

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

TÍTULO DE INFORME:

**Aplicación de matriz de criticidad de repuestos para la gestion del
riesgo a los equipos de la planta de agua osmosis inversa de la
empresa C.I Caribbean Eco Soaps UIBS S.A.S.**

PRESENTADO POR:

Guillermo Enrique Sánchez Vásquez

Código:

2015216123

PRESENTADO A:

Manuel Campuzano Hernández

**Jorge Eduardo De La Pava
Jefe inmediato empresa**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA INDUSTRIAL**

Fecha de entrega: 06/08/2021

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

Contenido

1. PRESENTACIÓN	3
2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES.....	4
2.1. Objetivo General:	4
2.2. Objetivos Específicos:.....	4
2.3. Funciones del practicante en la organización:.....	5
3. JUSTIFICACIÓN:.....	6
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA:.....	7
6. SITUACIÓN ACTUAL	15
7. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS	19
8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES:	19
9. CRONOGRAMA:	31
10. BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

1. PRESENTACIÓN

Este informe se deriva del trabajo aplicado durante el proceso de práctica profesional de la carrera de Ingeniería Industrial, desarrolladas en el centro de trabajo CARIBBEAN ECO SOAPS UIBS S.A.S. en la ciudad de Santa Marta, empresa productora, comercializadora, y maquiladora de productos derivados del aceite de palma para la industria de cosmética y aseo, alimenticia y energética, a partir de materias primas certificadas orgánicas, naturales y sostenibles.

La aplicación de este nace en el área de mantenimiento e infraestructura; la cual se encarga de asegurar el buen funcionamiento y la disponibilidad de los equipos e instalaciones locativas involucrados directa e indirectamente en los procesos productivos de la organización, desde su recepción hasta su despacho como producto terminado, para así evitar riesgos asociados a la inocuidad y calidad del producto, económicos, seguridad física y al medio ambiente. (Manual de inocuidad alimentaria, caribbean eco soaps, 2021)

El área tiene como enfoque el estudio de los riesgos existentes no solamente a equipos, sino también a los subsistemas que lo conforman e interactúan en su entorno físico, basándose principalmente en todo tipo de método comparativo con el fin de identificar y aplicar acciones orientadas a la prevención y mitigación de posibles fallas que generen un impacto en las operaciones de las plantas.

Para el clúster industrial es significativo contar con un modelo sistemático y proactivo en cada una de sus plantas para poder evaluar e identificar los riesgos relacionados a las

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

probabilidades de ocurrencias de eventos que afecten la eficiencia de los mantenimientos y causen paradas por falta de los repuestos necesarios.

El proyecto ofrece mediante la aplicación de una matriz la determinación del número de criticidad que debe tener los repuestos de la planta de agua de osmosis inversa, con el fin de lograr establecer la priorización necesaria para evitar impactos al sistema productivo de las calderas y por ende que las plantas del clúster paren sus procesos.

Este modelo se basa en el modelo de criticidad total por riesgo (CTR), el cual usa el análisis de variables semicuantitativas, soportando el concepto del riesgo, entendido como la consecuencia de multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad de este. (Probability Rick Number, en Jones, 1985).

2. OBJETIVOS Y/O FUNCIONES

2.1. Objetivo General:

Aplicar la matriz de criticidad de repuestos para los equipos en la planta de agua osmosis inversa para la gestion del riesgo.

2.2. Objetivos Específicos:

1. Jerarquizar los equipos identificados dentro de la planta.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

2. Identificar mediante la aplicación de un árbol de fallas la causa raíz de las ocurrencias y así determinar los riesgos asociados a la gestión del mantenimiento.
3. Evaluar los repuestos.

2.3. Funciones del practicante en la organización:

- Mantener, actualizar y evaluar los ciclos de las ordenes de mantenimientos de cada centro de trabajo para mantener el nivel de cumplimiento de ejecución por especialidad (Mecánico, Eléctrico, metrológico, refrigeración y Ser. Generales).
- Llevar a cabo el seguimiento y control de la identificación de repuestos críticos de los equipos mediante el análisis de variables semicuantitativas para el aumento de disponibilidad de una de las plantas del clúster.
- Apoyar en la creación, actualización y evaluación de la funcionalidad del análisis de modo efecto de fallas de las plantas.
- Apoyar a la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento preventivo y correctivo, basado en el análisis estadístico de datos.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

3. JUSTIFICACIÓN:

El mantenimiento centrado en confiabilidad es para la organización una metodología basada en la cuantificación de la eficiencia de un equipo y también un método para prevenir y predecir fallas que tengan un impacto que afecte a los factores económicos, de seguridad y al medio ambiente. (Moubray, J. (2004).) como a la productividad de los procesos.

Para una buena aplicación de la gestión por confiabilidad, es necesario relacionar todas las variables involucradas en las actividades o intervenciones que se le realizan a los equipos con el fin de asegurar su disponibilidad y en busca de la optimización de los recursos necesarios para llevar cabo dicho mantenimiento de forma eficiente.

En un almacén típico de materiales para mantenimiento, cerca del 10 % de los materiales representan alrededor del 90 % del valor total de los inventarios (Moncrief, 2006), además no todos los artículos tienen la misma criticidad.

También podemos encontrar repuestos para mantenimiento cuya disponibilidad puede significar riesgos económicos extremadamente elevados, y de la misma manera podemos encontrar repuestos de baja criticidad que no representan un impacto significativo.

Actualmente dentro del clúster industrial se cuenta con una planta de agua de osmosis inversa que se encarga de darle el recurso hídrico a las calderas para que estas generen el vapor, el cual se usa para transferirle la energía calorífica necesaria a las plantas para que operen de manera eficiente en sus procesos de intercambios de calor y sistemas de vacío, si dentro de esta, algún equipo falla y no se cuentan con los repuestos necesarios en cantidad y tiempo,

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

toda la actividad productiva será afectada de manera general, ocasionando pérdidas económicas incalculables para la organización.

A partir de lo mencionado anteriormente, y evidenciando el alto impacto que puede llegar a tener el cese de actividades de la planta de osmosis inversa, siendo este ocasionado por la falta de optimización y priorización de inventario de repuestos para sus equipos, surge la necesidad de aplicar una matriz de criticad de repuestos basada en la gestión del riesgo para la productividad de los equipos e instalaciones, donde se identifique la priorización de estos mediante un análisis de criterios y de variables, con el fin de lograr disminuir el impacto que puede generar un mantenimiento al no ser llevado a cabo de manera oportuna.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA:

4.1. RESEÑA HISTORICA.

Caribbean Eco Soaps UIBS SAS es una compañía que se encuentra dentro del área geográfica de la ZONA FRANCA LAS AMÉRICAS, localizada en el departamento del Magdalena, en el municipio de Santa Marta, corregimiento de Mamatoco. Limita al sur con la nueva vía Ruta del Sol, por el norte con la Troncal del Caribe de Santa Marta –Riohacha, por el este con la vía que conduce de Santa Marta a la Sierra Nevada y por el oeste con el Colegio Bilingüe. CARIBBEAN ECO SOAPS UIBS SAS empezó su operación en el segundo semestre del año 2011 con la producción de base de jabón orgánica, posteriormente, incursionen el mercado de los aceites-grasas y jabones cosmética.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

4.2. MISION

“Caribbean Eco Soaps produce, comercializa y maquila productos derivados del aceite de palma para la industria cosmética y aseo, alimenticia y energética para el mercado nacional e internacional, a partir de materias primas certificadas orgánicas, naturales y sostenibles, con estándares de calidad y talento humano calificado, generando valor agregado en la satisfacción de las necesidades y expectativas de nuestras partes interesadas” (CARIBBEAN ECO SOAPS, 2021)

4.3. VISION

“Consolidarnos en el año 2020, como empresa líder a nivel nacional en la fabricación y comercialización de productos naturales y sostenibles a partir de aceites vegetales. Así mismo, como el mejor y más competitivo proveedor para las industrias Farmacéuticas, Cosmética y Aseo, Alimenticias y Biocombustibles. Garantizando procesos y productos con altos estándares de calidad e innovación, apoyados por un equipo de trabajo calificado, comprometido y eficiente” (CARIBBEAN ECO SOAPS, 2021)

4.4. VALORES DE LA EMPRESA.

- respeto
- responsabilidad
- eficiencia
- igualdad
- lealtad
- solidaridad

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

- liderazgo

4.5. PLATAFORMA ESTRATEGICA DE LA ORGANIZACIÓN.

CARIBBEAN ECO SOAPS UIBS S.A.S ha establecido un sistema de gestión basado en diferentes normas internacionales (ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, HACCP, BASC, Guía de BPF IPEC-PQG, RSPO, RAC y Normas orgánicas), por lo cual su plataforma estratégica se encuentra condensada dentro de una política integral, que sirve como base de partida para el desprendimiento de los programas, procedimientos y controles para dar cumplimiento a los diferentes requisitos contemplados por cada una de las normas que voluntariamente se han implementado y los requisitos legales aplicables.

4.6. POLITICA INTEGRAL.

CARIBBEAN ECO SOAPS UIBS S.A.S cuenta con una política integral dentro de la cual se establece un lineamiento asociado a inocuidad alimentaria; esta plantea un compromiso de la organización frente al cumplimiento de los requerimientos de las partes interesadas (clientes, entes gubernamentales, entes certificadores, entre otros) asociados al producto en este aspecto y su constante intento de mantener mejorando el desempeño del sistema, para así satisfacer las expectativas y obligaciones que permitan salvaguardar la inocuidad de nuestros productos. La política declara en materia de seguridad alimentaria lo siguiente:

”Caribbean Eco Soaps UIBS S.A.S produce, comercializa y maquila productos derivados del aceite de palma para la industria cosmética y aseo, alimenticia y energética, a partir de materias primas certificadas orgánicas, naturales y sostenibles, garantizando productos que

4.7. ORGANIGRAMA DE CARIBBEAN ECO SOAPS UIBS SAS



	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

Imagen 1. Organigrama Caribbean Eco Soaps UIBS S.A.S

4.8. PRODUCTOS Y SERVICIOS.

4.8.1. BASES DE JABON Y JABON EN BARRA

La base de jabón es una base de origen vegetal, utilizada para fabricar barras de jabón, ya sean opacas o translúcidas, estas están compuestas de sodio orgánico de palma, sodio orgánico de palmiste y agua, para el caso de la translúcida se le añade glicerina orgánica, estas virutas son comercializadas en diferentes presentaciones, de las cuales para la translúcida solo se manejan en 25 sacos de 25 kg:



Imagen 2. presentaciones de la viruta de jabón de Caribbean Eco Soaps Uibs. **Fuente:** Caribbean Eco Soaps UIBS SAS

A partir de esta viruta, se produce el jabón en barra orgánicos reconocidos por su aromas y características positivas para la piel, estos están representado en dos diferentes marcas:



Imagen 3. presentaciones de las marcas de los jabones de Caribbean Eco Soaps Uibs. Fuente:

Caribbean Eco Soaps UIBS SAS

4.8.2. ACEITE DE PALMA

El aceite de palma es un aceite de origen vegetal que se obtiene del mesocarpio de la fruta de la palma. El aceite de palma de Caribbean Eco Soaps UIBS SAS es valorado por sus altos estándares de sostenibilidad y transparencia además de la trazabilidad en toda la cadena de suministros desde el suelo hasta el mercado internacional.

- Crudo aceite de palma
- Shorterings
- Estearina de aceite de palma
- Oleína de aceite de palma.
- RBD de aceite de palma.



Imagen 4. Aplicaciones del aceite de palma

4.8.3. GLICERINA USP

También conocida como glicerol, la glicerina vegetal es un líquido transparente, algo viscoso e inodoro. Se obtiene de los aceites vegetales y como subproducto en otros procesos como en la producción de biocombustible, cuando esta es procesada, se obtiene la Glicerina USP, la cual se le denomina así por su concentración de glicerol no mayo al 95%, esta viene en diferentes presentaciones:



Imagen 5. Presentaciones de la glicerina USP. Fuente: Caribbean Eco Soaps UIBS SAS



Imagen 6. Aplicaciones de la glicerina USP

5. CERTIFICACIONES.



Imagen 7. Certificaciones de calidad en sus productos. Fuente: Caribbean Eco Soaps UIBS SAS

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

6. SITUACIÓN ACTUAL

El área de mantenimiento dentro de sus técnicas de análisis de riesgo, las cuales buscan evaluar eventos que puedan representar un impacto adverso para los procesos productivos de sus plantas y que, al mismo tiempo, tienen como objetivo asegurar la confiabilidad y mantenibilidad de los activos fijos de la organización extendiendo siempre el ciclo de vida de sus equipos. Es necesario siempre tener en mente que este nivel de servicio dentro de sus operaciones debe estar en constante mejora, usando métodos de seguimientos de datos históricos y medición de disponibilidad de planta para predecir los modos y efectos de fallas con el fin de estimar planes de operaciones continuos y mantenimientos eficientes para todas las plantas.

La empresa lleva el seguimiento y control del cumplimiento de disponibilidad total de las plantas mediante un indicador, el cual establece una meta de cumplimiento igual o superior al 95% de disponibilidad en términos de horas a porcentaje, este dato se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\text{DISPONIBILIDAD DE PLANTA} = \left(1 - \frac{\text{TIEMPO PERDIDO POR FALLAS}}{\text{DISPONIBILIDAD DE TIEMPO TOTAL DE LA PLANTA}} \right) * 100$$

Ecuación 1. Disponibilidad total de planta.

En el año 2020 el indicador tuvo variabilidad relacionada al tiempo perdido por falla. Para obtener este tiempo final de disponibilidad, la empresa lleva una relación de este factor mediante la aplicación de la metodología de análisis de efectividad general de equipos por

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

plantas (EGE's) (Baluch, N. (2016)), este procedimiento es controlado y diligenciado por el área de producción, donde reportan la cantidad de horas de parada por fallas que implican mantenimiento de las plantas Refinadora 4 (R4), Fraccionamiento 3 (F3), Glicerina 1 y 2 (G1 – G2) y planta de jabón.

Cada falla que se presenta en alguna de estas plantas de proceso representa un riesgo potencial, y es importante para el área de mantenimiento siempre evitar este tipo de eventos mediante acciones a minimizar los 3 principales interrogatorios dentro de un riesgo: ¿Qué puede salir mal? ¿Qué tan frecuente es? y ¿Cuáles son sus efectos? (Aguilar-Otero D. - 2010).

A partir de esto, se analizará la situación desde una perspectiva global de fallas en la planta de agua de osmosis inversa ubicada en C.I TEQUENDAMA REFINERIA, ya que la planta ubicada en CES fue implementada a principios de este año, no se tienen un complejo de datos históricos para la determinación de un análisis exhaustivo.

Para evidenciar la frecuencia de fallas relacionadas a las variables de operación de la planta, se realizó un Diagrama de Pareto, para así determinar y clasificar las fallas con mayor frecuencia que generan disminución de la confiabilidad total de esta.

Para esto, se identificaron las irregularidades de los equipos en torno a la situación problemática, y a partir de ahí, se recolectaron datos provenientes del seguimiento de fallas que lleva el área de producción mes a mes de la planta, el resultado de la toma de datos se observa a continuación:

ITEM	TIPO DE FALLA	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
FALLA 1	Falla bomba PT3 - Osmosis	16	16	31%	31%
FALLA 2	Falla valvula Fleck	11	27	22%	53%
FALLA 3	Falla de filtro de lona	9	36	18%	71%
FALLA 4	Falla de cheque de almacenamiento	8	44	16%	86%
FALLA 5	Flla en sistema electrico	4	48	8%	94%
FALLA 6	Falla motor	2	50	4%	98%
FALLA 7	Falla variador de velocidad	1	51	2%	100%

Tabla 1. Identificación de fallas y análisis de frecuencia del año 2020.

A partir de los datos se aplicó un diagrama de Pareto para identificar el orden de priorización de estas fallas:

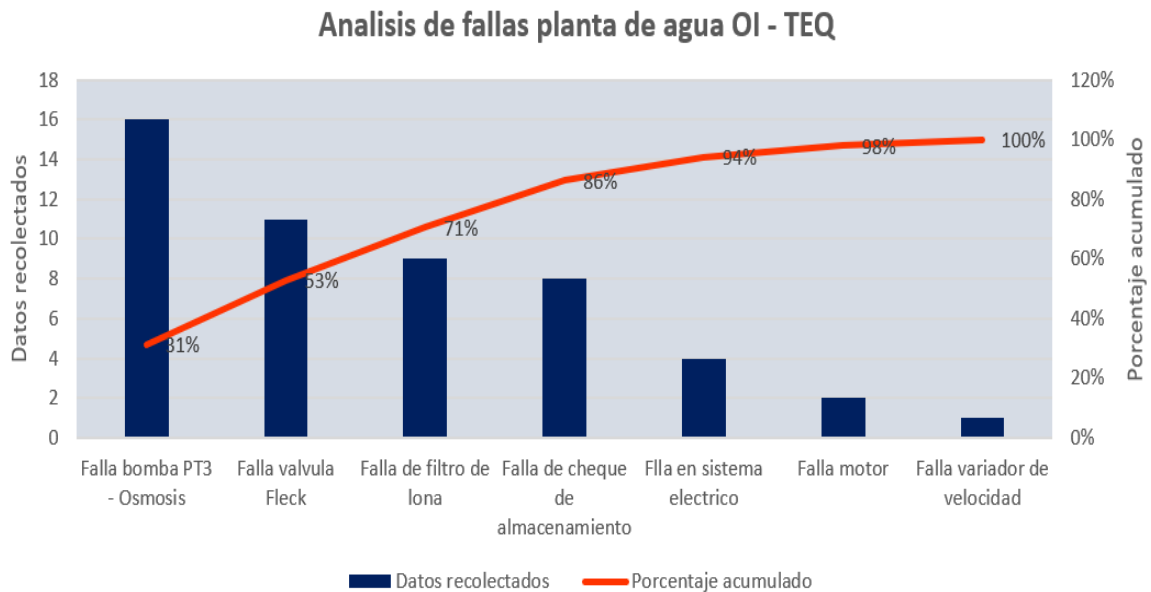


Imagen 8. Diagrama de Pareto de fallas de planta OI – TEQ 2020.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

Los datos muestran que, de las fallas identificadas en el periodo de análisis, de 51 fallas que tuvo la planta, el 31% de estas fueron fallas relacionadas a la bomba PT3 encargada de impulsar el agua hacia el proceso de osmosis inversa, siguiéndole las fallas relacionadas a las válvulas fleck con un 22%, 18% en fallas de filtros de lona y falla de cheque de almacenamiento con 16%, a partir de esto, se observa la necesidad de priorizar estos eventos que dentro de las operaciones del clúster pueden llegar a generar un impacto en la confiabilidad de los equipos y propiamente del proceso productivo de la planta.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

7. BASES TEÓRICAS RELACIONADAS

ASIGNATURA	TEMAS APLICADOS EN EL INFORME	APLICACIÓN
Seminario 1, 2 y 3	Identificación y planteamientos de problemas ingenieriles	Formulación objetiva del problema de investigación.
Análisis de procesos	Método de análisis de situaciones	Diagrama de Pareto
Sistema de gestión de la calidad	Gestión del riesgo	Árbol de Fallas - Aplicación de Riesgo Residual
Gestión de proyectos	Administración de proyectos	Planificación y orientación basado en el PMI

Tabla 2. Bases teóricas relacionadas. Fuente: Creación propia.

8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES:

8.1. Aplicar técnica de jerarquización de los equipos de la planta basado en la línea de proceso.

Para la ejecución de este objetivo, se realizó previamente una identificación en campo de los equipos involucrados en el sistema de tratamiento de agua de la planta CES para

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

posteriormente ser organizados por proceso, Código de identificación y especialidad (Mecánico, eléctrico o electrónico) de mantenimiento, con el fin de determinar una ordenanza técnica de acuerdo con el sistema de tratamiento que se le da al agua, los cuales se presentan a continuación:

PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA C.E.S		ESPECIALIDAD
PROCESO	EQUIPO	CÓDIGO
SECCION BOMBEO TEQ- CES	BOMBA AGUA CRUDA	MECANICO
	MOTOR AGUA CRUDA	ELECTRICO
	VALVULA ON/OFF	XV-01
	CAUDALIMETRO	FIT CRUDA
DECANTACION LAMELAR	BOMBA DOSIFICADORA	BD-01
	BOMBA DOSIFICADORA	BD-02
	REDUCTOR RE-02	RE_02
	MOTOR MR-02	MR_02
	PHMETRO	PH-01
	SENSOR DE NIVEL TANQUE DOSI	LSL-01
	SENSOR DE NIVEL TANQUE DOSI	LSL_02
	DECANTADOR LAMELAR	DL-01
	SENSOR DE NIVEL DE AGUA CRUDA	LSH-04
	SENSOR DE NIVEL DE AGUA CRUDA	LSM-04
	SENSOR DE NIVEL DE AGUA CRUDA	LSL-04
	ELECTROVALVULA XV-42	XV-42
SECCION B-01/02	BOMBA	B-01
	MOTOR BOMBA	MB-01
	BOMBA	B-02
	MOTOR BOMBA	MB-02
	CAUDALIMETRO	FT-01
	TRANSMISOR DE PRESION	PT-01
FILTRO SILEX	ELECTROVALVULA XV-02	XV-02
	ELECTROVALVULA XV-03	XV-03
	ELECTROVALVULA XV-04	XV-04
	SOPLANTE	SO-01
	ELECTROVALVULA XV-06	XV-06
	ELECTROVALVULA XV-07	XV-07
	ELECTROVALVULA XV-09	XV-09
	TANQUE FILTRO SILEX	TFS-01
	TRANSMISOR DE PRESION	PT-02
	CAUDALIMETRO	FT-02
	ELETROVALVULA XV-08	XV-08
	ELETROVALVULA XV-26	XV-26
SECCION CRUCE DEPOSITO / SALMUERA	ELETROVALVULA XV-05	XV-05
	TANQUE PREPARACION SALMUERA	TPS-01
	REDUCTOR RE-01	RE-01
PREPARACION SALMUERA	MOTOR MR-01	MR-01
	SENSOR DE NIVEL SALMUERA	LSH-11
	SENSO DE NIVEL SALMUERA	LSL-11
	BOMBA TANQUE SALMUERA	B-05
	MOTOR BOMBA TANQUE SALMUERA	MB-05
	DEPOSITO SALMUERA	DS-01
	FILTRO SALMUERA	FS-01
	SENSOR DE NIVEL	LSH-7
	SENSOR DE NIVEL	LSL-7
	CAUDALIMETRO ENTRADA	FT-07
	CAUDALIMETRO SALIDA	FT-06
	ELETROVALVULA XV-33	XV-33
	ELETROVALVULA XV-34	XV-34
	ELETROVALVULA XV-35	XV-35
	ELETROVALVULA XV-36	XV-36
	CONDUCTÍMETRO	CI-03
		ELECTRONICO

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

DEPOSITO AGUA LIMPIEZA/REGENE	DEPÓSITO AGUA REGENERADORA	DP_05	ELECTRICO
	SENSOR DE NIVEL	LSL-06	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-25	XV-25	ELECTRONICO
	BOMBA DEPOSITO	B-03	MECANICO
	MOTOR BOMBA DEPOSITO	MB-03	ELECTRICO
	BOMBA DEPOSITO	B-04	MECANICO
	MOTOR BOMBA DEPOSITO	MB-04	ELECTRICO
	DEPÓSITO AGUA LIMPIEZA	DP_04	ELECTRICO
	SENSOR DE NIVEL	LSL-05	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-24	XV-24	ELECTRONICO
SUAVIZADORES	CAUDALIMETRO	FT-03	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-15	XV-15	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-22	XV-22	ELECTRONICO
	DEPOSITO SUAVIZADOR 1		MECANICO
	ELETRORVALVULA XV-14	XV-14	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-26	XV-27	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-16	XV-16	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-10	XV-10	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-11	XV-11	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-12	XV-12	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-13	XV-13	ELECTRONICO
	MANÓMETRO ANALÓGICO	FI_01	ELECTRONICO
	DEPOSITO SUAVIZADOR 2		MECANICO
	ELETRORVALVULA XV-28	XV-28	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-21	XV-21	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-23	XV-23	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-17	XV-17	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-18	XV-18	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-19	XV-19	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-20	XV-20	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-41	XV-41	ELECTRONICO
	MANÓMETRO ANALÓGICO	FI_02	ELECTRONICO
	CAUDALIMETRO	FT-04	ELECTRONICO
	TRANSMISOR DE PRESION	PT-03	ELECTRONICO
	TANQUE AGUA SUAVIZADA	TS-01	MECANICO
	BOMBA AGUA SUAVIZADA	B-08	MECANICO
	MOTOR BOMBA AGUA SUAVIZADA	MB-08	ELECTRICO
	ELETRORVALVULA XV-37	XV-37	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-38	XV-38	ELECTRONICO
MICROFILTRACION	MICROFILTRO	FCH_01	MECANICO
	CONDUCTÍMETRO	CI-01	ELECTRONICO
	TRANSMISOR ORP (REDOX)	RX-01	ELECTRONICO
	TRANSMISOR DE PRESION	PT-04	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-29	XV-29	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-30	XV-30	ELECTRONICO
OSMOSIS INVERSA	SWITCH DE PRESIÓN	PS_01	ELECTRONICO
	BOMBA OI	B-06	MECANICO
	MOTOR BOMBA OI	MB-06	ELECTRICO
	BOMBA OI	B-07	MECANICO
	MOTOR BOMBA OI	MB-07	ELECTRICO
	MEMBRANAS ETAPA 1		MECANICO
	TRANSMISOR DE PRESION	PT-05	ELECTRONICO
	MANÓMETRO ANALÓGICO	FI-03	ELECTRONICO
	MANÓMETRO ANALÓGICO	FI-04	ELECTRONICO
	MEMBRANAS ETAPA 2		MECANICO
	TRANSMISOR DE PRESION	PT-06	ELECTRONICO
	TRANSMISOR DE PRESION	PT-07	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-32	XV-32	ELECTRONICO
	ELETRORVALVULA XV-31	XV-31	ELECTRONICO
	CAUDALIMETRO	FT-05	ELECTRONICO
	PHMETRO	PH-02	ELECTRONICO
	CONDUCTÍMETRO	CI-02	ELECTRONICO
	TANQUE SETA	DP-04	MECANICO
	SENSOR DE NIVEL	LSH-09	ELECTRONICO
	SENSOR DE NIVEL	SLSL-09	ELECTRONICO
SECCION BOMBEO TANQUE PERMEADA	ELETRORVALVULA XV-43	XV-43	ELECTRONICO
	BOMBA AGUA PERMEADA	BP-09	MECANICO
	MOTOR BOMBA PERMEADA	MBP-09	ELECTRICO
	TANQUE AGUA PERMEADA	TP-01	MECANICO
CONTROL	TABLERO ELECTRICO		ELECTRICO
	TABLERO ELECTRICO		ELECTRICO

Table 3. Listado de equipos planta de agua osmosis inversa CES.

Dentro de la planta se encontraron 122 equipos, de los cuales 28 equipos son mecánicos (Bombas, reductores, tanques de almacenamiento y tanques de procesos), 14 son tipo eléctricos (Motores y tableros eléctricos) y 82 son electrónicos (Electroválvulas, sensores, transmisores, Conductímetros y PH metros), los cuales tienen la siguiente distribución porcentual:

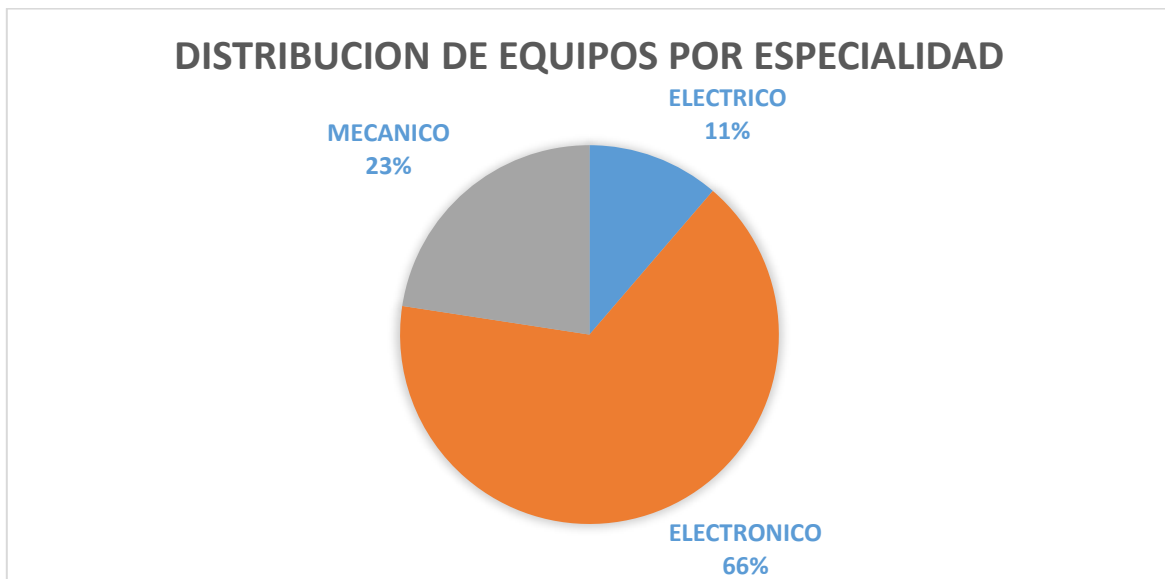


Imagen 9. Porcentaje de distribución de equipos por especialidad. Fuente: Creación propia.

De acuerdo con el análisis de la gráfica, la planta posee en mayor número equipos electrónicos a diferencia de las otras especialidades, sin embargo, por criterio de los ingenieros de mantenimiento, se aclara que, dentro de repetibilidad y frecuencia de fallas, los equipos tipo mecánicos son los que más presentan insuficiencias en su confiabilidad, ya que por la naturaleza de su funcionamiento están propensos a presentar mayor desgaste. Estos

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

equipos tienen un mayor contacto con el producto y están ligados a trabajar en condiciones propias del proceso de tratamiento de agua, lo cual expone por más tiempo a ataques químicos, afectaciones operacionales como la variación de presión y altas temperaturas, y también, el mal uso del equipo por desconocimiento del manejo de este, todo esto genera una baja de la vida útil del equipo y al mismo tiempo, disminuir la confiabilidad del activo, representado así un riesgo potencial para la operación de la planta.

A continuación, se presenta la metodología de árbol de fallas, mediante el cual se llegó a la identificación de las posibles causas que pueden representar un riesgo potencial a las operaciones de la planta de osmosis inversa CES.

8.2. Identificar mediante la aplicación de un árbol de fallas las posibles causas de las ocurrencias relacionada a los equipos por especialidad con el fin de conocer los riesgos asociados a la gestión del mantenimiento.

Las maquinas pueden presentar fallas por docenas de causas, una vez que esta situación se presenta, lo ideal es identificar todos esos escenarios posibles de derivación para que estos sean identificados, analizados y evaluados, con el fin de medir dichas secuelas y decidir qué acciones tomar para llegar a una prevención o detección.

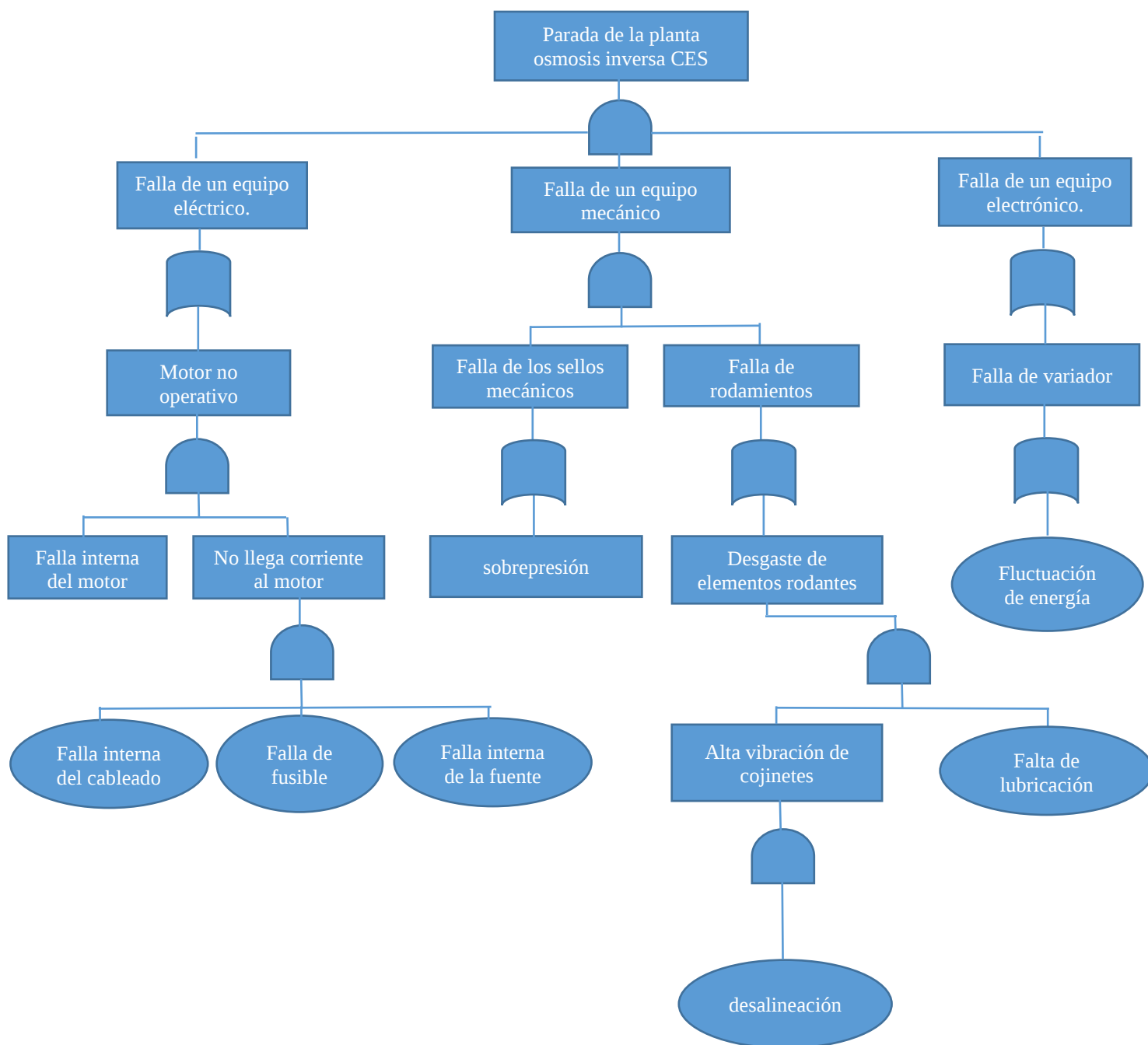
Para este caso, se optó como técnica de análisis de eventos, la aplicación de un árbol lógico de fallas, tomando como evento general el cese de actividades de la planta. A partir de estos

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	---	---

se establecieron los eventos específicos causantes que tienen que ocurrir para que este suceda, los cuales se muestran a continuación:



Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado



	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

Luego de la analizar y determinar que, de los 122 equipos que fueron identificados en la planta, algunos pueden ser propensos a fallos que necesitan repuestos, para esto, se aplicó una evaluación de cada uno de estos, previa a su identificación, para la determinación de su prioridad de permanencia en stock, buscando enlazar una mejora en las ejecuciones de los mantenimientos y al mismo tiempo lograr un nivel de intervención ágil y eficaz.

Para esto se estableció un nivel de criticidad de evaluación de cada uno de los repuestos para los equipos de la planta de agua OI CES como metodología enfocada al riesgo residual, para esto, se inició con el inventariado de todos lo repuestos.

8.3. Determinación de priorización de repuestos.

8.3.1. Inventariado de repuestos por equipo.

Para la identificación de los repuestos, se utilizaron diferentes tipos de registros de entrada y salida de inventario de repuestos del almacén (vales de salida de repuesto o material y órdenes de compras), los cuales en algunos casos tenían establecidos dentro de sus observaciones identificado al equipo para el cual se fue requerido en su momento, el costo del elemento y el tiempo que tuvo de entrega, para los casos que no, se usaron las fichas técnicas de los equipos, ya que, dentro de estas se tienen identificados todo el resumen de funcionamiento de este, su paso a paso de instalación y para nuestro caso, sus repuestos.

Los repuestos identificados para los activos fueron los siguientes:

EQUIPO	CÓDIGO	REPUESTO
DECANTADOR LAMELAR		LAMINA ALUMINIO ALFAJOR 1.8" 1 M X 2 M
MOTOR BOMBA	MB-01	RODAMIENTO 6308 ZZ
MOTOR BOMBA	MB-02	RODAMIENTO 6308 ZZ
MOTOR SOPLANTE	MSO-01	RODAMIENTO 6208 2ZR/C3
REDUCTOR	RE-01	ACEITE MOBILGEAR 220
MOTOR	MR-01	RODAMIENTO 6204 2ZZ
MOTOR BOMBA TANQUE SALMUERA	MB-05	RODAMIENTO 6208 ZZC3
FILTRO SALMUERA	FS-01	MANGA FILTRANTE DE 5 MICRAS
FILTRO SALMUERA	FS-02	MANGA FILTRANTE DE 5 MICRAS
TANQUE AGUA SUAVIZADA	TS-01	EMPAQUE FLEXIMETALICO DE 3" x 300
MICROFILTRO	FCH-01	CARTUCHOS FILTROS DE 5 MIC,40" DE LARGO
MOTOR BOMBA OSMOSIS	MB-06	RODAMIENTO 6210 ZC3
MOTOR BOMBA OSMOSIS	MB-07	RODAMIENTO 6210 ZC3
TANQUE AGUA PERMEADA	TP-01	EMPAQUE FLEXIMETALICO DE 3" x 300
MOTOR BOMBA AGUA CRUDA		RODAMIENTO 6209 ZZ C3

Tabla 4. Listado de repuestos de los equipos de planta de agua Osmosis inversa CES. Fuente: creación propia.

Luego de identificar los repuestos se procedió a realizar la evaluación de cada uno de estos mediante la matriz de determinación de criticidad.

8.3.2. Evaluación de repuestos.

Para la evaluación de los repuestos, se usó la matriz de criticidad que actualmente el área de mantenimiento usa para la gestión del riesgo de la productividad e inocuidad de los equipos, la cual tiene como variables de evaluación la frecuencia de fallas de cada repuesto, con el fin de determinar dentro de un evento de avería la periodicidad de todas las posibles fallas de este medida en años, los tiempos de entrega para estipular y resaltar la duración en semanas que el repuesto puede ser entregado por el proveedor, el nivel de exclusividad del repuesto por cantidad de proveedor a nivel nacional e internacional, el costo neto de este y el impacto en la disminución o cese de la operación del equipo por la ausencia del repuesto, las escalas de cada variable mencionadas anteriormente se presentan a continuación:

<i>DISPONIBILIDAD = (TE * E) + IP + CR</i>			
<i>Frecuencia de Fallas (FF)</i>		<i>Costo de Repuesto (CR)</i>	
Frecuente: 3 o más eventos al año	4	Mayor o Igual a 30.000.001	4
Promedio: 1 y 2 eventos al año	3	Entre 20.000.001 y 30.000.000 COP	3
Bueno: entre 0,5 y un 1 evento al año	2	Entre 10.000.001 y 20.000.000 COP	2
Excelente: menos de 0,5 eventos al año	1	Entre 1.000.000 y 10.000.000 COP	1
<i>Tiempo de Entrega (TE)</i>		<i>Impacto Producción (IP)</i>	
8 o más Semanas	8	El Equipo NO disponible Y PARA toda la producción	8
De 6 Semanas a 8 Semanas	6	El Equipo NO disponible y NO PARA la producción	6
De 4 Semanas a 6 Semanas	4	El Equipo disponible con limitaciones	4
De 2 Semanas a 3 Semanas	2	El Equipo puede funcionar sin ella de manera gradual	2
De 0 a 1 Semanas	1	El Equipo puede funcionar en su ausencia	1
<i>EXCLUSIVIDAD (E)</i>		No provoca impacto	0
Solo tiene un proveedor internacional	3		
Solo tiene un proveedor en el mercado Nacional	2		
Tiene múltiples proveedores en el mercado Nacional	1		

Table 3. Tabla de escala de variables para la determinación de repuesto. Fuente: Caribbean Eco Soap Uibs

Todas estas variables son esenciales para la calcular la criticidad del repuesto, que para el área de mantenimiento viene siendo calculada por la siguiente ecuación:

$$\text{Nivel de criticidad: } D * FF$$

Ecuación 2. Ecuación para calculo de criticad de repuesto. Fuente: Caribbean eco soap uibs

Donde FF es la frecuencia de falla que tiene el repuesto y D es la disponibilidad obtenida de las variables que se ilustran en la tabla 3 anteriormente.

Para hallar la criticidad de los repuestos, se usó la matriz de valoración que usa la empresa, la cual es no es más que la intersección de la fila pertinente a la disponibilidad y la columna de frecuencia.

Matriz de Criticidad						
F R E C U E N C I A	4	SC	SC	C	C	C
	3	NC	SC	SC	C	C
	2	NC	SC	SC	SC	C
	1	NC	NC	NC	SC	SC
		10	20	30	40	50
		DISPONIBILIDAD				

Tabla 4. Matriz de valoración de criticad de repuesto. Fuente: Caribbean eco soap uibs

Donde la letra C son todos los repuestos que se valoran como críticos, SC como semi críticos y NC como no crítico.

Cabe resaltar que por ser prácticamente nueva la planta, no se cuenta con datos históricos para calcular la variable frecuencia de falla, por ende para determinar este dato, se realizaron entrevistas a los ingenieros de mantenimiento, con el fin de determinar, mediante su

experiencia, la valoración de la repetibilidad que puede llegar a tener los repuestos de cada equipo, y además dieron acompañamiento dentro de la búsqueda de los registros de almacén para determinar la información necesaria para poder determinar la criticidad de cada repuesto identificado, el resultado de esto se muestra a continuación:

EQUIPO	NOMBRE	F.F.	VARIABLES DE DISPONIBILIDAD				NIVEL DE CRITICIDAD	
			TE	E	CR	IP		
REDUCTOR	ACEITE MOBILGEAR 220	3	1	1	1	8	30	No Crítico
MOTOR	RODAMIENTO 6204 2ZZ	3	1	1	1	8	30	No Crítico
MOTOR BOMBA TANQUE SALMUERA	RODAMIENTO 6206 ZZC3	3	1	1	1	6	24	No Crítico
	RODAMIENTO 6205 2Z C3	3	1	1	1	6	24	No Crítico
FILTRO SALMUERA	MANGA FILTRANTE DE 5 MICRAS	4	1	1	1	6	32	Semi Crítico
FILTRO SALMUERA	MANGA FILTRANTE DE 5 MICRAS	4	1	1	1	6	32	Semi Crítico
TANQUE AGUA SUAVIZADA	EMPAQUE FLEXIMETALICO DE 3" x 300	2	1	1	1	8	20	No Crítico
	FLANCHE A/CARBON 3" SOLDABLE X 150 LB	2	1	1	1	8	20	No Crítico
MICROFILTRO	CARTUCHOS FILTROS DE 5 MIC, 40" DE LARGO	4	1	1	1	8	40	Semi Crítico
MOTOR BOMBA OSMOSIS	RODAMIENTO 6210 ZC3	3	2	1	1	8	33	Semi Crítico
MOTOR BOMBA OSMOSIS	RODAMIENTO 6210 ZC3	3	2	1	1	8	33	Semi Crítico
TANQUE AGUA PERMEADA	EMPAQUE FLEXIMETALICO DE 3" x 300	2	1	1	1	8	20	No Crítico
	FLANCHE A/CARBON 3" SOLDABLE X 150 LB	2	1	1	1	8	20	No Crítico
MOTOR BOMBA AGUA CRUDA	RODAMIENTO 6209 ZZ C3	3	1	1	1	8	30	No Crítico

Tabla 4. Tabla con repuestos evaluados. Fuente: Elaboración propia.

Debido al criterio de evaluación se obtuvieron 10 equipos con repuestos no críticos y 5 semi críticos, es decir, que de los 122 equipos que se identificaron, solo el 12% presenta repuestos para evaluación, de estos 15, 7 son de especialidad mecánica y el resto eléctrica.

Posterior a esto se determinó el plan de acción respecto al rango de criticidad obtenida en la matriz, los cuales son:

<i>Planes de acción de acuerdo a su criticidad</i>		
RANGOS	VALORACION	FRECUENCIAS PARA REVISIÓN PREVENTIVA Y PLAN DE ACCIÓN
≥ 50	REPUESTO CRITICO	Stock de repuesto en inventario Revisión Mensual
$31 \leq IC < 50$	REPUESTO SEMI CRITICO	Rutina de mantenimiento recomendada por fabricante
≤ 30	NO CRITICO	Rutina de mantenimiento recomendada por fabricante o avalada por los indicadores

Tabla 5. Tabla de identificación de planes de acción por rango de criticidad. Fuente: Caribbean eco soaps uibs

9. CRONOGRAMA:

El cronograma de las actividades realizadas durante el tiempo requerido para llevar a cabo cada una de las etapas ejecutar el proyecto:

CRONOGRAMA DE PROYECTO																													
ETAPA	ACTIVIDAD	mar-13				abr-13				may-13				jun-13				jul-13				ago-13							
FASE 1	INDUCCION EN MATRIZ DE CRITICIDAD DE EQUIPOS																												
	INDUCCION EN GESTION DEL RIESGO PARA LA INOCUIDAD Y PRODUCTIVIDAD																												
	INDUCCION DE PROYECTO ACTUAL DE APLICACIÓN DE MATRIZ DE CRITICIDAD DE REPUESTOS A LAS OTRAS PLANTAS DEL CLUSTER																												
FASE 2	SOLICITUD DE APROBACION DE PROYECTO DE LA APLICACIÓN DE MATRIZ A PLANTA DE AGUA OSMOSIS INVERSA - CES																												
FASE 3	APROBACION DEL TEMA DEBIDO A LA INFORMACION A PRESENTAR																												
FASE 4	EVALUACION Y DIAGNOSTICO EN LA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA - CES																												
	ANALISIS DE FALLAS HISTORICAS DE LA PLANTA DE AGUA DE OSMOSIS INVERSA - TEQ																												
FASE 5	LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE AGUA OSMOSIS INVERSA - CES																												
	INVENTARIADO DE LOS REPUESTOS POR EQUIPO																												
FASE 6	EVALUACION Y DETERMINACION DE CRITICIDAD DE LOS REPUESTOS DE LA PLANTA																												

Fuente: elaboración propia.

10. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En la realización de las prácticas profesionales en la organización CARIBBEAN ECO SOAPS UIBS S.A.S. (CES), me brindaron la oportunidad de conocer un mundo profesional enfocado a la proactividad y al análisis organizacional para la mejora continua, sin dejar a un lado la ética profesional y los valores como persona.

Al desempeñar mi cargo como aprendiz de mantenimiento, tuve la oportunidad de realizar un proyecto de mejora a la gestion del riesgo para la inocuidad y productividad de las plantas del complejo industrial, basada en la evaluación de criticidad de los repuestos para los

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

equipos de sus diferentes plantas, con el fin de determinar la prioridad de cada uno de estos y también de volver que las actividades de mantenimiento sean eficientes y ágiles a la hora de realizar sus intervenciones, esta matriz, la cual dentro del proyecto se aplicó en la planta de tratamiento de agua osmosis inversa – CES, esta fue basada en la matriz de criticidad de equipos que actualmente la empresa usa.

A pesar de la cantidad de equipos encontrados en la planta, se pudo concluir que por la modernidad de la planta, la mayoría de sus equipos son electrónicos (Instrumentistas) por motivos del nivel de automatización que posee está en los procesos de monitoreo y control, por ende, estos equipos no presentan repuestos identificados, ya que por su naturaleza de operación (electrónico programable) y por su capacidad de no presentar fallas por un largo periodo de tiempo, estas al momento de fallar, son cambiadas en su totalidad, es decir, se realiza cambio de válvula electrónica averiada por una nueva o en otros casos, se adiciona algún otro elemento no catalogado como repuesto, por ende, solo se evaluaron repuestos tipo mecánico y eléctrico, los cuales dentro de la escala de la matriz solo llegaron a ser semi críticos, lo que demuestra la gran confiabilidad que tienen los equipos relacionados al sistema de tratamiento de agua cruda de la planta referente a los criterios de evaluación.

Sin embargo, a manera de recomendación, es preferible que la evaluación de los repuestos se revise y se actualice de manera semestral o anual, con el fin de prevenir distorsión de la información y al mismo tiempo, mejora en la valoración de la variable frecuencia de fallas, ya que con este lapso se podrá analizar todas las averías presentadas en los equipos a lo largo de un periodo de tiempo.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

Como profesional, logre adquirir un gran conocimiento teórico – practico referente a la gestion del mantenimiento, Buenas practicas de manufactura (BPM), aplicación de controles para la prevención de peligros para el aseguramiento de la inocuidad y calidad de los productos basado en la sistema internacional Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP), gestion documental y manejo de medición de procesos según el sistema integrado de gestion (SIG) para el cumplimiento del plan de mantenimiento, seguimiento y determinación causas relacionadas a las fallas que generan impacto en la disponibilidad de las plantas mediante el uso de la metodología análisis de efectividad general de los equipos (EGE's), seguimiento y análisis de costos relacionados a los servicios industriales (Energía, Vapor, gas), seguimiento, control y cierres de las ordenes de mantenimiento mediante el software SAP modulo PM, gestion de nómina y programación de turnos, análisis de costos de horas extras y por último, creación y presentación de solicitudes de pedidos de servicios o de material mediante el sistema SAP.

	Informe de Prácticas Profesionales como Opción de Grado	
---	--	---

11. BIBLIOGRAFÍA

- Baluch, N. (2016). Evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento: medición de la efectividad general de los equipos en las plantas de beneficio de aceite de palma de Malasia. *Revista Palmas*, 37, 69-78.
- Cardozo, S., Sánchez, Y., & D'Armas, H. (2011). Tratamiento de agua para la generación de vapor con un sistema de suavizado y dosificación de productos químicos. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2(7), 35-50.
- Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en confiabilidad. *Gran Bretaña: Aladon Ltda.*
- ISO 9001 – 2015, ítem 8 (Operación) <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/8-5-produccion-y-provision-del-servicio/>
- Aguilar-Otero, J. R., Torres-Arcique, R., & Magaña-Jiménez, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25(1), 15-26.
- Cabrera Gómez, J., & Guanipa Atacho, F. (2010). Estudio y propuestas de solución para fallos recurrentes en bombas centrífugas horizontales. *Ingeniería Mecánica*, 13(2), 32-38.