestos pertenecientes a cada activo	Solicitar el abastecimiento de la bodega de repuestos con base a los repuestos que se requieran por equipos.	
Revisar las bitácoras de mantenimiento, en caso de que existan.		
Realizar una simple inspección con los sentidos para determinar el estado de los equipos.	Planificar las actividades o tareas de mantenimiento que se necesiten para optimizar la vida útil de los equipos, y establecer el cronograma de actividades de mantenimiento a seguir en los dos acopios.	
Elaborar el sistema de información en Excel para los acopios de ALQUERÍA S.A.S ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea- Cesar		

Nota: La tabla 2 expone de modo explícito las actividades propuestas con las que se pretenden alcanzar los objetivos específicos y del mismo modo cumplir el objetivo general del proyecto.

Fuente: El autor

1.5 Cronograma de actividades

En la Tabla 3 que se muestra a continuación, se evidencia la relación actividades-tiempo con los que se dará cumplimiento a los objetivos planteados anteriormente.

Tabla 3
Cronograma de actividades

Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	S1	S2	S3	S4												
Registrar los equipos por zonas.	X															
Buscar en los catálogos del fabricante la información de los repuestos perteneciente s a cada activo.		X														
Revisar las bitácoras de mantenimiento, en caso de que existan.			X													
Realizar una simple inspección con los sentidos para determinar el estado de los equipos.				X												
Evaluar la criticidad de los equipos de los diferentes acopios.					X											

Nota: Donde S1 corresponde a la primera semana del mes, S2 corresponde a la segunda semana del mes y así sucesivamente. Cabe resaltar, que los meses fueron enumerados de igual manera, siendo Mes 1 el primero y Mes 4 el ultimo.

Fuente: El autor

Tabla 3
Continuación

Elaborar el sistema de información en Excel para los acopios de Alquilería S.A.S ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea- Cesar.	X	X					
Indagar en libros, tesis y manuales del fabricante, para establecer las pautas necesarias a seguir.			X	X	X		
Planificar las actividades o tareas de mantenimiento que se necesiten para optimizar la vida útil de los equipos.						X	X
Establecer el cronograma de actividades de mantenimiento a seguir en los dos acopios.						X	X
Capacitar a los colaboradores en el diligenciamiento de los formatos que se requieran para mantener actualizado el sistema de información en los acopios.							X
							X

2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

2.1.1 Activo. Ítem, objeto o entidad que tiene valor real o potencial para una organización. Los tipos de activos son: Físicos, de información, intangibles, y críticos (Norma internacional ISO 55000, 2014).

2.1.2 Activo crítico. Que tiene potencial para impactar significativamente en el logro de los objetivos de la organización. Los activos pueden ser críticos desde el punto de vista de la seguridad, del ambiente o del desempeño y pueden relacionarse a requisitos legales, regulatorios o estatutarios (Norma internacional ISO 55000, 2014).

2.1.3 Falla. Hace referencia a la incapacidad de un aparato para cumplir con la función requerida. Excepto cuando esto ocurre durante el mantenimiento preventivo .

2.1.4 Causa de falla. Situaciones o circunstancias que han generado una avería durante el diseño, fabricación o uso.

2.1.5 Horas hombre de mantenimiento. Duración acumulada de los tiempos de mantenimiento individual, expresada en horas (Norma internacional ISO 14224, 2016).

2.1.6 Gestión de activos. Actividad coordinada de una empresa para obtener valor a partir de los activos. La obtención de valor generalmente implica un balance de costos, riesgos, oportunidades y beneficios de desempeño (Norma internacional Iso 55000, 2014).

2.1.7 Riesgo. Toda actividad que se realice posee un riesgo. Algunas en mayor medida que otras, pero ninguna se encuentra exenta. El riesgo es parte de cualquier área de negocio, pues en cierta forma lo define y ayuda a ponerle límites. En el plano corporativo, el riesgo se define como la incertidumbre que surge durante la consecución de un objetivo. Se trata, en esencia, circunstancias, sucesos o eventos adversos que impiden el normal desarrollo de las actividades de una empresa y que, en general, tienen repercusiones económicas para sus responsables (Norma internacional ISO 31000, 2018).

2.1.8 Gestión del riesgo. La norma ISO 31000 define la Gestión de Riesgos como todas aquellas acciones coordinadas para dirigir y controlar los riesgos a los que puedan estar abocadas las organizaciones. La gestión tiene que ver, sobre todo, con la cuantificación de los riesgos, para lo cual es fundamental definir dos elementos dentro de este proceso:

- **Consecuencia.** Son los efectos o aquellos elementos que se derivan directa o indirectamente de otros. En este caso, se trata de evaluar los riesgos que cumplen con la premisa de causa-efecto. Es cierto que no siempre se pueden prever las consecuencias de una acción o decisión, pero este solo acto es el origen de cualquier Sistema de Gestión de

Riesgos. Sin un mínimo grado de consecuencia, cualquier acción en la materia resultará insuficiente.

● **Probabilidad.** posibilidad de que un hecho se produzca. Para la Gestión de Riesgos, es fundamental que las empresas contemplen la irrupción de hechos que puedan derivarse o no de las decisiones de la empresa. Nunca se está del todo preparado para los acontecimientos, sobre todo si éstos provienen de factores externos, pero el sólo hecho de pensar en su materialización ya es un buen indicador de la Gestión de Riesgos.

2.1.9 Mantenimiento. Se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener los equipos en un estado de operación, lo que incluye servicio, inspecciones, ajustes, remplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento (Días & Figueroa, 2014).

2.1.10 Tipos de mantenimiento. El mantenimiento puede ser aplicado de tres formas:

01. Mantenimiento predictivo. El mantenimiento predictivo consiste en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una falla antes de que ocurra. Por ejemplo, la inspección visual del grado de desgaste de un neumático es una tarea de mantenimiento predictivo, dado que permite identificar el proceso de falla antes de que la falla funcional

ocurra. Estas tareas incluyen: inspecciones y chequeos. Para que pueda evaluarse la conveniencia de estas tareas, debe necesariamente existir una clara condición de falla potencial. Es decir, debe haber síntomas claros de que la falla está en el proceso de ocurrir.

02.Mantenimiento Preventivo. El mantenimiento preventivo se refiere a aquellas tareas de sustitución hechas a intervalos fijos independientemente del estado del elemento o componente. Estas tareas solo son válidas si existe un patrón de desgaste: es decir, si la probabilidad de falla aumenta rápidamente después de superada la vida útil del elemento. Debe tenerse mucho cuidado, al momento seleccionar una tarea preventiva (o cualquier otra tarea de mantenimiento, de hecho), en no confundir una tarea que se puede hacer, con una tarea que conviene hacer. Por ejemplo, al evaluar el plan de mantenimiento a realizar sobre el impulsor de una bomba, podríamos decidir realizar una tarea preventiva (sustitución cíclica del impulsor), tarea que en general se puede hacer dado que la falla generalmente responde a un patrón de desgaste. Sin embargo, en ciertos casos podría convenir realizar alguna tarea predictiva (tarea a condición), que en muchos casos son menos invasivas y ligeramente costosas.

03.Mantenimiento correctivo. Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

Existen dos tipos de mantenimiento correctivo: el no programado y el programado.

03.1 Mantenimiento correctivo no programado. Es el mantenimiento de emergencia que debe llevarse a cabo con la mayor celeridad para evitar que se incrementen costos e impedir daños materiales y/o humanos. Si se presenta una avería imprevista, se procederá a repararla en el menor tiempo posible para que el sistema, equipo o instalación siga funcionando normalmente sin generar perjuicios.

03.2 Mantenimiento correctivo programado. El mantenimiento programado prevé lo que se hará antes que se produzca el fallo, de manera que cuando se detiene el equipo para efectuar la reparación, ya se dispone de los repuestos y del personal técnico asignado con anterioridad en una programación de tareas. Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. Este tipo de mantenimiento difiere del no programado en que se evita ese grado de apremio del anterior, porque los trabajos han sido programados con antelación. Para llevarlo a cabo se programa la detención del equipo, pero previo a ello, se realiza un listado de tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para realizar toda reparación, recambio o ajuste que no sería factible hacer con el equipo en funcionamiento (Guzman, 2016).

2.1.11 Ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento. En la Tabla 4, se exponen a manera de comparación las ventajas y desventajas de los tipos de mantenimiento mencionados anteriormente.

Tabla 4
Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo

Tipo de mantenimiento	Ventajas	Desventajas
Mantenimiento predictivo	<p>Más confiabilidad. Al utilizar aparatos y personal calificado, los resultados deben ser más exactos.</p> <p>Requiere menos personal. Esto genera una disminución en el costo de personal y en los procesos de contratación, aunque luego veremos una desventaja sobre ello.</p> <p>Los repuestos duran más. Como las revisiones son en base a resultados, y no a percepción, se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que debe ser.</p>	<p>Siempre que hay un daño, necesita programación. Si al dueño le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta la fecha que se defina como segunda revisión, por lo que las urgencias también deben darse mediante programaciones.</p> <p>Requiere equipos especiales y costosos. Al buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirir.</p> <p>Es importante contar con personal más calificado. Aunque ya mencionamos que el personal es menor, éste debe contar con conocimientos más calificados, lo que eleva a su vez el costo y quizá, dependiendo del área, disminuyan las opciones.</p>
Mantenimiento preventivo	<p>Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo.</p> <p>Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.</p> <p>Reduce la probabilidad de paros imprevistos.</p> <p>Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.</p>	<p>Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.</p> <p>No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.</p>
Mantenimiento correctivo	<p>Máximo aprovechamiento de la vida útil de los sistemas.</p> <p>No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis</p>	<p>Las averías se presentan de forma imprevista y afectan a la producción.</p> <p>Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir.</p> <p>Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar</p>

Nota: El tipo de mantenimiento que posee la mejor relación costo-beneficio es el preventivo, por lo que este resulta idóneo para la aplicación de empresas que comienzan a ver el mantenimiento como un beneficio y no como un costo adicional.

Fuente: El autor

2.1.12 Acción preventiva. Acción para eliminar la causa de una no conformidad potencial u otra situación potencial indeseable. La acción preventiva se toma para prevenir la ocurrencia y para preservar la función de un activo (Norma internacional Iso 55000, 2014).

2.1.13 Aspectos esenciales para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo. Son dos, el primero es el organizacional y el segundo es el operativo, los que conjuntamente exponen las pautas a seguir para su respectiva ejecución.

- Los requerimientos organizacionales incluyen el listado del equipo que va ser inspeccionado.
- Se establecen rutas para las inspecciones y define la frecuencia de cada servicio.
- Se preparan un listado de maquinaria. Inicialmente mediante instrucciones sencillas para añadir posteriormente los detalles.
- Se define estándares de tiempo para adelantar el mantenimiento. Se determina cuánto tiempo es necesario para completar la tarea.
- Se determinan los requerimientos de mano de obra. Cuántos trabajadores son necesario para desarrollar el trabajo.
- Los requerimientos operativos para implementar el programa de mantenimiento preventivo.
- Preparar y publicar el listado de las tareas de mantenimiento describiendo el procedimiento y verificar su cumplimiento.

- El trabajo programado debe ir en ascenso, el de emergencias en retroceso. Se revisan los métodos de inspección.
- Se determina cuántas inspecciones se hacen y si las reparaciones cumplen con la tarea asignada (Guzman, 2016).

2.1.14 Mantenimiento centrado en la confiabilidad. También conocido como RCM, ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metalmecánica entre otros (Buelvas & Martínez, 2014).

2.1.15 Proceso del mantenimiento centrado en la confiabilidad. Consiste en una serie ordenada y lógica de pasos sistemáticamente orientados a identificar las funciones de los equipos, sus fallas funcionales, los modos y causas de fallas dominantes y sus efectos. Para cada posible modo de falla encontrado, se evalúa el riesgo y vulnerabilidad generada al sistema. De acuerdo con el nivel de riesgo se conoce la criticidad de la falla y el nivel de atención necesario (Cesar & Moreno, 2017). En la Figura 3 presenta el esquema de desarrollo de la metodología para aplicar el RCM.

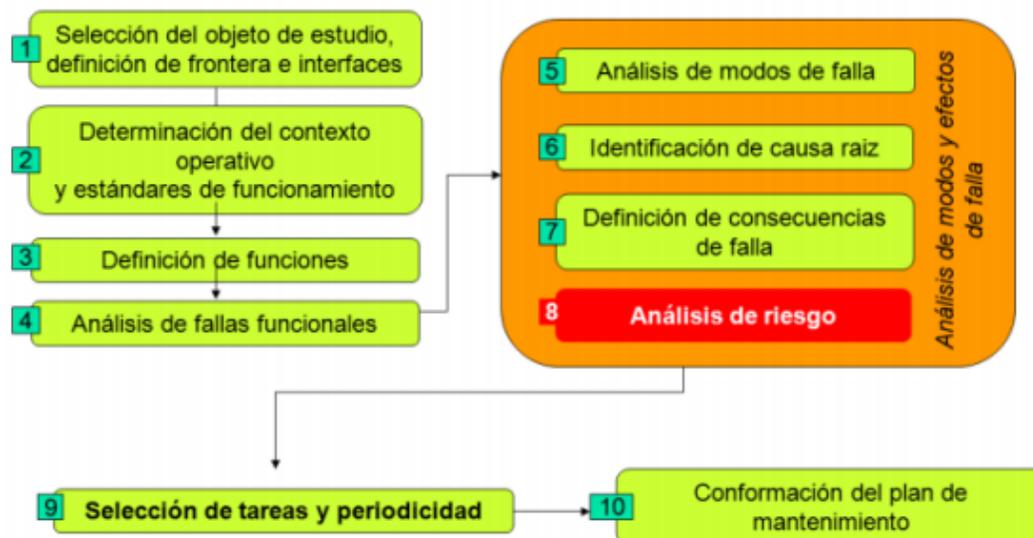


Figura 3. Metodología de aplicación del RCM

Fuente: Romero & Jolianis, (2011).

2.1.16 Análisis de modos y efectos de fallas. Es un proceso sistémico que permite identificar las fallas potenciales o reales de diseño, de funcionamiento y de proceso antes de que estas ocurran, con la intención de eliminarlas o controlarlas para erradicar o minimizar los riesgos asociados con ellas. Su aplicación permite documentar las tareas proactivas y correctivas que controlan o eliminan las fallas.

El riesgo se modela mediante una matriz en donde se exponen en el eje de las ordenadas las probabilidades de falla de cada uno de los equipos (de sus respectivas funciones, fallas funcionales y modos de falla), mientras que en el eje de las abscisas se encuentra la severidad de las consecuencias de la falla funcional en su modo específico de falla. El objetivo final es determinar los niveles de riesgo (Mora, 2015).

2.1.17 Indicadores de gestión para el mantenimiento. Los indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes, de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento. Estos indicadores son:

I. Disponibilidad. La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes. La disponibilidad teórica está dada por la Ecuación 1.

$$D = T_0 / (T_0 + TP) \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde

TO= Tiempo total de operación

TP= Tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina. Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación.

Se observa en la Ecuación 2, que la disponibilidad depende de: La frecuencia de las fallas, el tiempo de reparación. Así, se tiene que:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \quad \text{Ecuación 2.}$$

Donde:

TPEF = Tiempo promedio entre fallos.

TPPR = Tiempo promedio de reparación.

II. Confiabilidad. Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina. El tiempo promedio entre falla mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio. la confiabilidad se puede obtener mediante la Ecuación 3.

$$TPBF = \frac{HROP}{NTFALLAS} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde:

HROP = Horas de operación.

NTFALLAS=Número de fallas detectadas.

III. Mantenibilidad. Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando los recursos que se crean convenientes. Por lo tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo (Buelvas & Martínez, 2014). Esto se puede apreciar mejor en la Ecuación 4.

$$TPPR = TTF / NTFALLAS \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde:

TTF = Tiempo total de fallas.

NTFALLAS = Número de fallas detectadas.

2.1.18 Gestión de la información. Es un conjunto de procesos para la extracción, documentación, combinación y distribución de la información generada. Tiene por objetivo garantizar la integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información (Sanmartín & Quezada, 2014).

2.2 Enfoque Legal

2.2.1 Norma ISO 14224 del 2016, Estándar internacional para la recolección e intercambio de datos de mantenibilidad y fiabilidad de equipos.

Objeto. La cooperación entre industrias es una manera de maximizar el Costo-Efectividad en lo respectivo a Cantidad y Captura de datos. Por ello es necesario contar con

un estándar para hacer posible la recopilación, intercambio y análisis de datos relativos a un mismo rubro. Este estándar internacional nos proporciona recomendaciones para la industria del petróleo y del gas natural en lo que respecta a las especificaciones y ejecución de la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento, ambos como un ejercicio separado y en el registro día a día de los datos en los sistemas de administración del mantenimiento.

Taxonomía. La taxonomía es una clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios ítems (ubicación, uso, subdivisión de equipos, etc.) Una clasificación de datos relevantes a recolectar de conformidad con este Estándar Internacional está representada por una jerarquía como se muestra en la Figura 4. Las definiciones para cada segmento se proporcionan más abajo, además de los ejemplos de diferentes flujos del negocio y tipos de equipos, ilustrados en la Figura 5.

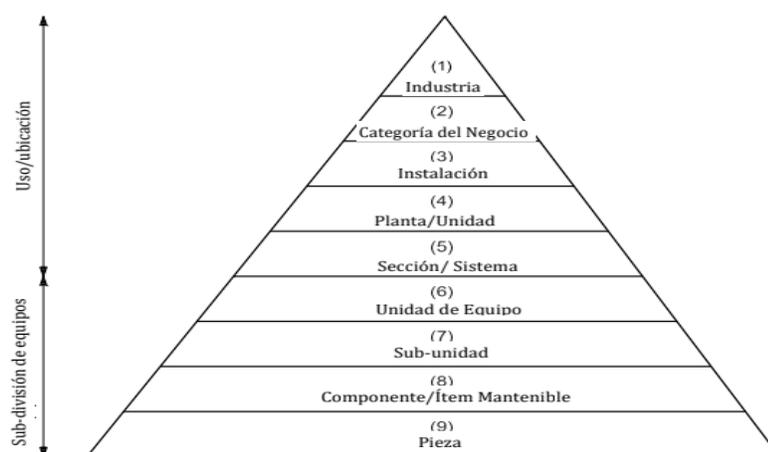


Figura 4. Clasificación taxonómica de equipos norma ISO 14224
Fuente: 14224, (2016).

Categoría Principal	Nivel Taxonómico	Jerarquía de Taxonomía	Definición	Ejemplos
Datos de uso/ ubicación	1	Industria	Tipo de industria principal	Petróleo, gas natural, petroquímica
	2	Categoría del Negocio	Tipo de negocio o flujo de procesos	Upstream (E y P), midstream, Downstream (refinería), petroquímica
	3	Categoría de Instalación	Tipo de instalación	Producción, transportación, perforación de petróleo y gas, LNG, refinería, petroquímica
	4	Categoría de Planta/ Unidad	Tipo de planta/unidad	Plataforma, semi-sumergible, hidrocrackeo, craquer de etileno, polietileno, planta de ácido acético, planta de metanol
	5	Sección/ Sistema	Sección/sistema principal de la planta	Compresión, gas natural, licuefacción, gasoil de vacío, regeneración de metanol, sección de oxidación, sistema de reacción, sección de destilación, sistema de carga del tanque
Subdivisión de equipos	6	Clase de equipo/ unidad	Clase de equipos similares. Cada clase de equipo contiene unidades de equipos comparables (ej. compresores).	Intercambiadores de calor, compresores, tuberías, bombas, turbinas a gas, boca de pozo submarina y árboles de navidad, botes salvavidas, extrusoras, BOPs submarinos
	7	Sub-unidad	Un subsistema necesario para la función del equipo	Sub-unidad de lubricación, sub-unidad de enfriamiento, control y monitoreo, subunidad de calentamiento, sub-unidad de peletización, sub-unidad de extinción, sub-unidad de refrigeración, sub-unidad de reflujo, sub-unidad de control distribuido
	8	Componente/ Ítem Mantenable (MI) ^a	El grupo de piezas del equipo que comúnmente se mantienen (se reparan/se restauran) como un todo	Enfriador, acoplamiento, caja de engranaje, bomba de aceite de lubricación, circuito de instrumento, motor, válvula, filtro, sensor de presión, sensor de temperatura, circuito eléctrico
	9	Pieza ^b	Una parte individual del equipo	Sello, tubo, carcasa, accionador, junta, placa de filtro, perno, tuerca etc.
^a Para algunos tipos de equipos, es posible que no exista un MI; p.ej. Si la clase de equipos es de tuberías, puede que no haya un MI, pero el componente puede ser el "codo". ^b Este nivel puede ser útil en algunos casos, sin embargo, se considera opcional en este Estándar Internacional.				

Figura 5. Ejemplo de clasificación taxonómica de equipos
Fuente: ISO 14224, (2016).

Los niveles del 1 al 5 representan un alto nivel de categorización en relación a la aplicación en la industria y plantas, independientemente de los equipos. Esto es porque un equipo (p.ej. bomba) se puede utilizar en muchas diferentes industrias y configuraciones de plantas, y, para analizar la confiabilidad de equipos similares, es necesario tener un

contexto operativo. La información taxonómica en estos niveles (1 al 5) deberá incluirse en la base de datos para cada equipo como “datos de uso/ubicación”

Es necesario que los datos RM estén relacionados a cierto nivel dentro de la jerarquía taxonómica para ser significativos y comparables. Por ejemplo, un modo de falla deberá relacionarse con el equipo, mientras un mecanismo de falla deberá relacionarse con el nivel alcanzable más bajo en la jerarquía del ítem. Ver Figura 6.

Datos RM Registrados	Nivel de Jerarquía ^a				
	4 Planta/Unidad	5 Sección/ Sistema	6 Unidad de equipo	7 Sub- unidad	8 Componente/ Ítem Mantenible
Impacto de falla en seguridad	X ^b				
Impacto de mantenimiento en seguridad	X				
Impacto de falla en operaciones	X	(X) ^c			
Impacto de mantenimiento con respecto a operaciones	X	(X)			
Impacto de falla en equipos			X	(X)	(X)
Modo de Falla		(X)	X	(X)	(X)
Mecanismo de Falla			(X)	(X)	X
Causa de falla				(X)	X
Método de Detección		(X)	X	(X)	(X)
Sub unidad con falla				X	
Componente/ ítem mantenible con falla					X
Tiempo inactivo	(X)	(X)	X		
Tiempo de Mantenimiento Activo			X	(X)	(X)

Figura 6. Parámetros de confiabilidad y mantenimiento en relación a los niveles de taxonomía

Fuente: ISO 14224, (2016).

Subdivisiones de equipos. Como se ha mencionado anteriormente en la taxonomía, los equipos tienen subdivisiones, las cuales corresponden a: clase de equipo, subunidad, ítems mantenibles y piezas. Las Figuras 7,8,9,10,11,12,13 y 14, brindan información para establecer las subdivisiones dependiendo del tipo de equipo.

a). *Motores de combustión.*

Equipo	Motores de combustión					
Sub-unidad	Sistema de inicio	Unidad del motor de combustión	Control y monitoreo	Sistema de lubricación	Sistema de enfriamiento ^a	Varios
Ítems mantenibles	Energía de arranque (batería, aire) Unidad de arranque Control de arranque	Entrada de aire Sistema de ignición Turbo cargador Bombas de combustible Inyectores Filtros de combustible Escape Cilindros Pistones Eje Rodamiento de empuje Rodamiento radial Sellos Tuberías Válvulas	Dispositivo de accionamiento Unidad de control Suministro de energía interna Monitoreo Sensores b Válvulas Cableado Tuberías Sellos	Tanque Bomba Motor Filtro Refrigerador Válvulas Tuberías Aceite Sensor de control de temperatura	Intercambiador de calor Ventilador Motor Filtro Válvulas Tuberías Bomba Sensor de control de temperatura	Carcasa Uniones embridadas
^a	Puede incluir sistemas enfriados por agua o por aire.					
^b	Especificar tipo de sensor, p.ej. presión, temperatura, nivel, etc.					

Figura 7. Subunidades e ítems mantenibles de los motores de combustión
Fuente: ISO 14224, (2016).

b). *Compresores.*

Equipo	Compresores					
Sub-unidad	Transmisión de potencia	Compresor	Control y monitoreo	Sistema de lubricación	Sistema de sellado de eje	Varios
Ítems mantenibles	Caja de engranaje/velocidad variable Rodamientos Cinta/polea Acoplamiento al accionador Acoplamiento a la unidad impulsada Lubricación Sellos	Carcasa Rotor con accionadores Pistón compensador Sellos entre etapas Rodamiento radial Rodamiento de empuje Sellos del eje Tuberías internas Válvulas Sistema anti-sobrecarga ^b Pistón Recubrimiento cilindro Empaquetadura	Dispositivo de accionamiento Unidad de control Cables y cajas de conexiones Suministro de energía interna Sensores de monitoreo ^a Válvulas Cableado Tuberías Sellos	Tanque de aceite con calefacción Bomba Motor Válvulas de retención Refrigeradores Filtros Tuberías Válvulas Aceite de lubricación	Tanque de aceite con calefacción Tanque Bomba Motor Filtros de engranaje Válvulas Aceite de sellado Sello de gas seco Sello mecánico Depurador	Estructura base Tuberías, soportes para tuberías y fuelles de expansión Válvulas de control Válvulas de bloqueo Válvulas de retención Refrigeradores Silenciadores Aire de limpieza Sistema magnético de control de rodamientos Uniones embridadas
^a	Especificar tipo de sensor, p.ej. presión, temperatura, nivel, etc.					
^b	Incluyendo válvulas de reciclo y controladores.					

Figura 8. Subunidades e ítems mantenibles de los compresores

Fuente: ISO 14224, (2016).

c). *Motores eléctricos.*

Equipo	Motores				
Sub-unidad	Motor Eléctrico ^c	Control y monitoreo ^a	Sistema de lubricación	Sistema de enfriamiento	Varios
Ítems mantenibles	Estator Rotor Excitación Rodamiento radial Rodamiento de empuje	Dispositivo de accionamiento Unidad de control Suministro de energía interno Sensores de Monitoreo ^b Válvulas Cableado Tuberías Sellos	Tanque Bomba Motor Filtro Refrigerador Válvulas Tuberías Aceite	Intercambiador de calor Filtro Válvulas Tuberías Bomba Motor Ventilador	Carcasa
^a	Normalmente no existe un sistema de control adicional para los motores. Para los motores de clase Ex(p) (presurizados), se monitorea la presión interna. En los motores de gran tamaño se puede monitorear la temperatura.				
^b	Especificar tipo de sensor p.ej. presión, temperatura, nivel, etc.				
^c	VFD no incluido dentro del límite del motor eléctrico.				

Figura 9. Subunidades e ítems mantenibles de los motores eléctricos

Fuente: ISO14224, (2016).

d). Bombas.

Equipo	Bomba				
Sub-unidad	Transmisión de potencia	Bomba	Control y monitoreo	Sistema de lubricación	Varios
Ítems mantenibles	Caja de engranaje/transmisión de velocidad variable Rodamiento Sellos Acoplamiento al accionador Acoplamiento a la unidad impulsada Cinta/polea	Soporte Carcasa Accionador Eje Rodamiento radial Rodamiento de empuje Sellos Válvulas Tuberías Recubrimiento interior de cilindro Pistón Diafragma	Dispositivo de accionamiento Unidad de control Suministro de energía interna Sensores de monitoreo ^a Válvulas Cableado Tuberías Sellos	Tanque Bomba Motor Filtro Refrigerador Válvulas Tuberías Aceite Sellos	Aire de limpieza Sistema de calefacción/enfriamiento Separador de ciclones Amortiguación de pulsaciones Uniones embridadas
^a Especificar tipo de sensor, p.ej. presión, temperatura, nivel, etc.					

Figura 10. Subunidades e ítems mantenibles de las bombas
Fuente: ISO 14224, (2016).

e). Intercambiador de calor.

Equipo	Intercambiadores			
Sub-unidad	Externos	Internos	Control y monitoreo	Varios
Ítems mantenibles	Soporte Cuerpo/carcasa Válvulas Tuberías	Cuerpo/carcasa Tubos Placas Sellos (uniones)	Dispositivo de accionamiento Unidad de control Suministro de energía interna Sensores de monitoreo ^b Válvulas Cableado Tuberías Sellos	Ventilador ^a Motor
^a Aplica solamente a los intercambiadores de calor enfriados por aire.				
^b Especificar tipo de sensor, p.ej. presión, temperatura, nivel, etc.				

Figura 11. Subunidades e ítems mantenibles de los intercambiadores de calor
Fuente: ISO14224, (2016).

f). *Tanques de presión.*

Equipo	Tanques de			
Sub-unidad	Ítems externos	Ítems internos	Control y monitoreo	Varios
Ítems mantenibles	Cuerpo/carcasa Válvulas Tuberías Soporte	Cuerpo/carcasa Ciclones ^b Recubrimiento interno hidrociclones ^b Placas, bandejas, aspas, protectores Boquilla Sistema de atrapamiento de arena Calefactor Protección contra corrosión Distribuidor Serpentín	Dispositivo de accionamiento Unidad de control Suministro de energía interna Sensores de monitoreo ^a Válvulas Cableado Tuberías Sellos	Otros
^a Especificar tipo de sensor, p.ej. presión, temperatura, nivel, etc.				
^b Aplica sólo al tipo de equipo: Hidrociclón.				

Figura 12. Subunidades e ítems mantenibles de los tanques de presión

Fuente: ISO 14224, (2016).

g). *Tanques de almacenamiento.*

Equipo	Tanques de almacenamiento				
Sub-unidad	Estructura de tanque	Externos	Internos	Control y monitoreo	Varios
Ítems mantenibles	Cuerpo (o paredes laterales) Techo Base Boquillas Aberturas Vaciado Cimiento	Drenaje base Drenaje techo ^c Sello ^c Plataforma Pasarela Escalera Escalerilla ^c Dispositivo de centrado y anti-rotación ^c Contención secundaria ^d	Calefactores ^a Producción catódica Boquillas Tuberías Línea oscilante ^c	Sensores ^b Tuberías Venteo abierto Protección contra llamas	Mezcladores Sistema de control de incendios Sistema de protección contra rayos Otros
^a Aplica solamente a los tanques de almacenamiento con calefacción.					
^b Especificar tipo de sensor, p.ej. presión, temperatura, nivel, etc.					
^c Aplica sólo a tanques con techo flotante.					
^d Aplica solo a almacenamiento de gas licuado refrigerado.					

Figura 13. Subunidades e ítems mantenibles de los tanques de almacenamiento

Fuente: ISO 14224, (2016).

h). Dispositivos de entrada. Los dispositivos de entrada son, en general, sensores que pueden convertir parámetros del proceso en una señal eléctrica que puede ser monitoreada. Las categorías principales típicas de dispositivos de entrada son las siguientes:

— transmisor: convierte parámetros del proceso, p.ej. la presión, en señales eléctricas proporcionales, típicamente de 4 mA a 20 mA o de 0 V a 10 V.

— transductor: convierte parámetros del proceso, p.ej. la presión, en señales eléctricas proporcionales, típicamente de salida no amplificada.

— interruptor: convierte parámetros del proceso, p.ej. la presión, en señales eléctricas proporcionales, típicamente señales eléctricas de encendido-apagado.

Equipo	Dispositivos	
Sub-unidad	Sensor y equipos electrónicos	Varios
Ítems mantenibles	Elemento de detección Acondicionamiento (electrónico)	Cableado Tuberías Otros

Figura 14. Subdivisión de equipos- dispositivos de entrada
Fuente: ISO 14224, (2016).

Datos de falla. Una definición uniforme de falla y un método de clasificación de fallas son esenciales cuando se necesitan combinar los datos de diferentes fuentes (plantas y operadores) en una base de datos de común.

Mecanismo de falla. El mecanismo de falla es el proceso físico, químico u otro, o la combinación de procesos, que dé lugar a la falla. Es un atributo del evento de falla que puede deducirse mecánicamente. Se identifican seis categorías de mecanismos de falla junto con las subdivisiones y códigos relacionados para el uso en bases de datos, estas pueden ser apreciadas en la Tabla 5.

Tabla 5
Mecanismo de falla

Mecanismo de falla	Subdivisión del mecanismo	Descripción del mecanismo
Falla mecánica	General fm	Falla relacionada a algún defecto mecánico, pero donde no se conocen detalles mayores.
Falla mecánica	Fuga	Fugas externas e internas, ya sean de líquidos o gases: si el modo de falla al nivel del equipo se codifica como “fuga.
Falla mecánica	Vibración	Vibración anormal: Si el modo de falla al nivel del equipo es “vibración”, un mecanismo de falla orientado a la causa, la causa de la falla (causa raíz) debe ser registrado siempre que sea posible.
Falla mecánica	Alineación/espacio	Falla provocada por un espacio o alineamiento inadecuado
Falla mecánica	Deformación	Distorsión, flexión, abolladura, mellas, exceso de tensión, contracción, formación de ampollas, reptación, etc.
Falla mecánica	Soldadura	Desconexión, ítems sueltos
Falla mecánica	Atascamiento	Atascamiento, agarrotamiento, bloqueo por razones aparte de la deformación o problemas de alineamiento/espacio.
Falla material	General fma	Falla relacionada a un defecto del material, pero donde no se conocen detalles mayores.
Falla material	Cavitación	Relevante para los equipos tales como las bombas y válvulas
Falla material	Corrosión	Todo tipo de corrosión, tanto húmeda (electroquímica) como seca (química)
Falla material	Erosión	Desgaste por erosión
Falla material	Desgaste	Desgaste abrasivo y adhesivo, p.ej. ralladuras, engrane, raspado, frotamiento

Nota: Mecanismos de falla. Tomado y adaptado de ISO 14224, (2016). *Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.*

Tabla 5
Continuación

Falla material	Rotura	Fracturas, quebrantamientos, grietas
Falla material	Fatiga	Si la causa de la falla puede ser trazado a la fatiga, se debe utilizar este código.
Falla material	Sobrecalentamiento	Daños al material debido al sobrecalentamiento/ quemado
Falla material	Estallido	Ítem estallido, reventado, explosión, implosión, etc
Falla de instrumentos	General fi	Falla relacionada al instrumento, pero donde no se conocen detalles mayores.
Falla de instrumentos	Falla de control	Falta de regulación o regulación inapropiada
Falla de instrumentos	sin señal/indicación/alarma	Falta de señal/indicación/alarma esperada
Falla de instrumentos	Señal/indicación/alarma	Señal/indicación/alarma inapropiada en relación al proceso real. Puede ser falsa, intermitente, oscilante, arbitraria
Falla de instrumentos	Desajuste	Error de calibración, cambio de parámetros
Falla de instrumentos	Error de software	Falta de control/monitoreo/operación, control/monitoreo/operación inapropiada debido a error de software
Falla de instrumentos	Falla de causa común	Varios instrumentos fallaron simultáneamente, p.ej. detectores de incendio y gas redundantes.
Falla eléctrica	General fe	Fallas relacionadas al suministro y transmisión de energía eléctrica, pero donde no se conocen detalles mayores.
Falla eléctrica	Corto circuito	Cortocircuito
Falla eléctrica	Circuito abierto	Desconexión, interrupción, cable roto
Falla eléctrica	Sin energía/voltaje	Suministro de energía eléctrica faltante o insuficiente
Falla eléctrica	Energía/voltaje inapropiado	Suministro de energía inapropiado, voltaje excesivo
Falla eléctrica	Falla de puesta a tierra	Falla de puesta a tierra, baja resistencia eléctrica
Influencia externa	General ie	Falla debido a algún evento externo o sustancia fuera del límite, pero donde no se conocen detalles mayores
Influencia externa	Bloqueo/taponamiento	Restricción/taponamiento de flujo debido a incrustaciones, congelamiento, aseguramiento de flujo (hidratos) etc
Influencia externa	Contaminación	Fluido/gas/superficie contaminado, p.ej. contaminación de aceite de lubricación, contaminación del cabezal del detector de gas
Influencia externa	Otra influencia externa	Objetos externos/impactos/influencia ambiental desde sistemas cercanos
Varios	General v	Mecanismo de falla que no entre en las categorías anteriores

Método de detección. Es el método o actividad mediante el cual la falla se descubre.

Esta información es de importancia crítica al momento de evaluar el efecto del mantenimiento, p.ej. para distinguir entre las fallas descubiertas a través de una acción planificada (inspección, mantenimiento PM), y aquellas detectadas por casualidad (observación casual). Los métodos de detección se exponen en la Tabla 6 que se muestra a continuación.

Tabla 6
Método de detección

Método de detección	Descripción
Mantenimiento periódico	Falla descubierta durante el mantenimiento, reemplazo o reacondicionamiento preventivo de un ítem al ejecutar el programa de mantenimiento preventivo.
Pruebas funcionales	Falla descubierta al activar una función prevista y comparar la respuesta contra un estándar predefinido. Esto es un método típico de detección de fallas ocultas.
Inspección	Falla descubierta durante la inspección planeada, p.ej. inspección visual, pruebas no destructivas.
Monitoreo periódico de las condiciones	Fallas reveladas durante el monitoreo planeado y programado de condiciones de un modo de falla predefinido, ya sea manual o automático, p.ej. termografía, medición de vibraciones, análisis de aceite, etc.
Pruebas de presión	Falla observada durante pruebas de presión.
Monitoreo continuo de condiciones	Fallas reveladas durante el monitoreo continuo de condiciones de un modo de falla predefinido.
Interferencia de producción	Falla descubierta debido a una interrupción, reducción etc. de la producción.
Observación casual	Observación casual durante las revisiones rutinarias o casuales del operador, principalmente a través de los sentidos (ruido, olor, humo, fugas, apariencia).
Mantenimiento correctivo	Falla observada durante mantenimiento correctivo.
Bajo demanda	Falla descubierta durante un intento de activar un equipo bajo demanda (ej. la válvula de seguridad no cierra tras la señal ESD; la turbina de gas no inicia bajo demanda, etc.).
Otros	Otro método de observación y/o combinación de diferentes métodos.

Nota: Métodos de detección. Tomado y adaptado de ISO 14224, (2016). *Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.*

Actividad de mantenimiento. En las Tabla 7, se establecen doce categorías de actividad de mantenimiento, junto con los códigos correspondientes para el uso en bases de datos, tanto para mantenimiento correctivo como para mantenimiento preventivo.

Tabla 7
Actividades de mantenimiento

Actividad de mantenimiento	Descripción	Ejemplos
Reemplazar	Reemplazo del ítem por un ejemplar nuevo o rehabilitado del mismo tipo y marca	Reemplazo de un rodamiento desgastado
Reparar	Acción de mantenimiento manual realizada para restaurar un ítem a su apariencia o estado original	Re-empaquetamiento, soldadura, llenado, reconexión, re-fabricación, etc.
Modificar	Reemplazar, renovar o cambiar el ítem, o una parte de ello, con una pieza de otro tipo, marca, material o diseño	Instalar un filtro con una malla de menor diámetro, reemplazar una bomba de aceite de lubricación con una bomba de otro tipo, reconfiguración, etc.
Ajustar	Restaurar cualquier condición fuera de tolerancia al rango de tolerancia	Alinear, configurar y reconfigurar, calibrar, equilibrar
Reequipamiento	Actividad de reparación/servicio menor para restaurar un ítem a una apariencia aceptable, tanto interna como externa.	Pulido, limpieza, fresado, pintura, recubrimiento, lubricación, cambio de aceite, etc.
Revisión	Se investiga la causa de la falla, pero no se realiza ninguna actividad de mantenimiento, o la acción se posterga. Función recuperada a través de acciones simples, p.ej. reiniciar o reconfigurar.	Reinicio, reconfiguración, ninguna acción de mantenimiento, etc. Especialmente relevante para fallas funcionales, p.ej. detectores de incendio y gas.
Servicio	Tareas de servicio periódico: normalmente el ítem no se desarma	ej. limpieza, reposición de suministros consumibles, ajustes y calibraciones
Prueba	Prueba periódica de funcionamiento o rendimiento	Prueba de función de un detector de gas, prueba de exactitud de un flujómetro
Inspección	Inspección/verificación periódica: escrutinio cuidadoso de un ítem con o sin desarmado, normalmente a través de los sentidos	Todo tipo de verificación general. Incluye mantenimiento menor como parte de la tarea de inspección.
Reacondicionamiento	Reacondicionamiento mayor	Inspección/acondicionamiento general con desarmado y reemplazo de ítems según se especifique o se requiera
Combinación	Incluye varias de las actividades anteriores	Si una actividad predomina, ésta puede registrarse
Otros	Actividad de mantenimiento diferente a las anteriores	ej. actividades de protección

Nota: Actividades de mantenimiento. Tomado y adaptado de ISO 14224, (2016). *Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.*

Modos de falla. Los modos de falla deben normalmente relacionarse al nivel de clase de equipos en la jerarquía. Las categorías de los equipos principales que se muestran a continuación, tienen modos de fallas recomendados.

— Rotatorios. Motores de combustión, compresores, generadores eléctricos, turbinas de gas, etc.

— Mecánicos. Grúas, intercambiadores de calor, calefactores y calderas, tanques de presión, tanques de almacenamiento, tuberías, etc.

— Eléctricos. Suministro de potencia interrumpible, transformadores de potencia, convertidores de frecuencia, etc.

— Seguridad y control. Detectores de incendio y gas, dispositivos de entrada, unidades de lógica de control, válvulas, boquillas, etc.

En las Figuras 15 a 18, que se muestran a continuación, se identifican los modos de falla recomendados. Los códigos mostrados se aplican a las clases de equipos marcadas con “X”. El código abreviado propuesto para los modos de falla respectivos aparece en la primera columna de las tablas. Es necesario contar con un modo de falla “otro” o “desconocido” por si los modos de falla no aplican. Si se registran muchas fallas bajo el código “otro”, se puede identificar la necesidad de un nuevo modo de falla, e incorporarlo.

Código de modo de falla	Descripción	Ejemplos	Código de clase de equipo							
			CE	CO	EG	EM	GT	PU	ST	TE
			Motores de combustión	Compresores	Generadores eléctricos	Motores eléctricos	Turbinas de gas	Bombas	Turbinas de vapor	Turboexpansores
AIR	Lectura anormal en instrumento	Falsa alarma, indicación errónea en instrumento	X	X	X	X	X	X	X	X
BRD	Parada	Daños graves (agarrotamiento, rotura)	X	X	X	X	X	X	X	X
ERO	Producción errática	Oscilación, variación, inestabilidad	X	X		X	X	X	X	X
ELF	Fuga externa - combustible	Fuga externa de suministro de combustible/gas	X				X		X	
ELP	Fuga externa - medio del proceso	Aceite, gas, condensado, agua		X			X	X	X	X
ELU	Fuga externa - medio de suministro	Lubricante, aceite de enfriamiento	X	X	X	X	X	X	X	X
FTS	Falla en el arranque bajo	No arranca bajo demanda	X	X	X	X	X	X	X	X
HIO	Alta producción	Exceso de velocidad/ producción sobre nivel aceptado	X	X		X	X	X	X	X
INL	Fuga interna	Fuga interna de fluidos de proceso o suministro	X	X			X	X	X	X
LOO	Baja producción	Rendimiento/producción por debajo de nivel aceptado	X	X	X	X	X	X	X	X
NOI	Ruido	Ruido anormal	X	X	X	X	X	X	X	X
OHE	Sobrecalentamiento	Piezas del equipo, escape, agua de enfriamiento	X	X	X	X	X	X	X	X
PDE	Desviación de parámetros	Parámetro monitoreado excede los límites, p.ej. alarma alto/bajo	X	X	X	X	X	X	X	X
PLU	Taponamiento/ atascamiento	Restricción de flujo	X	X			X	X	X	X
SER	Problemas menores en servicio	Ítems sueltos, descoloración, suciedad	X	X	X	X	X	X	X	X
STD	Deficiencia estructural	Daños materiales (grietas, desgaste, fracturas, corrosión)	X	X	X	X	X	X	X	X
STP	Falla en detención bajo demanda	No se detiene bajo demanda	X	X	X	X				
OTH	Otro	Modos de falla no cubiertos anteriormente	X	X	X	X	X	X	X	X
UNK	Desconocido	Información insuficiente para definir modo de falla	X	X	X	X	X	X	X	X
UST	Parada espuria	Parada inesperada	X	X	X	X	X	X	X	X
VIB	Vibración	Vibración anormal	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 15. Modos de fallas en equipos rotatorios
Fuente: ISO 14224, (2016).

Código de modo de falla	Descripción	Ejemplos	Código de clase de equipo									
			CR Grúas	HE Intercambiadores de calor	HB Calefactores y calderas	PI Tuberías	VE Tanques de presión	WI Tornos	TU Torretas	SW Uniones giratorias	TA Tanques de almacenamiento	
AIR	Lectura anormal en instrumento	Falsa alarma, indicación errónea en instrumento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BRD	Parada	Parada	X			X		X				
ELP	Fuga externa - medio del proceso	Aceite, gas, condensado, agua		X	X	X	X				X	X
ELU	Fuga externa - medio de suministro	Lubricante, aceite de enfriamiento, aceite de barrera	X	X	X	X	X	X			X	X
FCO	Falla de conexión	Falla de conexión								X	X	
IHT	Transferencia de calor insuficiente	Falta o insuficiencia de transferencia de calor			X							
		Sistema de calefacción/enfriamiento por debajo del nivel aceptado		X			X					X
INL	Fuga interna	Fuga interna de fluidos de proceso o suministro	X	X	X	X					X	X
FLP	Falla en sistema de protección contra rayos	Falla de puesta a tierra, espesor insuficiente de techo, etc.										X
FRO	Falla de rotación	Falla de rotación	X						X	X	X	
FTD	Falla en desconexión	Falla en desconexión de conector superior								X		
FTI	Falla de funcionamiento	Falla operacional general	X							X	X	
FTS	Falla en el arranque bajo demanda	Falla en el arranque bajo demanda	X						X			
LBP	Baja presión de suministro de aceite	Baja presión de suministro de aceite									X	
LOA	Reducción de carga	Reducción de carga	X						X			
LOB	Pérdida de flotación	Pérdida de flotación en posición de espera								X		X
LOO	Baja producción	Rendimiento por debajo de especificaciones							X			
MOF	Falla de anclaje	Falla de anclaje								X		
NOI	Ruido	Ruido excesivo	X			X		X	X			
OHE	Sobrecalentamiento	Sobrecalentamiento	X		X	X		X				
OTH	Otro	Modos de falla no cubiertos anteriormente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PDE	Desviación de parámetros	Parámetro monitoreado excede los límites, p.ej. alarma alto/bajo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PLU	Taponamiento/atascamiento	Restricción de flujo debido a contaminación, objetos, cera, etc.		X	X	X	X				X	X
PTF	Falla de transmisión de potencia/señal	Falla de transmisión de potencia/señal				X					X	

Figura 16. Modos de fallas en equipos mecánicos
Fuente: ISO 14224, (2016).

Código de modo de falla	Descripción	Ejemplos	Código de clase de			
			UP Suministro de potencia ininter-rumpible	PT Transformadores de potencia	FC Convertidores de frecuencia	SG Conmutadores
AIR	Lectura anormal en instrumento	Error en nivel de aceite, falsa alarma, indicación errónea en instrumento		X	X	
BRD	Parada	Daños graves			X	
DOP	Operación retrasada	Retraso en respuesta a comandos			X	
ELU	Fuga externa - medio de suministro	Fuga de aceite, lubricante, agua de enfriamiento		X	X	X
ERO	Producción errática	Oscilación, variación, inestabilidad	X		X	
FOF	Error en frecuencia de salida	Frecuencia equivocada/oscilante	X			
FOV	Error en voltaje de salida	Voltaje de salida equivocado/oscilante	X	X		
FTC	Falla en cierre bajo demanda	El disyuntor de circuito/fusible de conmutación/desconector/bus tie no cierra bajo demanda				X
FTF	Falla en funcionamiento bajo demanda	No arranca bajo demanda, o no responde tras la activación/señal, o no responde a comandos de entrada	X	X	X	
		Función auxiliar, subsistema o dispositivo de monitoreo o control no opera				X
FTI	Falla de funcionamiento previsto	Respuesta inesperada			X	
		Dispositivo de protección / disyuntor de circuito/ interruptor no resuelve una falla en el circuito				X
FTO	Falla en abrir bajo demanda	Disyuntor de circuito/fusible conmutador/desconector/bus tie no abre bajo demanda				X
FTR	Falla de regulación	No controla la carga, mala respuesta a retroalimentación			X	
HIO	Alta producción	Exceso de velocidad/ producción sobre nivel aceptado			X	
INL	Fuga interna	Oil leakage, Leakage internally process or utility fluids		X	X	
LOO	Baja producción	Rendimiento/producción menor del nivel aceptado			X	
NOI	Ruido	Ruido anormal				X
OHE	Sobrecalentamiento	Piezas de la máquina, escape, agua de enfriamiento	X	X	X	
OHE	Sobrecalentamiento	Temperatura interna demasiado alta				X
OTH	Otro	Modos de falla no cubiertas anteriormente	X	X	X	X
PDE	Desviación de parámetros	Parámetro monitoreado excede los límites, p.ej. alarma alto/bajo	X	X	X	
PLU	Taponamiento/atascamiento	Tuberías obstruidas		X		
SER	Problemas menores en servicio	Ítems sueltos, descoloración, suciedad	X	X	X	
SPO	Operación espuria	Desconexión intermitente u operación no intencionada.				X
		Operación inesperada	X		X	
STD	Deficiencia estructural	Ruptura de tanque		X		
UNK	Desconocido	Información insuficiente para definir modo de falla	X	X	X	X
UST	Parada espuria	Parada inesperada			X	
		Desconexión no intencionada de un circuito				X
VIB	Vibración	Vibración anormal				X

Figura 17. Modos de fallas en equipos eléctricos
Fuente: ISO 14224, (2016).

Código de modo de falla	Descripción	Ejemplos	Código de clase de equipo						
			FGA Detección de incendio	FGB Detección de gas	IP Dispositivos de entrada	CL Unidades de lógica de control	VA Válvulas	NO Boquillas	LB Botes Salvavidas
AIR	Lectura anormal en instrumento	Falsa alarma, indicación errónea en instrumento					X		X
BRD	Parada	Parada, daño grave (agarrotamiento, rotura) y/o fuga importante de fluido de proceso							X
DOP	Operación retrasada	Tiempo de abertura/cierre no cumple con especificaciones					X	X	X
ELP	Fuga externa - medio del proceso	Aceite, gas, condensado, agua			X		X		
ELU	Fuga externa - medio de suministro	Aceite hidráulico, aceite de lubricación, aceite de barrera, refrigerante, agua, etc.			X		X		X
ERO	Producción errática	Oscilación, variación, inestabilidad	X	X	X	X			
FTC	Falla en cierre bajo demanda	No cierra bajo demanda					X		
FTF	Falla en funcionamiento bajo demanda	No responde tras señal/activación	X	X	X	X			X
FTO	Falla en abrir bajo demanda	No abre bajo demanda, bloqueado en posición cerrada o no abre completamente					X	X	
FTS	Falla en el arranque bajo demanda	No arranca bajo demanda							X
HIO	Alta producción	Exceso de velocidad/ producción sobre nivel aceptado	X	X	X	X	X		
INL	Fuga interna	Fuga interna de fluidos de proceso o suministro					X		X
LCP	Fuga en posición cerrada	Fuga a través de la válvula en posición cerrada					X		
LOA	Reducción de carga	Descenso/lanzamiento no intencionado de bote salvavidas							X
LOO	Baja producción	Rendimiento/producción menor del nivel aceptado	X	X	X	X	X		X
NOI	Ruido	Ruido anormal o excesivo					X		X
NOO	Sin producción	Sin producción	X	X	X				
OHE	Sobrecalentamiento	Piezas de la máquina, escape, agua de enfriamiento, etc.							X
OTH	Otro	Modos de falla no cubiertas anteriormente	X	X	X		X	X	X
PLU	Taponamiento/ atascamiento	Restricción parcial o total del flujo					X	X	
POW	Potencia insuficiente	Falta de potencia o potencia demasiada baja							X
PTF	Falla de transmisión de potencia/señal	Falla de transmisión de potencia/señal							X
SER	Problemas menores en servicio	Ítems sueltos, descoloración, suciedad	X		X	X	X	X	X
SHH	Alarma espuria de alto nivel	ej. 60 % de Límite Inferior de Explosión (LEL)	X	X					
SLL	Alarma espuria de bajo nivel	ej. 20 % de Límite Inferior de Explosión (LEL)	X	X					
SLP	Deslizamiento	Deslizamiento de cable							X
SPO	Operación espuria	ej. falsa alarma	X	X	X	X			
		Abertura indeseada						X	
		No opera bajo demanda, falsa alarma, cierre/detención premadura, operación inesperada / no opera según demanda					X		X
STD	Deficiencia estructural	Daños materiales (grietas, desgaste, fracturas, corrosión), reduced					X	X	X
STP	Falla en detención bajo	No se detiene bajo demanda							X
UNK	Desconocido	Información insuficiente para definir modo de falla	X	X	X	X	X		X
UST	Parada espuria	Parada inesperada							X

Figura 18. Modos de fallas en equipos de seguridad y control

Fuente: ISO 14224, (2016).

3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

En este capítulo, se desarrollarán las actividades propuestas para el cumplimiento de los objetivos.

3.1.1 Fase 1. Establecer los equipos que serán incluidos en los respectivos planes de mantenimiento. Para el cumplimiento de esta fase se plantearon una serie de actividades, que relacionadas entre sí aportan un recurso valioso en mantenimiento como lo es la información.

3.1.1.1 Registrar los equipos por zonas. Para el desarrollo de esta actividad, primero se realizó un recorrido por los sectores industriales de los acopios, o, dicho de otra forma, los lugares en los que se realizan los procesos mecánicos para el tratamiento de la leche. Con la orientación de un operario se lograron identificar tres zonas o áreas principales de trabajo, cabe resaltar que el acopio localizado en Astrea-Cesar es lo suficientemente pequeño como para catalogarse en una sola área de trabajo designada.

La primera zona recibe el nombre de acopio, y tiene como funciones principales: la inspección, análisis, recolección y tratamiento de la leche. en la Figura 19 se muestra a groso modo la ya mencionada primera zona.



Figura 19. Zona acopio
Fuente: El autor

La segunda zona recibe el nombre de servicios industriales, y en esta, se efectúa el enfriamiento del agua, para posteriormente disminuir la temperatura de la leche con la ayuda de los intercambiadores de calor. Esta área tiene como principio el ciclo de refrigeración, el cual consta de un evaporador, un compresor, una torre de condensado y en su defecto una válvula de expansión. En la Figura 20 que se exhibe a continuación podemos apreciar algunos de los equipos que corresponden a este ciclo.



Figura 20. Zona servicios industriales
Fuente: El autor

Por último, tenemos la zona de aguas residuales, la cual consiste en el tratamiento de aguas industriales. Esta tiene como objeto separar los sólidos del agua, lo que se consigue con la implementación del tanque DAF y la adición de químicos coagulantes y floculantes. ver Figura 21.



Figura 21. Zona Aguas residuales
Fuente: El autor

Una vez determinadas las tres áreas de trabajo, se procede a desarrollar un pre registro con la ayuda de software informático Excel. Con este se trata de recopilar toda la información posible de los equipos, la cual va desde una imagen para obtener una identificación visual hasta las características y estado de los mismos. El formato básico del pre registro se muestra en la Figura 22. Cabe aclarar que este formato fue sacado con base en las sugerencias del coordinador de las pasantías, el cual no pretende ser más que una base previa al formato del registro, que se podrá observar en la Figura 25.

COMPRESORES MYCOM						
AREA	EQUIPO	OBSERVACIONES	IMAGEN	NUEVAS OBSERVACIONES		
SERVICIOS INDUSTRIALES	COMPRESOR MYCOM 4B	EQUIPO EN FUNCIONAMIENTO		EL MOTOR YA FUE REEMBOBINADO Y ACOPLADO A ESTE COMPRESOR, SE ENCUENTRA ACTUALMENTE FUNCIONANDO.		
		CORREAS EN MAL ESTADO Y DESTENSIONADAS			ESTE COMPRESOR TIENE MAYOR DEMANDA DENTRO DE LA EMPRESA, FRENTE A LOS OTROS DOS COMPRESORES	
		MOTOR DE 50 HP SIN TAPA DE BORNERA				EL MOTOR ELECTRICO NO TIENE PLACA, ACTUALMENTE OPERANDO CON CORREAS PHG C-148
		BASE EN MAL ESTADO				
		EL MOTOR QUE TIENE NO ES EL DE ESTE EQUIPO, EL SUYO ESTA EN TALLER EXTERNO PARA SER REEMBOBINADO				
		NO TIENE MYPRO: LOS PRESOSTATOS ESTAN OBSOLETOS				
SERVICIOS INDUSTRIALES	COMPRESOR MYCOM 6A	MODELO: N6WA		EL EQUIPO YA DISPONE DE SU MOTOR ELETTRICO, PERO NO SE HAN ACOPLADO LAS BANDAS O CORREAS Y LAS CONEXIONES ELCTRICAS NO HAN SIDO EFECTUADAS		
		SERIAL No : 11 - 652			EL TABLERO DE PRESIONES ESTA AVERIADO	
		EL EQUIPO ESTA SIN MOTOR ELECTRICO, YA QUE EL MOTOR ESTA EN EL COMPRESOR MYCOM 4B				
		ESTE EQUIPO ESTA PARA UN OVERHAUL				
		EQUIPO NO ESTA EN FUNCIONAMIENTO				
		MOTOR ELECTRICO		WESTINGHOUSE		
				50 HP		
				MODELO: ABDP		
220 / 440 VOLTS						
12,4 / 6,2 AMPS						
1780 RPM						
SERVICIOS INDUSTRIALES	COMPRESOR MYCOM 4A	MODELO: N4WA		EL EQUIPO YA DISPONE DE SU MOTOR ELETTRICO, PERO NO SE HAN ACOPLADO LAS BANDAS O CORREAS Y LAS CONEXIONES ELCTRICAS NO HAN SIDO EFECTUADAS		
		SERIAL No : 411652			EL TABLERO DE PRESIONES ESTA AVERIADO	
		EQUIPO NO ESTA EN FUNCIONAMIENTO				
		TIENE MYPRO - CP1 EN BUEN ESTADO				
		EL EQUIPO TIENE FUGA DE AMONIACO				
		EQUIPO ESTA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
		MOTOR ELECTRICO		SIEMENS		
				36 HP		
220 / 440 VOLTS						
94,0 / 47,0 AMPS						
1754 RPM						

Figura 23. Pre registro compresores del acopio ubicado en San Alberto-Cesar

Fuente: El autor

COMPRESORES AOCPIO ARJONA					
Area	Equipo	Observaciones	Imagen		
Acopio	Compresor MYCOM 4B	Modelo. NAWB, Referencia del refrigerante. NH3			
		Tiene sistema de transmisión por correas, con un motor de 75 hp marca LOHER, que actualmente no esta acoplado			
		Numero de correas: 8 ref. C137LI			
		Motor electrico		Datos tecnicos	
				Rodamientos	6318 2RS/
	R.P.M		1790 rpm		
	Amperaje		178.6/89.4 Amp		
	Voltaje	220/440 Volts			
	Compresor VILTER	Modelo. AK444, Referencia del refrigerante. NH3			
		Tiene sistema de transmisión por correas, con un motor de 50 HP marca SIEMENS, actualmente acoplado y funcioanndo			
Numero de correas: 5 ref. C117BL					
Motor electrico		Datos tecnicos			
		Modelo		1LA4207-4YA80	
		R.P.M		1760 rpm	
	Amperaje	126/63 Amp			
	Voltaje	220/440 Volts			
Tamaño constructivo	200L				

Figura 24. Pre registro compresores del acopio ubicado en Astrea- Cesar

Fuente: El autor

El último paso a ejecutar, es el registro final de los activos, para este se tuvo en cuenta la norma ISO 14224, la cual tiene que ver con la recopilación e intercambio de datos de mantenibilidad y fiabilidad de los equipos. Teniendo en cuenta la taxonomía planteada en la figura 4 del marco referencial, los datos específicos que regula la norma y la practicidad de llenado para el operario, se elaboró el formato que se muestra en la Figura 25.

Es importante tener presente que los niveles taxonómicos de la norma ISO que van del 1 al 5, están enfocados al tipo de industria, a la categoría del negocio y al sistema en el que es utilizado un equipo, por consiguiente, se optó por trabajar únicamente con los niveles taxonómicos que van del 6 al 9, ya que estos tienen relación directa con el activo y con los componentes o piezas que lo componen, lo que nos resulta útil a la hora de elaborar un registro o inventario.

La empresa ya cuenta con una codificación de los activos, por lo que en este caso no será necesario crear una identificación numérica para estos. Con el ánimo de buscar simplicidad se procede a solicitar la información para posteriormente registrarla en el formato con su respectivo equipo.

Nivel jerárquico	Equipo	Código del activo	Datos técnicos	Imagen	zona	Nivel jerárquico	Subsistema	Nivel jerárquico	Componente/pieza	Código del componente o pieza	Referencia
6			Fabricante.			7		8			
						7		8			
			Modelo.			7		8			
						7		8			
			Potencia.			7		9			
						7		9			
			Capacidad.			7		8			
						7		8			
			Amperaje.			7		8			
						7		8			
			Voltaje.			7		9			
						7		9			
			Revoluciones por minuto			7		9			
						7		9			
						7		8			
		7		8							
		7		8							

Figura 25. Formato básico de registro para activos

Fuente: El autor

En los Apéndices C y D se podrá apreciar el inventario de equipos para los respectivos acopios.

3.1.1.2 Buscar en los catálogos del fabricante la información de los repuestos pertenecientes a cada activo. En mantenimiento, es importante contar con información precisa y de manera oportuna sobre los repuestos y las modificaciones realizadas a los diferentes equipos, esto con el fin de determinar si es necesario reemplazar el repuesto por uno de otras características.

Algunos fabricantes facilitan el despiece de los activos, lo que permite obtener una mejor apreciación sobre los elementos que lo componen, así como la referencia con la cual se pueden adquirir. Otra manera de conseguir información sobre los repuestos, es cuando al equipo, se le efectúan las acciones correctivas o preventivas, en este caso se debe estar atento a las referencias o seriales con las que vienen las piezas, y verificar las medidas de las mismas, para evitar malentendidos con el proveedor.

Una de las piezas que tiene mayor renombre en la industria y la cual presenta un alto grado de importancia para la empresa, son los rodamientos, ya que su movimiento giratorio ayuda a reducir la fricción entre los distintos elementos móviles, sirven de apoyo y guían componentes que giran entre sí. El fallo o deterioro de estos puede ocasionar la pérdida del equipo, por ejemplo: debido a un mal funcionamiento de los rodamientos, se puede incurrir a un roce entre la bobina y la cabina; lo que resultaría en un inducido quemado.

En la Figura 26 se podrá observar el rodamiento AS (lado accionador) del agitador del banco de hielo # 2 del acopio ubicado en la Pedregosa-Cesar, su referencia corresponde a 6206 RSP y se obtuvo gracias al desmonte del mismo mientras se le realizaban las actividades correctivas.



Figura 26. Rodamiento AS del agitador del banco de hielo # 2 localizado en el acopio de la Pedregosa-Cesar
Fuente: El autor

Existen motores que traen en su placa de identificación la referencia de los rodamientos AS y BS (lado del ventilador). Dependiendo de las especificaciones y aplicaciones del motor, puede presentarse el caso de que tanto la referencia del rodamiento AS como la del BS sean la misma, o en caso contrario, que sean diferentes. En la Figura 27 se puede apreciar la referencia de los rodamientos para un motor WEG perteneciente a la bomba de agua situada en el acopio de Astrea-Cesar.

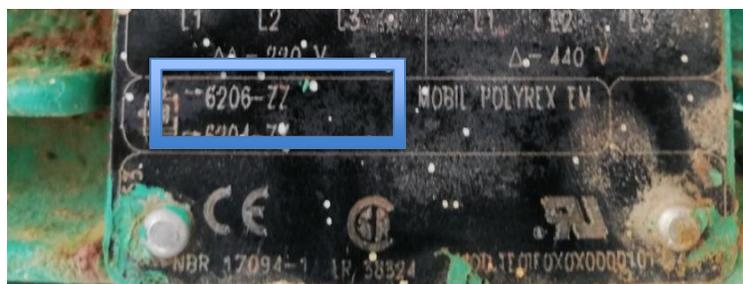


Figura 27. Referencia de los rodamientos AS y BS bomba de agua situada en el acopio de Astrea-Cesar

Fuente: El autor

Como se ha mencionado anteriormente, otra opción para conocer la referencia de los repuestos, es la de buscar en los catálogos del fabricante. En la Figura 28 se expone a manera de ejemplo una tabla con el tipo de rodamientos para los motores SIEMENS. Esta se basa en el tamaño constructivo, el número de polos y en la serie, para brindarnos una idea del tipo de rodamiento que lleva nuestro equipo.

Frame motor Tamaño Constructivo	Serie 1LA5-1LA7-1LA9 1LG4-1LG6 N° polos	Ubicación	Datos de selección Rodamiento Referencia
71	Todos	AS/BS	6202-2Z C3
80	Todos	AS/BS	6004-2Z C3
90	Todos	AS	6205-2Z C3
90	Todos	BS	6004-2Z C3
100	Todos	AS	6206-2Z C3
100	Todos	BS	6205-2Z C3
112	Todos	AS	6206-2Z C3
112	Todos	BS	6205-2Z C3
132	Todos	AS/BS	6208-2Z C3
160	Todos	AS/BS	6209-2Z C3
180	Todos	AS/BS	6210 Z C3
200	Todos	AS/BS	6212 Z C3
225	Todos	AS/BS	6213 Z C3
250	Todos	AS/BS	6215 C3
280S	2	AS/BS	6217C3
280M	4 a 8	AS/BS	6317 C3
315S	2	AS/BS	6219 C3
315M	4 a 8	AS/BS	6319 C3
315L	2	AS/BS	6219 C3
315L	4 a 8	AS/BS	6319 C3

Notas:

AS = Lado accionamiento

BS = Lado ventilador

Las series 1LA4 y 1LA6 tamaños 180-200 y 225 tienen rodamientos sin Z.

Figura 28. Tipo de rodamientos para motores SIEMENS

Fuente: SIEMENS, (2010)

3.1.1.3 Revisar las bitácoras de mantenimiento en caso de que existan. Un paso esencial para adquirir información útil referente a las fallas, número de intervenciones y horas de operación de los equipos con los que se está trabajando, es la bitácora de mantenimiento, la cual puede ser en físico o digital, es decir en un cuaderno o con la ayuda de algún software. Estos datos son vitales para el análisis de criticidad, ya que este depende de la frecuencia con la fallan los equipos y sus consecuencias. Lastimosamente, para los dos acopios fue negativa la respuesta, sobre la existencia de las bitácoras, motivo por el cual se opta por trabajar con los datos del análisis de criticidad proporcionados por la planta Freskaleche S.A.S ubicada en Aguachica-Cesar. Esta planta de tratamiento de leche cuenta con equipos similares e iguales, a los de los acopios ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea-Cesar, por añadidura se tiene que los equipos realizan el mismo proceso, y gracias a esto, se puede asumir que tienen un comportamiento similar.

3.1.1.4 Realizar una simple inspección con los sentidos para determinar el estado de los equipos. Una inspección con los sentidos consiste en detectar las fallas, defectos y anomalías que se puedan estar presentando en los equipos. Esto se hace, para evitar daños colaterales y prever situaciones de riesgo tanto para el operario como para el activo.

Por sentidos, se entiende que hace referencia a: el olfato, la vista, el oído, el tacto y por último el sabor. Un ejemplo útil de cómo podemos usar los sentidos para detectar las irregularidades es el siguiente: con el tacto se puede sentir el calor que emiten los componentes de un equipo, si el calor es demasiado intenso y dicho equipo no está diseñado para calentarse o transferirlo; se sobreentiende que este equipo está presentando

una falla. En algunas ocasiones podemos observar fisuras, deformaciones de material en el activo, esto nos indica el deterioro en el cual se encuentra. Desde la escucha se pueden apreciar ruidos fuera de lo normal, como chillidos, golpes e incluso goteos, los que a su vez ponen en alerta al coordinador de mantenimiento.

En la Figura 29, se observa una guía básica de las anomalías y problemas que se pueden presentar cuando se realiza una inspección.

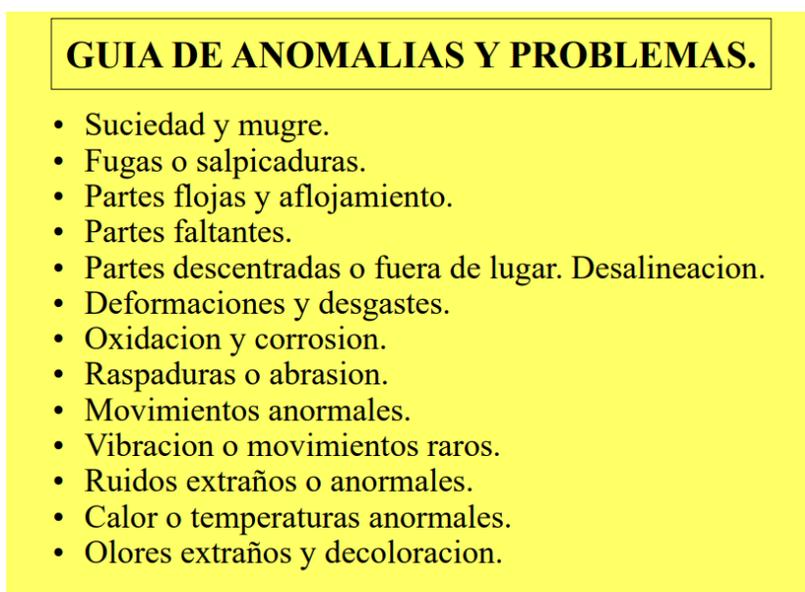


Figura 29. Guía de anomalías y problemas

Fuente: Gonzales, (2016).

Para realizar una buena inspección, es necesario tener una buena limpieza de los activos, ya que las imperfecciones son ocultadas por la máscara de polvo, tierra y aceite.

En la visita al acopio ubicado en la Pedregosa-Cesar, se observaron las siguientes anomalías. En la Figura 30 se aprecia “la cama” generada por la correa en la polea del

motor ventilador. Una correa de transmisión normalmente ejerce trabajo sobre las partes laterales de la polea, pero, cuando la correa está desajustada, esta empieza a ejercer el trabajo sobre la cara frontal de la polea, degradándola a tal punto de que sea necesario cambiar la referencia de la correa, o sustituir la polea por una nueva.



Figura 30. Sistema de transmisión por correa del motor ventilador 2 del acopio localizado en la Pedregosa-Cesar

Fuente: El autor

Otro hallazgo, fue el estado de no funcionamiento del agitador del banco de hielo # 1 del mismo acopio. El operario reportó que, al momento de poner en marcha al agitador, este no emitía ningún ruido, además, cuando procedió a verlo, notó que no estaba trabajando.

Ver Figura 31 para obtener una apreciación visual del equipo.



Figura 31. Agitador del banco de hielo # 1 del acopio ubicado en la Pedregosa-cesar

Fuente: El autor

Para este caso, el agitador fue desmontado y posteriormente realizado el mantenimiento correctivo, en el cual se encontró que la polea estaba demasiado desgastada y que los rodamientos tenían obstrucciones en su giro. Se efectuó el reemplazo de los elementos deteriorados y se agregó una capa de pintura anticorrosiva al motor-agitador, ver la Figura 32, que se muestra a continuación.



Figura 32. Agitador del banco de hielo # 1 del acopio ubicado en la Pedregosa-cesar, después del mantenimiento correctivo.

Fuente: El autor

En la visita al acopio ubicado en Atrea-Cesar, se encontró que La base de la bomba de cargue a tanques de almacenamiento estaba en condiciones precarias, y no cumplía su función, la cual es brindar una base sólida y firme para la bomba. Esto puede ser apreciado en la Figura 33, que se exhibe a continuación. Teniendo en cuenta la necesidad de la base se procedió a contratar un servicio externo y repararla.



Figura 33. Vista lateral base bomba de carga a tanques de almacenamiento del acopio ubicado en Astrea-Cesar.

Fuente: El autor

La bomba de agua fría # 2 del mismo acopio, presenta oxidación en gran parte de su estructura y una gran capa de suciedad. Ver figura 34.



Figura 34. Bomba de agua fría #2. Oxidada y sucia, perteneciente al acopio en Astrea-Cesar

Fuente: El autor

3.1.1.5 Evaluar la criticidad de los equipos pertenecientes a los acopios ya mencionados anteriormente. Como se plantea en el enfoque referencial, la criticidad de los equipos se evalúa con la ayuda de una matriz. Para poder llevar a cabo una matriz de criticidad es de vital importancia tener las frecuencias con las que fallan los equipos, el tiempo de reparación, y los diferentes tipos de impacto que generarían en caso de fallar. Desafortunadamente los acopios de interés no poseen estos datos, ni se tiene acceso a una base de datos genérica como OREDA, con la cual se podrían establecer a manera de guía los criterios requeridos.

Al no disponer de estos recursos, se optó por solicitar la información referente al análisis de criticidad de equipos de la planta FRESKALECHE S.A.S ubicada en Aguachica-Cesar. Una vez facilitada la información, se adaptó dependiendo los equipos con los que cuenta cada acopio.

En las Figura 35, se muestran los criterios de interés y las ponderaciones correspondientes a cada uno de estos. Cabe destacar que los puntajes asignados por criterio, son el resultado de las entrevistas ejercidas al personal de mantenimiento “ESSI”, quien actualmente sigue operando en la modalidad de outsourcing.

PONDERACIONES DE LOS PARÁMETROS ANÁLISIS DE CRITICIDAD PLANTA FRESKALECHE AGUACHICA	
1. COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	
	Puntaje
Arranque directo sin enclavamiento eléctrico.	0
Controles, secuencia eléctrica, varias variables.	1
Electrónico, Instrumentación, control	2
2. IMPORTANCIA DEL EQUIPO EN LA PRODUCCIÓN	
	Puntaje
No afecta la producción	1
25% de impacto	2
50% de impacto	3
75% de impacto	4
La afecta totalmente	5
3. FUNCIONAMIENTO POR TASA DE MARCHA	
	Puntaje
Esporádica	0
Intermitente	1
Continua	2
4. FRECUENCIA DE FALLA (Todo tipo de falla) MTBF	
	Puntaje
No más de 1 por año	1
Entre 2 y 15 por año	2
Entre 16 y 30 por año	3
Entre 31 y 50 por año	4
Más de 50 por año (Más de una parada semanal)	5
5. TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR (MTTR)	
	Puntaje
Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Más de 48 horas	5
6. COSTOS DE REPARACIÓN	
	Puntaje
Menos de 3 millones de pesos	1
Entre 3 y 15 millones de pesos	2
Entre 15 y 35 millones de pesos	3
Más de 35 millones de pesos	4
7. CRITERIO DE CALIDAD EQUIPOS QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO	
	Puntaje
Equipos que no intervienen en forma directa en calidad del producto	1
Equipos que intervienen en la calidad del producto ya terminado	2
Equipos que intervienen en la calidad del producto durante el proceso	3
Equipo encargado de su empaclado o envasado que garantiza la calidad del producto	4
Equipos críticos para la calidad del producto durante un proceso	5
Equipos críticos para la calidad del producto durante un proceso en varias líneas	6

Figura 35. Criterio y ponderaciones para el análisis de criticidad de FRESKALECHE.S.A.S
Fuente: Marroquín, (2016).

Figura 35
Continuación

8. IMPACTO AMBIENTAL		Puntaje
No origina ningún impacto ambiental		0
Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de la planta		1
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		2
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas de la comunidad		3
9. IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL		Puntaje
No origina heridas ni lesiones		0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes		1
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días		2
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente		3
10. IMPACTO EN SATISFACCIÓN CLIENTE. (DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA A LA QUE SE LE PRESTAN SERVICIOS).		Puntaje
No ocasiona pérdidas económicas en las otras áreas de la planta		0
Puede ocasionar pérdidas económicas hasta de 5 SMMLV		1
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 5 y menores de 25 SMMLV		2
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 25 SMMLV		3
ASIGNACION COEFICIENTE DE PONDERACION		
para equipos auxiliar, proceso adjunto, equipos con duplicado, (no paran el proceso).		1
para equipos de importancia media, de apoyo a la producción, única existencia. (ocasionan parada de una línea de proceso).		2
para equipos de importancia vital para el proceso, de única existencia, sin reemplazo. (aplican la parada de toda la planta)		3
RANGOS DE VALORACION CRITICIDAD		NIVEL
0 HASTA 30		B
30 HASTA 60		M
60 HASTA 90		A

Una vez establecidos los criterios y sus ponderaciones, se procede a calcular la criticidad para cada equipo teniendo en cuenta la ponderación que aplica para cada caso, y la fórmula de criticidad que se muestra a continuación.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{consecuencia}$$

Ecuación 5.

Por último, se elabora la tabla de criticidad con los equipos pertenecientes a los acopios ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea-cesar, la cual tiene por objetivo enseñar el nivel de criticidad en el que se encuentra cada activo, así, como su prioridad de mantenimiento. Esta podrá ser apreciada en la Tabla 8.

Como se mostró anteriormente en la Figura 35, la empresa Freskaleche S.A.S maneja rangos del nivel de criticidad, que van desde 0 hasta 90, siendo de 0 a 30 el nivel bajo, de 30 a 60 el nivel medio, y de 60 a 90 el nivel alto. Como los acopios no cuentan con un nivel de criticidad tan alto, comparándolos con la planta de Freskaleche S.A.S ubicada en Aguachica-Cesar, donde encontramos equipos mucho más complejos, se optó por trabajar con unos rangos que van desde 0 a 40, para asignar las prioridades de mantenimiento, siendo de 0 a 15 la prioridad baja, de 15 a 30 la prioridad media, y de 30 a 40 la prioridad alta.

Es importante resaltar, que el nivel de criticidad indica cuales son los equipos que requieren un mayor grado de atención, por lo que, este debe ser tenido en cuenta para asignar las fechas en las que se ejecutaran las actividades de mantenimiento.

Adicionalmente, para asignar las fechas, se debe tener en cuenta si el equipo pasó recientemente por un mantenimiento correctivo, ya que, de ser así, resulta necesario postergar su fecha, a tal punto que, se cumpla con la frecuencia que dispone en el plan de mantenimiento.

Tabla 8

Nivel de criticidad y prioridad de mantenimiento, para los equipos de los acopios ya mencionados anteriormente.

Equipo	Valor Criticidad	Nivel de criticidad Freskaleche	Prioridad Mtto
Compresor Mycon 4b	38	M	A
Compresor Mycon 4^a	38	M	A
Compresor Mycon 6^a	38	M	A
Compresor Vilter	38	M	A
Bomba # 1 de banco de hielo 1	16	B	M
Bomba #1 de banco de hielo 1	16	B	M
Bomba # 2 de banco de hielo 2	16	B	M
Bomba #2 de banco de hielo 2	16	B	M
Intercambiador placas Alfa Laval	31	M	A
Intercambiador de placa Cherry Burrel	31	M	A
Intercambiador de calor de placas Reda	31	M	A
Banco de hielo #1	20	B	M
Banco de hielo #2	20	B	M
Agitador banco de hielo 1	18	B	M
Agitador banco de hielo 2	18	B	M
Planta eléctrica Cummins	19	B	M
Planta eléctrica Kholer SDMO	17	B	M
Tanque de almacenamiento 1	8	B	B
Tanque de almacenamiento 2	10	B	B
Tanque de almacenamiento 3	10	B	B
Tanque de almacenamiento 4	10	B	B
Tanque de almacenamiento 5	10	B	B
Tanque de almacenamiento 6	10	B	B
Tanque de almacenamiento 7	10	B	B
Torre de condensado	20	B	M
Filtro de arena	12	B	B
Bomba dosificadora 1	14	B	B
Bomba dosificadora 2	14	B	B
Bomba dosificadora 3	14	B	B
Mezclador lodos	20	B	M
Agitador de polímero	16	B	M
Compresor de aire	14	B	B
Bomba de tornillo excéntrico	28	B	M
Tanque de almacenamiento de agua	7	B	B
Bomba dosificadora de polímero	16	B	M
Aire acondicionado oficina	12	B	B
Aire acondicionado laboratorio	12	B	B
Bomba equalizadora 1	16	B	M
Bomba equalizadora 2	16	B	M

Nota: Equipos de igual modelo, fueron tenidos en cuenta como uno solo

Fuente: El autor

3.1.1.6 Elaborar el sistema de información en Excel para los acopios de ALQUERÍA S.A.S ubicados en la Pedregosa-Cesar y Astrea- Cesar. El sistema de información es una herramienta, que nos permite almacenar información sobre equipos, nombres, lugares, entre otros y visualizarla en tiempo real.

Un sistema de información debe cumplir con cuatro actividades principales, las que conjuntamente producen la información requerida por cualquier organización o entidad. Estas actividades son: registro, almacenamiento, proceso, y producto (Blanco & Hernández, 2016).

El sistema de información surge con la intención de cumplir tres objetivos principales, los cuales son:

- Automatizar los procesos productivos
- Proporcionar apoyo en la toma de decisiones
- Lograr ventajas competitivas en su implantación y uso.

Para implementar un sistema de información, resulta útil definir el flujo de información, además, para mantenerlo actualizado, es necesario devengar al personal que estará a cargo de su alimentación, así como el supervisor, quien tendrá la tarea de revisar la veracidad de la misma en todo momento. En la Figura 37 se muestra el flujo de información para los acopios ya mencionados anteriormente.

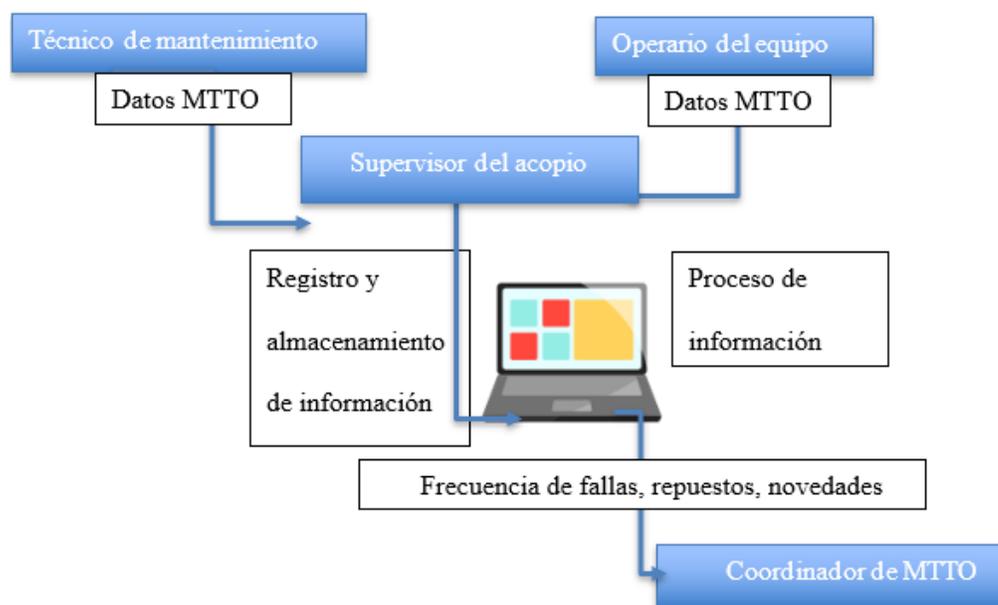


Figura 37. Flujo de información para los acopios

Fuente: El autor

Continuando con el desarrollo del software informal en Excel, se tuvo en cuenta la norma ISO 14224, así como sus formatos y recomendaciones para el registro e intercambio de información. (Ver 2.2 enfoque legal)

Excel, es un programa informático desarrollado por la empresa Microsoft, el cual permite trabajar con datos numéricos, desde el almacenamiento hasta la interpretación de los mismos.

El sistema de información consta de un menú, con el que se pretende centralizar todas las actividades, que pueden llevarse a cabo con la ayuda del software informal en Excel. Así mismo, cabe resaltar que el sistema de información fue desarrollado con la ayuda del lenguaje básico de visual Basic, por ende, se sobre entiende que el sistema cuenta con

macros que optimizan el desplazamiento entre hojas y automatizan funciones de registro, eliminación, limpieza y búsquedas.

Dentro de las actividades principales que podemos ejecutar, se encuentra el registro de activos, búsqueda de repuestos por activo, registro de datos MTTO correctivos, datos MTTO o, mejor dicho, registro de actividades de mantenimientos preventivos, registro de fallas, y por ultimo las actividades de mantenimiento que están programadas mensualmente.

En las Figuras 38 y 39, podremos observar el menú del sistema de información y el lenguaje de programación que se maneja en visual Basic. Es importante tener presente que los macros de cada actividad poseen una estructura similar, debido a que se realizan funciones similares, solo se modifica la posición de para ciertas casillas.

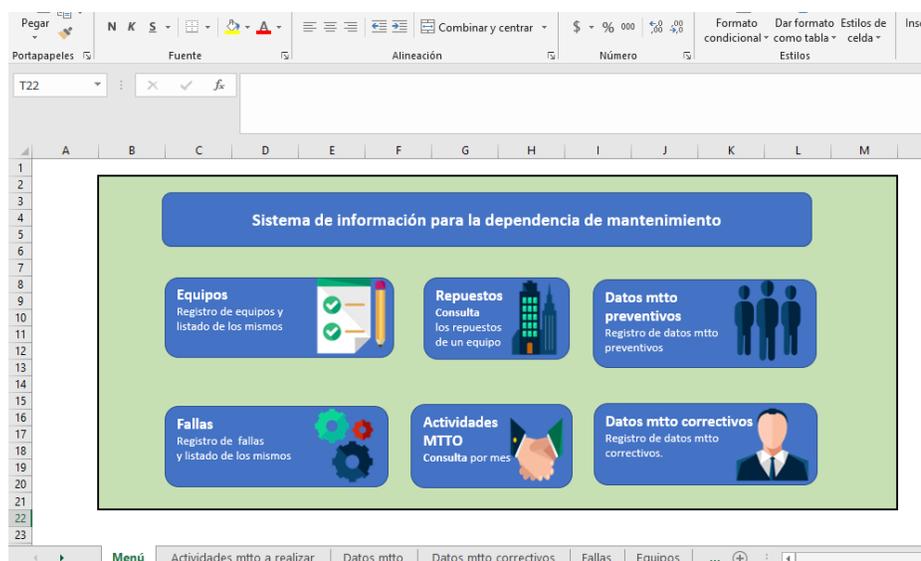


Figura 38. Menú del sistema de información para los acopios
Fuente: El autor

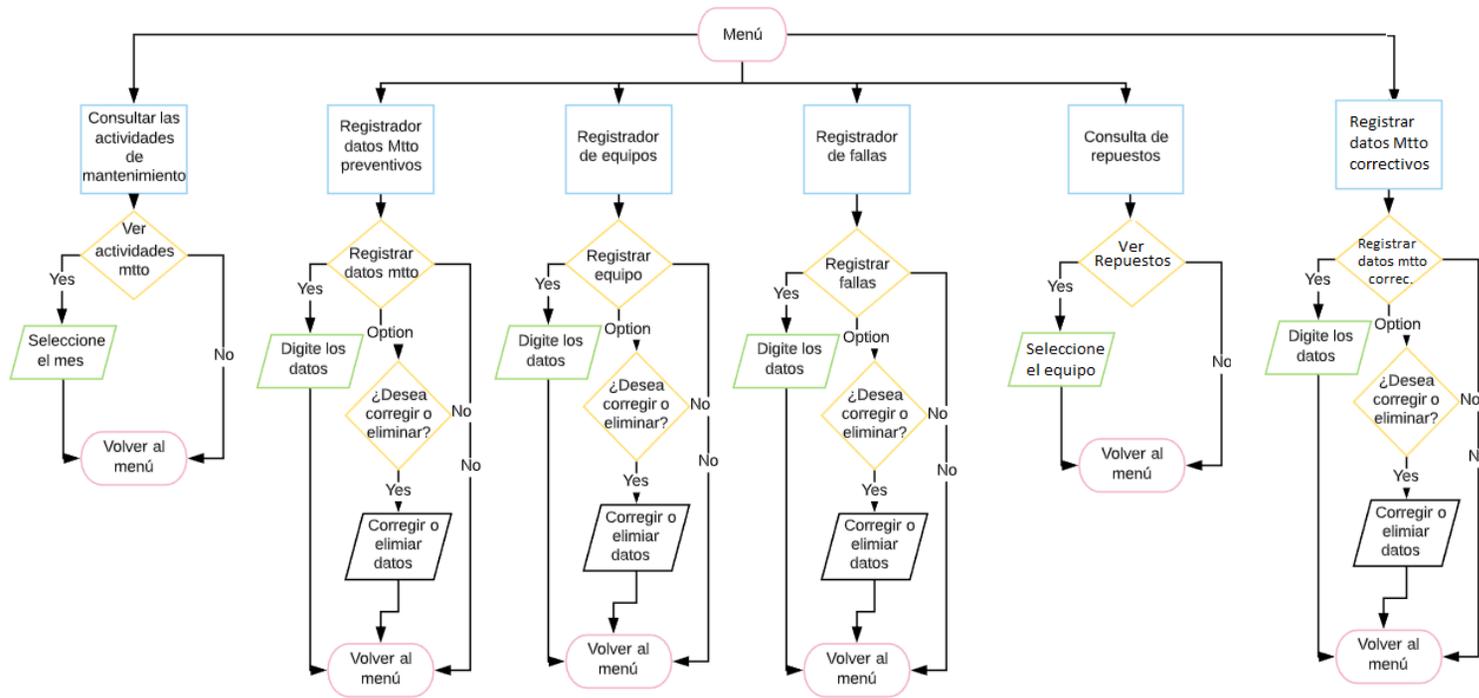


Figura 40. Módulo de administración para el sistema de información en Excel

Fuente: Autor del proyecto

3.1.2 Fase II. Diseñar los planes de mantenimiento preventivo de equipos con base a las recomendaciones del fabricante y el análisis de criticidad. Antes de establecer las tareas preventivas de mantenimiento, es necesario disponer de las recomendaciones de los fabricantes, y evaluar la criticidad de los activos.

3.1.2.1 Indagar en libros, tesis y manuales del fabricante, para establecer las pautas a seguir con los diferentes activos. En primera instancia, se debe relacionar el tipo de equipo con su respectivo fabricante y para ello se procede a consultar las fichas técnicas, debido a que en estas se suele almacenar información referente al fabricante del equipo.

Gracias a un trabajo anterior, la empresa ya cuenta con las fichas técnicas de los equipos pertenecientes a los acopios de la Pedregosa-Cesar y Astrea-Cesar. En la Figura 36, se muestra a manera de ejemplo, la ficha técnica correspondiente al intercambiador de placas Alfa Laval, situado en el acopio de Astrea-Cesar.

En la sección datos del fabricante, observada en la Figura 41, se podrá obtener el modelo del equipo, su fabricante, el país del fabricante, la dirección del fabricante, y dos opciones para contactarse con él, una es por vía telefónica, y la otra es por medio de su página web.

ALQUERÍA S.A.S ASTREA-CESAR DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
FICHA TÉCNICA					
EQUIPO	Enfriador de placas alfa laval				
EMPLAZAMIENTO					
AREA	Acopio				
NUMERO DE EQUIPO SAP					
CENTRO DE COSTO					
DATOS TECNICOS GENERALES					
CAPACIDAD	50kg/s	VOLTAJE			
PRESIÓN	290 psi máx.	AMPERAJE			
TEMPERATURA	180°c, máx	RPM			
CAUDAL		POTENCIA			
DATOS DEL FABRICANTE					
FABRICANTE	ALFA LAVAL	DIRECCIÓN	Calle 100# 19A - 30 Piso 4 BOGOTA		
MODELO	M10-BFD	TELÉFONO	(+57)1 291 63 30		
FECHA ADQUISICIÓN		PAÍS	COLOMBIA		
CATÁLOGO	SI	PAGINA WEB	https://www.alfalaval.com.co/		
REDES					
AIRE COMPRIMIDO	AGUA	ELECTRICIDAD	PRODUCTO	PERÓXIDO	VAPOR
NO	SI	NO	SI	NO	NO
COMPONENTES					
COMPONENTES	CANTIDAD	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA		REPUESTOS	
Placas	112	Tipo. M10-B			
Empaques	55	Material. nitrilo, EPDM o viton			
Brida	8	Tamaño de conexión. 100 mm			
Marcos	2	Altura. 981mm, Anchura. 470mm, Conexión vertical distancia. 719mm, Conexión horizontal distancia. 231mm			

Figura 41: Ficha técnica del enfriador de placas Alfa Laval ubicado en el acopio de Astrea-Cesar
Fuente: El autor

Una vez conseguida la información, se procede a elaborar una tabla en la que se relacione el tipo de equipo con su respectivo fabricante. Esto se hace con el fin de estandarizar las acciones preventivas. Ver Tabla 9.

Tabla 9

Tipo de equipo x Fabricante

Tipo de equipo	Fabricante
Compresor de amoniaco	Mycom (Mayekawa)
Compresor de amoniaco	Vilter
Bomba Caracol	Barnes
Bomba Caracol	IHM
Bomba autocebante	Barnes
Motor ventilador	No registra
Compresor de aire	Compresores Shell
Bomba positiva (Tornillo excéntrico)	Netzsch
Agitador	Transmisiones Ltda.
Agitador	ATB
Agitador	Flander AGP
Motor eléctrico	ABB
Motor eléctrico	SIEMENS
Bomba de succión	Pedrollo
Tanque de acero inoxidable	Gutel de Colombia Ltda.
Banco de hielo	No registra
Planta eléctrica	Kohler SDMO
Planta eléctrica	Cummins
Bomba centrífuga	KSB
Filtro de arena	No registra
Intercambiador de calor	Reda
Intercambiador de calor	Alfa Laval
Intercambiador de calor	Cherry Burrel
Intercambiador de calor	KYFFHAUSER MASCHINEFABRIK
Soplador	EKKO

Nota: Equipos que no contaron con información del fabricante, fueron digitados como no registra

Fuente: El autor

Por añadidura, se aclara que la Tabla 9, muestra solo los equipos principales, pero esto no quiere decir, que los sub equipos no cuenten con recomendaciones para su mantenimiento.

Antes de empezar con los equipos principales, en este trabajo se hablarán sobre las recomendaciones que se tiene para los motores eléctricos o accionadores.

Motores SIEMENS recomienda realizar las tareas preventivas, y las inspecciones dependiendo el número de horas que opera el equipo y las condiciones adversas en las que se encuentra. Para la temperatura, SIEMENS recomienda no exceder los rangos que se muestran en la Figura 42.

		Clase de sistema de aislamiento		
		B	F	H
Temp. por resistencia	Todos los HP	120 °C (248 °F)	145 °C (293 °F)	165 °C (329 °F)
Temp. por detector interno	1500 HP o menos	130 °C (266 °F)	155 °C (311 °F)	180 °C (356 °F)
	Más de 1500 HP - Menos de 7000 V	125 °C (257 °F)	150 °C (302 °F)	175 °C (347 °F)
	Más de 1500 HP - Más de 7000 V	120 °C (248 °F)	145 °C (293 °F)	165 °C (329 °F)

Figura 42. Rango de temperaturas ideales para los motores SIEMENS

Fuente: SIEMENS, (2010)

En la Figura 43, se tienen todas las recomendaciones de mantenimiento dadas por el fabricante de motores WEG, así como su frecuencia de realización.

COMPONENTE	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	CADA 3 MESES	ANUALMENTE (revisión parcial)	CADA 3 AÑOS (revisión completa)
- Motor completo	- Inspección de ruido y de vibración		- Drenar agua condensada (si hay)	- Reapretar los tornillos	- Desmontar el motor. Verificar partes y piezas
- Bobinas del estator y rotor				- Inspección visual; medir resistencia del aislamiento	- Limpieza; verificar la fijación de las bobinas; medir resistencia del aislamiento
- Soportes	- Control de ruido	- Reengrasar: respetar intervalos conforme placa de lubricación			- Limpieza de los soportes, sustituir, si necesario; inspeccionar casquillo y sustituir, si necesario (soporte de manguito); inspeccionar pista de desliz (eje) y recuperar cuando necesario
- Cajas de conexión, conexión a tierra				- Limpiar interior, reapretar tornillos	- Limpiar interior y reapretar tornillos
- Acoplamiento (observe las instrucciones de mantenimiento del fabricante del acoplamiento)		- Después de la primera semana: verifique alineamiento y fijación		- Verifique alineamiento y fijación	- Verifique alineamiento y fijación
- Dispositivos de monitorización		- Registre los valores de la medición			- Si es posible, desmontar y hacer test del modo de funcionamiento
- Filtro			- Limpie (cuando necesario)	- Limpie (cuando necesario)	- Limpie (vea ítem 4.1.2)
- Áreas de las anillas		- Control y limpieza, si necesario		- Control y limpieza	
- Anillas		- Control de la superficie, limpieza y contacto			
- Escobas		- Control, sustituir cuando del tamaño haya sido gastado (vea marca de desgaste, figura 4.5)			
- Intercambiador de calor aire-aire					- Limpiar los tubos del intercambiador

Figura 43. Plan de mantenimiento para los motores WEG

Fuente: WEG S.A, (2010)

Motores ABB maneja 4 niveles de mantenimiento, los cuales son:

- *Nivel I o II.* Consta de inspecciones visuales y un mantenimiento ligero. El propósito de este mantenimiento consiste en realizar una comprobación rápida si los problemas comienzan a desarrollarse antes de que ocasionen fallos e interrupciones de

mantenimiento no programadas. También ofrece sugerencias sobre los asuntos de mantenimiento que deben realizarse en el siguiente servicio.

El mantenimiento puede estimarse para que dure entre unas 4 y 8 horas, dependiendo del tipo de instalación de la máquina y de la profundidad de las inspecciones.

- *Nivel 2 o l2.* Consiste principalmente en inspecciones, pruebas y pequeñas tareas de mantenimiento. El propósito de este mantenimiento consiste en averiguar si hay problemas en el funcionamiento de la máquina y en realizar pequeñas reparaciones para garantizar un funcionamiento ininterrumpido. El mantenimiento puede estimarse para que dure entre unas 8 y 16 horas, dependiendo del tipo de instalación de la máquina y de la cantidad de servicio a realizar.

- *Nivel 3 o l3.* Consiste en inspecciones amplias, pruebas y grandes tareas de mantenimiento que han surgido durante los mantenimientos L1 y L2. El propósito de este mantenimiento consiste en reparar problemas que surjan y sustituir piezas que han sufrido desgaste. El mantenimiento puede estimarse para que dure entre unas 16 y 40 horas.

- *Nivel 4 o l4.* El nivel 4 o mantenimiento L4 consta de amplias inspecciones y tareas de mantenimiento. El propósito de este mantenimiento consiste en restablecer el estado de funcionamiento fiable de la máquina. El mantenimiento puede estimarse para que dure entre 40 y 80 horas más o menos.

En la Figura 44, se exponen las abreviaciones del programa de mantenimiento de motores ABB y la frecuencia con la que se deben realizar los cuatro niveles.

Objeto de mantenimiento	INTERVALO DE MANTENIMIENTO				Revisión / Prueba
	En un periodo de tiempo u horas de funcionamiento equivalentes, cualquiera que aparezca en primer lugar				
	L1	L2	L3	L4	
	4.000 Eq. h	8.000 Eq. h	24.000 Eq.h	80.000 Eq.h	
	12.000 Eq. h	16.000 Eq. h			
	20.000 Eq. h				
	28.000 Eq. h				
	Medio año	Anual	De 3 a 5 años	Puesta a punto	

Figura 44. Intervalos de mantenimiento para motores ABB

Fuente: ABB Motors, (2019)

En las figuras 45 a 48, se exponen las recomendaciones MTTO para los motores ABB. Es importante tener en cuenta las siguientes abreviaciones, para un mayor entendimiento.

V= Comprobación visual

C= Limpieza

D= Desmontaje y montaje

R= Reacondicionamiento o sustitución

T= prueba y medición

Objeto de mantenimiento	L1	L2	L3	L4	Revisión / Prueba
Funcionamiento de la máquina	V/T	V/T	V/T	V/T	Arranque, apagado, medida de vibración, punto de no carga
Montaje y cimentación	V	V/T	V/T	V / T / D	Fisuras, oxidación, alineación
Exterior	V	V	V	V	Oxidación, fuga, estado
Fijaciones	V	V/T	V/T	V/T	Ajuste de todas las fijaciones
Pernos de anclaje	V	V	V/T	V/T	Fijaciones, estado

Figura 45. Recomendación MTTO para la construcción general motores ABB
Fuente: ABB Motors, (2019)

Objeto de mantenimiento	L1	L2	L3	L4	Revisión / Prueba
Cableado de alto voltaje	V	V/T	V/T	V / T / D	Desgaste, fijación
Conexiones de alto voltaje	V	V/T	V/T	V / T / D	Oxidación, fijaciones
Accesorios de la caja de bornes, es decir condensadores contra picos, supresores, transformadores de intensidad	V	V	V	V	Estado general
Tránsitos de cable	V	V	V	V	Estado de los cables que se introducen en la máquina y en el interior de la máquina

Figura 46. Recomendaciones MTTO para la conexión de alto voltaje motores ABB
Fuente: ABB Motors, (2019)

Objeto de mantenimiento	L1	L2	L3	L4	Revisión / Prueba
Núcleo del estátor	V	V	V	V/C	Fijación, fisuras, soldaduras
Aislamiento de devanado estatórico	V	V/T	V / T / C	V / T / C	Desgaste, limpieza, resistencia de aislamiento, prueba de aislamiento de rotación, (prueba de alta tensión)
Obstrucciones en la bobina del estátor	V	V	V	V	Averías de aislamiento
Soportes de la bobina del estátor	V	V	V	V	Averías de aislamiento
Cuñas de la ranura del estátor	V	V	V	V	Desplazamiento, ajuste
Barras del terminal del estátor	V	V	V	V	Fijación, aislamiento
Instrumentación	V	V	V	V	Estado de los cables y enlace de cables
Aislamiento de devanado del rotor	V	V/T	V / T / C	V / T / C	Desgaste, limpieza, resistencia de aislamiento
Contrapesos del rotor	V	V	V	V	Movimiento
Centro del eje	V	V	V	V	Fisura, corrosión
Conexiones en el rotor	V	V	V/T	V/T	Fijación, estado general
Escobillas de toma de tierra	V	V	V	V	Funcionamiento y estado general

NOTA: No es aconsejable que máquinas cerradas totalmente se desmonten e inspeccionen internamente más a menudo de 3 a 5 años (L3).

Figura 47. Recomendaciones MTT0 para el estátor y rotor motores ABB
Fuente: ABB Motors, (2019)

Objeto de mantenimiento	L1	L2	L3	L4	Revisión / Prueba
Ventilador/es	V	V	V	V	Funcionamiento, estado
Filtros	V/C	V/C	V / C / R	V / C / R	Limpieza, funcionamiento
Conductos de ventilación	V	V/C	V/C	V/C	Limpieza, funcionamiento
Material insonorizador	V	V	V	V	Estado

Figura 48. Recomendaciones MTT0 para el sistema de enfriamiento motores ABB
Fuente: ABB Motors, (2019)

El cambio de rodamientos, se hará con frecuencia anual, este dato se basa en la experiencia adquirida durante las pasantías. Seguidamente, se mostrarán las recomendaciones de mantenimiento para los equipos principales.

i. *Recomendaciones mtto para bombas.* En el caso de las bombas centrífugas se tienen cuatro fabricantes, los cuales son: BARNES, IHM, PEDROLLO y KSB.

Lastimosamente, ni BARNES, ni IHM, ni PEDROLLO cuentan con un manual de mantenimiento para las bombas, o es de difícil acceso. Por consiguiente, se decide indagar las recomendaciones de otros fabricantes.

Según el fabricante Gouldspumps, el programa de mantenimiento incluye:

Mantenimiento de rutina. Inspección general.

Inspecciones de rutina. Entre las cuales tenemos: Controlar los ruidos, vibraciones y temperaturas inusuales en los rodamientos, controlar fugas en la bomba y tuberías, si hay fugas excesivas en el sello mecánico, es necesario reemplazarlo.

Inspecciones trimestrales. Es recomendable realizar las siguientes tareas cada tres meses: Revisar base y pernos de sujeción, que estén en buen estado y ajustados, verificar el sello mecánico si la bomba estuvo sin funcionar y reemplácelo de ser necesario.

Inspecciones anuales. Checar presión, capacidad y potencia de la bomba. si el rendimiento no es el ideal, realizar los siguiente: desmontar la bomba, inspeccionar, reemplazar las piezas desgastadas.

Sumado a este programa, se tienen los indicios, deterioros o defectos para efectuar el cambio de una pieza. Como podemos observar el la Figura 49, en la cual se exponen los indicios para efectuar el cambio de impulsor.

Piezas del impulsor	Cuándo reemplazar
Paletas del impulsor	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando presenta surcos con una profundidad superior a 1,6 mm 1/16 pulg., o • Cuando el desgaste parejo es superior a 0,8 mm 1/32 pulg.
Paletas de bombeo	Cuando presenta un desgaste o una curvatura superiores a 0,8 mm 1/32 pulg.
Bordes de las paletas	Cuando se ven daños por grietas, picaduras o corrosión

Figura 49. Indicios para reemplazar el impulsor de una bomba
Fuente: Goulds pumps, (2010)

De la misma manera, Gouldspumps recomienda comprobar la rectitud del eje utilizando bloques en V o rodillos de equilibrio, si la desviación supera los 0,03 milímetros o 0,001 pulgadas, este se debe reemplazar.

En cuanto a los rodamientos, el fabricante nos ofrece estos tips:

- Verificar que los rodamientos no estén contaminados o dañados
- Tener en cuenta el estado y residuos del lubricante
- Girar manualmente los rodamientos y prestar atención a ruidos, ya que estos no deberían emitir ruido alguno.
- La superficie de rodamiento debe carecer de irregularidades, como golpes y rayaduras.

Por otro parte, KSB recomienda medir la profundidad de desgaste en la superficie de la carcasa. Si la profundidad es considerable, entonces se aconseja repararla o cambiarla. Los problemas de desgastes excesivos, se deben a que la bomba no está trabajando con las condiciones de flujo y de cabezal con las que fueron diseñadas.

La bomba prácticamente no requiere mantenimiento. Será suficiente una limpieza anual y una comprobación del estado de la bomba y la línea de alimentación (KSB , 2017).

ii. *Recomendaciones mtto para los intercambiadores de placas.* Para mantener un intercambiador de calor en buen estado, es necesario realizar un mantenimiento periódico. Las placas se deben limpiar regularmente, la frecuencia depende de varios factores como, por ejemplo, los tipos de medios y las temperaturas. Después de un largo periodo de uso, puede que sea necesario cambiar los empaques.

Otras tareas de mantenimiento que deberían realizarse regularmente son:

- ✓ Mantener limpia y engrasada la barra sujetadora y la barra guía.
- ✓ mantener limpios y engrasados los pernos tensores.
- ✓ Asegurar que los pernos tensores estén correctamente ajustados. (ALFA

LAVAL, 2019)

Del mismo modo, GRUPPO FERROLI, brinda las siguientes pautas:

Limpieza manual. Para la cual, se recomienda usar un cepillo de cerdas plásticas, ya que algunos cepillos ferrosos pueden acelerar la formación de óxido y/o corrosión de placas. Prestar atención especial a la parte inferior de la placa, debido a que, en esta, se tiende a depositar gran parte de la suciedad.

Control con líquidos penetrantes. Una vez eliminado los depósitos y las incrustaciones de las placas, se recomienda comprobar la integridad de las mismas. la fricción puede ocasionar la perforación en las placas. por lo tanto, con la ayuda de líquidos penetrantes se puede observar eventualmente microfracturas que no se pueden detectar a simple vista

Limpieza cip. Este tipo de limpieza está indicado, cuando en los circuitos del intercambiador fluyen líquidos corrosivos y es necesario un lavado profundo del mismo sin

necesidad de abrirlo. Resulta útil invertir el sentido del flujo (entrada/salida) cuando se encuentra en lavado CIP, para obtener un mejor resultado (GRUPPO FERROLI, 2011).

Ahora, en la Figura 50, se muestran los líquidos usados en la limpieza CIP por ALFA LAVAL.

Líquido	Descripción
AlfaCaus	Líquido fuertemente alcalino para la eliminación de pintura, grasa, aceite e incrustaciones biológicas.
AlfaPhos	Líquido de limpieza ácido para la eliminación de óxidos metálicos, herrumbre, cal y otras incrustaciones inorgánicas. Contiene un inhibidor de repasivación.
AlfaNeutra	Líquido fuertemente alcalino para la neutralización de AlfaPhos antes del vaciado.
Alfa P-Neutra	Para la neutralización del Alfa P-Scale.
Alfa P-Scale	Limpiador en polvo ácido para eliminar las incrustaciones de carbonato primarias y también de otras incrustaciones inorgánicas.
AlfaDescaler	Agente de limpieza ácido no peligroso para la eliminación de incrustaciones inorgánicas.
AlfaDegreaser	Agente de limpieza no peligroso para la eliminación de aceite, grasa y restos de cera. También evita la formación de espuma si se utiliza Alpacon Descaler.
AlfaAdd	AlfaAdd es un reforzador de limpieza neutro diseñado para el uso con AlfaPhos, AlfaCaus y Alfa P-Scale. Se agrega 0,5–1 % en volumen a la solución de limpieza total diluida para obtener un mejor resultado de limpieza en superficies aceitosas y grasientas y donde se produzca crecimiento biológico. AlfaAdd también reduce la formación de espuma.

Figura 50. Líquidos recomendados por el fabricante ALFA LAVAL para el lavado CIP
Fuente: ALFA LAVAL, (2019)

Sustitución de juntas. Las juntas son partes sujetas a desgaste y en consecuencia no forman parte de la garantía. No pueden darse indicaciones en cuanto a la duración de las juntas, ya que, depende de las condiciones de trabajo del intercambiador. La presión y temperatura pueden determinar en gran medida la vida de las juntas. Además, Paradas frecuentes del intercambiador podrían afectar prematuramente las juntas.

Cuando en el momento de apertura del intercambiador, se detecte un número significativo de juntas que parecen desgastadas y no tienen un retorno elástico a su posición de reposo, es conveniente considerar la oportunidad de sustituir el juego entero. Introducir en el mismo paquete, placas con juntas usadas, causará un esfuerzo suplementario de compresión sobre las juntas nuevas, que tendrán por ello una vida útil de trabajo más breve.

iii. *Recomendaciones mtto para los compresores industriales de aire.* Las instrucciones que se mencionan a continuación se basan en la operación normal.

Diariamente. Revisar nivel de aceite, drenar el agua del condensador del tanque de válvulas, estar pendiente de ruidos extraños

Semanalmente. Limpiar el filtro de aire, limpiar las partes exteriores del compresor y motor, probar la válvula de seguridad para constatar que no esté calzada.

Mensualmente. Inspeccionar el sistema de aire para detectar algún escape, inspeccionar el aceite para ver si está contaminado y cambiarlo de ser necesario, por último, revisar la tensión y deterioro de las correas.

Trimestral. Cambiar el aceite, inspeccionar el conjunto de válvulas, cambiar el (los) elementos filtrantes.

Anualmente. Realizar la comprobación del manómetro, presostato y válvula de seguridad, esta operación debe ser ejecutada cuando el dispositivo no esté acoplado al tanque de aire/aceite, por último, se limpia el compresor (SHELL, 2017).

iv. *Recomendaciones mtto para los compresores reciprocantes.* Los datos, tales como temperaturas y presiones, deben ser registrados regularmente ya que esto es muy importante para el correcto mantenimiento del compresor. Con estos datos se podrá apreciar cualquier cambio en el funcionamiento normal y facilitar la localización de la avería.

Además de la lectura de los datos, será necesario vigilar de vez en cuando tal y como se indican a continuación.

Nivel de aceite del visor en la tapa cárter. El nivel de aceite durante la operación del compresor debe estar entre la mitad del círculo del visor (nivel normal) y un tercio del círculo. Si no llega a este nivel, puede haber un fallo en la línea de retorno de aceite o el compresor está consumiendo más cantidad de aceite de lo normal. Hay que verificar la causa y rectificar.

Detección de fugas de refrigerante. Durante el primer período de la puesta en marcha, puede suceder que algún tornillo se afloje, especialmente en las bridas de conexión. Hay que comprobar la estanqueidad del circuito de refrigerante de vez en cuando.

Comprobación de humedad: El sistema de refrigeración debe estar mantenida en seco. Si entra agua en la planta, causará el deterioro del aceite y avería muy grave del compresor.

Si se encuentra agua en un sistema con freón, esta se congelará en la válvula de expansión produciendo un mal funcionamiento de la misma. Es conveniente proceder a deshidratar el sistema.

En el caso de amoníaco, el agua se disuelve completamente evitándose un mal funcionamiento de la válvula de expansión. De todos modos, la humedad deteriora los componentes de la instalación, contamina el aceite y afecta al rendimiento de los evaporadores.

MAYEKAWA MYCOM, plantea para sus compresores, en este caso la serie W, las siguientes actividades de mantenimiento:

Mantenimiento diario. Verificar el nivel de aceite en el cárter y la presión de aceite durante el funcionamiento del compresor, Verificar y registrar las temperaturas y las presiones de la planta.

Mantenimiento semanal. Verificar fugas de gas del compresor y de la planta. Tener especial cuidado con los refrigerantes Freón ya que su carácter inodoro hace más difícil la

detección y localización de la fuga. Por contrario, la fuga de amoniaco se localiza fácilmente gracias a su fuerte olor.

Mantenimiento mensual. Verificar el funcionamiento correcto del presostato diferencial de presión de aceite, Verificar la operación del mecanismo automático de control de capacidad, en el caso de accionamiento por correas, verificar la tensión adecuada de las correas.

Mantenimiento trimestral. Inspeccionar el desgaste de las correas y su alineamiento.

Mantenimiento anual o más de 6000 horas de funcionamiento. Parar la planta. Purgar el refrigerante y el aceite en el compresor. Desmontar y limpiar los filtros de aspiración y de aceite. Si los filtros están dañados, habrá que reemplazarlos. Limpiar el interior del compresor y rellenar con la cantidad adecuada de aceite.

Purgar el aceite desde el separador de aceite. Limpiar el interior del separador.

Desmontar las tuberías de agua en los cabezales de cilindro. Limpiar los cabezales donde se deposita la basura.

Desmontar completamente el compresor. Inspeccionar si hay desgastes o daños en las camisas de cilindro, válvulas, platos de válvulas, cigüeñal, bielas, pistones y semicojinetes.

No será necesario desmontar los cojinetes si no se aprecia desgaste.

Desmontar el mecanismo de descargador. Cambiar las piezas necesarias si se observa algún desgaste o daño.

Las láminas de aspiración y de descarga, así como los resortes deben ser reemplazados después de 6.000 horas de funcionamiento. (MYCOM MAYEKAWA, 2001)

Por otra parte, el fabricante Vilter, formula las siguientes recomendaciones:

Diariamente. limpiar la bolsa de la pantalla de succión. Dejar de usarla cuando la bolsa permanezca limpia. Reservar para modificaciones o revisiones del sistema.

Semanalmente. Comprobar el sistema de fugas con un detector de fugas adecuado para la primera semana de funcionamiento. Comprobar el nivel de aceite y el estado del mismo. Comprobar la presión de aceite, además determine si es necesario cambiar el filtro de aceite. comprobar los niveles de refrigerante en los recipientes. Comprobar el filtro en las unidades de tratamiento de aire. Comprobar la bobina de baja temperatura para el descongelamiento, comprobar las lecturas del indicador y la temperatura

Mensualmente. Lubricar cada pieza del equipo de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Como guía general, los rodamientos que requieren aceite deben ser atendidos al menos una vez al mes, y los que requieren grasa al menos una vez cada seis meses. Comprobar la rigidez y la alineación de las unidades. Las unidades directas deben tener los pernos de acoplamiento apretados. Las transmisiones por correa trapezoidal deben tener la

tensión correcta. Revisar las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos para detectar incrustaciones o algas. Revisar los rociadores y las pantallas para detectar obstrucciones. Consultar a los fabricantes de suministros para el tratamiento de agua para medidas correctivas de los problemas de incrustaciones y algas. comprobar los refrigeradores de aceite de los compresores (cuando se usan) por si hay alguna evidencia de corrosión, incrustaciones u otro tipo de suciedad.

Anualmente. Comprobar todo el sistema para ver si hay fugas, drenar el agua de los condensadores, torres de refrigeración y tubos de control. Revisar cuidadosamente para detectar daños por corrosión o incrustaciones, quitar todo el óxido del equipo, limpiar y pintar, comprobar los motores y ventiladores por el desgaste del eje y el juego final. Comprobar el funcionamiento y el estado general de los controles eléctricos. compruebe todos los filtros de agua. Comprobar todas las transmisiones por correa trapezoidal. Reemplazar las correas trapezoidales y los componentes de la transmisión desgastados. Comprobar los desagües para asegurarse de que el agua fluye lejos de los equipos. Drenar y limpiar el cárter del compresor. Limpiar el circuito de aceite. Reemplazar la recarga del filtro de aceite. Recargar con aceite nuevo, limpio y sin agua. revisar y limpiar el filtro de succión (Compresores VILTER, 2014).

v. *Recomendaciones mtto para la bomba de tornillo excéntrico.* Estas bombas son utilizadas, para trasladar sustancias viscosas e incluso lodos, su mecanismo es similar al de un tornillo sin fin.

El fabricante NETZSCH ofrece las siguientes recomendaciones:

Limpieza. La bomba debe lavarse y/o limpiarse en intervalos regulares cuando el líquido transportado da lugar a incrustaciones o sedimentos.

La bomba puede limpiarse:

- A través de los orificios de limpieza que posiblemente tendrá el cuerpo de la bomba.
- Manualmente, previo desmontaje de la bomba.
- Automáticamente (limpieza CIP) en caso de disponer de cuerpo de la bomba especial con tomas para líquido de lavado.

Lubricación de rodamientos del eje. Los rodamientos del eje se engrasan durante el montaje para toda su vida útil. Los rodamientos deben limpiarse y engrasarse de nuevo siempre que, por el motivo que sea, éstos hayan tenido que ser desmontados.

En la Figura 51, se muestra el tipo de rodamiento y la cantidad de grasa que se les aplicará en función de su eje.

Diámetro exterior de la articulación D [mm] (ver croquis)	Tamaño base de la articulación		Cantidad de aceite por articulación [cm ³]
	tipo NM	tipo N...	
25	NM 003-011	-	1
28	NM 015	-	1,5
30	NM 021	N...015	2
40	NM 031	N...020	5
48	-	N...025	11
54	NM 038	N...030	15
65	NM 045	-	22
76	NM 053	N...040	36
83	NM 063	N...050	78
102	NM 076	N...060	165
125	NM 090	N...080	205
148	NM 105	N...100	450
162	NM 125		470

Figura 51. Tipo de rodamiento y cantidad de grasa a aplicar dependiendo el tamaño del eje
Fuente: Instrucciones de servicio y mantenimiento bomba NEMO

Sellos mecánicos. Cuando se produzcan fugas o derrames de grandes cantidades de producto, se revisará el cierre del eje y una vez conocida la causa, se procederá a cambiar la parte dañada.

En la primera puesta en marcha o después de un paro prolongado, lubricar el sello mecánico antes de arrancar la bomba. para ello utilizar agua, glicerina o aceite, dependiendo la resistencia química de los elastómeros montados en el sello mecánico. llenar la hendidura entre eje (1), sello mecánico (2) y entre este y el cuerpo de alojamiento (3), como se muestra en la Figura 52.

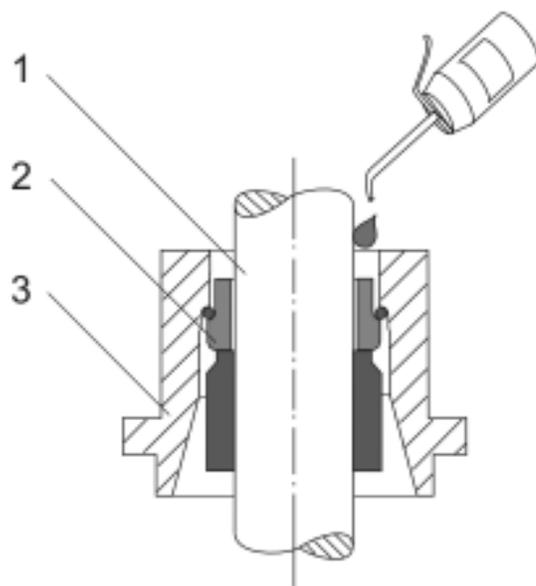


Figura 52. Ejemplo de adición de aceite para la bomba NEMO
Fuente: Manual de instrucciones bomba NEMO

Cada 5000 horas o dos años, lo que pase primero. Se debe:

Desmontar el accionamiento, Extraer los rodamientos, limpiar todas las partes de las piezas, Renovar el engrase.

vi. *Recomendaciones mtto para la torre de condensado.* Lastimosamente, las torres de condensado ubicadas en los diferentes acopios, no cuentan con una placa de identificación, por ende, se opta por trabajar con las recomendaciones del fabricante de una de las torres de condensado ubicadas en la planta Aguachica-Cesar. Dicho fabricante es IMECO.

Diariamente. Agregar inhibidor de incrustación para el tratamiento del agua, y el cuidado del mismo. Efectuar purgas cuando el PH se encuentre fuera del rango establecido (6,5-8,5), estas pueden realizarse cada 8 horas. verificar la carencia de fugas en el equipo.

Dos veces por semana. Añadir microbicida que evite a su vez el crecimiento de algas.

Anualmente. Revisar el atrapa gotas, de ser necesario reemplazar el perfil deteriorado. Revisar la estructura interna en búsqueda de incrustaciones y realizar un hidro-lavado. Limpiar el aspersor y verificar que no existan orificios obstruidos. Realizar inspección general en la estructura en búsqueda de grietas o superficies deterioradas.

vii. *Recomendaciones mtto para los agitadores.* Ahora, para los agitadores se tendrán las recomendaciones del fabricante FLENDER AGP, las cuales serán resumidas en la Figura 53.

Intervalos y plazos	Medidas
Cuando sea necesario	Cambiar del filtro de aire húmedo Limpiar el filtro del aire Limpiar el filtro y el reductor
Diario	Comprobar la temperatura del aceite Comprobar la presión de aceite (si existe lubricación a presión) Comprobar los ruidos del reductor para detectar si presentan variaciones Comprobar la presión del agua
Mensualmente y antes de cada arranque	Comprobar la estanqueidad Controlar el nivel de aceite
400 horas de servicio tras la puesta en marcha	Controlar el contenido de agua en el aceite Cambiar el aceite (o en función del resultado de la comprobación) Comprobar el asiento firme de los tornillos de fijación
Cada 3 meses	Comprobar la vigilancia de velocidad del accionamiento auxiliar Comprobar el accionamiento auxiliar Limpiar el filtro del aceite Limpiar el filtro del aire Limpiar el tornillo de purga de aire
Cada 3000 horas de servicio	Medir las vibraciones en los rodamientos
Cada 3000 horas de servicio, como mínimo cada 6 meses	Reinyectar grasa en las juntas Taconite Reinyectar grasa en las juntas Tacolab
Al menos cada 6 meses (ver información en el rótulo del punto de engrase)	Reinyectar grasa en rodamientos lubricados por grasa
Cada 5000 horas de servicio, al menos cada 10 meses	Reinyectar grasa en el tubo de retención de aceite
Cada 12 meses	Comprobar las guarniciones de fricción del antirretroceso limitador de par Controlar las mangueras Comprobar el disco compresor Controlar el contenido de agua en el aceite
Cada 10 000 horas de servicio, al menos cada 2 años	Cambiar el aceite, utilizando aceite mineral del grupo API I o II o bien éster sintético saturado (o en función del resultado de la comprobación) Comprobar el estado del refrigerador aire-aceite (temporalmente con cambio de aceite) Comprobar el estado del refrigerador agua-aceite (temporalmente con cambio de aceite)
Cada 2 años	Inspeccionar el reductor Comprobar el serpentín de refrigeración Comprobar el asiento firme de los tornillos de fijación Limpiar el filtro y el reductor
Cada 20 000 horas de servicio, al menos cada 4 años	Cambiar el aceite, utilizando aceite semisintético del grupo API III, aceite PAO o aceite PG (o en función del resultado de la comprobación)
6 años tras la fecha de fabricación impresa	Sustituir las mangueras

Figura 53. Plan de mantenimiento para motorreductores FLENDER AGP
Fuente: Flender AGP, (2018)

viii. *Recomendaciones mtto para los tanques de acero inoxidable.* Para los tanques de acero inoxidable, hay que tener en cuenta, que el mantenimiento principalmente está dirigido a sus agitadores, por consiguiente, las actividades de mantenimiento a realizar en los tanques, serán ejecutadas por el operario, ya que estas, son más de tipo inspección.

Limpieza. Cada vez que se terminen las actividades, este deberá ser lavado.

Diariamente. Revisar que no existan fugas o paso en sus válvulas. Prestar suma atención a ruidos fuera de lo normal en el caso del agitador. Verificar que la bomba no tenga fugas de ningún tipo, y que esta funcione correctamente.

Anualmente. Revisar el tanque a nivel estructural, para comprobar que este no tenga grietas o incrustaciones. En caso de tener incrustaciones, removerlas.

ix. *Recomendaciones mtto para los bancos de hielo.* Como no se tienen los datos del fabricante, se procede a consultar el mtto de los bancos de hielo de la planta de Aguachica-Cesar.

Diariamente. Tomar la temperatura y el nivel de agua fría, corroborar que las válvulas operen correctamente.

Quincenalmente. Agregar el microbicida, la proporción dependerá del microbicida a utilizar.

Anualmente. Revisar el estado del tanque de almacenamiento de amoníaco. Realizar una inspección completa a nivel estructural. Corroborar la calibración de los instrumentos de medición.

x. *Recomendaciones mtto filtro de arena.* Como no se pudo obtener información acerca del fabricante del filtro se procede a trabajar con las recomendaciones que maneja el grupo de mantenimiento de la planta de FRESKALECHE S.AS.

Diariamente. Hacer un retro lavado, siempre que sea necesario. Esto quiere decir que, dependiendo la turbidez o la suciedad del agua a la salida, se realizaran los retro lavados.

Semanalmente. Realizar retro lavado, regeneración con sal y enjuague final con agua.

xi. *Recomendaciones mtto para las plantas eléctricas.* El fabricante SDMO plantea las siguientes recomendaciones de mantenimiento que se exhiben en la Figura 54. En esta se puede apreciar, que las actividades de mantenimiento dependen de las horas trabajadas por el equipo.

OPERACIONES	50 h	100 h	250 h	500 h	1000 h	1500 h	3000 h	2 años	20 000 h 3 años
Grupo electrógeno									
• Verificar el estado general					▪				
• Verificar los pares de apriete					▪				
• Verificar la ausencia de fugas				▪					
• Verificar el estado de carga de la batería				▪					
• Limpiar los bornes de la batería				▪					
• Verificar el estado de las conexiones de los equipos eléctricos				▪					
• Limpiar con aire comprimido los relés y los contactores				▪					
Motor									
• Comprobar el nivel de aceite de motor y de refrigerant	▪								
• Depósito de combustible - Descarga del agua	▪								
• Filtro de aire - Comprobación	▪								
• Aceite de motor y filtro de aceite - Sustitución ¹			▪						
• Correa y tensión de la correa - Inspección y ajuste			▪						
• Filtro de la bomba de combustible de solenoide - Inspección y limpieza ²		▪							
• Filtro de combustible - Sustitución				▪					
• Filtro de la bomba de combustible de solenoide - Sustitución				▪					
• Juego de válvulas - Inspección				▪					
• Comprobación de la bujía de precalentamiento				▪					
• Arrancador - Inspección					▪				
• Alternador - Inspección					▪				
• Pernos y tuercas del motor - Reapriete ³					▪				
• Tobera de inyección - Limpieza						▪			
• Inyector - Comprobación y limpieza							▪		
• Turbocompresor - Inspección							▪		
• Refrigerante - Sustitución								▪	
Alternador									
• Verificar el estado general	Después de las primeras 20 horas								
• Verificar los pares de apriete									
• Verificar las distintas conexiones eléctricas de la instalación									
• Engrasar los rodamientos									
									▪

Figura 54. Plan de mantenimiento para electrógenos SDMO

Fuente: SDMO, (2010)

3.1.2.2 Solicitar el abastecimiento de la bodega de repuestos con base a los repuestos que se requieran por equipos. Teniendo en cuenta, las actividades de mantenimiento programadas en el plan de mantenimiento, el tiempo de espera que se toman los repuestos en ser enviados, los fondos con los que cuentan los acopios y el análisis de criticidad, se formula para el stock lo siguiente:

Para calcular el número máximo de stock, se toma el 30 por ciento del total de las partes, más el 20 por ciento de los cambios anuales, que se hicieron de manera correctiva a lo largo de las pasantías, a ese total se le tiene en cuenta el tiempo de entrega como se muestra en la ecuación 6.

$$\text{Stock max} = (0,3 * \text{Total partes} + 0,2 * \text{cambios anuales}) + \% \text{tiempo} \quad \text{Ecuación 6.}$$

Para calcular el mínimo de stock, se toma el 30 por ciento del total de las partes, exceptuando a los equipos de criticidad alta y media, en los que se tendrá un stock mínimo mayor a cero.

$$\text{Stock min} = 0,3 \text{total partes} \quad \text{Ecuación 7.}$$

El stock para los acopios será visible en los apéndices E y F.

3.1.2.3 Planificar las actividades o tareas de mantenimiento que se necesiten para optimizar la vida útil de los equipos. Con base en la información recolectada sobre las recomendaciones de los fabricantes, se diseñan las tareas de nivel operativo y de mantenimiento que se ejecutaran a lo largo de la semana, mes y año.

En la Tabla 10, se describen las actividades de mantenimiento rutinarias por equipos de manera general, teniendo en cuenta su frecuencia de aplicación

Es importante destacar, que las tareas de nivel operativo, también conocidas como rutinarias, serán desarrolladas por los colaboradores u operarios.

En las Tablas 11, 12 y 13 se describen las actividades de mantenimiento preventivas por equipos, también de manera general con su respectiva frecuencia de aplicación, esto con la intención de organizar y facilitar el acceso a la información. Lo que resulta útil para elaborar los cronogramas de mantenimiento, y posteriormente cargar los datos al sistema de información en Excel.

Las tareas de mantenimiento preventivas, serán ejecutas por el equipo de mantenimiento.

Tabla 10
Actividades rutinarias por equipos con su respectiva frecuencia

Equipo	Actividad rutinaria	Frecuencia
Compresor recíprocante	Verificar el nivel de aceite en el cárter y añadir de ser necesario	Lunes, miércoles, viernes y domingo
Compresor recíprocante	Revisar la presión de aceite durante el funcionamiento del mismo	De lunes a domingo
Compresor recíprocante	Verificar las temperaturas de entrada y salida del compresor	De lunes a domingo
Compresor recíprocante	Checar la temperatura de las culatas de forma manual	Miércoles
Compresor recíprocante	Voltear el filtro de cuchilla con el fin de limpiar los residuos del aceite	De lunes a domingo
Bombas	Control de fugas en la bomba y tubería, si se detecta fuga por el sello mecánico, este debe ser reemplazado	De lunes a domingo
Bombas	Inspección de ruido y vibración	Lunes, miércoles y viernes
Compresor recíprocante	Verificar el estado y la tensión de las correas	Lunes a sábado
Agitador de los tanques de acero inoxidable	Inspección de ruido y vibración	Lunes, miércoles, viernes y domingo
Tanques de acero inoxidable	Revisar que no existan fugas o paso en sus válvulas	De lunes a domingo
Tanque de amoníaco	Revisar nivel de amoníaco y agregar de ser necesario	Jueves
Bancos de hielo	Verificar que la temperatura esté entre 0 y 2 °c	De lunes a domingo
Bancos de hielo	Revisar el nivel de agua fría	Lunes, miércoles y viernes
Bancos de hielo	Corroborar el correcto funcionamiento de las válvulas	De lunes a domingo
Bancos de hielo	Realizar la purga de aceite en la purga de amoníaco	Lunes y jueves
Filtro de arena	Realizar retro lavado, regeneración con sal y un enjuague final con agua	Domingo
Planta eléctrica	Realizar prueba de funcionamiento por 20 minutos, antes de iniciar revisar nivel de aceite agua y estado de las borneras de la batería	Domingo

Nota: En caso de que el operario detecte alguna anomalía o falla en el equipo, esta deberá ser reportada al personal de mantenimiento.

Fuente: El autor

Tabla 11

Actividades preventivas con su respectiva frecuencia, para el compresor recíprocante y el banco de hielo

Equipo	Actividades preventivas	Frecuencia
Compresor recíprocante	verificar el correcto funcionamiento del presostato diferencial de presión de aceite, verificar la tensión adecuada de las correas. Revisar el nivel de aceite, añadir de ser necesario.	Mensual
Compresor recíprocante	Desmontar completamente el compresor, mirar si hay desgaste o daños en las camisas del cilindro, válvulas de succión y descarga, platos de válvulas, cigüeñal, bielas y pistones, en caso de ser necesario reemplazarlos. Purgar el refrigerante y el aceite en el compresor, desmontar y reemplazar los filtros de aspiración y de aceite, purgar y limpiar el interior del separador de aceite, rellenar con la cantidad adecuada de aceite.	Anual
Compresor recíprocante (motor)	Inspección visual de las bobinas del rotor y el estator, medir la resistencia de aislamiento, verificar la fijación y alineación con su respectivo acople, revisar la parte eléctrica incluyendo los accesorios de la caja de borneras, es decir condensadores, contra picos, supresor, transformadores de intensidad y efectuar el cambio de rodamientos as y bs	Anual
Compresor recíprocante	Limpiar el intercambiador de calor y cambiar los empaques deteriorados, sondear las mangueras y cambiar las que se encuentran en mal estado	Semestral
Compresor recíprocante	Sustituir las correas del sistema de transmisión y dar el ajuste necesario. Revisar el estado de las poleas, cambiarlas de ser necesario	Anual
Banco de hielo	Corroborar la calibración de los instrumentos de medición, inspeccionar el tanque de almacenamiento de amoníaco en búsqueda de fugas o fisuras. Corroborar el correcto funcionamiento de la válvula de expansión, sustituirla de ser necesario.	Anual
Banco de hielo (bombas de agua fría)	Checar la presión, capacidad y potencia, en caso de que el rendimiento no sea el ideal, se hará necesario desmontarla, inspeccionar y reemplazar las piezas desgastadas. Sustituir el sello mecánico.	Anual
Banco de hielo (bombas de agua fría)	Inspección visual de las bobinas del rotor y el estator, medir la resistencia de aislamiento, verificar la fijación y alineación con su respectivo acople, revisar la parte eléctrica incluyendo los accesorios de la caja de borneras, es decir condensadores, contra picos, supresor, transformadores de intensidad y efectuar el cambio de rodamientos as y bs.	Anual
Banco de hielo (agitador)	Cambiar los rodamientos as y bs del motor, cambiar el acople omega, inspeccionar visualmente las bobinas del estator y del rotor, y medir la resistencia de aislamiento. Limpiar la carcasa. Instalar y hacer prueba de funcionamiento.	Anual
Banco de hielo (agitador)	Sustituir las correas del sistema de transmisión y dar el ajuste necesario. Revisar el estado de las poleas, cambiarlas de ser necesario.	Anual
Agitador (chumaceras)	Lubricar las chumaceras del agitador y eliminar el exceso de grasa.	Quincenal

Nota: Los equipos que aparecen entre paréntesis corresponden a sub equipos, y es sobre estos, que recae la acción.

Fuente: El autor

Tabla 12

Actividades preventivas con su respectiva frecuencia, para la planta eléctrica, la torre de condensado y las bombas centrifugas

Equipo	Actividad preventiva	Frecuencia
Planta eléctrica	Limpiar bornes de la batería. Inspeccionar y ajustar la correa del sistema de transmisión del motor de combustible, comprobar la bujía de precalentamiento.	Mensual
Planta eléctrica	Realizar el cambio de aceite	Anual
Planta eléctrica	Inspeccionar el arrancador y el alternador, reapretar tuercas y pernos del motor.	Trimestral
Planta eléctrica	Limpiar y corroborar el estado del inyector.	Semestral
Planta eléctrica	Cambiar el filtro de aceite, filtro de agua, filtro de combustible y el filtro de aire. filtro de aceite con frecuencia mensual, para planta eléctrica SDMO	Anual
Planta eléctrica	Sustituir las correas del sistema de transmisión y dar el ajuste necesario. Revisar el estado de las poleas, cambiarlas de ser necesario.	Anual
Planta eléctrica	Desmontar y limpiar el radiador, Adicional a esto, limpiar el ventilador y revisar su estado.	Anual
Torre de condensado	Lubricar las chumaceras de los ventiladores y eliminar el exceso de grasa	Quincenal
Torre de condensado	Revisar el estado de los ventiladores y de su parte eléctrica	Trimestral
Torre de condensado	Desmontar la torre de condensado y desincrustar el serpentín, limpiar el aspersor y verificar que no queden orificios obstruidos.	Anual
Torre de condensado (motor de la bomba)	Inspección visual de las bobinas del rotor y el estator, medir la resistencia de aislamiento, verificar la fijación y alineación con su respectivo acople, revisar la parte eléctrica incluyendo los accesorios de la caja de borneras, es decir condensadores, contra picos, supresor, transformadores de intensidad y efectuar el cambio de rodamientos as y bs	Anual
Torre de condensado (sistema de transmisión motor-ventilador)	Sustituir las correas del sistema de transmisión y dar el ajuste necesario. Revisar el estado de las poleas, cambiarlas de ser necesario	Anual
Bomba centrifuga	Checar la presión, capacidad y potencia, en caso de que el rendimiento no sea el ideal, se hará necesario desmontarla, inspeccionar y reemplazar las piezas desgastadas. Sustituir el sello mecánico.	Anual
Bomba centrifuga (motor)	Inspección visual de las bobinas del rotor y el estator, medir la resistencia de aislamiento, verificar la fijación y alineación con su respectivo acople, revisar la parte eléctrica incluyendo los accesorios de la caja de borneras, es decir condensadores, contra picos, supresor, transformadores de intensidad y efectuar el cambio de rodamientos as y bs	Anual

Nota: Los equipos que aparecen entre paréntesis corresponden a subequipos.

Fuente: El autor

Tabla 13

Actividades preventivas con su respectiva frecuencia, para el tanque de almacenamiento, los enfriadores de placas, los tableros eléctricos y los aires acondicionados.

Equipo	Actividades preventivas	Frecuencia
Tanque de almacenamiento de acero inox.	Motorreductor: realizar el cambio de rodamientos as-bs. Cambiar los retenedores y el aceite de la caja de engranes, limpiar la carcasa. Revisar el estado del eje, pintar y dejar en funcionamiento.	Anual
Enfriador de placas	Desmontar las placas, realizar lavados y cambiar los empaques, adicional a esto, efectuar inspección con tintas penetrantes para corroborar el buen estado de las placas, siempre y cuando se encuentren incrustaciones de producto en el lado que circula agua.	Anual
Tablero eléctrico	Realizar limpieza y ajuste de los contactores eléctricos, reemplazar cables que estén en mal estado.	Trimestral
Aire acondicionado (unidad exterior)	Comprobar que no existan fugas de gases refrigerantes. Verificar el estado de los soportes. Limpiar la rejilla	Anual
Aire acondicionado (unidad interior)	Desmontar los filtros y limpiarlos con jabón neutro y agua. Limpiar y remover el agua de la bandeja de condensado. Corroborar el correcto funcionamiento del sensor de temperatura	Anual

Nota: la tabla 13 muestra las actividades preventivas para los tanques de almacenamiento de acero inoxidable, los enfriadores de placas, los tableros eléctricos y los aires acondicionados.

Fuente: El autor

3.1.2.3. Establecer el cronograma de actividades de mantenimiento a seguir en los dos acopios. Para el presente trabajo se tuvieron en cuenta por separado las tareas de nivel operativo, y las tareas preventivas a cargo del equipo de mantenimiento. Para ello se elaboran dos formatos de cronogramas, los cuales podrán ser observados en las Figuras 55 y 56.

La principal diferencia de estos formatos incide en su frecuencia, ya que las tareas de nivel operativo son de carácter rutinario, mientras que las tareas preventivas tienden a ser realizadas quincenalmente, trimestralmente, semestralmente y anualmente.

Respecto a su fecha de aplicación, esta no puede ser definida con exactitud, para las tareas preventivas, ya que, los técnicos de mantenimiento deben trasladarse desde la planta de Aguachica, hasta los diferentes acopios. Esto quiere decir, que los acopios no cuentan con la disponibilidad de los mismos siempre que sea necesario, además, el tiempo en cual se estarán ejecutando tareas preventivas, no superará los 5 días por semana, y estos a su vez no estarán definidos. Motivo por el cual, se opta por relacionar las actividades preventivas con las semanas del mes, llamadas: semana1, semana2, semana 3 y semana 4. Esto con el ánimo, de darle oportunidad al técnico de desarrollar las actividades, y de no afectar el indicador de mantenimiento que se lleva mensualmente en la empresa, el cual relaciona las tareas planificadas vs las tareas realizadas.

Área	Equipo	Subequipo	Actividad	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo

Figura 55. Formato para el cronograma de mantenimiento rutinario.

Fuente: El autor

3.1.3 Fase III Actualizar los sistemas de información en EXCEL

3.1.3.1. Capacitar a los colaboradores en el diligenciamiento de los formatos que se requieran para mantener actualizado el sistema de información en los respectivos acopios. Antes de registrar la información en el sistema de información en Excel, los supervisores de los acopios deberán corroborar los datos suministrados por los técnicos u operarios. Adicional a esto, deberán enviar mensualmente el archivo en Excel para que el coordinador de mantenimiento de la planta Freskaleche S.A.S, ubicada en Aguachica-Cesar, este al tanto de las novedades y tareas de mantenimiento que se ejecuten en el transcurso del tiempo.

Por otro lado, la capacitación se realizará con la ayuda de los medios informáticos, los que permiten transmitir la información sin necesidad de desplazarse a los diferentes acopios.

Para ver el medio audiovisual con el que se capacitara a los colaboradores, ver final del Apéndice K.

Finalmente, se actualizará el sistema de información con los datos recogidos durante el periodo de pasantías, y este podrá ser apreciado en los apéndices I y J.

4. Diagnóstico final

La empresa posee acceso en tiempo real a la información referente a los equipos con los que cuentan los acopios ubicados en Astrea-Cesar y la Pedregosa-Cesar. Tal información va desde ubicación, repuestos, y tareas de mantenimiento efectuadas, tanto preventivas como correctivas. Todo esto gracias a la recopilación de información y al sistema de información generado para la circulación de esta.

Por añadidura, la empresa ahora cuenta con planes de mantenimiento preventivos, para los acopios ya mencionados anteriormente.

Por otra parte, se elaboraron formatos preoperacionales de los equipos de la planta Freskaleche S.A.S, con la ayuda de los operarios y con el ánimo, de evitar o disminuir las fallas. En los cuales se busca revisar el estado de los componentes o sub equipos antes de la operación.

5. Conclusiones

Con el presente trabajo se logró recopilar información útil, con la que anteriormente no se contaba. El siguiente paso fue la elaboración de una herramienta (sistema de información) capaz de almacenar los datos, procesarlos y ofrecerlos en tiempo real. Esta herramienta en Excel, permite reducir costos y tiempos de búsqueda.

A partir de las recomendaciones de los fabricantes de los diversos equipos, los conocimientos empíricos del personal de mantenimiento, las actividades correctivas realizadas a lo largo de las pasantías, y el análisis de criticidad con el que contaba la empresa, se realizaron los planes de mantenimiento para los acopios localizados en Astrea-Cesar y la pedregosa-cesar. Todas las tareas preventivas fueron agrupadas por meses e incluidas en el sistema de información.

Con la ayuda de las herramientas informáticas y medios audiovisuales, fue posible capacitar a los colaboradores en el diligenciamiento de los formatos o planillas que posee el sistema de información, esto con el fin de mantenerlos actualizados.

6. Recomendaciones

Dependiendo de las horas de operación y las condiciones de trabajo a las que son sometidos los equipos, varía el estado de los partes o componentes del mismo. Por eso, en algunas ocasiones se verán piezas que cumplieron su ciclo preventivo, pero aún están en óptimas condiciones, por lo que, se plantea idealmente un posible alargue en su tiempo de operación, con la intención de reducir costos.

Tener muy presente la posible reprogramación de actividades preventivas, cuando al equipo se le realicen actividades correctivas o no programadas con antelación.

Revisar la veracidad de las referencias de los repuestos por activos y añadir los repuestos con sus respectivas referencias, cuando estos no estén registrados en el sistema de información. En muchos casos las referencias fueron sacadas de tablas del fabricante, y no están sujetos a las modificaciones de los equipos, además no fue posible acceder a toda la información de los componentes de los activos.

Referencias

- ABB Motors. (2019). *Motores de acero inoxidable de uso alimentario*. Recuperado de:
<https://library.e.abb.com/public/6b2c9929181e400db7e66c47d12ae01b/Induction%20Manual%203BFP%20000%20055%20R0106%20REV%20H%20ES%20lowres.pdf>.
- ALFA LAVAL. (2019). Intercambiadores de calor de bastidor y placas con juntas.
Instructivo para intercambiadores de calor.
- Blanco, P., & Hernández, M. (Agosto de 2016). Sistema de información para gestión de proyectos para la fundación universitaria los libertadores. Bogotá, Colombia.
- Buelvas, C. E., & Martínez, K. J. (2014). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L. (*tesis*). Universidad Autónoma del Caribe, Barranquilla, Colombia.
- Cesar, J., & Moreno, H. (2017). Elaboración de un análisis de criticidad y disponibilidad para la atracción x-treme del parque mundo aventura, tomando como referencia las normas, SAE JA1011 Y SAE JA1012. (*Tesis*). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Compresores VILTER. (2014). Manual de operación y servicio. *400 VMC series compressor*. Recuperado de: <https://climate.emerson.com/documents/vilter-400-vmc-series-compressor-manual-en-us-1574626.pdf>.
- Flender AGP. (2018). *Flender Gear units, Engranaje- Instrucciones de servicio*.
 Recuperado de:
<https://www.flender.com/medias/5041es.pdf?context=bWFzdGVyfG1lZGhhY2VudGVyDEyNzcwMzJ8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfG1lZGhhY2VudGVyL2gyZC9o>

NTcvODg2OTM2MDc5NTY3OC5wZGZ8NGVkJmZmQ4ZjA1NDQxZmFmY
 WMwYmQzMzRkN2E2MWM4MzYxNjYyMTNlYWY3NjU2ZTg5MWE2M2Vi
 MGVkOG.

Gonzales, G. (2016). Capacitación industrial tijuana. *Técnicas de inspección para operadores y técnicos de mantenimiento*. Tijuana, Mexico.

Goulds pumps. (2010). *Manual de instalación, funcionamiento y mantenimiento*. Nueva

York: Recuperado de:

https://www.gouldspumps.com/ittgp/medialibrary/goulds/website/Literature/Instruction%20and%20Operation%20Manuals/Alphabetical/InstallationOperationMaintenance_IC_es_UY.pdf?ext=.pdf.

GRUPPO FERROLI. (2011). *Manual de uso y mantenimiento de intercambiadores de*

placas. Recuperado de: [http://corpfer.com.pe/wp-](http://corpfer.com.pe/wp-content/uploads/2016/11/Intercambiador-de-Placas-Manual-Tecnico-MANTENIMIENTO.pdf)

[content/uploads/2016/11/Intercambiador-de-Placas-Manual-Tecnico-MANTENIMIENTO.pdf](http://corpfer.com.pe/wp-content/uploads/2016/11/Intercambiador-de-Placas-Manual-Tecnico-MANTENIMIENTO.pdf).

Guzman, J. L. (2016). Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C. (*Tesis*). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

KSB . (2017). *Manula de instrucciones de servicio/ montaje para los bombas Ksb Comeo*.

Nederland: Recuperado de:

shop.ksb.com/ims_docs/00/00215A9B05B41ED79390A8DEE114B0E9.pdf.

Marroquín, U. D. (2016). Programa de mantenimiento de la planta FRESKALECHE,

ubicada en el municipio de Aguachica Cesar. Colombia.

Mora, A. (2015). *Mantenimiento Industrial Efectivo*. Envigado: COLDI LTDA.

- MYCOM MAYEKAWA. (2001). Manual de compresores mycom serie w. *Manual de servicio serie w*. Mexico.
- Norma internacional iso 31000. (2018). Gestion del riesgo, principios y directrices .
- Norma internacional iso 14224. (2016). Recolección e intercambiode datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.
- Norma internacional Iso 55000. (2014). Gestión de activos- Aspectos generales, principios y terminología.
- Romero , A., & Jolianis, L. (2011). Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para el sistema eléctrico de baja tensión que suministra energía a los pozos productores pertenecientes a la superintendencia de operaciones de Mares de la empresa Ecopetrol S.A. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Sanmartin, J., & Quezada, M. (2014). Propuesta de un sistema de información de mantenimiento de la empresa CERÁMICA ANDINA C.A. (*Tesis*). Universidad politecnica salesiana, Cuenca, España.
- SDMO. (2010). *Manual de uso y mantenimiento de los grupos electrógenos*. Recuperado de: http://www.sdmo-rentalpower.com/commonsDocuments/300/33516003901_0_1.pdf.
- SHELL, C. (2017). Mantenimiento de compresores industriales de aire.
- SIEMENS. (2010). *Motores trifásicos-Generalidades*. Recuperado de: https://www.academia.edu/5204630/1_SIEMENS_MOTORES_TRIFASICOS_PD
- F.

WEG S.A. (2010). *Manual de instalación y mantenimiento de los motores eléctricos de inducción trifásica*. Sao Paulo: Recuperado de:

<https://alfredoch66.files.wordpress.com/2013/04/montaje-e-instalacion-de-motores-elc3a9ctricos-docx.pdf>.

Apéndices.

Apéndice A.

Pre-registro de los activos del acopio localizado en la Pedregosa-Cesar. El documento del pre-registro elaborado con la ayuda del software de Excel, podrá ser apreciado, gracias al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1HybygdWt51vuqB2Hf-VScjDzIU9IYY_S/view?usp=sharing

Apéndice B.

Pre-registro de los activos del acopio localizado en Astrea-Cesar. El documento del pre-registro elaborado con la ayuda del software de Excel, podrá ser apreciado, gracias al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1ZKm7SL-2-CTKPR5QmLGHR9A1lC8tW8_o/view?usp=sharing

Apéndice C

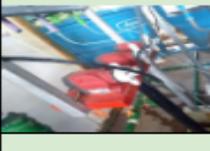
Inventario de los equipos del acopio ubicado en la Pedregosa-Cesar.

Nivel jerárquico	Equipo	Código del activo	Datos técnicos	Imagen	zona	Nivel jerárquico	Subsistema	Nivel jerárquico	Componente/pieza	Código del componente (Subequipo)	Referencia / Modelo o dimensiones		
6	Compresor mycom 4B		Fabricante.		7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos del motor					
			MAYEKAWA						9	Correas	8 correas Ref. PHG C148		
			Modelo.						7	Transmisión de potencia	8	Polea	Polea del compresor Diámetro ext. 490 mm chafam C6
			N4WB						7	Transmisión de potencia	8	Eje de arrastre	Ref. 8B1 longitud eje 357mm o Ref. 8B3 longitud eje 366mm.
			Potencia.						7	Transmisión de potencia	8	Motor	Fab. WESTINGHOUSE 50 HP 220Volts 147Amp
			50 HP						7	Compresor	8	Piston	
			Amperaje.						7	Compresor	9	Carcasa	
			176 Amp						7	Control y monitoreo	8	Valvula de descarga	Diámetro 3 1/2" 90A
			Voltaje.						7	Control y monitoreo	8	Valvula de succión	Diámetro 3 1/2" 90A
			220 Volts						7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura	
			Refrigerante.						7	Control y monitoreo	8	sensor de presión	
			Agua						7	Sistema de lubricación	8	Filtro de aceite	
			Gas comprimido						7	Sistema de lubricación	8	Bomba de aceite	Tipo B2 espesor brida 19-20 mm
			NH3						7	Sistema de lubricación	8	Enfriador	Modelo. T-TCF-0,25
									7	Sistema de lubricación	9	Aceite de lubricación	
									7	Varios	8	Estructura base	
6	Compresor mycom 6A	MYE0001447	Fabricante.		7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos del motor					
			MAYEKAWA						7	Transmisión de potencia	9	Correas	6 correas Ref. C-131
			Modelo.						7	Transmisión de potencia	8	Polea	Polea del compresor Diámetro ext. 406 mm chafam C6
			N6WA						7	Transmisión de potencia	8	Eje de arrastre	Ref. 6A1 longitud eje. 264 mm o Ref. 6A2 longitud eje. 286mm
			Potencia.						7	Transmisión de potencia	8	Motor	Fab. WESTINGHOUSE , Modelo ABDP DE 50 HP y 1780Rpm
			50 HP						7	Compresor	8	Piston	
			Amperaje.						7	Compresor	9	Carcasa	
			130 Amp						7	Control y monitoreo	8	Valvula de descarga	Diámetro 2 1/2" 65A
			Voltaje.						7	Control y monitoreo	8	Valvula de succión	Diámetro 2 1/2" 65A
			220 Volts						7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura	
			Refrigerante						7	Control y monitoreo	8	sensor de presión	
			Agua						7	Sistema de lubricación	8	Filtro de aceite	
			Gas comprimido						7	Sistema de lubricación	8	Bomba de aceite	Tipo A estandar espesor brida 19-20 mm
			NH3						7	Sistema de lubricación	8	Enfriador	Modelo. T-TCF-0,15
									7	Sistema de lubricación	9	Aceite de lubricación	
									7	Varios	8	Estructura base	

6	Compresor mycom 4A	Potencia	Servicios Industriales	7	Elaboración de potencia	8	Motor		186-4YAB0
		35 HP	Servicios Industriales	7	Compresor	8	Piston		
		Amperaje	Servicios Industriales	7	Compresor	9	Carcasa		
		100 Amp	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de descarga		Diámetro 1 1/2" 50A
		Velocidad	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de succión		Diámetro 1 1/2" 50A
		220 Volts	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	sensor de presión		
		Refrigerante	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		
		Agua	Servicios Industriales	7	Sistema de lubricación	8	Filtro de aceite		
		Gas comprimido	Servicios Industriales	7	Sistema de lubricación	8	Bomba de aceite		Tipo A estandar espesor de la brida 19-20 mm
		NH3	Servicios Industriales	7	Sistema de lubricación	8	Enfriador		Modelo T-TDF-0.15
			Servicios Industriales	7	Sistema de lubricación	9	Aceite de lubricación		
			Servicios Industriales	7	Varios	8	Estructura base		
6	Banco de hielo 1	Material	Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Bomba 1	MYED001082	Caracol Ref. 22741
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Sello bomba 1		
		Capacidad	Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Motor bomba 1		Fab. SIEMENS Ref. 1LA3 113 2YB60
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Ventilador mot 1		
		Temperatura	Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Rodamientos mot 1		Rodamiento AS REF.6206-2Z C3 Rodamiento BS REF.6206-2Z C3 0.6206-2Z C3
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de succión		Diámetro 2" REF. 6W617N
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de descarga		
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Bomba 2	MYED001081	
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Sello bomba 2		
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Motor bomba 2		Fab. SIEMENS Modelo.
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Ventilador mot 2		
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Rodamientos mot 2		Rodamiento AS REF.6206-2Z C3 Rodamiento BS REF.6206-2Z C3 0.6206-2Z C3
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de succión		Diámetro 2" REF. 6W617N
			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de descarga		
			Servicios Industriales	7	Columna	8	Cuerpo / carcasa		
			Servicios Industriales	7	Columna	8	Serpentin		
			Servicios Industriales	7	Equipos externos	9	Valvula de expansion		
			Servicios Industriales	7	Equipos externos	8	Tanque deposito		
			Servicios Industriales	7	Equipos externos	8	Rodamientos mot agita banco 1		Rodamiento AS/BS 6206 RSR
			Servicios Industriales	7	Equipos externos	8	Motor agitador banco 1		220 volts 5.2 Amp Fab. SIEMENS
			Servicios Industriales	7	Equipos externos	9	Chumacera del agitador		Ref. F 207
			Servicios Industriales	7	Equipos externos	9	Comas		Ref. 17750 Tipo A. 13A1905 Caril 2
			Servicios Industriales	7	Equipos externos	9	Poles agitador		Diámetro ext. 12cm Diámetro int. 27.9 mm Profundidad de chafan. 11.7 mm Cuña ancho 8.4mm alto 7.8mm largo 40mm
			Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		
			Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	9	Valvula		Diámetro 4" REF. MS58

6	Banco de hielo 2			Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Bomba 2		Fab. BARNES caja autocebante Ref. 81190F
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Sello bomba 2		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Motor bomba 2		Fab. SIEMENS Ref. 1LA7 114-2YA87
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Ventilador mot 2		Materia plastica, eje 28 mm, diametro ext. 190 mm
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Rodamientos mot 2		Rodamiento As/Bs 6205 RSR
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de succion		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de descarga		Diametro 2" REF. OY58
				Servicios Industriales	7	Columna	8	Cuerpo / carcasa		
				Servicios Industriales	7	Columna	8	Serpentin		
				Servicios Industriales	7	Equipos externos	9	Valvula de expansion		
				Servicios Industriales	7	Equipos externos	8	Tanque deposito		
				Servicios Industriales	7	Equipos externos	8	Rodamientos mot agita banco 2		Rodamiento AS REF.6206-2Z C3 Rodamiento BS REF.6205-2Z C3 0 6206-2Z C3
				Servicios Industriales	7	Equipos externos	8	Motor agitador banco 2		Fab. SIEMENS Ref. 1LA7 111-4YA60
				Servicios Industriales	7	Equipos externos	8	Agitador		
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	9	Valvula		Diametro 4" REF. MS58
				6	Planta electrica cummins	MYE0000787	Fabricante.	Servicios Industriales	7	Transmision de potencia
CUMMINS INC	Servicios Industriales	7	Transmision de potencia				8	Motor		Fab. DIESEL de 6 cilindros en linea
Modelo.	Servicios Industriales	7	Transmision de potencia				8	Rodamientos		
N-855-GS	Servicios Industriales	7	Arranque				8	Bateria		Fab. MMC JOHNSON CONTROLS COLOMBIA SAS 12 Volts, 140 Amp, CAP DE RESERVA 210 MIN
Capacidad.	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo				8	sensor de monitoreo		
Potencia.	Servicios Industriales	7	Sistema de lubricacion				8	Filtro de aceite		REF. BALDWIN B96
300- 230KW	Servicios Industriales	7	Sistema de lubricacion				9	Aceite de lubricacion		
Amperaje	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento				8	Radiador		
300/315 Amp	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento				8	Tanque del radiador		REF. 3000244
Voltaje	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento				8	Filtro refrigerante		REF. BALDWIN B5089
480 Volts	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento				9	Correa del ventilador		V-BELT 28415
Revoluciones por minuto	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento				9	Correa reguladora		MICRO -V K660435
1800Rpm	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento				9	Conexion de transferencia de agua		REF. 210804
Temperatura.	Servicios Industriales	7	Unidad del motor de combustion				8	Inyector de combustible		REF.3019932
LIMITANTE DE TEMPERATURA AMBIENTE 58°C	Servicios Industriales	7	Unidad del motor de combustion				8	Bomba de combustible		REF. 3025658
	Servicios Industriales	7	Unidad del motor de combustion				8	Filtro de combustible		FAB. PARTMO REF. A-23LU39
	Servicios Industriales	7	Unidad del motor de combustion				8	Colector de escape		REF. 133027
	Servicios Industriales	7	Unidad del motor de combustion				8	Multiples de entrada		REF. 141761
	Servicios Industriales	7	Unidad del motor de combustion				9	Correas de la bomba de combustible		FAB. DAYCO REF. 13A.1145

6	Torne de condensado		Capacidad	Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Motor bomba ra		Fab. SIEMENS Ref. 1LA3 106-2YB60
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Ventilador mot ra		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Rodamientos mot ra		Rodamiento AS REF.6206-2Z C3 Rodamiento BS REF.6206-2Z C3 0 6206-2Z C3
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de succión		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de descarga		Diámetro. 2" Ref. 1000 WOG
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Bomba de recirculación de cuilzas		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Sello bomba de recirculación de cuilzas		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Motor bomba rc		Fab. SIEMENS Ref.
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Ventilador mot rc		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	8	Rodamientos mot rc		Rodamiento AS REF.6206-2Z C3 Rodamiento BS REF.6206-2Z C3 0 6206-2Z C3
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de succión		
				Servicios Industriales	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de descarga		Diámetro. 1 1/2"
				Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	8	Ventilador 1		Diámetro de casco de succión 118 cm longitud de aleta 48.2 cm ancho aleta 12cm
				Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	8	Motor ventilador 1		Fab. SIEMENS
				Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	8	Rodamientos mot v 1		Rodamientos AS / BS 6206-2Z C3- 6206-2Z C3
				Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	9	Correa ventilador 1		2 correas ref. B-85 o B-83
				Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	8	Ventilador 2		Diámetro de casco de succión 118 cm longitud de aleta 48.2 cm ancho aleta 12cm
	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	8	Motor ventilador 2		Fab. SIEMENS			
	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	8	Rodamientos mot v 2		Rodamientos AS / BS 6206-2Z C3- 6206-2Z C3			
	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	9	Correa ventilador 2		2 correas Ref. BX 88			
	Servicios Industriales	7	Varios	8	Estructura de la torre					
6	Bomba de hidroflio		Fabricante	Servicios Industriales	7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos		Rodamiento AS Ref.6205-2Z C3 Rodamiento BS Ref. 6004-2Z C3 0 6205-2Z C3
			Barnes	Servicios Industriales	7	Transmisión de potencia	8	Acople bomba motor		
			Potencia	Servicios Industriales	7	Bomba	9	Carcasa		
			3.6 HP	Servicios Industriales	7	Bomba	8	Motor bomba hidroflio		Fab. SIEMENS Ref. 1LA3096-2YB60
			Amperaje/ voltaje 10.5/5.24 Amp 220/440 Volts	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de descarga		Diámetro. 1"
			Caracol	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de succión		
			REF. 31424	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	sensor de presión		Capacidad máx. 6 bares 80 psi
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	9	Sello bomba hidroflio		
				Servicios Industriales	7	Sistema de enfriame	9	Ventilador mot hidro		
				Servicios Industriales	7	Items externos	8	Cuerpo / carcasa		Alto. 148 cm Ancho. 75cm Lamina Cold Rolled ASTM 434 Calibre lamina 1.9 mm
6	Tanque de hidroflio		Fabricante	Servicios Industriales	7	Items externos	9	Soporte		
			BARNES SA	Servicios Industriales	7	Item internos	8	Recubrimiento		Membrana tpo X
			Modelo	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	sensor de presión		
			T 500L V AQUIAPRES	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de precarga de aire con protección		Calibrada a 2 psi

6	Bomba de agua		Fabricante	Servicios Industriales	7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos	Rodamiento AS Ref. 6203-2Z/C3 Rodamiento BS Ref. 6202-2Z/C3
			KSB	Servicios Industriales	7	Transmisión de potencia	8	Acople bomba motor	
			Modelo	Servicios Industriales	7	Bomba	9	Carcasa	
			COMBO C2/2 B	Servicios Industriales	7	Bomba	8	Motor bomba agua tanque alma	3-Motor Modelo. RMS7112 .3300 Rpm. 1.54-0.89 Amp
			Potencia	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de descarga	Diametro. 1 1/2"
			0.5 HP	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de succión	
			Amperaje/ voltaje	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	9	Sello bomba agua tanque alma	
			0.89/1.05 Amp	Servicios Industriales	7	Sistema de enfriamiento	9	Ventilador mot. agua tanque alma	
				Servicios Industriales	7	Sistema de almacenamiento	9	Tanque de almacenamiento 1	Capacidad 5000L Fab. AJOVER
				Servicios Industriales	7	Sistema de almacenamiento	9	Valvula tanque de almacenamiento 1	Diametro. 1 1/2"
6	Filtro de arena		Fabricante	Servicios Industriales	7	Items externos	8	Cuerpo / carcasa	
			BIOTECS	Servicios Industriales	7	Items externos	9	Union universal	
				Servicios Industriales	7	Items externos	9	Soporte	
				Servicios Industriales	7	Items internos	8	secciones de gravilla	
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de purga	Diametro. 1/2" FAB. PCP
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de drenaje	Diametro 1" FAB. PCP
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula open / close	Diametro. 1/2" Fab. SPEARS USA
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula multipuerto	Fab. PARHER CANADA. modelo SM10-AO
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Sensor de Presión	Manometro de 100 psi 7 bares Fab. PROMNENT serie 201434703 cod. DCCAW006PR0010ES
				Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Sensor de Ph	
6	Bomba dosificadora 1		Fabricante	Servicios Industriales	7	Bomba	9	Carcasa	
			PROMNENT INC	Servicios Industriales	7	Bomba	8	Cabezal dosificador con valvula de entrada y salida	Material PVD dimensiones 70x16.5 -2/50 mm
			Modelo	Servicios Industriales	7	Bomba	8	Accionador	
			CNPB	Servicios Industriales	7	Bomba	9	Sellos	Material PTFE
			Strokes/minuto	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de purga	Diametro. 1/2" FAB. PCP
180 s/m	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	9	Kit de adaptación de entrada externa + nivel cpn	REF. 1022099			
6	Bomba dosificadora 2		Fabricante	Servicios Industriales	7	Bomba	9	Carcasa	
			PROMNENT INC	Servicios Industriales	7	Bomba	8	Cabezal dosificador con valvula de entrada y salida	Material PVD dimensiones 70x16.5 -2/50 mm
			Modelo	Servicios Industriales	7	Bomba	8	Accionador	
			CNPB	Servicios Industriales	7	Bomba	9	Sellos	Material PTFE
			Strokes/minuto	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de purga	Diametro. 1/2" FAB. PCP
180 s/m	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	9	Kit de adaptación de entrada externa + nivel cpn	REF. 1022099			

6	Bomba dosificadora 3		Fabricante,		Servicios Industriales	7	Bomba	9	Carcasa		
			FROMINENT INC		Servicios Industriales	7	Bomba	8	Cabezal dosificador con valvula de entrada y salida		Material PVD dimensiones 70x16.5 -2/50 mm
			Modelo		Servicios Industriales	7	Bomba	8	Accionador		
			CNPB		Servicios Industriales	7	Bomba	9	Sellos		Material PTFE
			Strokes/minuto		Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	8	Valvula de purga		Diametro: 1/2" FAB. PCP
180 sim	Servicios Industriales	7	Control y monitoreo	9	Kit de adaptacion de entrada externa + nivel rpn		REF. 1022099				
6	Tanque de almacenamiento 1		Material,		Acopio	7	Estructura del tanque	9	Cuerpo o paredes		Material acero inoxidable
			Acero inoxidable,		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
			Capacidad		Acopio	7	Externos	8	Escalera		escalera de 18 pases fja
			30.000-40.000 lbs		Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
					Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		Termometro capacidad 120°C /250 °F Fab. RITHEARM
					Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador de nivel		
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 1		
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 1		Fab. DIXUS tipo. MS 90L2-4
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agt1 tanq 1		Rodamientos AS/BS. 6205
6	Tanque de almacenamiento 2		Material,		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Cuerpo o paredes		Material acero inoxidable
			Acero inoxidable,		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
			Capacidad		Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
			25.500 litros		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		Termometro capacidad 120°C /250 °F Fab. RITHEARM
			Fabricante		Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador de nivel atmosferico		manguera de pvc flexible transparente con medidas graduadas
			GUTELL DE COLOMBIA LTDA		Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 2		
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 2		FAB. SIEMENS Ref. 1LA3 0964YB60
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agt 1 tanq 2		Rodamiento AS. REF.6205-2Z C3
					Acopio	7	Varios	8	Rodamiento BS. REF.6004-2Z C3		Rodamiento BS. REF.6004-2Z C3
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 2 tanq 2		En estos momentos no existe
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 2 tanq 2		-
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agt 2 tanq 2		-
6	Tanque de almacenamiento 3		Material,		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Cuerpo o paredes		Material acero inoxidable
			Acero inoxidable,		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
			Capacidad		Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
			25.000 litros		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		Termometro capacidad 120°C /250 °F
			Fabricante		Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador de nivel atmosferico		manguera de pvc flexible transparente con medidas graduadas
			GUTELL DE COLOMBIA LTDA		Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 3		
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 3		Fab. SIEMENS modelo. 1LE0142-0EB86-4AA-Z
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agt 1 tanq 3		Rodamiento AS/BS. 6205-2Z-C3
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 2 tanq 3		
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 2 tanq 3		Fab. SIEMENS modelo. 1LE0142-0EB86-4AA-Z
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agt 2 tanq 3		Rodamiento AS/BS. 6205-2Z-C3

6	Tanque de almacenamiento 4	Fabricante GUTELL DE COLOMBIA LTDA	Material		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Cuerpo o paredes	Material acero inoxidable
			Acero inoxidable		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla	
			Capacidad		Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla	
			20.000 litros		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura	Termometro capacidad 120°C (250 °F) Fab. RATHERM
			Fabricante		Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador de nivel atmosferico	manguera de pvc flexible transparente con medidas graduadas
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 4	
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 4	Fab. SIEMENS modelo. 1LE0142-0EB96-4AA-Z
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agit 1 tanq 4	Rodamiento AS/BS. 6205-ZZ-C3
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 2 tanq 4	Sin agitador
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 2 tanq 4	-
	Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agit 2 tanq 4	-				
6	Tanque de almacenamiento 5	Fabricante GUTELL DE COLOMBIA LTDA	Material		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Cuerpo o paredes	Material acero inoxidable
			Acero inoxidable		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla	
			Capacidad		Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla	
			18.000 litros		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura	Termometro capacidad 120°C (250 °F) Fab. RATHERM
			Fabricante		Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador de nivel atmosferico	manguera de pvc flexible transparente con medidas graduadas
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 5	
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 5	Fab. SIEMENS modelo. 1LE0142-0EB96-4AA-Z
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agit 1 tanq 5	Rodamiento AS/BS. 6205-ZZ-C3
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 2 tanq 5	Sin agitador
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 2 tanq 5	-
	Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agit 2 tanq 5	-				
6	Tanque de almacenamiento 6	Fabricante GUTELL DE COLOMBIA LTDA	Material		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Cuerpo o paredes	Material acero inoxidable
			Acero inoxidable		Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla	
			Capacidad		Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla	
			16.000 litros		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura	Termometro capacidad 120°C (250 °F) Fab. RATHERM
			Fabricante		Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador de nivel atmosferico	manguera de pvc flexible transparente con medidas graduadas
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 6	Sin agitador
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 6	-
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agit 1 tanq 6	-
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 2 tanq 6	Sin agitador
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 2 tanq 6	-
	Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agit 2 tanq 6	-				

6	Tanque de almacenamiento 7	Fabricante GUTELL DE COLOMBIA LTDA	Material	Acopio	7	Estructura del tanque	8	Cuerpo o paredes		Material acero inoxidable
			Acero inoxidable	Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
			Capacidad	Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
			16.000 litros	Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		Termómetro capacidad 120°C /250 °F - Fab. RITHEM
				Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador de nivel atmosférico		manguera de pvc flexible transparente con medidas graduadas
				Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tang 7		
				Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tang 7		Fab. SIEMENS modelo. 1LE0142-DEB86-4AA-Z
				Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agit 1 tang 7		Rodamiento AS/BS. 6205-ZZ-C3
				Acopio	7	Varios	8	Agitador 2 tang 7		Sin agitador
				Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 2 tang 7		-
6	Enfriador de placas redá	Fabricante. REDA S.P.A. Modelo. VT 26		Acopio	7	Externos	9	Cuerpo / carcasa		
				Acopio	7	Externos	9	Tubería		
				Acopio	7	Internos	8	Placas		130 placas
				Acopio	7	Internos	9	Sellos o empaques		131 empaques
6	Enfriador de placas alta lavál	Fabricante. ALFA LOML LTD Modelo. TL6-BFG		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		Termómetro Fab. MENGTE 110°C 220°F
				Acopio	7	Externos	9	Cuerpo / carcasa		
				Acopio	7	Externos	9	Tubería		Puerto miscado. ISO 228 - G 2 Rosca externa paralela. ISO 228 - G 2 B
				Acopio	7	Internos	8	Placas		70 placas Tipo. TL6-B Materiales. 316/304 titanio, acero 254 SMO, aleación de níquel C276
6	Enfriador de placas cherry burnál	Fabricante. WUKESHA CHERRY-BURR EL Modelo. EIS-100		Acopio	7	Internos	9	Sellos o empaques		36 empaque materiales. NITRLO
				Acopio	7	Externos	9	Cuerpo / carcasa		Termómetro Fab. MENGTE 70°C 160°F
				Acopio	7	Externos	9	Tubería		
				Acopio	7	Internos	8	Placas		78 placas
6	Bomba dosificadora de soda caustica	Fabricante. MILTON ROY LM Modelo. P141-368T1 Strokes / minuto 100 s/m ajustable Caudal 2.2 lh		Acopio	7	Internos	9	Sellos o empaques		40 empaques
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		Termómetro Fab. MEGTE 110°C 220°F
				Acopio	7	Externos	9	Cuerpo / carcasa		
				Acopio	7	Externos	9	Tubería		
				Acopio	7	Internos	8	Placas		78 placas
				Acopio	7	Internos	9	Sellos o empaques		40 empaques
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		Termómetro Fab. MEGTE 110°C 220°F
				Acopio	7	Externos	9	Cuerpo / carcasa		
				Acopio	7	Bomba	8	Carcasa		Tipo. P141 Material. PVC
				Acopio	7	Bomba	8	Cabezal dosificador		Tipo. 368T1
	Acopio	7	Bomba	8	Accionador					
	Acopio	7	Bomba	8	Valvula 4 funciones		Tipo 4PV Material. PVDF/PTE			
	Acopio	7	Bomba	8	Dosificador		Tipo. 368T1			
	Acopio	7	Bomba	9	Sellos		Ref. B14-PV			
	Acopio	7	Control y monitoreo	8	Tubería de succión		250°D			
	Acopio	7	Control y monitoreo	9	Tubería de descarga		250°D			
	Acopio	7	Sistema de almacenamiento	9	Tanque de almacenamiento soda caustica		Fab. colempaques cap. 500 L			

6	Tablero banco de condensadores				Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Regulador de condensadores		Fab. SCHNEIDER ELECTRIC ALEMANIA Ref. VarPlus Logic VLB
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor de 2 polos		Fab. VCP ELECTRIC Ref. C2C03
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor 60 A		Fab. MERLIN GERIN Ref. E2C 100N 60A
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor 40 A		Fab. MERLIN GERIN Ref. E2C 100N 40A
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor 20 A		Fab. MERLIN GERIN Ref. E2C E2C 100N 20A
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor		Ref. 3RV1011-1BA10
					Servicios industriales	7	Estructura	9	Carcasa / cuerpo		
					Servicios industriales	7	Sistema de almacenamiento	8	Condensadores cilindricos		
					Servicios industriales	7	Sistema de almacenamiento	8	Condensadores en caja		6 condensadores Fab. ENER LUX LOTE. T691GF Ref. UTF 2250.60
					6	Tablero planta de emergencia	MYE0001451	Fabricante.		Servicios industriales	7
KOHLER CO	Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8				Interruptor de transferencia automatico			Fab. KOHLER Ref. K-16634-0600
Voltaje.	Servicios industriales	7	Estructura	9				Carcasa / cuerpo			
110/220 Volts	Servicios industriales	7	Internos	8				Montaje de transformadores			Fab. KOHLER Ref. A-295039
6	Tablero del compresor mycon 6A		Voltaje		Servicios industriales	7	Control y monitoreo	9	Resistor clomstato		Ref. VP-25-K 150
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	9	Indicador visual led		3 indicadores Fab. CHNT Ref. ND16-22DS4
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Selector de muellella		Fab. SIEMENS Ref. 3SB3400-0B
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Contactores		2 contactores FAB. SIEMENS REF RELE. 3RH1921-1FA22
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Relés		1 rele Fab. SIEMENS Ref. 3RB1045-1E80, 2 contactores Fab. SIEMENS Ref RELE. 3RH1921-1FA22
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Temporizadores		Fab. CROUZET Ref. M2A
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Botones pulsadores		Fab. LOMATO Ref. 8LMQT C01
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Parada de emergencia		Fab. AUTONICS SA Ref. SZER-E3RB
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Minicontactor de potencia		Fab. KLOCKNER MOELLER Ref. DL EM-01
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor C6		Fab. SIEMENS Ref 5 SX1 C6
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor C10		Fab. SIEMENS Ref. 5 SX1 C10
					Servicios industriales	7	Sistema de enfriamiento	9	Ventilador		
6	Tablero de distribución de hilo		Voltaje		Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Totalizador		Fab. MERLIN GERIN Ref. NB250N 150A
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor de 3 polos		2 interruptores Fab. MERLIN GERIN Ref. MULTI 9 C60N C16, 1 interruptor Fab. MERLIN GERIN Ref. MULTI 9 C60N C20, 1 interruptor Fab. MERLIN GERIN Ref. MULTI 9 C60N C25
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor 100 A		Fab. MERLIN GERIN Ref. E2C100N 100A
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Interruptor de 2 polos		Fab. MERLIN GERIN Ref. MULTI 9 C60N
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Temporizadores		Ref. LDAT2
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Contactores		1 contactor Fab. TELEMECANIQUE Ref. LC1D18, 1 contactor Ref. LC1 D65, 3 contactores Ref. LC1D18
					Servicios industriales	7	Control y monitoreo	8	Relés		1 rele Fab. TELEMECANIQUE Ref. LADN11, 1 rele Fab. CHNT Ref. F4-11

Apéndice D

Inventario de los equipos del acopio ubicado en Astrea-Cesar.

Nivel jerárquico	Equipo	Código del activo	Datos técnicos	Imagen	zona	Nivel jerárquico	Subsistema	Nivel jerárquico	Componente/pieza	Código del componente o pieza	Referencia
6	Compresor mycom 4B		Fabricante.		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos del motor		Rodamientos AS/BS 6318 2RS
			MAYEKAWA		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Correas		8 correas Ref. C137LJ
			Modelo.		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Polea		Diámetro ext. 480 mm Esp. chafan C8
			N4WB		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Eje de arrastre		Ref. 8B1 LONGITUD DEL EJE 397mm o Ref. 8B3 LONGITUD DEL EJE 366mm
			Potencia.		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Motor		Fab. LOHEER 75hp 178,6 / 89,4 amp 220/440 volts
			75 hp		Acopio	7	Compresor	8	Piston		
			Amperaje.		Acopio	7	Compresor	9	Carcasa		
			178,6 / 89,4 amp		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Valvula de descarga		DIAMETRO. 3 1/2 80A
			Voltaje.		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Valvula de succión		DIAMETRO. 3 1/2 90A
			220 / 440 volts		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		
			Refrigerante.		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de presión		
			Agua		Acopio	7	Sistema de lubricación	8	Filtro de aceite		
			Gas comprimido		Acopio	7	Sistema de lubricación	8	Bomba de aceite		TIPO B-2 Espesor de la brida: 19 mm --> 20 mm
			NH3		Acopio	7	Sistema de lubricación	8	Enfriador		
					Acopio	7	Sistema de lubricación	9	Aceite de lubricación		
	Acopio	7	Varios	8	Estructura base						
6	Compresor vilter		Fabricante.		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos del motor		Rodamiento AS/BS: 6212 C3
			VILTER		Acopio	7	Transmisión de potencia	9	Correa		5 correas Ref.C117BL
			Modelo.		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Polea		
			VMC 440		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Eje de arrastre		
			Potencia.		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Motor		Fab. SIEMENS Modelo. 1LA4 207-4YA60
			50 hp		Acopio	7	Compresor	8	Piston		
			Amperaje.		Acopio	7	Compresor	9	Carcasa		
			126 / 63 amp		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Valvula de descarga		R15022 60A
			Voltaje.		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Valvula de succión		R15268 60A
			115 volts		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de temperatura		
			Refrigerante		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Sensor de presión		
			Agua		Acopio	7	Sistema de lubricación	8	Filtro de aceite		
			Gas comprimido		Acopio	7	Sistema de lubricación	8	Bomba de aceite		
			NH3		Acopio	7	Sistema de lubricación	8	Enfriador		
					Acopio	7	Sistema de lubricación	9	Aceite de lubricación		
	Acopio	7	Varios	8	Estructura base						

6	Banco de hielo			Capacidad.	Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Sello bomba 1		
				Temperatura.	Acopio	7	Sistema de bombeo	8	Motor bomba 1		Fab. SIEMENS Ref. 1LA7 112-2YA67
					Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Ventilador mot 1		
					Acopio	7	Sistema de bombeo	8	Rodamientos mot 1		Rodamiento AS. 6206-2Z C3 Rodamiento BS 6205-2Z C3 o 6206-2Z C3
					Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de succión		
					Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de descarga		
					Acopio	7	Sistema de bombeo	8	Bomba de agua fría 2		Fab. IBM
					Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Sello bomba 2		
					Acopio	7	Sistema de bombeo	8	Motor bomba 2		Fab. SIEMENS Ref. 1LA3 103- 2YC60
					Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Ventilador mot 2		
					Acopio	7	Sistema de bombeo	8	Rodamientos mot 2		Rodamiento AS. 6206-2Z C3 Rodamiento BS 6205-2Z C3 o 6206-2Z C3
					Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de succión		
					Acopio	7	Sistema de bombeo	9	Valvula de descarga		
					Acopio	7	Columna	8	Cuerpo / carcasa		
					Acopio	7	Columna	8	Serpentin		
					Acopio	7	Equipos externos	9	Valvula de expansion		
					Acopio	7	Equipos externos	8	Tanque deposito		
					Acopio	7	Equipos externos	8	Rodamientos del motor agit		
					Acopio	7	Equipos externos	8	Correas agitador		2 correas Ref. B61
					Acopio	7	Equipos externos	8	Motor electrico del agitador		Fab. SIEMENS Ref. 1LA3107-4YC60
	Acopio	7	Control y monito	8	Sensor de temperatura						
	Acopio	7	Control y monito	9	Valvula						
6	Tanque de almacenamiento 1			Material.	Acopio	7	Estructura del tanque	9	Cuerpo o paredes		
				Acero inoxidable	Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
				Capacidad	Acopio	7	Externos	8	Escalera		10 pasos, material, acero inoxidable
				20.000 litros	Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
				Potencia	Acopio	7	Control y monito	8	Sensor de temperatura		Termometro capacidad 120°C /250 °F
				1,8 hp	Acopio	7	Control y monito	9	Indicador de nivel		
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 1		Fab. Flender AGP. Brida IBM 14
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 1		Fab del motor electrico. ATB. Modelo. NFB0 4D 11
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agt1 tanq 1		Rodamientos AS/BS. 6204 zz/c3
					Acopio	7	Varios	8			
6	Tanque de almacenamiento 2			Material.	Acopio	7	Estructura del tanque	9	Cuerpo o paredes		
				Acero inoxidable	Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
				Capacidad	Acopio	7	Externos	8	Escalera		10 pasos, material, acero inoxidable
				20.000 litros	Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
				Potencia	Acopio	7	Control y monito	8	Sensor de temperatura		
					Acopio	7	Control y monito	9	Indicador de nivel		
					Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 2		
					Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 2		Tipo. Y2 905 4B5 1,5hp220/380 volts 4,9/2,8 amp
					Acopio	7	Varios	8	Rodamientos agt1 tanq 2		Rodamientos AS/BS. B2012 02
					Acopio	7	Varios	8			

6	Tanque de almacenamiento 3		Material	Acopio	7	Estructura del tanque	9	Cuerpo o paredes		
			Acero inoxidable	Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
			Capacidad	Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
			50.000 litros	Acopio	7	Control y monito	8	Sensor de temperatura		
				Acopio	7	Control y monito	9	Indicador de nivel atmosférico		
				Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 3		Fab. transmisiones Ltda Modelo. NMRV090/90B14
				Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 3		Fab transmisiones Ltda. Modelo. MS90L-4 BM5 1.5hp 440 volts 1.6 amp
6	Tanque de almacenamiento 4		Material	Acopio	7	Estructura del tanque	9	Cuerpo o paredes		
			Acero inoxidable	Acopio	7	Estructura del tanque	8	Escotilla		
			Capacidad	Acopio	7	Externos	9	Sello de la escotilla		
			50.000 litros	Acopio	7	Control y monito	8	Sensor de temperatura		
				Acopio	7	Control y monito	9	Indicador de nivel atmosférico		
				Acopio	7	Varios	8	Agitador 1 tanq 4		Fab. transmisiones Ltda Modelo. NMRV090/90B14
				Acopio	7	Varios	8	Motor del agitador 1 tanq 4		Fab transmisiones Ltda. Modelo. MS90L-4 BM5 1.5hp 440 volts 1.6 amp
6	Enfriador de placas alta laval		Fabricante	Acopio	7	Externos	9	Cuerpo / carcasa		Marcos Altura. 981mm, Anchura. 470mm.
			ALFA LAVAL	Acopio	7	Externos	9	Tubería		
			Modelo	Acopio	7	Internos	8	Placas		Tipo M 10-B cantidad 112
			M10-BFD	Acopio	7	Internos	9	Empaques		Cantidad 55
				Acopio	7	Control y monito	8	Sensor de temperatura		
6	Enfriador de placas KYFFHAUSER		Fabricante	Acopio	7	Externos	9	Cuerpo / carcasa		
			KYFFHAUSER	Acopio	7	Externos	9	Tubería		
			Modelo	Acopio	7	Internos	8	Placas		Cantidad 90
			PAP4 J413.1	Acopio	7	Internos	9	Empaques		Cantidad 91
				Acopio	7	Control y monito	8	Sensor de temperatura		
6	Bomba de cargue		Fabricante	Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos mot bomba de cargue		Rodamiento as/bs. 6206-2Z C3. 6205-2Z C3
				Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Acopie bomba motor		
				Acopio	7	Bomba	9	Carcasa		
			Potencia	Acopio	7	Bomba	8	Motor bomba de cargue		Fab. SIEMENS Ref. 112-2YB69 Modelo. 3-motor 1LA5, 5hp 220/440 volts 16/8 amp.
				Acopio	7	Control y monito	8	Válvula de descarga		
			Amperaje/ voltaje	Acopio	7	Control y monito	8	Válvula de succión		
				Acopio	7	Control y monito	9	Sello bomba de cargue		
6	Bomba de descarga		Fabricante	Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos mot bomba de cargue		Rodamiento as/bs. 6004-2Z C3 O 6202-2Z C3
				Acopio	7	Transmisión de potencia	9	Correa		Ref. superstar top C6 17260 Cantidad. 2
				Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Polea		
			Potencia	Acopio	7	Bomba	9	Carcasa		Ref. 85677
				Acopio	7	Bomba	8	Motor bomba de descarga		Fab. SIEMENS
			Amperaje/ voltaje	Acopio	7	Control y monito	8	Válvula de descarga		
				Acopio	7	Control y monito	8	Válvula de succión		
	Acopio	7	Control y monito	9	Sello bomba de descarga					
	Acopio	7	Control y monito	9	Ventilador mot bomba de descarga					

6	Torne de condensado		Material.	Acopio	7	Sistema de bombeo	B	Bomba de recirculación de agua		Fab. BARNES
				Acopio	7	Sistema de bombeo	B	Sello bomba de recirculación de agua		
			Capacidad.	Acopio	7	Sistema de bombeo	B	Motor bomba ra		Fab. SIEMENS Ref. 113-2YB60 Modelo. 3-motor 1LA3, 6.6hp 220/440 volts 17.5/8.75 amp
				Acopio	7	Sistema de bombeo	B	Ventilador mot ra		
				Acopio	7	Sistema de bombeo	B	Rodamientos mot ra		Rodamientos as/ bs. 6206-2Z C3, 6205-2Z
				Acopio	7	Sistema de bombeo	B	Valvula de succión		
				Acopio	7	Sistema de bombeo	B	Valvula de descarga		
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	B	Ventilador 1		
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	B	Motor ventilador 1		Fab. WEG Modelo. TE 16FDX0 4hp 220/440 volts 11.3/5.6 amp
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	B	Rodamientos mot v 1		Rodamiento as/bs. 6206 zz/6205zz
	Acopio	7	Varios	B	Estructura de la torre					
6	Bomba de agua		Fabricante.	Acopio	7	Transmisión de potencia	B	Rodamientos bomba agua		Rodamiento as/bs 6206 zz/6204 zz
			Bases	Acopio	7	Transmisión de potencia	B	Acopio bomba motor		
			Potencia	Acopio	7	Bomba	B	Carcasa		
			2 hp	Acopio	7	Bomba	B	Motor bomba de agua		Fab. WEG Ref. 13ABR11 1011494615 2hp 220/440 volts 5.65/2.82 amp
			Amperaje/ voltaje 220-440 volts / 5.64-2.82 amp	Acopio	7	Control y monitoreo	B	Valvula de descarga		
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Valvula de succión		
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Sello bomba agua		
	Acopio	7	Sistema de enfriamiento	B	Ventilador mot bomba agua					
6	Tablero eléctrico sistema de refrigeración		Voltaje	Acopio	7	Control y monitoreo	B	Panel básico tactil		Fab. SIEMENS Modelo.SIMATIC HM KTP400 BASIC Ref. 6AV2123-2DB03-0AX0
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Parada de emergencia		Fab. Autonics Modelo. S2ER-ESRB Ref.
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Interruptor de 3 polos		Fab. SCHNEIDER ELECTRIC Modelo. Ea
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Interruptor de 1 polo		
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Miniinterruptor de 1 polo		Fab. Schneider electric Modelo.C1 Ref. IO60N C1A cantidad. 4 Modelo.C3 Ref. IO60N C3A cantidad. 4 Modelo.C1 Ref. IO60N C1A cantidad. 4
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Bloque de distribución trifasilar		Fab. Ebcq Ref. 36208 corriente nominal. 125A-40°C Tension nominal de aislamiento. 500VAC Corriente nominal máx. soportada. 20KA
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Bloque terminal con rele		Fab. Allen bradley Modelo. 700-HLT1Z Ref. CAT 700-TBR24
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Terminal de carril DIN protegido por fusible		Fab.Waidmuller Ref. WSI 6 250 volts 6.3
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Caja de interruptor auxiliar		Fab. SIEMENS Ref. LQ141001 cantidad. 1 - Ref. LQ141017 cantidad. 3. Ref. LQ120413 cantidad. 1, Ref. LQ150227 cantidad. 1
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Modulo de entradas y salidas digitales		Fab. SIEMENS Tipo. 1215C Series. S7
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Interruptores automaticos		Fab. SIEMENS Modelo. G/140605 Ref. 3
				Acopio	7	Control y monitoreo	B	Arrancador suave		Fab. SIEMENS Modelo. G/160720 Ref. 3RW4074-BB3
				Acopio	7	Alimentación	B	Fuente de voltaje conmutada		Fab. Ebcq Ref. 43026 Mod. LP1100-24m

6	Tablero de control bombas y agitadores		Voltaje	Acopio	7	Control y monitoreo	8	Pulsador start / stop	Fab. Autonics SA Modelo. SZTR-P3WABL Ref.HU02054-14001A
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Interruptor 100 A	Fab. LS Industrial system Modelo.ABN 103 C Ref. 100A
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Interruptor 250 A	Fab. LS Industrial system Modelo.ABN 203 C Ref. 250A
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Miniinterruptor de 3 polos	Fab. LS Industrial system Modelo. BKN C6
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Miniinterruptor de 2 polos	Fab. LS Industrial system Modelo. BKN C6
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Contadores	Fab. LS Industrial system Modelo. MC-18b Ref. Metasol 18A cantidad. 3 Modelo. MC-32a Ref. Metasol 32A cantidad. 2
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Interruptor automatico	Fab. LS Industrial system Modelo. MEC MMS-32H
				Acopio	7	Estructura	8	Carcasa / cuerpo	
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Pulsador start / stop	Fab. Autonics SA Modelo. SZTR-P3WABL Ref.HU02054-14001A
6	Tablero del compresor vltter		Voltaje	Acopio	7	Control y monitoreo	9	Indicador visual led	Fab. CHNT Modelo. ND16-22DS/4 Ref. LED 220volts 20mA
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Selector de muletilla	Fab. SCHNEIDER ELECTRIC Modelo. ZBE-101 Ref. A600-0600
				Acopio	7	Control y monitoreo	9	Luz piloto	Fab. SCHNEIDER ELECTRIC Modelo.Easypact EZC250N Ref. 250A
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Interruptor	Fab. Merlin Gerin Modelo. MULTI 9 Ref. C100
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Bloque de distribución tetrapolar	Fab. Ebchq Ref. 36208 corriente nominal. 125A-40°C Tension nominal de aislamiento. 500VAC Corriente nominal máx. soportada. 20KA
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Relé temporizador	Fab. SIEMENS Tipo. Sirmal Ref. 3RP1513-1AP30
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Miniinterruptor de 2 polos	Fab. LS Industrial system Modelo. BKN C6
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Contactador con relé	Fab. LS INDUSTRIAL SYSTEM Modelo Ref
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Relevadores de 8 pines	Fab. SPK Tipo. 60,12 10Amp, 250volts
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Contactador	Fab. LS Industrial system Modelo. MC-18b Ref. Metasol 18A Cantidad. 2
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Caja de interruptor auxiliar	Fab. SIEMENS Modelo. 22E Ref. L0041
				Acopio	7	Estructura	9	Carcasa / cuerpo	

6	Planta electrica sdmo 1	Fabricante KOHLER SDMO Modelo T16K Potencia 17 hp Amperaje 23 amperios de emergencia Revoluciones por Temperatura rango de operaci3n 27°C a 40°C		Acopio	7	Transmisi3n de potencia	8	Motor		Fab. MITSUBISHI 4 cilindros tipo L 211,9 hp Ref. S4L2- SD
				Acopio	7	Transmisi3n de potencia	8	Rodamientos		
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Unidad de control		
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	sensor de monitoreo		
				Acopio	7	Sistema de lubricaci3n	8	Filtro de aceite		
				Acopio	7	Sistema de lubricaci3n	9	Aceite de lubricaci3n		
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	8	Radiador		
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	8	Tanque del radiador		
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	8	Filtro refrigerante		
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	9	Correa reguladora		
				Acopio	7	Sistema de enfriamiento	9	Unidad compresora		Fab. Lunita hermetique modelo TAGA561-T 5HP
				Acopio	7	Unidad del motor de combusti3n	8	Inyector de combustible		
				Acopio	7	Unidad del motor de combusti3n	8	Bomba de combustible		
				Acopio	7	Unidad del motor de combusti3n	8	Filtro de combustible		
Acopio	7	Planta electrica	9	Batería						
6	Planta electrica sdmo 2	Fabricante KOHLER SDMO Modelo T16K Potencia 17 hp Temperatura rango de operaci3n 27°C a 40°C		Acopio	7	Transmisi3n de potencia	8	Motor		Fab. MITSUBISHI 4 cilindros tipo L 211,9 hp Ref. S4L2- SD
				Acopio	7	Transmisi3n de potencia	8	Rodamientos		
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	Unidad de control		
				Acopio	7	Control y monitoreo	8	sensor de monitoreo		
				Acopio	7	Sistema de lubricaci3n	8	Filtro de aceite		
				Acopio	7	Sistema de lubricaci3n	9	Aceite de lubricaci3n		
				Acopio	7	Unidad del motor de combusti3n	8	Inyector de combustible		
				Acopio	7	Unidad del motor de combusti3n	8	Bomba de combustible		
				Acopio	7	Unidad del motor de combusti3n	8	Filtro de combustible		
				Acopio	7	Planta electrica	9	Batería		
				Acopio	7	Planta electrica	8	Alternador		Ref. KH00470T Exceso de velocidad 2250 rpm potencia nominal 15 Kva a 40°C potencia de emergencia 16 Kva a 27°C

6	Planta eléctrica sdmo 3		Fabricante		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Motor	Fab. MITSUBISHI 4 cilindros tpo L 211,9 hp Ref. S4L2-SD
			KOHLER SDMO		Acopio	7	Transmisión de potencia	8	Rodamientos	
			Modelo.		Acopio	7	Control y monitoreo	8	Unidad de control	
			T16K		Acopio	7	Control y monitoreo	8	sensor de monitoreo	
			Potencia.		Acopio	7	Sistema de lubricación	8	Filtro de aceite	
			17 hp		Acopio	7	Sistema de lubricación	9	Aceite de lubricación	
			Temperatura.		Acopio	7	Unidad del motor de combustión	8	Inyector de combustible	
			rango de operación 27°C a 40°C		Acopio	7	Unidad del motor de combustión	8	Bomba de combustible	
					Acopio	7	Unidad del motor de combustión	8	Filtro de combustible	
					Acopio	7	Planta eléctrica	9	Batería	
	Acopio	7	Planta eléctrica	8	Alternador					
6	Aire acondicionado oficina		Fabricante.		Acopio	7	Aire acondicionado	8	Ventilador de succión	
			CONFORTFRE SH		Acopio	7	Aire acondicionado	8	Ventilador de descarga	
			Modelo.		Acopio	7	Internos	8	Split o unidad interna	
			split inverter seer 20		Acopio	7	Internos	8	Valvula de expansion	
			Capacidad		Acopio	7	Externos	9	Unidad externa	
			12000 Btu/h		Acopio	7	Control y monitoreo	9	Termostato	
6	Aire acondicionado laboratorio		Fabricante.		Acopio	7	Aire acondicionado	8	Ventilador de succión	
			SILVER AIR JAPAN		Acopio	7	Aire acondicionado	8	Ventilador de descarga	
			Modelo.		Acopio	7	Internos	8	Split o unidad interna	
			SIL-12B220V		Acopio	7	Internos	8	Valvula de expansion	
			Capacidad		Acopio	7	Externos	9	Unidad externa	
			12000 Btu/h		Acopio	7	Control y monitoreo	9	Termostato	

Apéndice E

Stock del acopio localizado en la Pedregosa-Cesar. Por el hecho de no registrar los datos, se desconoce la referencia de los repuestos cambiados anteriormente en las actividades correctivas, que tuvieron lugar antes del inicio de las pasantías. Además, algunos fabricantes no facilitaron la información del despiece de sus equipos.

Equipo	Repuesto	Referencia	Frecuencia correctivos	Cantidad preventiva	Stock min	Stock max
Mycom 4A	Rodamiento	6210 Z C3	0	1	1	1
Mycom 4A	Rodamiento	6210-Z C3	0	1	1	1
Mycom 4A	Correas	C120BL	0	4	1	2
Mycom 4A	Válvula de d	Diametro 1 1/2 " 50A	0	1	1	1
Mycom 4A	Válvula de s	Diametro 1 1/2 " 50A	0	1	1	1
Mycom 4A	Enfriador	Modelo T-CF-0.15	0	1	1	1
Mycom 4A	Anillo comp	CRO89000	0	1	1	1
Mycom 4A	Cilindro	CRO619A2	0	1	1	1
Mycom 4B	Correas	PHG 148	0	8	2	3
Mycom 4B	Válvula de d	Diametro 2 1/2 " 65A	0	1	1	1
Mycom 4B	Válvula de s	Diametro 2 1/2 " 65A	0	1	1	1
Mycom 4B	Enfriador	Modelo T-CF-0.25	0	1	1	1
Mycom 4B	Rodamiento	6210 Z C3	0	1	1	1
Mycom 4B	Rodamiento	6210-Z C3	0	1	1	1
Mycom 6A	Correas	C131	0	6	2	3
Mycom 6A	Enfriador	Modelo T-CF-0.15	0	1	1	1
Mycom 6A	Válvula de d	Diametro 3 1/2 " 90A	0	1	1	1
Mycom 6A	Válvula de s	Diametro 2 1/2 " 65A	0	1	1	1
Enfriador de	Empaques	-	0	36	11	12
Enfriador de	Empaques	-	0	50	15	16
Enfriador de	Empaques	-	0	131	39	40
Bomba de d	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba de d	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba de d	Sello mecán	25 mm inoxpa sn 28	0	1	1	1
Bomba de c	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba de c	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba de c	sello mecán	25 mm inoxpa sn 28	0	1	1	1
Bomba de c	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba de c	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomab de c	Sello mecán	25 mm inoxpa sn 28	0	1	1	1
Bomba 1 ba	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba 1 ba	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba 1 ba	sello mecán	25 mm	0	1	1	1
Bomba 2 ba	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba 2 ba	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba 2 ba	Sello mecán	25 mm	0	1	1	1

Apéndice F

Stock del acopio localizado en Astrea-Cesar.

Equipo	Repuesto	Referencia	Frecuencia correctivos	Cantidad preventiva	Stock min	Stock max
Mycom 4B	Rodamiento	6212 C3	0	1	1	1
Mycom 4B	Rodamiento	6318 2RS	0	1	1	1
Mycom 4B	Correa	C137LI	0	8	2	3
Mycom 4B	Válvula de d	Diametro 3	0	1	1	1
Mycom 4B	Válvula de s	Diametro 3	0	1	1	1
Mycom 4B	Bomba de a	Tipo B2	0	1	1	1
Compresor Vilter	Rodamiento	6212 C3	0	1	1	1
Compresor Vilter	Rodamiento	6212 C3	0	1	1	1
Compresor Vilter	Correa	C117BL	0	5	2	3
Compresor Vilter	Válvula de d	R15022 60A	0	1	1	1
Compresor Vilter	Válvula de s	R15022 60A	0	1	1	1
Enfriador de placas	Empaques	-	0	55	17	18
Enfriador de placas	Empaques	-	0	91	27	28
Bomba de product	Rodamiento	6205	0	1	1	1
Bomba de product	Rodamiento	6205	0	1	1	1
Bomba de descarg	Rodamiento	6204	0	1	1	1
Bomba de descarg	Rodamiento	6204 o 6203	0	1	1	1
Bomba de agua fría	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba de agua fría	Rodamiento	6205	0	1	1	1
Bomba de agua fría	Sello mecán	25mm	0	1	1	1
Bomba de agua fría	Rodamiento	6206	0	1	1	1
Bomba de agua fría	Rodamiento	6205	0	1	1	1
Bomba de agua fría	Sello mecán	25mm	0	1	1	1
Bomba de descarg	Sello mecán	18-16 mm	0	1	1	1
Bomba de product	Sello mecán	24 mm	0	1	1	1

Apéndice G

Cronograma de mantenimiento rutinario u operativo del acopio localizado en la pedregosa-Cesar

Zona	Equipo	Subequipo	Actividad	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Servicios industrial	Compresor mycom	Sistema de lubricaci	Verificar el nivel de aceite en el cárter y añadir de ser necesario							
Servicios industrial	Compresor mycom	Equipo en general	Revisar la presión de aceite durante el funcionamiento del mismo							
Servicios industrial	Compresor mycom	Termómetro	Verificar las temperaturas de entrada y salida del compresor							
Servicios industrial	Compresor mycom	Culata	Checar la temperatura de las culatas de forma manual							
Servicios industrial	Compresor mycom	Filtro de cuchiy	Voltear el filtro de cuchiy con el fin de limpiar los residuos del aceite							
Servicios industrial	Bombas	Control y monitoreo	Control de fugas en la bomba y tubería, si se detecta fuga por el sello mecánico, este debe ser reemplazado							
Acopio	Bombas	Control y monitoreo	Control de fugas en la bomba y tubería, si se detecta fuga por el sello mecánico, este debe ser reemplazado							
Aguas residuales	Bombas	Control y monitoreo	Control de fugas en la bomba y tubería, si se detecta fuga por el sello mecánico, este debe ser reemplazado							
Aguas residuales	Compresor de aire	Sistema de lubricaci	Revisar el nivel de aceite y de ser necesario añadir							
Servicios industrial	Bombas	Motor	Inspección de ruido y vibración							
Acopio	Bombas	Motor	Inspección de ruido y vibración							
Aguas residuales	Bombas	Motor	Inspección de ruido y vibración							
Servicios industrial	Compresor mycom	Correa	Verificar el estado y la tensión de las correas							
Acopio	Tanques acero ind	Agitador	Inspección de ruido y vibración							
Acopio	Tanques acero ind	Equipo en general	Revisar que no existan fugas o paso en sus valvulas							
Servicios industrial	Tanque de amoniac	Equipo en general	Revisar nivel de amoniac y agregar de ser necesario							
Servicios industrial	Bancos de hielo	Termómetro	Verificar que la temperatura se encuentre entre 0 y 2 °c							
Servicios industrial	Bancos de hielo	Equipo en general	Revisar el nivel de agua fria							
Servicios industrial	Bancos de hielo	Equipos externos	Corroborar el correcto funcionamiento de las valvulas							
Servicios industrial	Bancos de hielo	Trampa de amoniac	Realizar la purga de aceite en la purga de amoniac							
Servicios industrial	Filtro de arena	Equipo en general	Realizar retrolavado, regeneración con sal y un enjuague final con agua							
Servicios industriales	Planta electrica	Equipo en general	iniciar revisar nivel de aceite agua y estado de las borneras de la batería							

Apéndice H

Cronograma del mantenimiento preventivo para el acopio ubicado en Astrea-

Cesar.

Zona	Equipo	Subequipo	Actividad	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Acopio	Compresor mycor	Sistema de lubricaci	Verificar el nivel de aceite en el cárter y añadir de ser necesario							
Acopio	Compresor mycor	Equipo en general	Revisar la presión de aceite durante el funcionamiento del mismo							
Acopio	Compresor mycor	Termómetro	Verificar las temperaturas de entrada y salida del compresor							
Acopio	Compresor mycor	Culata	Checar la temperatura de las culatas de forma manual							
Acopio	Compresor mycor	Filtro de cuchiy	Voltear el filtro de cuchiy con el fin de limpiar los residuos del aceite							
Acopio	Bombas	Control y monitoreo	Control de fugas en la bomba y tubería, si se detecta fuga por el sello mecánico, este debe ser reemplazado							
Acopio	Bombas	Motor	Inspección de ruido y vibración							
Acopio	Compresor mycor	Correa	Verificar el estado y la tensión de las correas							
Acopio	Tanques acero ind	Agitador	Inspección de ruido y vibración							
Acopio	Tanques acero ind	Equipo en general	Revisar que no existan fugas o paso en sus valvulas							
Acopio	Tanque de amoniaco	Equipo en general	Revisar nivel de amoniaco y agregar de ser necesario							
Acopio	Bancos de hielo	Termómetro	Verificar que la temperatura se encuentre entre 0 y 2 °c							
Acopio	Bancos de hielo	Equipo en general	Revisar el nivel de agua fria							
Acopio	Bancos de hielo	Equipos externos	Corroborar el correcto funcionamiento de las valvulas							
Acopio	Bancos de hielo	Trampa de amoniaco	Realizar la purga de aceite en la purga de amoniaco							
Acopio	Filtro de arena	Equipo en general	Realizar retrolavado, regeneración con sal y un enjuague final con agua							
Acopio	Planta electrica	Equipo en general	iniciar revisar nivel de aceite agua y estado de las borneras de la batería							

Apéndice I

Sistema de información en Excel para la pedregosa-Cesar. Para acceder al sistema de información actualizado del acopio de la Pedregosa-Cesar, dar clic al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1dqFsdWJ_7ZewhbHfF-fcBHDPU3uZLIVi/view?usp=sharing

Apéndice J

Sistema de información en Excel para Astrea-Cesar. Para acceder al sistema de información actualizado del acopio de Astrea-Cesar, dar clic al siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1k648_noU8qDSgmVnQL3sd-UGN-6wD3Nn/view?usp=sharing

Apéndice K

Tutorial para el uso del sistema de información. Con la ayuda del asistente de grabación de Windows 10, se elaboró un video a modo de tutorial, en el que se pretende explicar el menú y manejo de las plantillas o formatos que requieren ser alimentadas con frecuencia para su posterior evaluación mensual.

https://drive.google.com/file/d/1VF7MrON7pj9Rij_gw_XnWy1Aax6WSAqW/view?usp=sharing