



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

MEJORA DEL PROCESO DE FIABILIDAD DEL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES Y MANTENIMIENTO EN OCP ECUADOR MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS
DE FALLA.

Autora

Thalia Elizabeth Reyes Poveda

Año
2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

MEJORA DEL PROCESO DE FIABILIDAD DEL DEPARTAMENTO DE
OPERACIONES Y MANTENIMIENTO EN OCP ECUADOR MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS
DE FALLA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniera en Producción Industrial

Profesora Guía

Mgt. Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Autora

Thalia Elizabeth Reyes Poveda

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un adecuado desarrollo de tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Natalia Alexandra Montalvo Zamora
Magister en Seguridad, Salud y Ambiente.
CI: 1803540598

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

Christian Leonardo Chimbo Naranjo

Magister en Docencia Universitaria en Ciencias de la Ingeniería.

CI: 1802719581

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Thalia Elizabeth Reyes Poveda

CI: 1717006975

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a Dios y a mis papas por ser siempre mi apoyo y luz durante este camino, cada uno de mis logros se los debo a ellos.

De igual forma quiero dar un agradecimiento muy especial a Natalia Montalvo y Christian Chimbo por toda su paciencia y la colaboración que me han dado para lograr culminar este largo trabajo.

Y finalmente quiero agradecer a todos mis amigos por todo su apoyo y los gratos momentos compartidos que han hecho esta experiencia, la más hermosa, gratificante y divertida posible.

Thalia R.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor a mis padres Rosa Poveda y Juan Carlos Reyes, a mi hermanita Melissa y mis abuelitas Judith y Rosa por llenarme siempre de mucho amor y brindarme la motivación y apoyo necesarios durante esta y todas las etapas de mi vida, son mi bendición más grande.

De igual manera a mis amigas, amigos y a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron en este proceso y formaron parte del mismo brindándome su apoyo y compartiendo conmigo el camino.

En memoria de Alejandro Gómez mi caballerito que desde el cielo es la luz que ilumina mi vida.

Thalia R.

RESUMEN

En la actualidad existen varias herramientas y metodologías que permiten a las empresas estudiar los procesos, evaluarlos y generar información necesaria para poder mejorarlos continuamente y hacerlos competitivos según las necesidades del entorno que cambian constantemente.

El presente estudio se ha realizado en la empresa transportadora de crudo OCP Ecuador y se ha enfocado exclusivamente en la mejora del proceso de Fiabilidad que se encarga del mantenimiento general del oleoducto. Con este objetivo se ha levantado la información necesaria para determinar el nivel de desempeño de las actividades que se ejecutan en el mismo, lo que permitió centrarse en el análisis de las tareas que necesitan mayor atención, y así es como con la totalidad de la información obtenida se procedió a definir una propuesta de plan de mejora cuyo objetivo es elevar el desempeño del proceso en general.

ABSTRACT

At the present time, there are several tools and methodologies that allow the industries to study the processes, evaluate them and generate the necessary information to be able to improve them continuously and make them competitive according to the needs of a constantly changing business environment.

The present study has been carried out in the oil transportation company OCP Ecuador and has focused exclusively on the improvement of the Reliability process that is in charge of the general maintenance of the oil pipeline. With this main objective, the necessary information has been collected to determine the level of performance of the activities that are executed in the process, which allowed to focus on the analysis of the tasks that need more attention, and that is how with all the information obtained we proceeded to define a proposal of an improvement plan whose objective is to increase the performance of the process in general.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
2. MARCO REFERENCIAL	5
2.1 Gestión por procesos.....	5
2.1.1 Proceso.....	5
2.1.2 Mapa de Procesos	6
2.1.2.1 Tipo de procesos	7
2.1.3 Caracterización de Procesos SIPOC	8
2.1.4 Diagramación BPMN	9
2.2 Kaizen	11
2.2.1 Pareto	12
2.3 AMEF	13
2.3.1 Elementos y estructura	14
2.3.2 Análisis de fallos potenciales	14
2.3.3 Análisis de efectos potenciales.....	14
2.3.4 Análisis de causas potenciales	15
2.3.5 Análisis de Controles	15

2.3.6	Análisis de riesgos	15
2.3.6.1	Severidad	15
2.3.6.2	Ocurrencia	16
2.3.6.3	Detección.....	17
3.	ANALISIS Y DESARROLLO DE METODOLOGIA	18
3.1	Análisis de la situación actual	18
3.1.1	Descripción del Proceso de Fiabilidad	19
3.1.1.1	Planificación del Mantenimiento	20
3.1.1.2	Ejecución del Mantenimiento.....	21
3.1.1.3	Monitoreo e Inspección.....	23
3.1.1.4	Análisis de fallas y mantenimiento.....	24
3.1.2	Encuesta de desempeño	25
3.2	Recopilación de Información.....	35
3.2.1	Mapa de procesos de la empresa.....	35
3.2.2	Diagramación de levantamiento de subprocesos	35
3.2.3	Aplicación de caracterización de subprocesos	35
3.3	Estudio de trabajo	36
3.3.1	Aplicación de Pareto	36
3.3.1.1	Análisis de resultados.....	38
3.3.2	Análisis de Modos y Efectos de falla.....	48
4.	PROPUESTA DE MEJORA	50
4.1	Propuesta Planificación del Mantenimiento	50
4.2	Propuesta Ejecución del Mantenimiento	52
4.3	Propuesta Monitoreo e Inspección	53

4.4	Propuesta Análisis de fallas y mantenimiento.....	54
5.	ANÁLISIS ECONOMICO	55
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
6.1	Conclusiones	59
6.2	Recomendaciones.....	60
	REFERENCIAS	61
	ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de severidad AMEF	16
Tabla 2. Tabla de ocurrencia AMEF	17
Tabla 3. Tabla de detección AMEF	18
Tabla 4. Actividades Subproceso de Planificación	21
Tabla 5. Actividades Subproceso de Ejecución.....	22
Tabla 6. Actividades Subproceso de Monitoreo e Inspección	23
Tabla 7. Actividades Subproceso de Análisis.....	24
Tabla 8. Resultados pregunta 1	26
Tabla 9. Resultados pregunta 2	27
Tabla 10. Resultados pregunta 3	28
Tabla 11. Resultados pregunta 4	28
Tabla 12. Resultados pregunta 5	29
Tabla 13. Resultados pregunta 6	30
Tabla 14. Resultados pregunta 7	31
Tabla 15. Resultados pregunta 8	32
Tabla 16. Resultados pregunta 9	33
Tabla 17. Tabla de Nivel de Importancia	37
Tabla 18. Tabla de Nivel de Desempeño	37
Tabla 19. Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Planificación .	39
Tabla 20. Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Ejecución.....	41
Tabla 21. Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Monitoreo e Inspección	43
Tabla 22. Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Análisis de fallas y mantenimientos	45
Tabla 23. Tabla costo hora-hombre	56
Tabla 24. Tabla Número de colaboradores por proceso	56
Tabla 25. Tabla de Número de colaboradores del Subproceso de Ejecución por estación	56
Tabla 26. Cálculo de costos de capacitación	57
Tabla 27. Calculo de Modificaciones de software	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos principales de un proceso.....	6
Figura 2. Mapa de Procesos	7
Figura 3. SIPOC	9
Figura 4. Elementos diagrama BPMN	10
Figura 5. Ciclo de Deming	12
Figura 6. Diagramación BPMN Proceso de Fiabilidad	20
Figura 7. Porcentajes de respuesta pregunta 1.....	26
Figura 8. Porcentajes de respuesta pregunta 2.....	27
Figura 9. Porcentajes de respuesta pregunta 3.....	28
Figura 10. Porcentajes de respuesta pregunta 4.....	29
Figura 11. Porcentajes de respuesta pregunta 5.....	30
Figura 12. Porcentajes de respuesta pregunta 6.....	31
Figura 13. Porcentajes de respuesta pregunta 7.....	32
Figura 14. Porcentajes de respuesta pregunta 8.....	33
Figura 15. Porcentajes de respuesta pregunta 9.....	34
Figura 16. Diagrama de Pareto Planificación del mantenimiento	40
Figura 17. Diagrama de Pareto Ejecución del mantenimiento	42
Figura 18. Diagrama de Pareto Monitoreo e Inspección	44
Figura 19. Diagrama de Pareto Análisis de fallas y mantenimientos.....	47

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la actualidad la necesidad de optimizar los procesos en un mercado en constante desarrollo es una parte fundamental en la industria para llevar a cabo procesos de calidad flexibles al cambio que permitan alcanzar las metas establecidas con la cantidad ideal de recursos invertidos y en los plazos requeridos. El avance en la creación de distintas herramientas aplicables que permiten mayor control de los procesos, ha llevado cada vez a más organizaciones a implementarlas en busca de mejoras en el desempeño y resultados en sus procesos, este es el caso de OCP Ecuador S.A.

OCP Ecuador S.A es una empresa privada ecuatoriana, que opera desde 2003 el oleoducto de crudos pesados. Es el segundo oleoducto que opera en Ecuador y está exclusivamente destinado al transporte de crudo de 18 a 24 grados API. Tiene la capacidad de transportar un volumen de 450.000 barriles por día, actualmente transporta un promedio superior de 130.000 barriles al día. El oleoducto cuenta con una infraestructura con una extensión total de 485 kilómetros, a lo largo de ella cuenta con 4 estaciones de bombeo, 2 estaciones de reducción de presión y 1 Terminal Marítimo.

La prioridad fundamental de la empresa es la seguridad en la operación del oleoducto para salvaguardar la integridad de las personas y del entorno, con este objetivo se ha consolidado una organización fuerte cuya misión es contribuir con el desarrollo del país, a través de una operación de transporte de crudo confiable, segura, eficiente y comprometida con el ambiente.

En el ámbito organizacional se cuentan con 11 procesos y 5 funciones, entre los procesos se encuentran: Gestión estratégica, Gestión integral de riesgos, servicio de transporte de crudo, gestión de la fiabilidad, cadena de abastecimiento, gestión de proyectos, capacidades tecnológicas, salud seguridad y ambiente, proceso de

servicios, talento humano, gestión financiera y entre las funciones se encuentran: Gestión judicial, comunicaciones, riesgos físicos, respuesta a emergencias, responsabilidad social.

El siguiente trabajo de titulación se ha enfocado exclusivamente en la mejora de la calidad y desempeño del proceso de fiabilidad, el cual abarca cuatro subprocesos claves:

- Planificación del Mantenimiento: Aquí se presupuestan los costos de mantenimiento y se programan las órdenes de trabajo preventivas y predictivas.
- Ejecución del Mantenimiento: En este subproceso se ejecutan las órdenes de trabajo abiertas y se generan informes de las mismas.
- Monitoreo e Inspección: Se definen técnicas de monitoreo según los requerimientos de los activos y del proceso y se generan análisis estadísticos del funcionamiento de los activos monitoreado.
- Análisis de fallas y mantenimiento: Donde se evalúa y realiza un análisis de costo riesgo beneficio de los problemas encontrados con el objetivo de establecer acciones y recomendaciones.

Por todas las responsabilidades y actividades que abarca el proceso de fiabilidad se establece que es un proceso fundamental en la empresa que se encarga de entregar activos físicos disponibles y confiables que permiten el transporte seguro de crudo, por lo cual es esencial garantizar su correcto funcionamiento y su mejora continua, para lo cual se ha tomado como principal metodología a aplicarse el análisis de modos y efectos de falla.

Mediante la aplicación de esta metodología se pretende reducir los focos de ineficiencia a lo largo del proceso, tomando como punto de referencia las actividades que se realizan en cada subproceso y el valor entregado a los clientes de Fiabilidad los cuales son, servicio de transporte, cadena de abastecimiento y gestión de proyectos.

El análisis de modos y efectos de falla es una herramienta que se desprende de la metodología de manufactura esbelta, cuyo objetivo principal es reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso y los efectos que estas puedan ocasionar, para de esta forma identificar acciones que pueden eliminar o mitigar la posibilidad de que dichas fallas potenciales ocurran.

1.2 Alcance

El presente trabajo comprende el proceso de Fiabilidad, el cual abarca cuatro subprocesos: planificación de la fiabilidad, ejecución de mantenimiento, monitoreo y análisis de los problemas encontrados. Este estudio se pretende identificar oportunidades de mejora que ayuden a tener un mayor control y cumplimiento de las actividades que se realizan, creando un plan de acción mediante la aplicación del análisis de modos y efectos de falla y otras herramientas.

1.3 Justificación

OCP Ecuador, empresa dedicada al transporte de crudo pesado desde la provincia Sucumbíos donde se ubica la primera estación de bombeo llamada Terminal Amazonas, hasta la provincia de Esmeraldas en Terminal Marítimo donde se almacena el crudo transportado para posteriormente ser despachado a buques petroleros, comenzó con la implementación de Gestión por Procesos hace aproximadamente 2 años y medio, la cual ha tenido un lento avance debido a la falta de lineamientos y definición de límites en las responsabilidades de los procesos que conforman el servicio ofrecido por la empresa.

Uno de los procesos en la empresa es el Proceso de Fiabilidad el cual abarca cuatro subprocesos: Planificación de la Fiabilidad, Ejecución del Mantenimiento, Monitoreo de activos en la operación y Análisis de problemas encontrados, siendo el ultimo subproceso el que mayor problemas genera ya que este debe dar como

resultado un análisis costo-riesgo-beneficio de fallas de equipos críticos, lo cual a su vez debe derivar en la creación de órdenes de trabajo predictivas, esta labor no se realiza, por lo tanto en el plan de mantenimiento predominan las ordenes de trabajo preventivas y correctivas lo que en algunos casos deriva en altos costos de mantenimiento.

La relación que mantiene el proceso de Fiabilidad con sus clientes internos indirectos, que son los procesos de gestión de proyectos y gestión de cadena de abastecimiento también son puntos clave en la mejora de proceso, ya que las actividades realizadas por parte de estos procesos no tienen límites definidos, lo que genera demora en la compra de repuestos y por lo tanto demora en la ejecución de órdenes de trabajo, que ya han sido planificadas.

Mediante el uso de la herramienta de AMEF se pretende obtener los siguientes beneficios, identificación y definición de controles para actividades del proceso que no se estén llevando a cabo, mejoras en las relaciones con los clientes directos mediante la identificación de fallas potenciales, mejora y control del subproceso de análisis de problemas encontrados y principalmente la optimización del presupuesto, asegurando siempre el cumplimiento de los indicadores del proceso.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar una propuesta de mejora para el proceso de fiabilidad atacando los posibles modos de falla que se encuentren a lo largo de la revisión de los subprocesos, para de esta forma controlar que las actividades establecidas se cumplan y aporten valor al servicio final.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Levantar y realizar el modelamiento de los subprocesos de fiabilidad determinando las respectivas actividades que se llevan a cabo.
- Determinar los requisitos del proceso a través de las necesidades de los clientes mediante una caracterización de procesos
- Determinar el nivel de desempeño de cada subproceso y sus actividades
- Definir la ocurrencia, severidad y capacidad de detección de fallas potenciales de las actividades con menor desempeño en el proceso, para hacer el cálculo y análisis de NPR
- Definir un plan de acción para atacar las posibles fallas potenciales y mejorar el nivel de desempeño.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Gestión por procesos

La gestión por procesos es una forma diferente de gestionar una organización, dejando a un lado la clásica organización funcional y teniendo un enfoque en procesos como elemento clave en la mejora significativa de las organizaciones en todas sus áreas, con el objetivo principal de cumplir con los objetivos establecidos y obtener los resultados esperados.

2.1.1 Proceso

“Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan entre sí, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (ISO, 9000:2008, p. 7)

Además, para poder considerar un proceso este deber tener un objetivo, un propietario, alcance, entrada, salida, secuencia de actividades e indicadores.



Figura 1. Elementos principales de un proceso

2.1.2 Mapa de Procesos

Un mapa de procesos es un inventario gráfico de los procesos existentes en una organización que permite diagramar de tal manera que se evidencie la cadena de valor que transforma los insumos en valor agregado para el cliente.

Al mismo tiempo relaciona el propósito de la organización con los procesos que la gestionan, convirtiéndola en una herramienta didáctica cuya aplicación sirve de consenso y aprendizaje.

“Funciona a manera de inventario gráfico de los procesos en una organización, mostrando adicionalmente la interrelación entre ellos y con el exterior. Para su construcción primero se debe contar con el apoyo y consenso de la organización seguido de un análisis de los procesos. Posteriormente la empresa se centra en los procesos operativos y los relaciona en secuencias ordenadas.” (Zaratiegui, 1999, p. 85)

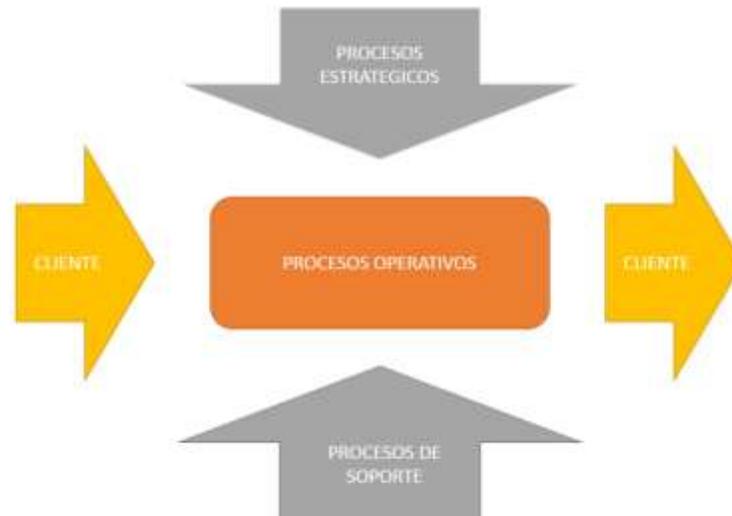


Figura 2. Mapa de Procesos

2.1.2.1 Tipo de procesos

En el mapa de procesos se identifican tres tipos de procesos según su objetivo:

- **Procesos operativos/clave:** Son aquellos que están directamente ligados al servicio que presta la organización por lo tanto están orientados al cliente y sus requisitos, sus actividades se centran en el aporte de valor, siendo su objetivo final la satisfacción de cliente.
- **Procesos estratégicos/gobernantes:** Este tipo de procesos son los establecidos por la alta dirección que dan los lineamientos para operar el negocio y como crear valor tanto para el cliente como para la organización. Soportan la toma de decisiones de planificación, estrategias y mejoras, proporcionando directrices y definiendo los límites de participación de los demás procesos.
- **Procesos de soporte/apoyo:** Son los procesos que sirven de soporte a los procesos claves, sin ellos no serían posible la materialización de los procesos clave y estratégicos. Son procesos determinantes para conseguir

los objetivos de los procesos dirigidos a cubrir las necesidades y expectativas de los clientes.

2.1.3 Caracterización de Procesos SIPOC

SIPOC (supplier-proveedor, input-entrada, process-proceso, output-salida, customer-cliente) por su acrónimo en inglés es un diagrama que provee una vista macro del proceso y nos permite analizarlo de una manera más detallada reconociendo proveedores, así como también identificando todas las entradas y salidas del proceso, además de determinar los clientes relacionados con cada actividad del proceso. Sus elementos se definen:

- Proveedor: Persona que aporta recursos al proceso.
- Entradas: Todo lo que se requiere para llevar a cabo las actividades del proceso, pueden ser información, materiales.
- Proceso: Conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, agregando valor al producto o servicio final.
- Salidas: Es el producto o el servicio final resultado de las actividades realizadas.
- Cliente: Es la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es siempre cumplir con sus requerimientos y alcanzar su satisfacción.

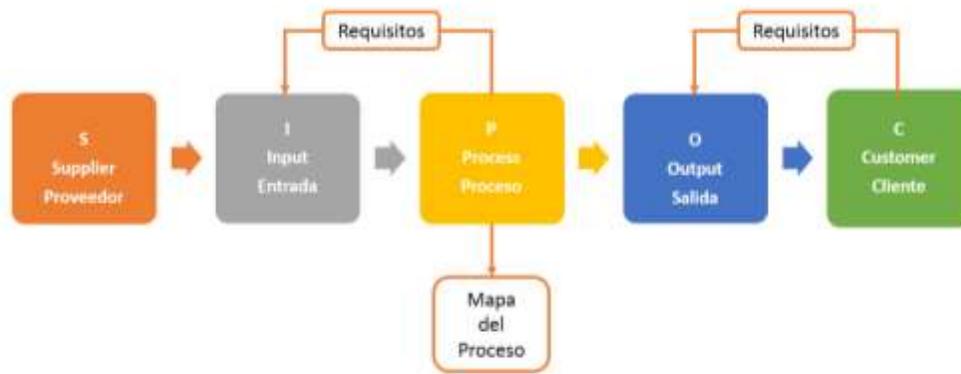


Figura 3. SIPOC

2.1.4 Diagramación BPMN

BPMN (Business Process Modeling Notation) es el estándar para el modelado de procesos, es una notación a través de la cual se representan los procesos mediante un diagrama de procesos de negocio (BPD).

Este estándar agrupa la planificación y gestión del flujo de trabajo y adicionalmente el modelado y la arquitectura.

- Algunas de sus principales características son:
- Utiliza lenguaje grafico común.
- Integra las funciones de la empresa.
- Combina el negocio y las capacidades del software para optimizar los procesos.

Cuando las actividades y tareas están adecuadamente diseñadas, quiere decir que están interrelacionadas e integradas para cumplir un objetivo único y común. Agregando valor al resultado. Adicionalmente se da siempre en un tiempo y espacio determinado y consume recursos.

Al graficar el proceso se presenta la oportunidad de observar su funcionamiento, flujo y la relación de todas sus actividades, facilitando el trabajo de identificación de errores, correcciones y mejoramiento.

Para diagramar se requieren varios elementos que se dividen en tres principales grupos:

- **Eventos:** Ocurre en el proceso, existen eventos de inicio, eventos intermedios que pueden detener la continuidad de las actividades y eventos de fin que detienen por completo el flujo.
- **Actividades:** Son la representación de lo que se está realizando en el flujo del proceso, existen tareas y subprocessos.
- **Compuertas:** Se utilizan para controlar la divergencia o la convergencia del flujo del proceso, por medio de estos elementos se puede tomar decisiones y verificar la continuidad del proceso.



Figura 4. Elementos diagrama BPMN

2.2 Kaizen

El significado de la palabra Kaizen es mejoramiento continuo, se deriva de los términos japoneses Kai que significa cambio y Zen que significa bueno, esta filosofía se compone de varios pasos que nos permiten analizar variables críticas del proceso y buscar su mejora diariamente con la ayuda de equipos multidisciplinarios de colaboradores.

Esta filosofía pretende tener una mejor calidad y reducción de costos con simples modificaciones diarias.

Al hacer Kaizen los trabajadores van mejorando los estándares de la empresa llevándolos a un muy alto nivel y con esto poder alcanzar los objetivos determinados. Es por esto que es importante que los estándares nuevos creados por mejoras o modificaciones sean analizados y contemplen siempre la seguridad, calidad y productividad de la empresa.

La filosofía Kaizen utiliza el Círculo de Deming como herramienta para la mejora continua. Este círculo de Deming también se le llama PDCA por sus siglas en inglés.

- Planear: en esta fase el equipo pone su meta, analiza el problema y define el plan de acción
- Hacer: Una vez que tienen el plan de acción este se ejecuta y se registra.
- Verificar: Luego de cierto tiempo se analiza el resultado obtenido.
- Actuar: Una vez que se tienen los resultados se decide si se requiere alguna modificación para mejorar.

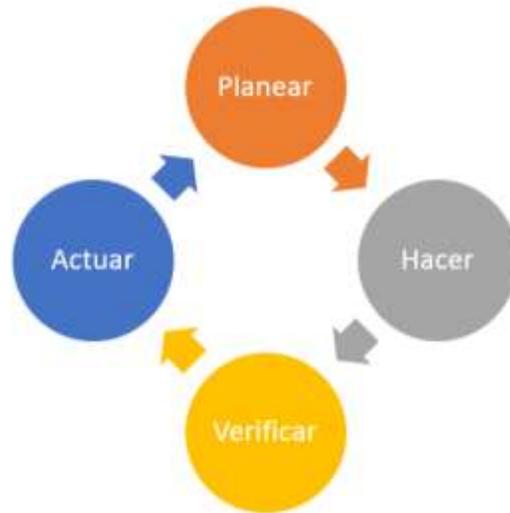


Figura 5. Ciclo de Deming

El kaizen sirve para detectar y solucionar los problemas en todas las áreas de nuestra organización y tiene como prioridad revisar y optimizar todos los procesos que se realizan. Una empresa con esta filosofía tiene como primer ventaja competitiva el estar en un cambio constante para mejorar y tener personal motivado realizando las distintas actividades relacionadas a la metodología.

En el siguiente proyecto se van a utilizar una de las muchas herramientas de metodología Kaizen las cual se describe a continuación.

2.2.1 Pareto

Pareto es un principio también conocido como 80-20, el 80% de los efectos son el producto del 20% de las causas, esta proporción determinada permite identificar con facilidad la parte esencial a mejorar de una actividad, o en este caso a aplicar, de un proceso.

Este principio se materializa aplicándolo mediante una herramienta gráfica como es el diagrama del mismo nombre, en el cual podemos identificar los problemas más relevantes que ocasionan el mayor porcentaje de error en un proceso.

Aplicando el Diagrama de Pareto identificamos la existencia de pocos problemas vitales y muchos triviales, lo cual nos permite enfocarnos en problemas realmente graves dejando a un lado los problemas que no tienen mayor influencia en el producto final.

La gráfica es útil al permitir identificar visualmente las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera enfocar todos los recursos necesarios para llevar a cabo acciones correctivas sin tener que malgastar esfuerzos y recursos.

2.3 AMEF

AMEF (Análisis de modos y efectos de falla) es una metodología analítica y preventiva de actividades sistematizadas que tienen como principales objetivos:

- Reconocer y evaluar fallas potenciales y sus efectos
- Identificar acciones para reducir o eliminar las probabilidades de fallas potenciales
- Establecer un sistema de priorización para acciones preventivas y o correctivas
- Documentar el proceso completo y los hallazgos del análisis

Mediante la aplicación de un AMEF se facilita el poder encontrar áreas de mejora en el proceso, reduciendo costos evitando cualquier tipo de error que pueda presentarse buscando siempre un incremento de la confiabilidad tanto del servicio o producto que se oferte como de la personas que interviene en el mismo.

Existen tres tipos de AMEF que tienen distintos enfoques según lo que se requiera:

- AMEF de sistema (S-AMEF): Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema
- AMEF de diseño (D-AMEF): Reduce los riesgos por errores en el diseño de un producto, herramientas o maquinaria estándar.
- AMEF de procesos (P-AMEF): Revisa los procesos para encontrar posibles fuentes de error.

2.3.1 Elementos y estructura

En el caso de un P-AMEF, lo principal es definir el proceso en el cual se va a aplicar la herramienta, los elementos se determinan utilizando las actividades que se desarrollan en el mismo, con esta información se obtiene una estructura y los componentes a ser analizados.

2.3.2 Análisis de fallos potenciales

En esta primera etapa se determina los modos de falla potenciales es decir, la manera en que un proceso falla al cumplir los requerimientos, analizando cuales son los posibles sucesos que puedan salir mal con respecto a la actividad o componente analizado.

2.3.3 Análisis de efectos potenciales

El determinar los efectos potenciales se describe en términos de lo que percibe el cliente, a quien impacta la falla, analizando las consecuencias de las fallas potenciales anteriormente determinadas.

2.3.4 Análisis de causas potenciales

Las causas potenciales se determinan analizando el cómo podría ocurrir la falla, los factores o sucesos que podrían ocasionar la falla potencial.

2.3.5 Análisis de Controles

Se identifican los controles actuales que existen con el objetivo de detectar o prevenir la causa de la falla o el modo de falla.

2.3.6 Análisis de riesgos

La evaluación de riesgos se da mediante el análisis de tres fuentes, severidad, ocurrencia y detección, factores mediante los cuales se calcula el NPR (Número de prioridad de riesgo) con el objetivo de priorizar las causas sobre las cuales se implementaran acciones con el objetivo de evitar que se presenten los modos de falla identificados, reducir su ocurrencia y aumentar su capacidad de detección.

$$\text{NPR} = \text{S} \cdot \text{O} \cdot \text{D} \qquad \text{(Ecuación 1)}$$

2.3.6.1 Severidad

Es el primer paso para el análisis de riesgos es cuantificar la severidad de los efectos, estos son evaluados en una escala del 1 al 10, mediante la siguiente tabla de ponderación:

Tabla 1.

Tabla de severidad AMEF

Severidad	Ponderación	Descripción
Muy baja	1-2	Lo más seguro es que el cliente no note el error
Baja	3-4	El cliente notará solo una pequeña desviación
Media	5-6	El cliente notara la desviación y está insatisfecho
Alta	7-8	El cliente recibe un producto que está fuera de especificación y está muy insatisfecho
Muy alta	9-10	Podría presentarse riesgos de seguridad con el cliente o situaciones legales

Tomada de la política de gestión de riesgos de OCP Ecuador, 2015, p.4

Luego de que los efectos y la severidad han sido listadas, se deben de identificar las causas de los modos de falla.

2.3.6.2 Ocurrencia

Una vez identificadas las causas de los modos de falla estas son evaluadas en términos de ocurrencia, mediante la siguiente tabla de ponderación:

Tabla 2.

Tabla de ocurrencia AMEF

Ocurrencia	Ponderación	Descripción
Sin cuidado	1-2	El error se presenta en muy raras ocasiones (<1 por cada 1,000,000)
Poca	3-4	El error se presenta pocas veces (<1 por cada 100,000)
Media	5-6	El error se presenta a menudo (<1 por cada 1,000)
Alta	7-8	El error se presenta con regularidad (<1 por cada 40)
Muy alta	9-10	El error es casi inevitable (<1 por cada 8)

Tomada de la política de gestión de riesgos de OCP Ecuador, 2015, p.4

Ocurrencia se define como la probabilidad que una causa particular ocurra y tenga como resultado un modo de falla.

Una vez definida la probabilidad de ocurrencia se establecen controles que previenen o detectan que ocurran los modos de falla.

2.3.6.3 Detección

En la detección se evalúa la probabilidad de que los controles del proceso detecten el modo de fallas antes de que el producto o servicio llegue al cliente.

Tabla 3.

Tabla de detección AMEF

Detección	Ponderación	Descripción
Muy baja	1-2	Lo más probable es que el error no se detecte
Baja	3-4	Solo hay una pequeña probabilidad de que el error se detecte
Media	5-6	Hay una probabilidad de que el error se detecte
Alta	7-8	Hay una buena probabilidad de que el error se detecte
Muy alta	9-10	Se detecta el error

Tomada de la política de gestión de riesgos de OCP Ecuador, 2015, p.5

3. ANALISIS Y DESARROLLO DE METODOLOGIA

3.1 Análisis de la situación actual

Para el siguiente estudio se ha considerado la información que se ha podido recolectar por medio de la documentación existente, tanto del proceso de fiabilidad como de sus cuatro subprocesos.

Con el fin de complementar la información recolectada se han aplicado distintos recursos como herramientas y metodologías tanto para la obtención de datos como para la obtención de resultados que nos ayuden a cumplir con los objetivos planteados.

3.1.1 Descripción del Proceso de Fiabilidad

El proceso cumple actualmente con el deber de mantener los activos disponibles para la correcta y eficiente operación del oleoducto, de manera que no se produzcan efectos adversos por consecuencia de sus actividades tanto a sus propietarios, empleados, medio ambiente como también a la comunidad.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es la base para la planificación de mantenimiento de los equipos rotativos y la integridad es la base para la planificación de los equipos estáticos.

Las órdenes de trabajo (OTs) son determinadas y siguen lineamientos según los niveles de riesgo aceptados por OCP Ecuador S.A.

Las herramientas y equipos de medición y contrastación tienen certificaciones de calibración vigentes y emitidas por órganos calificados y son adquiridos de acuerdo a las necesidades de los planes de mantenimiento y operación.

Su inventario garantiza la disponibilidad y confiabilidad de la operación del oleoducto y de los sistemas que conforman el mismo, al igual toda la información relacionada con las actividades de mantenimiento de los equipos son almacenadas en el sistema administrador de mantenimiento (EAM) y está disponible para su análisis y generación de reportes requeridos.

La documentación relacionada con el proceso es revisada anualmente o en el caso que se presenten nuevos factores de riesgo, cambios o modificaciones en procesos o instalaciones.

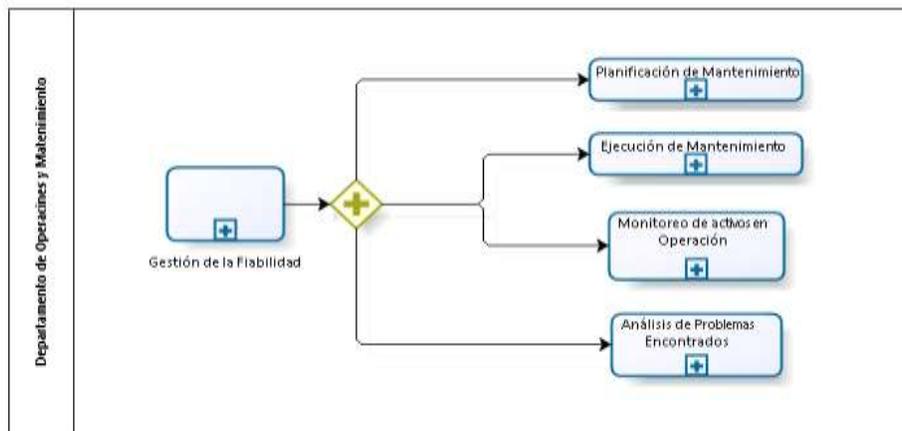


Figura 6. Diagramación BPMN Proceso de Fiabilidad

3.1.1.1 Planificación del Mantenimiento

Los objetivos con los que cumple actualmente este subproceso es la estandarización de las actividades del mantenimiento de activos, además de definir y mantener actualizados los planes de mantenimiento, los cuales tienen que responder a las metas definidas en la política del proceso Gestión de la Fiabilidad, ver anexo 2.

A su vez este subproceso se encarga de presupuestar los gastos anuales del proceso, basándose en el plan de mantenimiento definido, cuenta con 2 macro actividades que a su vez se dividen en 12 actividades:

Tabla 4.

Actividades Subproceso de Planificación

N°	Macro Actividades	Actividades
1	Planificación Táctica	Actualizar (elaborar) la estrategia de mantenimiento
2		Seguimiento de la eficacia y eficiencia de los subproceso y el proceso
3		Consolidar las buenas prácticas en los mantenimientos existentes
4		Elaboración de planes de mantenimiento anual
5	Planificación Operativa	Elaboración de planes de mantenimiento
6		Coordinación de trabajos con proveedores
7		Gestionar la trazabilidad de los activos
8		Elaboración de procedimientos e instructivos
9		Carga del plan de mantenimiento
10		Elaboración de planes de monitoreo
11		Soporte a la programación operativa del mantenimiento
12		Realizar ajustes a los planes de mantenimiento por fallas en la operación y durante emergencias

Este subproceso cuenta con un procedimiento documentado, ver anexo 3.

3.1.1.2 Ejecución del Mantenimiento

Este subproceso se encarga de estandarizar las actividades en la ejecución del mantenimiento de los activos, ejecutar los mantenimientos de los activos que

ayuden a alcanzar las metas en confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y niveles aceptables de riesgos

Gestiona la disponibilidad de los recursos para la ejecución de mantenimientos en las fechas y plazos planificados de los trabajos, se generan informes de modos, mecanismos y causas de falla según se aplique con el objetivo de recolectar información para la retroalimentación de mantenimientos y condiciones de equipos. Se conforma de 3 macro actividades las cuales a su vez se dividen en 12 actividades:

Tabla 5.

Actividades Subproceso de Ejecución

N°	Macro Actividades	Actividades
1	Programación del mantenimiento	Gestión de la OT: materiales, repuestos, recursos de personal
2		Realización de una solicitud de trabajo
3		Asignación de recursos
4	Realización del mantenimiento	Ejecución del mantenimiento
5		Fiscalización del mantenimiento
6		Informes de cierre de OT
7		Codificación de fallas para OT correctivas
8	Adaptación de tecnología	Identificación de obsolescencia de un activo
9		Generación de pedido de reposición de un activo
10		Generación de herramientas puntuales para la ejecución de un mantenimiento
11		Identificación de oportunidades de mejora
12		Ejecutar los cambios operativos de mejora

Este subproceso cuenta con un procedimiento documentado, ver anexo 4.

3.1.1.3 Monitoreo e Inspección

El monitoreo e inspección se encarga de estandarizar las actividades que se llevan a cabo en el subproceso además de monitorear e inspeccionar los activos con el objetivo de detectar de manera oportuna y temprana fallas incipientes. Cuenta con 2 macro actividades que se dividen en un total de 13 actividades:

Tabla 6.

Actividades Subproceso de Monitoreo e Inspección

N°	Macro Actividades	Actividades
1	Definición de técnica de monitoreo	Aplicación del plan operativo de monitoreo
2		Revisión de la validez de la calibración de equipos
3		Aplicación del monitoreo continuo
4		Aplicación del monitoreo por frecuencias
5		Aplicación de la inspección por fallas ocultas
6		Aplicación de la inspección operativa
7		Aplicación de la inspección de parámetros críticos
8	Realización del análisis estadístico	Comparación de parámetros con valores normalizados
9		Envío de alertas por desviaciones de umbrales normalizados
10		Registro de toma de datos y discretización de los mismos
11		Elaboración de informes de monitoreo e inspección
12		Seguimiento de indicadores de control de mantenimiento
13		Elaborar el reporte de nivel de criticidad

Este subproceso cuenta con un procedimiento documentado, ver anexo 5.

3.1.1.4 Análisis de fallas y mantenimiento

La principal función es de igual forma la estandarización de las actividades del mismo. Es un subproceso clave para la optimización de recursos, ya que por medio de la realización de análisis de fallas y de mantenimientos se busca encontrar las causas de las fallas, identificando oportunidades de mejora de las frecuencias en la ejecución tanto de manteamientos preventivos como de predictivos, así como tomar acciones correctivas con respecto a los planes de mantenimiento si se considera necesario.

Para el cumplimiento de las labores se realizan cálculos que definan niveles de criticidad o de riesgo para poder definir acciones y recomendaciones. Cuenta con 3 macro actividades que a su vez se dividen en un total de 16 actividades:

Tabla 7.

Actividades Subproceso de Análisis

N°	Macro Actividades	Actividades
1	Evaluación de riesgo	Cálculo de la probabilidad de materialización de la amenaza.
2		Evaluación de las posibles consecuencias
3		Cálculo del riesgo
4		Comparación del riesgo calculado contra el riesgo aceptable
5		Definición de ruta para solución (probabilidad o consecuencia)
6	Análisis Costo-Riesgo-Beneficio	Definición de metodología de análisis
7		Generación de hipótesis
8		Evaluación hipótesis
9		Definición de soluciones
10		Diseño básico de soluciones
11		Cálculo riesgo con soluciones

12		Costo de solución
13		Curva CRB (costo riesgo beneficio)
14		Definición de la solución
15	Establecimiento de acciones y recomendaciones	Desarrollo de la solución a detalle
16		Cálculo del riesgo

Este subproceso cuenta con un procedimiento documentado, ver anexo 6.

3.1.2 Encuesta de desempeño

Como un recurso utilizado para obtener información sobre la percepción del nivel de desempeño del proceso desde el punto de vista de los principales colaboradores del mismo se procedió a realizar una encuesta.

Para la base de la formulación de las preguntas en la encuesta se utilizó el ABCD de excelencia operacional de Oliver Wight, el cual profundiza en el concepto de excelencia operacional a través de cinco puntos:

1. Planeación estratégica
2. Gente y trabajo en equipo
3. Calidad total y mejora continua
4. Desarrollo de nuevos productos
5. Planeación y control

De los cinco puntos enumerados, se tomó de enfoque el punto tres y cinco, los cuales se consideran aplicables al proceso de fiabilidad y a la necesidad de información del que se llevó a cabo, teniendo como producto 10 preguntas de las cuales obtuvimos los siguientes resultados (Anexo 1):

Pregunta 1.

En qué nivel cree usted que las proyecciones financieras desarrolladas por el proceso de gestión de la fiabilidad están enlazadas con los objetivos, estrategias y planes financieros de la empresa:

Tabla 8.

Resultados pregunta 1

Opciones de respuesta	Respuestas
Nada	0%
Poco	0%
Algo	6,67%
Bastante	60,0%
Muchísimo	33,33%
No se	0%

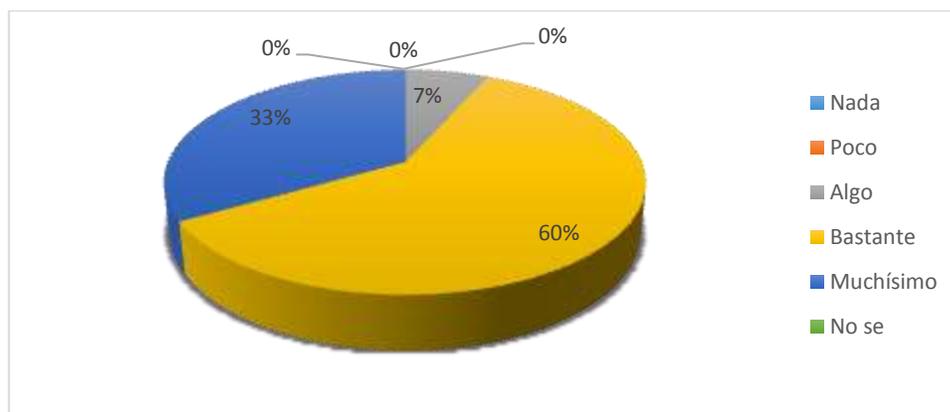


Figura 7. Porcentajes de respuesta pregunta 1

Pregunta 2.

Cree Ud. que existe una actualización continua de los planes de mantenimiento de los activos de acuerdo a su disponibilidad:

Tabla 9.

Resultados pregunta 2

Opciones de respuesta	Respuestas
Nada	0%
Poco	0%
Algo	33,33%
Bastante	46,67%
Muchísimo	20,00%

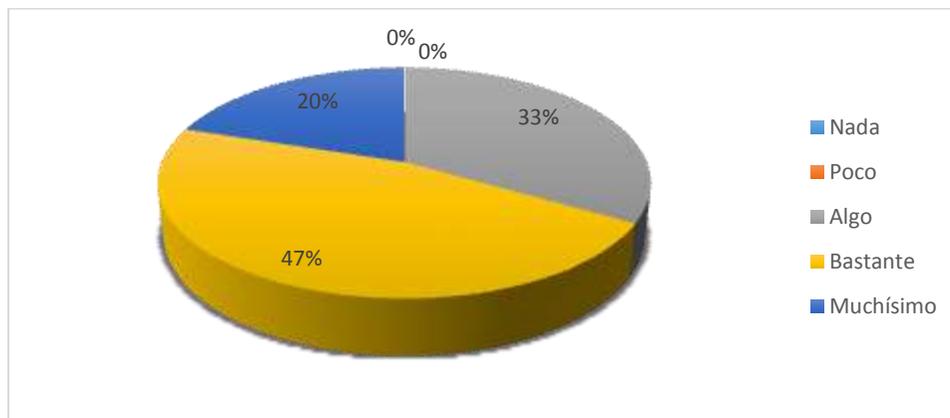


Figura 8. Porcentajes de respuesta pregunta 2

Pregunta 3.

Considera Ud. que las acciones planificadas son específicas y útiles para crear un marco organizativo con el cual trabajar:

Tabla 10.

Resultados pregunta 3

Opciones de respuesta	Respuestas
Si	92,86%
No	7,14%

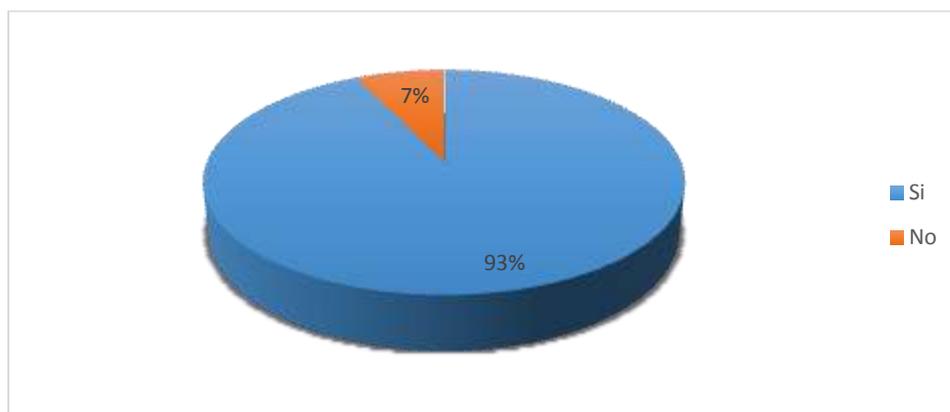


Figura 9. Porcentajes de respuesta pregunta 3

Pregunta 4.

Ud. percibe que las actividades son ejecutadas de manera responsable de acuerdo a los plazos programados:

Tabla 11.

Resultados pregunta 4

Opciones de respuesta	Respuestas
Nada	0%
Poco	0%
Algo	13,33%

Bastante	73,33%
Muchísimo	13,33%

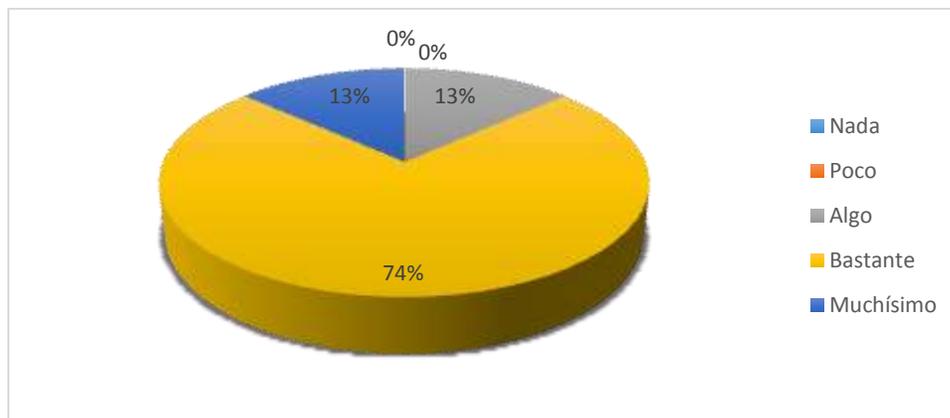


Figura 10. Porcentajes de respuesta pregunta 4

Pregunta 5.

En qué nivel cree usted que se han implementado métodos estandarizados para eliminar variaciones en las actividades del proceso y sus funciones:

Tabla 12.

Resultados pregunta 5

Opciones de respuesta	Respuestas
Nada	0%
Poco	6,67%
Algo	20,00%
Bastante	73,33%
Muchísimo	0,00%

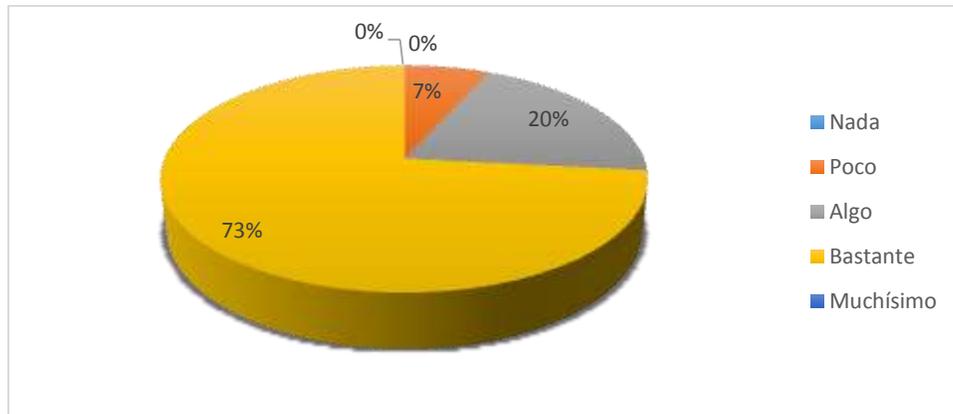


Figura 11. Porcentajes de respuesta pregunta 5

Pregunta 6.

Cree que los planes operativos para lograr mejoras en calidad, tiempo de respuesta y metas en la reducción de costos totales tienen prioridades y responsabilidades claras:

Tabla 13.

Resultados pregunta 6

Opciones de respuesta	Respuestas
Si	92,86%
No	7,14%

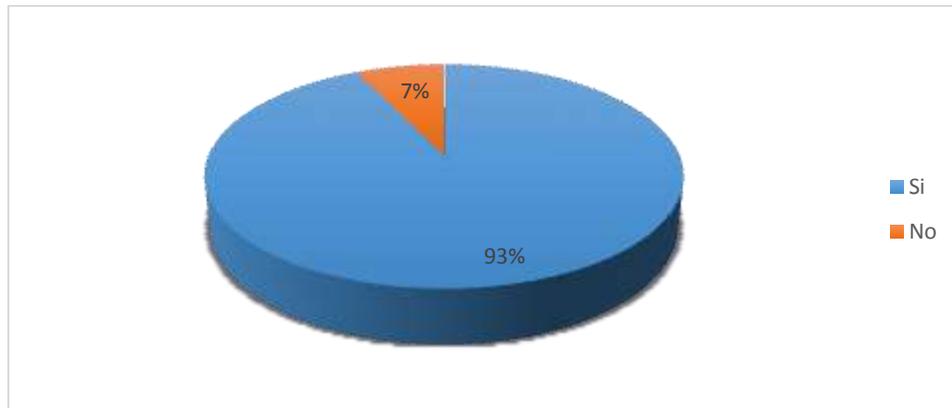


Figura 12. Porcentajes de respuesta pregunta 6

Pregunta 7.

Ud. percibe que los líderes de los subprocesos y actividades reciben reportes útiles y efectivos que permite coordinar el trabajo con sus colaboradores directos, en caso de creer que no sea así indique según su consideración que hace falta:

Tabla 14.

Resultados pregunta 7

Opciones de respuesta	Respuestas
Si	100,00%
No	0,00%

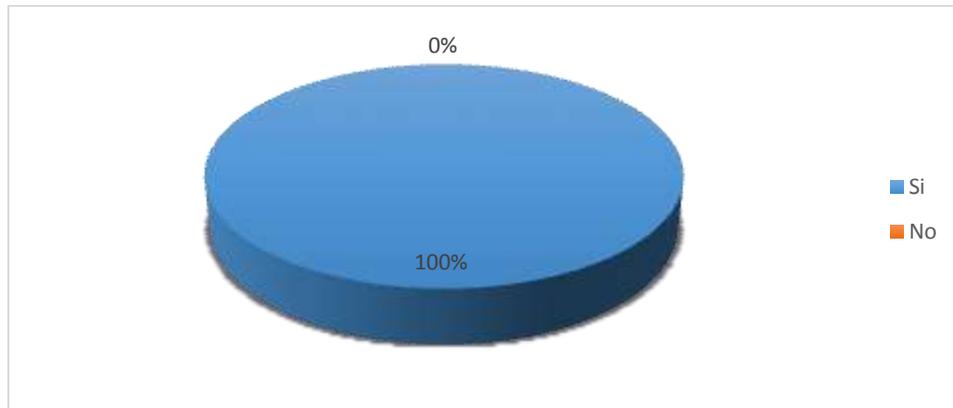


Figura 13. Porcentajes de respuesta pregunta 7

Pregunta 8.

Cree usted que fiabilidad tiene un empleo de un proceso continuo de formación y capacitación para perfeccionar y mejorar el uso de herramientas útiles como técnicas de equipo, procesos integrados de planificación, software, etc.:

Tabla 15.

Resultados pregunta 8

Opciones de respuesta	Respuestas
Nada	0,00%
Poco	0,00%
Algo	53,33%
Bastante	40,00%
Muchísimo	6,67%

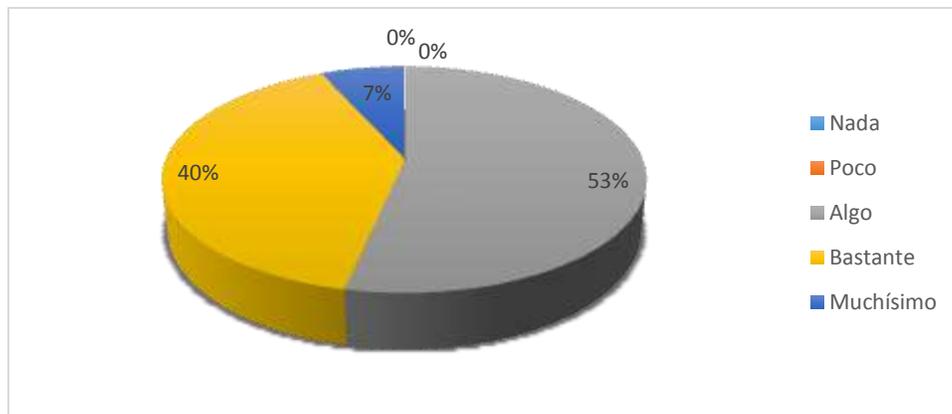


Figura 14. Porcentajes de respuesta pregunta 8

Pregunta 9.

A su consideración en fiabilidad, el establecer metas, medir, vigilar y reportar el grado de satisfacción de los clientes, se aplica:

Tabla 16.

Resultados pregunta 9

Opciones de respuesta	Respuestas
Nada	0,00%
Poco	6,67%
Algo	26,67%
Bastante	60,00%
Muchísimo	6,67%

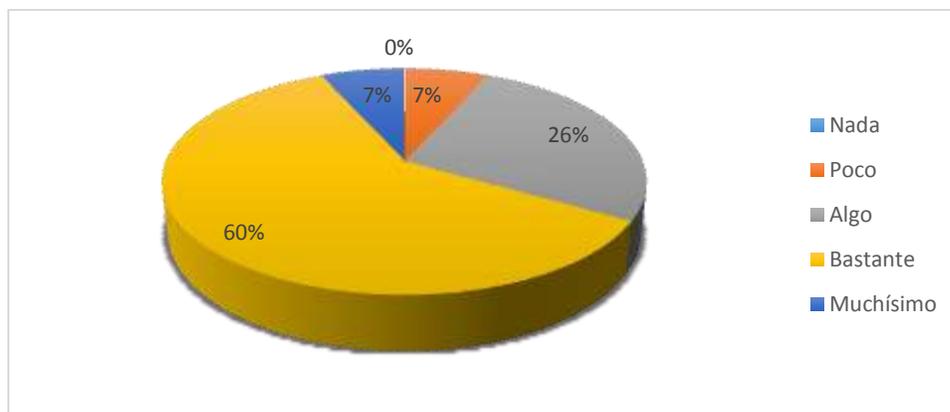


Figura 15. Porcentajes de respuesta pregunta 9

Pregunta 10.

Comparta alguna sugerencia que crea pueda aportar al mejoramiento del proceso de fiabilidad:

Respuesta 01: Compartir buenas prácticas y estandarizar para todas las estaciones.

Respuesta 02: Mejora de liderazgo participativo.

Respuesta 03: Faltan controles de cumplimiento.

Respuesta 04: Bases de datos deben ser muy confiables.

Respuesta 05: Que se socialice a todo el personal y a todo nivel.

Respuesta 06: Revisar plan de mantenimiento más conveniente del equipo a fin de alargar el tiempo de intervención con la mejor relación costo-eficacia.

Respuesta 07: Continuar con aporte para la confiabilidad humana.

Respuesta 08: Mejorar enlaces entre subprocesos.

Respuesta 09: Crear Indicadores de los sub procesos de fiabilidad y que sean medidos por estación.

Respuesta 10: Continuar con la dinamica actual de optimización.

3.2 Recopilación de Información

En esta etapa se obtuvo la mayor información posible de la empresa y del proceso mediante el uso de herramientas de gestión por procesos y diagramación BPMN.

3.2.1 Mapa de procesos de la empresa

Mediante la diagramación BPMN del mapa de procesos de la organización podemos ubicar al proceso de fiabilidad como un proceso de soporte en la organización, el cual brinda el servicio de mantenimiento al proceso operativo de transporte de crudo el cual se encarga de llevar crudo pesado a través de todo el oleoducto, ver anexo 7.

3.2.2 Diagramación de levantamiento de subprocesos

El levantamiento de los cuatro subprocesos pertenecientes a gestión de la fiabilidad se realizó en base a la información ya definida en el proceso y se complementó mediante entrevistas sobre las actividades realizadas a los principales colaboradores de cada subproceso. Ver anexos 8, 9, 10 y 11.

3.2.3 Aplicación de caracterización de subprocesos

Conjuntamente con el levantamiento mediante la caracterización de procesos se definieron todos los elementos que influyen en los cada subproceso así como

también se identificó las entradas y salidas de cada uno. Ver anexos 12, 13, 14 y 15.

3.3 Estudio de trabajo

Para el análisis se aplicó en primera instancia el análisis de Pareto para priorizar actividades y posteriormente se procedió con el análisis de modos y efectos de falla.

3.3.1 Aplicación de Pareto

El análisis se realizó mediante matrices de priorización de las actividades definidas en cada subproceso, elaborada en base a cuatro criterios estratégicos en el desempeño global del proceso:

Criterio 1: Permite garantizar activos disponibles y confiables

Criterio 2: Permite garantizar activos seguros (sin repercusiones en la salud de los colaboradores ni en el ambiente)

Criterio 3: Permite generar información válida y oportuna para alcanzar la eficiencia en el proceso

Criterio 4: Permite generar información que permita el enlace entre subprocesos y ayude a su retroalimentación (EAM)

Cada criterio fue calificado según su nivel de importancia por el superintendente de mantenimiento, principal representante del proceso:

Tabla 17.

Tabla de Nivel de Importancia

NIVEL DE IMPORTANCIA	
4	MUY ALTA
3	ALTA
2	MEDIANA
1	BAJA

Las actividades de los subprocesos se evaluaron según su nivel de desempeño y cumplimiento con respecto a los cuatro criterios estratégicos definidos:

Tabla 18.

Tabla de Nivel de Desempeño

NIVEL DE DESEMPEÑO	
1	MUY ALTO
2	ALTO
3	BAJO
4	MUY BAJO

El nivel de desempeño de las actividades fue valorado por seis representantes principales del proceso a los cuales se les presentó los resultados de la encuesta de desempeño como un recurso para tomar en cuenta en el momento de la

evaluación, las matrices por subproceso se encuentran en los anexos 16, 17, 18 y 19.

3.3.1.1 Análisis de resultados

Mediante la diagramación de Pareto se identificaron las actividades de mayor y menor desempeño en cada subproceso, siendo de menor las que de valoración más alta por la importancia que tienen para el proceso en general.

A continuación se presentan las tablas de resultado de priorización de las actividades y los diagramas de Pareto por subproceso:

Planificación del mantenimiento:

Tabla 19.

Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Planificación

N°	Actividad	Total	Frecuencia	F. Acumulada
11	Soporte a la programación operativa del mantenimiento	10,43	9,5	9,5
6	Coordinación de trabajos con proveedores	10,14	9,2	18,7
1	Actualizar (elaborar) la estrategia de mantenimiento	9,71	8,8	27,5
4	Elaboración de planes de mantenimiento anual	9,71	8,8	36,3
9	Carga del plan de mantenimiento	9,71	8,8	45,1
2	Seguimiento de la eficacia y eficiencia de los subproceso y el proceso	9,57	8,7	53,7
3	Consolidar las buenas prácticas	8,86	8,0	61,8
7	Gestionar la trazabilidad de los activos	8,86	8,0	69,8
5	Elaboración de planes de mantenimiento	8,71	7,9	77,7
8	Elaboración de procedimientos e instructivos	8,57	7,8	85,5
10	Elaboración de planes de monitoreo	8,29	7,5	93,0
12	Realizar ajustes a los planes de mantenimiento por fallas en la operación y durante emergencias	7,71	6,99	100,00
		110	100	

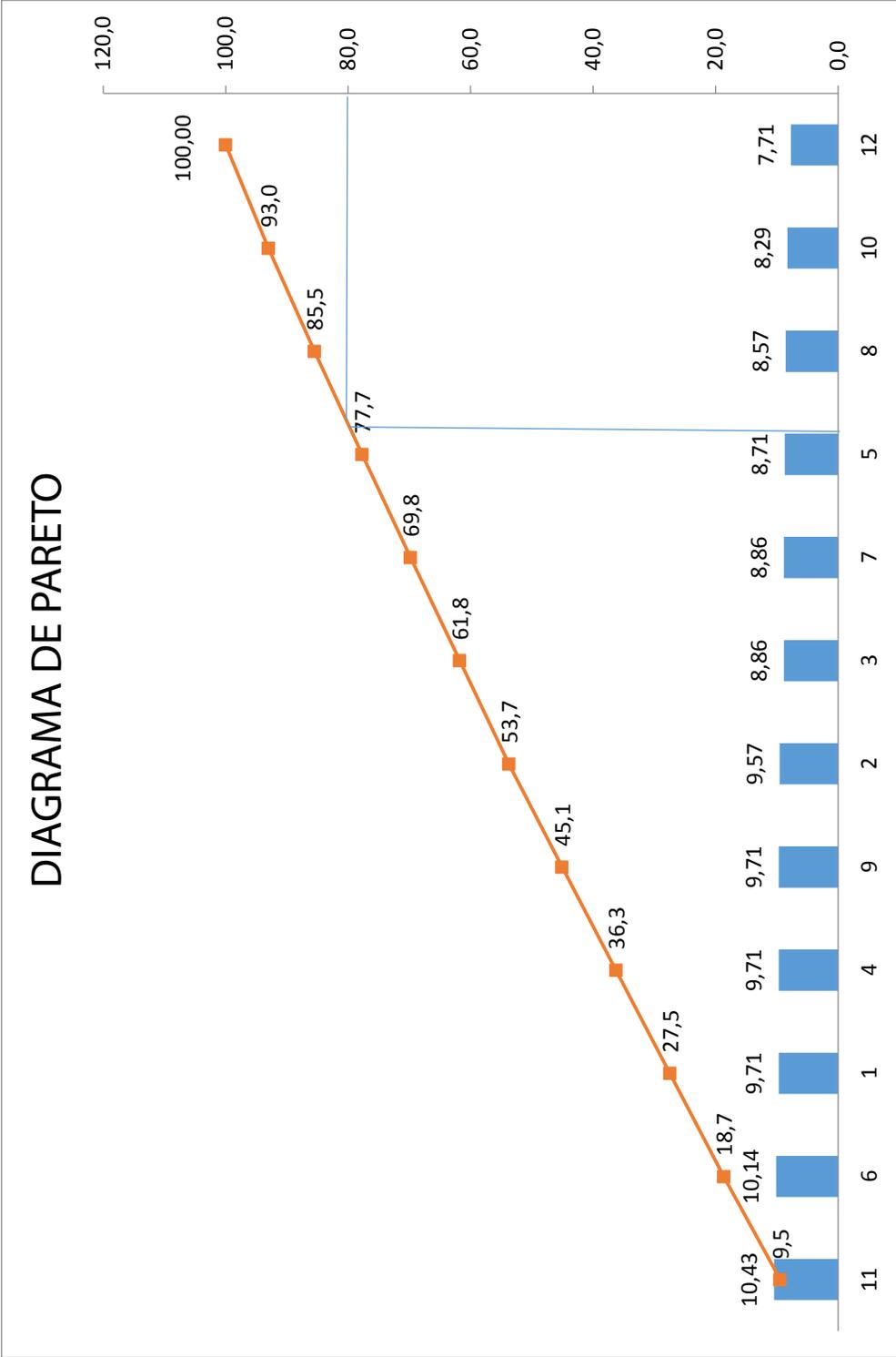


Figura 16. Diagrama de Pareto Planificación del mantenimiento

Ejecución del mantenimiento:

Tabla 20.

Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Ejecución

N°	Actividades	Total	Frecuencia	F. Acumulada
7	Codificación de fallas para OT correctivas	12,19	10,09	10,09
6	Informes de cierre de OT	11,52	9,54	19,63
10	Generación de herramientas puntuales para la ejecución de un mantenimiento	11,33	9,38	29,01
2	Realización de una solicitud de trabajo	10,69	8,85	37,86
11	Identificación de oportunidades de mejora	10,11	8,37	46,23
3	Asignación de recursos	9,62	7,96	54,19
12	Ejecutar los cambios operativos de mejora	9,60	7,95	62,14
5	Fiscalización del mantenimiento	9,33	7,72	69,87
1	Gestión de la OT: materiales, repuestos, recursos de personal	9,21	7,62	77,49
4	Ejecución del mantenimiento	9,21	7,62	85,11
8	Identificación de obsolescencia de un activo	9,19	7,61	92,72
9	Generación de pedido de reposición de un activo	8,79	7,28	100,00
		121	100	

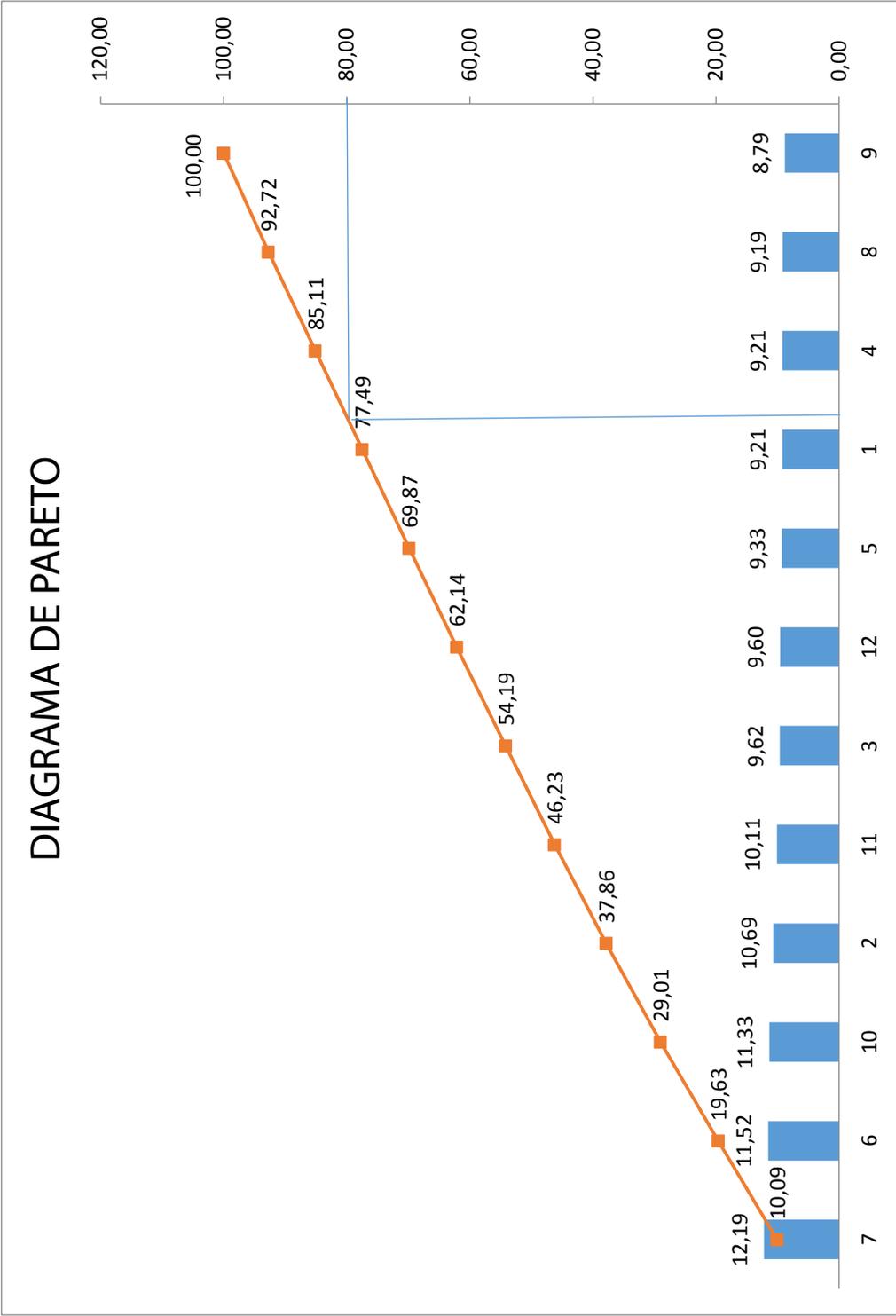


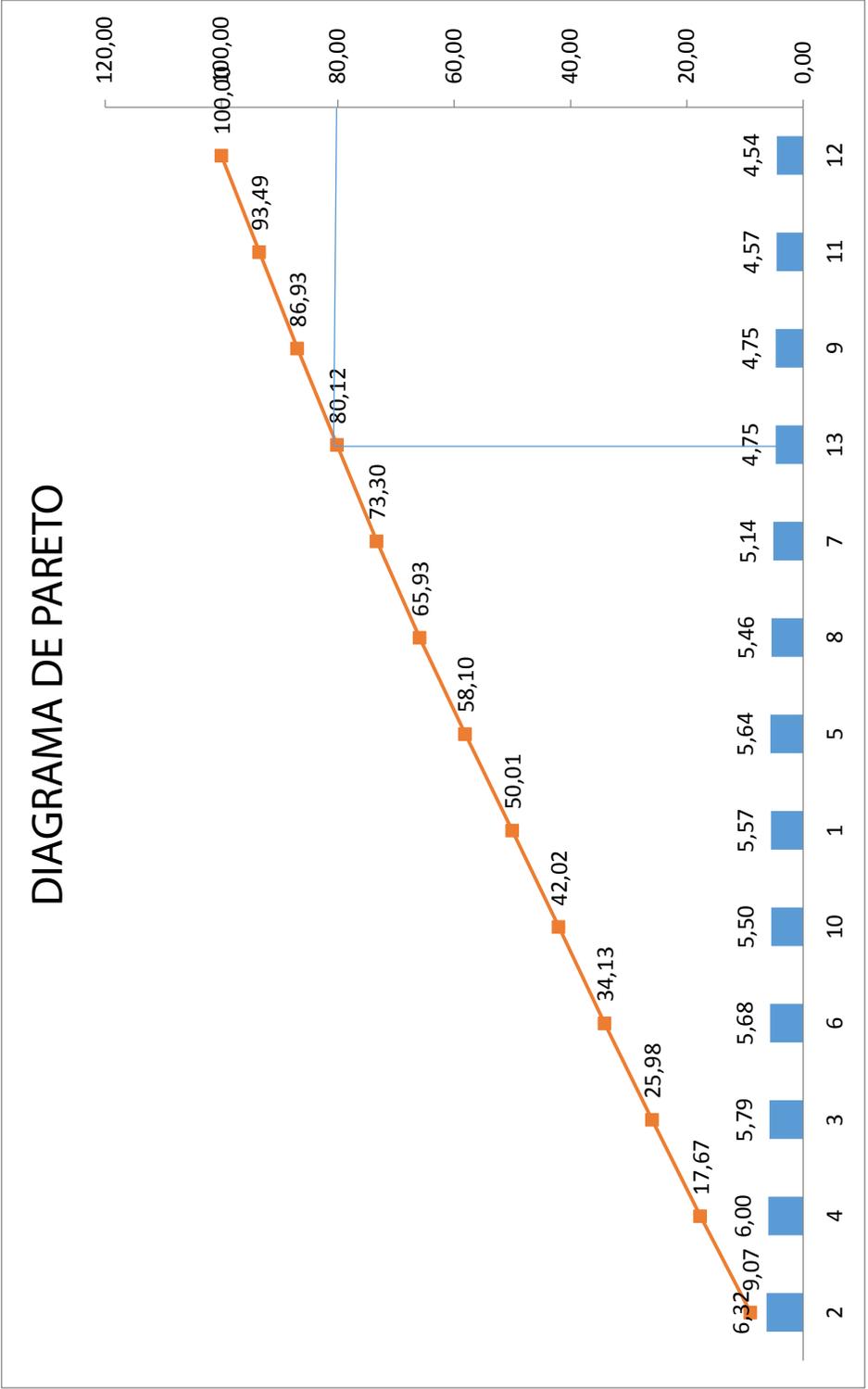
Figura 17. Diagrama de Pareto Ejecución del mantenimiento

Monitoreo e inspección:

Tabla 21.

Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Monitoreo e Inspección

N°	Actividades	Total	Frecuencia	F. Acumulada
2	Revisión de la validez de la calibración de equipos	6,32	9,07	9,07
4	Aplicación del monitoreo por frecuencias	6,00	8,61	17,67
3	Aplicación del monitoreo continuo	5,79	8,31	25,98
6	Aplicación de la inspección operativa	5,68	8,15	34,13
10	Registro de toma de datos y discretización de los mismos	5,50	7,89	42,02
1	Aplicación del plan operativo de monitoreo	5,57	7,99	50,01
5	Aplicación de la inspección por fallas ocultas	5,64	8,09	58,10
8	Comparación de parámetros con valores normalizados	5,46	7,83	65,93
7	Aplicación de la inspección de parámetros críticos	5,14	7,37	73,30
13	Elaborar el reporte de nivel de criticidad	4,75	6,81	80,12
9	Envío de alertas por desviaciones de umbrales normalizados	4,75	6,81	86,93
11	Elaboración de informes de monitoreo e inspección	4,57	6,56	93,49
12	Seguimiento de indicadores de control de mantenimiento	4,54	6,51	100,00
		70	100	



Análisis de fallas y mantenimientos:

Tabla 22.

Tabla de Priorización de actividades del Subproceso de Análisis de fallas y mantenimientos

N°	Actividades	Total	Frecuencia	F. Acumulada
6	Definición de metodología de análisis	9,50	7,47	7,47
7	Generación de hipótesis	8,96	7,04	14,51
8	Evaluación hipótesis	8,82	6,93	21,44
5	Definición de ruta para solución (probabilidad o consecuencia)	8,64	6,79	28,24
2	Evaluación de las posibles consecuencias	8,57	6,74	34,97
3	Cálculo del riesgo	8,18	6,43	41,40
4	Comparación del riesgo calculado contra el riesgo aceptable	8,04	6,32	47,72
1	Cálculo de la probabilidad de materialización de la amenaza.	8,00	6,29	54,01
10	Diseño básico de soluciones	7,79	6,12	60,14
12	Costo de solución	7,71	6,06	66,20
9	Definición de soluciones	7,64	6,01	72,20
13	Curva CRB (costo riesgo beneficio)	7,61	5,98	78,19

16	Cálculo del riesgo	7,50	5,90	84,08
11	Cálculo riesgo con soluciones	7,11	5,59	89,67
14	Definición de la solución	6,96	5,47	95,14
15	Desarrollo de la solución a detalle	6,18	4,86	100,00
		127	100	

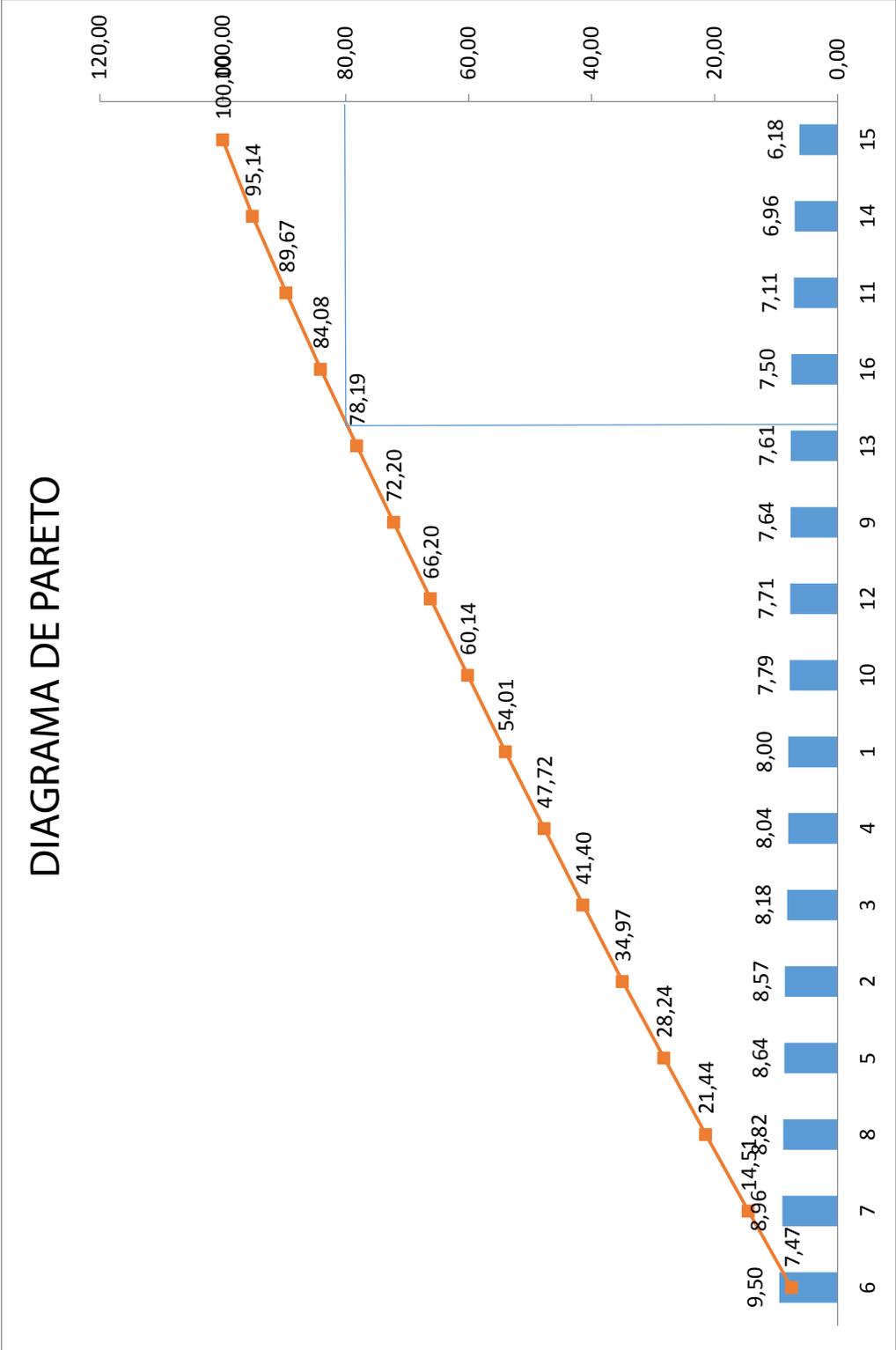


Figura 19. Diagrama de Pareto Análisis de fallas y mantenimientos

3.3.2 Análisis de Modos y Efectos de falla

El AMEF del proceso se presentara en el anexo 20, en el cual se realiza el análisis de las actividades por subproceso con ponderación más alta en menor desempeño de acuerdo a los resultados del análisis de Pareto:

Planificación de mantenimiento

Actividad 01: Actualizar (elaborar) la estrategia de mantenimiento

Actividad 02: Seguimiento de la eficacia y eficiencia de los subproceso y el proceso

Actividad 03: Consolidar las buenas prácticas en los mantenimientos existentes

Actividad 04: Elaboración anual de planes de mantenimiento

Actividad 05: Elaboración de planes de mantenimiento

Actividad 06: Coordinación de trabajos con proveedores

Actividad 07: Gestionar la trazabilidad de los activos

Actividad 09: Carga del plan de mantenimiento

Actividad 11: Soporte a la programación operativa del mantenimiento

Ejecución de mantenimiento

Actividad 01: Gestión de la OT: materiales, repuestos, recursos de personal

Actividad 02: Realización de una solicitud de trabajo

Actividad 03: Asignación de recursos

Actividad 05: Fiscalización del mantenimiento

Actividad 06: Informes de cierre de OT

Actividad 07: Codificación de fallas para OT correctivas

Actividad 10: Generación de herramientas puntuales para la ejecución de un mantenimiento

Actividad 11: Identificación de oportunidades de mejora

Actividad 12: Ejecutar los cambios operativos de mejora

Monitoreo e inspección

Actividad 02: Revisión de la validez de la calibración de equipos

Actividad 03: Aplicación del monitoreo continuo

Actividad 04: Aplicación del monitoreo por frecuencias

Actividad 05: Aplicación de la inspección por fallas ocultas

Actividad 06: Aplicación de la inspección operativa

Actividad 07: Aplicación de la inspección de parámetros críticos

Actividad 08: Comparación de parámetros con valores normalizados

Actividad 10: Registro de toma de datos y discretización de los mismos

Análisis de fallas y mantenimientos:

Actividad 01: Cálculo de la probabilidad de materialización de la amenaza

Actividad 02: Evaluación de las posibles consecuencias

Actividad 03: Cálculo del riesgo

Actividad 04: Comparación del riesgo calculado contra el riesgo aceptable

Actividad 05: Definición de ruta para solución (probabilidad o consecuencia)

Actividad 06: Definición de metodología de análisis

Actividad 07: Generación de hipótesis

Actividad 08: Evaluación hipótesis

Actividad 09: Definición de soluciones

Actividad 10: Diseño básico de soluciones

Actividad 12: Costo de solución

Actividad 13: Curva CRB (costo riesgo beneficio)

Por medio de la aplicación de AMEF en las actividades identificamos los posibles problemas potenciales y poder evitarlos en un futuro, para lo cual se crea un plan de mejora del proceso.

4. PROPUESTA DE MEJORA

4.1 Propuesta Planificación del Mantenimiento

A01 Revisión de los lineamientos a cumplirse de la política actual del proceso, actualizarla según las necesidades y responsabilidades actuales del mismo

A02 Crear un grupo de mejora continua en cada estación que se encarguen de hacer seguimientos periódicos de los indicadores evaluando la eficiencia y eficacia del proyecto

A03 Con el objetivo de consolidar las buenas prácticas de mantenimiento se propone realizar varias reuniones previas al establecimiento del plan de mantenimiento anual, analizando y evaluando las fortalezas y aciertos del proceso a lo largo del año

A04 – A05 Enfatizar la personalización de los planes de mantenimiento basados en datos reales del funcionamiento de equipos, consolidando las buenas prácticas,

mediante la creación de equipos de trabajo periódicos en cada estación que analicen posibles oportunidades de mejora en los equipos.

Al personalizar los planes de mantenimiento se busca reducir costos ya que los lineamientos para la planificación de las órdenes de trabajo se extraen de las recomendaciones de los manuales de fábrica, que tiene definidos los periodos de mantenimiento según un número determinado de horas de funcionamiento de los equipos, al personalizarlos se pretende definir mantenimientos según horas y condiciones reales de operación de los equipos, lo que permite evitar mantenimientos innecesarios.

A06 Hacer un plan de seguimiento periódico de la bitácora de trabajos además, definir reuniones periódicas con representante de los proveedores para analizar el cumplimiento de trabajos.

Mediante un seguimiento y control más estricto de los trabajo con proveedores se busca el cumplimiento total de la planificación de órdenes de trabajo (que se ejecuten las OTs en la fecha exacta en que se abren según lo planificado), evitando desfases en el plan cargado en el software de mantenimiento EAM, generando información más confiable de los mantenimientos.

A07 Mediante capacitaciones reforzar los conocimientos y requerimientos en la trazabilidad de equipos para obtener información confiable que retroalimente adecuadamente al proceso

A09 Generar una capacitación para mejorar la confiabilidad humana.

La capacitación se la aplicara a los integrantes del subproceso de planificación así como a los jefes de cada estación dos horas durante dos semanas respectivamente, en ella se tratara la importancia del correcto manejo de información en la carga del plan al software EAM, realizando ejercicios prácticos de análisis causa-efecto sobre los problemas que puede generar una carga incorrecta del plan.

A11 Crear documentación que defina los límites de gestión entre el proceso de Fiabilidad y Cadena de abastecimiento.

La documentación será un elemento de control que defina los límites de cumplimiento de tareas de cada proceso que ayude a determinar el nivel de responsabilidad de cada uno posee de acuerdo a los servicios que se ofrecen en sus relaciones proveedor-cliente como cliente-proveedor.

4.2 Propuesta Ejecución del Mantenimiento

A01 Realizar reuniones periódicas con el proceso de cadena de abastecimiento con el objetivo de analizar y evaluar la eficiencia de la gestión de recursos

A02 Generar alertas en el EAM que no permitan crear una solicitud sin llenar toda la información y datos requeridos.

Con esta adición al EAM se controla que una solicitud de OT tenga una información completa para ser aprobada en el menor tiempo posible.

A03 Crear un campo en el EAM en el cual se adjunte la descripción de los recursos asignados al mantenimiento así como su disponibilidad

A05 Crear formatos de control que sirvan como herramientas para una correcta fiscalización de mantenimientos

A06 Implementar en el EAM los formatos para la realización de informes.

Al implementar automáticamente en el software los formatos para informes según el tipo de orden de trabajo se garantiza la recopilación de información confiable y completa de los mantenimientos para una mejor retroalimentación del proceso.

A07 Capacitación sobre la aplicación de la norma ISO 14224 (base para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento al personal involucrado.

La capacitación se impartiría a los integrantes del subproceso de Ejecución en cada estación durante un mes, tres horas cada semana, mediante ejercicios prácticos y una evaluación final que refuercen el conocimiento sobre la codificación de fallas según la norma ISO 14224 aplicada por el proceso.

A10 Creación de un formato de informe que defina la información y los estudios necesarios generalizados a realizarse en caso de necesitarse una herramienta.

Con la creación de un informe definido se pretende agilizar la solicitud de herramientas o equipos necesarios para la ejecución de mantenimientos, recopilando la mayor cantidad de información necesaria y concreta.

A11 La creación de equipos de mejora continua que se encarguen de identificar oportunidades de mejora y llevar a cabo las actividades correspondientes

A12 Para una correcta y rápida gestión al momento de ejecutar cambios operativos de mejora dar a conocer mediante una charla los procedimientos existentes necesarios para realizar dichos cambios

4.3 Propuesta Monitoreo e Inspección

A02 Generar una capacitación con el objetivo de mejorar la confiabilidad humana

Previo a la capacitación se realizara un análisis para determinar en qué mantenimientos o equipos se originan la mayor cantidad de fallas de calibración, para poder centrar la capacitación en los temas más relevantes para la mejora del proceso. La capacitación se impartirá a los miembros de los subprocesos de ejecución y monitoreo en cada estación, que son los encargados de dicha actividad, según los temas a abarcar se definirán las horas requeridas para la capacitación.

A03 Charla al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto

A04 Charla al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto

A05 – A06 – A07 Capacitación al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto

La capacitación sobre los temas a tratar de estos tres puntos se impartirá a los integrantes de los subprocesos de ejecución y monitoreo en cada estación, se tratará los beneficios del monitoreo y del mantenimiento predictivo para el proceso y la importancia del mismo, así como se revisarán algunos instructivos claves y se analizará la validez y confiabilidad de la información que se genera actualmente por el subproceso de monitoreo. Se ejecutará durante dos horas por semana durante seis semanas.

A08 – A10 Mediante capacitaciones se pretende reforzar los conocimientos de los integrantes del subproceso de monitoreo y al mismo tiempo dar a conocer nuevas herramientas y metodologías para toma de datos y análisis estadísticos de parámetros. La capacitación se impartirá durante dos semanas, tres días cada semana en clases de dos horas.

4.4 Propuesta Análisis de fallas y mantenimiento

A05 Crear un grupo de trabajo que analice la necesidad y las fuentes de información necesarias para una correcta evaluación de riesgo.

Con la creación del grupo de trabajo mediante un análisis y lluvia de ideas, se busca lograr definir y buscar fuentes de conexión entre la información que cada subproceso genera para obtener datos confiables que retroalimenten y colaboren en el subproceso de análisis.

El objetivo principal a lograr es crear una base de datos secuencial de mantenimientos.

A06 – A01 – A02 – A03 – A04 Planificar una capacitación en ACR (Aplicación, importancia, beneficios), mediante la cual se pretende eliminar problemas de confiabilidad humana reforzando conocimientos mediante casos prácticos

A07 Revisar las competencias de los puestos de trabajo relacionados con la aplicación de ACR y crear un instructivo detallado para la correcta aplicación de ACR.

A08 Crear un instructivo detallado para la correcta aplicación de ACR.

La primera actividad a realizarse es la creación de un instructivo de ACR que permita una correcta aplicación y control del mismo, una vez definido el instructivo se procederá a revisar las competencias de los integrantes del subproceso para determinar su nivel de responsabilidad en el correcto funcionamiento del análisis.

Una vez ejecutados los dos planes se procederá a la capacitación en ACR, dando a conocer el instructivo creado, la capacitación finalizara con una evaluación final escrita aplicando la técnica en un caso práctico de la compañía, tendrá una duración de dos meses

A09 – A10 Creación de equipos interactivos de trabajo los cuales colaboren y cumplan con la tarea de establecer y analizar posibles soluciones a los problemas encontrados según el análisis realizado previamente e individualmente por cada especialista de análisis

A12 - A13 Creación de una base de datos mediante la cual se pueda obtener de mejor manera los costos exclusivamente de mantenimientos correctivos para facilitar el análisis costo – riesgo - beneficio

5 ANÁLISIS ECONOMICO

Para determinar los costos de aplicación del plan de mejora, se tuvo en cuenta la siguiente información

Capacitaciones

Calculo de hora-hombre:

Tabla 23.

Tabla costo hora-hombre

Salario Promedio	\$ 2.400,00
Horas al mes	\$ 160,00
Costo hora hombre	\$ 15,00

Numero de colaboradores:

Tabla 24.

Tabla Número de colaboradores por proceso

Subproceso	N° Colaboradores
Planificación	11
Ejecución	95
Monitoreo	
Análisis	10

Tabla 25.

Tabla de Número de colaboradores del Subproceso de Ejecución por estación

Estaciones	N° Colaboradores (ejecución y monitoreo)
Amazonas	23

Terminal Marítimo	34
Estaciones reductoras (2)	12
Estaciones de bombeo (3)	26

Se han planteado cinco capacitaciones, de las cuales cuatro tiene se ha definido su duración, teniendo como resultado:

Tabla 26.

Cálculo de costos de capacitación

Capacitación	Horas	N° Colaboradores	Presupuesto estimado
Planificación	4	11	\$ 165,00
Ejecución	12	95	\$ 1.425,00
Monitoreo	12	95	\$ 1.425,00
Análisis	16	10	\$ 150,00

Teniendo como costo total de capacitaciones el valor de \$ 3.165,00

Modificaciones en software EAM

Los costos de una modificación en el software EAM varían de \$ 2.000 hasta \$ 15.000 aproximadamente según el nivel de dificultad, según lo planificado se aplicarían dos modificaciones:

Considerando que el generar alertas en el EAM que no permitan crear una solicitud sin llenar toda la información y datos requeridos es una modificación de bajo nivel se presupuesta el valor aproximado de \$ 2.000

La segunda modificación que consiste implementar automáticamente en el software los formatos para informes según el tipo de orden de trabajo, se considera de nivel alto por la cantidad de información a ingresar en el software, lo cual genera un costo aproximado de \$ 15.000

Tabla 27.

Calculo de Modificaciones de software

EAM	Costo
Modificación 1	\$ 2.000,00
Modificación 2	\$ 15.000,00
Total	\$ 17.000,00

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se levantó y se modeló cada uno de los subprocesos mediante la metodología BPMN, identificando la secuencia de actividades que se llevan a cabo en cada uno y determinando los colaboradores que participan en cada uno y sus tareas.

Se determinó las entradas y salidas de cada subproceso mediante el análisis SIPOC el cual nos permitió identificar los proveedores y clientes, además de indicadores, controles, documentación como demás recursos que influyen en las actividades que se realizan y observar los puntos de conexión entre subprocesos.

Se determinó la percepción del nivel de desempeño de cada una de las actividades de cada subproceso mediante matrices de priorización lo cual nos permitió ponderar las actividades para de esta manera identificar cuales tienen un desempeño deficiente en el proceso y analizarlas mediante la aplicación de un AMEF.

Se logró determinar los fallos potenciales de las actividades de menor desempeño por subproceso mediante la aplicación de la herramienta de análisis de modos y efectos de falla para de esta manera determinando el NPR y tomar acciones para poder evitarlos.

Se creó un plan de acción y mejora para controlar y elevar el nivel de desempeño de las actividades atacando las posibles fallas potenciales que se determinaron en el AMEF.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda tomar en cuenta la diagramación BPMN y contrastarla con las actividades previamente definidas en los subprocesos puesto que existen actividades que se llevan a cabo y sin embargo no son tomadas en cuenta al momento de definir cada subprocesos en su respectivo procedimiento.

A través de la caracterización de subprocesos se identificó que solo existen dos indicadores generales del proceso de fiabilidad como tal, confiabilidad y disponibilidad, por lo cual se recomienda definir indicadores propios de cada subproceso, lo cual permita tener un mayor control y seguimiento del desempeño de los mismos

Con la finalidad de mejorar el nivel de desempeño y disminuir la ocurrencia de fallas potenciales que son provocadas por errores de confiabilidad humana, puesto que mediante el AMEF la mayoría de fallas son provocadas por esta razón, se recomienda crear un plan periódico de capacitaciones y evaluaciones.

Se recomienda una vez aplicado el plan de mejora realizar, después de un periodo considerable en el que sea objetiva, una nueva evaluación de percepción de desempeño que tenga el mayor alcance posible y abarque los distintos niveles de jerarquía en el proceso, desde el superintendente hasta los operarios.

REFERENCIAS

- Agudelo Tobón, L. F., & Escobar Bolívar, J. (2007). Gestión por Procesos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Agudelo, F. (2012). Evolución de la Gestión por Procesos. Colombia: Contacto Gráfico Ltda.
- Analítica. (2014). Manual de diagramación de procesos bajo estándar BPMN. Recuperado el 06 de Julio de 2017, de http://www.analitica.com.co/website/images/stories/documentosTecnicos_SGP/Manual%20de%20Diagramacion%20de%20Procesos%20Bajo%20Estandar%20BPMN.pdf
- Ford Motor Company. (2008). Manual de Análisis de modos y efectos potenciales.
- International Organization for Standardization. (2008). Norma Internacional ISO 9000.
- Wight, O. (2005). La lista ABCD para la Excelencia Operacional. México: Panorama
- Zaratiegui, J. (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa. Economía Industrial.

ANEXOS

ANEXO 1 – ENCUESTA DE DESEMPEÑO

1. En qué nivel cree usted que las proyecciones financieras desarrolladas por el proceso de gestión de la fiabilidad están enlazadas con los objetivos, estrategias y planes financieros de la empresa:

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Muchísimo
- No se

2. Cree Ud. que existe una actualización continua de los planes de mantenimiento de los activos de acuerdo a su disponibilidad:

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Muchísimo

3. Considera Ud. que las acciones planificadas son específicas y útiles para crear un marco organizativo con el cual trabajar:

- Si
- No

4. Ud. percibe que las actividades son ejecutadas de manera responsable de acuerdo a los plazos programados:

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Muchísimo

5. En qué nivel cree usted que se han implementado métodos estandarizados para eliminar variaciones en las actividades del proceso y sus funciones:

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante

- Muchísimo

6. Cree que los planes operativos para lograr mejoras en calidad, tiempo de respuesta y metas en la reducción de costos totales tienen prioridades y responsabilidades claras:

- Si
- No

7. Ud. percibe que los líderes de los subprocesos y actividades reciben reportes útiles y efectivos que permite coordinar el trabajo con sus colaboradores directos, en caso de creer que no sea así indique según su consideración que hace falta:

- Si
- Otro (especifique)

8. Cree usted que fiabilidad tiene un empleo de un proceso continuo de formación y capacitación para perfeccionar y mejorar el uso de herramientas útiles como técnicas de equipo, procesos integrados de planificación, software, etc.:

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante

- Muchísimo

9. A su consideración en fiabilidad, el establecer metas, medir, vigilar y reportar el grado de satisfacción de los clientes, se aplica:

- Nada
- Poco
- Algo
- Bastante
- Muchísimo

10. Comparta alguna sugerencia que crea pueda aportar al mejoramiento del proceso de fiabilidad:



GESTIÓN POR PROCESOS

Proceso 04:
Fiabilidad

Gestión por Procesos

Proceso 04: Fiabilidad

 Invekt signature

X Andrés Mendizábal

Presidente Ejecutivo
Signed by: amendizabal@ocp-ec.com

20/03/2015

X Sergio Lopez

Director de Operaciones
Signed by: Sergio Lopez

20/03/2015

X Rita A. Pacilla

Directora Administrativa y Finanzas
Signed by: Rita Pacilla
20/03/2015

X Carlos Julián Trueba

Director de Asuntos Legales y Corporativos
Signed by: Carlos Trueba

21/03/2015

X Freddy Karolys

Freddy Karolys
Superintendente de Mantenimiento
Signed by: Freddy Karolys

Tabla de contenido

A. Descripción del proceso	5
A.1. Historial de modificaciones	5
A.2. Alcance	5
A.3. Propósito General	5
A.4. Lineamientos Generales	5
A.4.1. Es responsabilidad del proceso gestión de la Fiabilidad:	6
A.4.2. Identificación de los activos:	7
A.4.3. Repuestos, herramientas y equipos:	7
A.4.4. Reportes y estadísticas:	8
A.4.5. Responsabilidades:	8
A.5. Resolución de conflictos	8
A.6. Sanciones	8
A.7. Indicadores	9
A.8. Glosario de Términos	9

Descripción del proceso

Historial de modificaciones
Alcance
Propósito General
Lineamientos Generales

A. Descripción del proceso

A.1. Historial de modificaciones

Proceso 04: Fiabilidad		
Fecha	Resumen de las modificaciones	Responsable del proceso
25-11-2014	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambio de formato 2. Fue retirado el párrafo sobre las áreas que forman parte del proceso 3. Fue añadido el literal "b" en el acápite A.4.1 4. Indicadores del proceso 	Freddy Karolys

A.2. Alcance

Esta política define los lineamientos generales para la gestión de las actividades que permiten que los activos de OCP Ecuador S.A., estén disponibles para su operación, desde su recepción como activo hasta el final de su vida útil. El proceso comprende 4 subprocesos: planificación, ejecución, monitoreo y análisis.

A.3. Propósito General

Mantener en buen estado de funcionamiento los activos de OCP Ecuador S.A., a fin de garantizar una operación confiable, segura y eficiente.

A.4. Lineamientos Generales

La meta de Oleoducto de Crudos Pesados OCP Ecuador S.A., es operar de manera eficaz y eficiente el oleoducto de manera que no se produzcan efectos adversos en

sus propietarios, empleados, el medio ambiente y la comunidad a consecuencia de sus actividades.

La Gestión de la Fiabilidad debe garantizar que los activos de propiedad de OCP Ecuador S.A., se mantengan dentro de los niveles de riesgo aceptables, estandarizando y automatizando su gestión de tal manera que se genere eficiencia en cada una de sus actividades.

A.4.1. Es responsabilidad del proceso gestión de la Fiabilidad

- a) Garantizar que el oleoducto y los equipos que operan son mantenidos de acuerdo con las necesidades de una operación confiable y segura.
- b) Mantener una comunicación permanente y efectiva con los responsables de los procesos de Transporte, Cadena de Abastecimiento, Gestión de Riesgos, Proyectos y Capacidades Tecnológicas que permitan tener una retroalimentación permanente para alinear y priorizar las decisiones técnicas y económicas buscando la máxima eficiencia posible durante toda la vida útil de los activos.
- c) Verificar en colaboración con Cadena de Abastecimiento que los materiales, repuestos y servicios utilizados en el mantenimiento cumplan con las especificaciones de calidad y durabilidad exigidas, por las normas, los fabricantes de los equipos y las buenas prácticas de ingeniería.
- d) Desarrollar, implementar, revisar, evaluar y actualizar un plan de integridad basado en riesgo para el oleoducto, instalaciones en las estaciones y TM incluyendo sus instalaciones costa adentro y costa afuera con el fin de monitorear, mitigar, controlar y corregir todas las potenciales amenazas que puedan afectar el buen funcionamiento de los activos de OCP Ecuador S.A.
- e) Implementar en el proceso de Fiabilidad una cultura y herramientas de mejora continua que faciliten la eficacia y eficiencia del proceso.

- f) Generar y mantener indicadores que midan la gestión de integridad basada en riesgos, así como también la confiabilidad y disponibilidad, según aplique, en cada uno de los activos de OCP Ecuador S.A.
- g) Gestionar las competencias técnicas así como también las de gestión del personal involucrado en el proceso de tal manera que adquieran y mantengan actualizados los conocimientos y habilidades requeridos por el proceso, para conservar la integridad y confiabilidad de los activos de OCP Ecuador.
- h) Implementar un sistema de gestión de la información que permita elaborar procedimientos, instructivos, manuales y sobre todo la trazabilidad de la documentación generada en la Gestión de la Fiabilidad.
- i) Gestionar el riesgo en cada uno de sus componentes, tanto de probabilidad de ocurrencia, como también de las consecuencias, observando los lineamientos del proceso de gestión de riesgos de OCP Ecuador S.A.
- j) Generar herramientas de toma de decisiones que permitan balancear los conceptos de riesgos, costo y beneficio en la Gestión de la Fiabilidad.
- k) Garantizar un espacio seguro de trabajo para que se desarrollen las actividades de la Gestión de la Fiabilidad.

A.4.2. Identificación de los activos

Todos los activos que requieren mantenimiento deben ser matriculados. La matriculación será descrita en el respectivo procedimiento.

A.4.3. Repuestos, herramientas y equipos

Las herramientas y equipos de medición y contrastación deben tener su certificado de calibración vigente emitido por: órganos calificados si esto es un requisito de cumplimiento legal o según corresponda a los intereses de OCP en caso de que no lo sea. Las herramientas y equipos serán adquiridos de acuerdo a las necesidades de

los planes de mantenimiento y operación, siempre buscando la optimización de recursos de la compañía y del presupuesto elaborado.

El inventario debe garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la operación del oleoducto y de los sistemas que forman parte del mismo, para lo cual existe:

Instructivo de stock de seguridad de repuestos que establece los repuestos requeridos, estrictamente necesarios, con el fin de mantener la disponibilidad de los equipos y operación del oleoducto de acuerdo a la criticidad y confiabilidad de los sistemas y las condiciones operativas dadas o establecidas por la dirección de la compañía.

A.4.4. Reportes y estadísticas

Toda la información relacionada con las actividades de mantenimiento de los equipos deberá ser almacenada en el Sistema Administrador de Mantenimiento que la compañía OCP Ecuador determinare y debe estar disponible para análisis y generación de reportes requeridos.

A.4.5. Responsabilidades

Las directrices generales del proceso serán dadas por el Director de Operaciones y los gerentes de operaciones alineando el proceso a la estrategia de la empresa y partes interesadas. La gestión de la fiabilidad será encabezada por los Superintendentes de Mantenimiento de Oleoducto, DDV y Terminal Marítimo; por el Supervisor de Integridad, por el Supervisor de la Ejecución del Mantenimiento, por el Supervisor de Infraestructura y Comunicaciones y por todos los supervisores de las estaciones, TM y coordinadores del DDV.. Esta gestión estará soportada por los subprocesos de Planificación, Ejecución, Monitoreo y Análisis del mantenimiento los cuales deben implementar herramientas y métodos para la ejecución de OT, procedimiento de stock de seguridad, manejo y almacenamiento de la información, monitoreo y análisis de datos que surgirán del programa de gestión de la integridad del oleoducto, mantenimiento del DDV, mantenimiento de infraestructura de comunicaciones y por la política, procedimientos y estándares TIC.

A.5. Resolución de conflictos

En caso de controversias entre este proceso y otros procesos o funciones, las mismas serán remitidas a consulta al comité designado para este fin dentro de la compañía: Comité de Eficiencia.

A.6. Sanciones

Cualquier incumplimiento a la presente política, será sancionado de acuerdo al Reglamento Interno de OCP Ecuador. S.A.

A.7. Indicadores

- 1) Confiabilidad y disponibilidad del oleoducto: medición mensual, la unidad en porcentaje y el promedio al final del año debe ser mayor o igual a la meta establecida. Indicador de eficacia del mantenimiento y la gestión de activos. La fórmula de cálculo es:

$$X = (\text{horas en un mes} - \text{suma del tiempo de paradas no programadas} - \text{suma del tiempo de paradas programadas}) / \text{horas en un mes}$$

- 2) Dólares invertidos en fiabilidad por cada 1000 bbls bombeados: medición mensual, la unidad en \$/Mbbls. Al final del año el indicador debe ser igual o menor a la meta establecida. Indicador de eficiencia que busca optimizar los costos del proceso. La fórmula de cálculo es:

$$X = 1000 \times \text{total ejecución del mantenimiento} / \text{total de barriles bombeados}$$

A.8. Glosario de Términos

Término	Definición
Activo	<p>Para esta política la definición de activo debe entenderse como cualquiera de los ítems abajo mencionados que pueden ser objeto de alguno de los tipos de mantenimiento.</p> <p>Plantas, maquinarias, propiedades, edificios, vehículos y otros elementos que tengan un valor específico para la organización (PAS 55-1 2008: PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION 55) Esta definición incluye cualquier código de software que sea crítico para el suministro de la función del activo.</p>
Confiabilidad	La capacidad de un ítem de cumplir la función requerida bajo condiciones dadas por un intervalo de tiempo.
Disponibilidad	La capacidad de un equipo o ítem de cumplir en ese momento la función requerida bajo condiciones dadas o durante un intervalo de tiempo. Se asume que los recursos externos necesarios están disponibles.
Integridad	<p>Es la suma de todos los esfuerzos dirigidos para que un activo contenga un fluido peligroso durante toda la vida de la instalación.</p> <p>Cubre la vida de las instalaciones desde la fase de diseño, fabricación, instalación, construcción, operación y mantenimiento hasta su desmantelamiento para garantizar una operación segura y sustentable.</p> <p>Es la base para gestionar la seguridad industrial de las instalaciones de superficie.</p> <p>Se considera que una instalación es "íntegra mecánicamente" cuando en la misma, bajo condiciones establecidas de operación, el nivel de riesgo está dentro de los límites aceptados.</p>

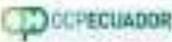
ANEXO 3 – PROCEDIMIENTO PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO

Subproceso 7.2:

Planificación del mantenimiento

Procedimiento 7.2 -PR-01

- Alcance
- Historial de modificaciones
- Objetivo
- Definiciones
- Responsabilidades
- Descripción de las actividades
- Anexos

	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	7.2 – PR - 01 Rev. 1	Página 2 de 4
---	--	---------------------------------------	--------------------------------

1. Alcance

Desde la incorporación del activo hasta su desafectación.

2. Historial de modificaciones

Subproceso 7.2: Planificación del mantenimiento				
Fecha	Revisión	Razón	Responsable	Aprobado
23 Junio 2012	1	Implementación GPP		F. Karolys

3. Objetivo

Estandarizar las actividades de planificación del mantenimiento de los activos.

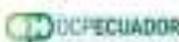
Definir y mantener actualizados los planes de mantenimiento, los cuales deben responder a las metas definidas en la política del proceso Gestión de la Fiabilidad.

4. Definiciones

Término	Definición
Activo	<p>La definición de activo debe entenderse como cualquiera de los ítems abajo mencionados que pueden ser objeto de alguno de los tipos de mantenimiento (Véase proceso 7. Gestión de la Fiabilidad). Específicamente, Maquinarias, Herramientas, Hardware, Equipo Pesado y Vehículos. Esta definición incluye cualquier software que sea crítico para el suministro de la función del activo.</p> <p>Un elemento se reconocerá como activo si, y sólo si:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) sea probable que la entidad obtenga los beneficios económicos futuros derivados del mismo; y (b) el costo del elemento puede medirse con fiabilidad, y (c) no forma parte del activo intangible, Derecho de Concesión

5. Responsabilidades

El responsable para la elaboración, actualización e implementación del procedimiento es el responsable formal del proceso Gestión de la Fiabilidad.

	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	7.2 – PR - 01 Rev. 1	Página 3 de 4
---	--	--------------------------------	-------------------------

Los responsables asignados por cada área deberán asegurar el cumplimiento del presente procedimiento y coordinarán con el responsable del proceso la mejora continua de este subproceso.

6. Descripción de las actividades

Todos los departamentos involucrados en este proceso deben elaborar un plan de monitoreo e inspección y uno de ejecución de los mantenimientos. Estos planes deben tomar en cuenta los manuales de los fabricantes, las normas internacionales, las buenas prácticas de ingeniería y las recomendaciones realizadas por el subproceso de análisis de fallas y del mantenimiento.

Según aplique y sin que esto sea una limitante las actividades de planificación del mantenimiento estarán relacionadas con:

- Comprobar que el activo esté matriculado. Enviarlo a matricular si el activo no consta en el ítem master (cuando aplique).
- Solicitar el cálculo del stock de seguridad si el activo no está matriculado (cuando aplique).
- Elaborar los instructivos de mantenimiento con ayuda de los manuales y procedimientos del fabricante, hojas AMEF y las recomendaciones del subproceso análisis de fallas y del mantenimiento.
- Elaborar el plan de mantenimiento/integridad con ayuda de los manuales de los fabricantes, hojas AMEF, curvas P – F, informes de confiabilidad, de nivel de riesgo, de análisis de falla, normas y buenas prácticas de ingeniería.
- Elaborar un plan anual de repuestos. Este plan debe ser entregado al proceso Cadena de Abastecimiento, antes de mediados de octubre del año anterior para el cual el plan tendrá vigencia.
- Asegurar los ítems y recursos necesarios para la ejecución del mantenimiento (en colaboración con el proceso Cadena de Abastecimiento)
- Cargar el plan de mantenimientos programados en un sistema de apoyo (EAM, etc.) que facilite su control.
- Elaborar informes mensuales que contengan los indicadores del mantenimiento (confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, etc.), los niveles de riesgo, cumplimiento de cronogramas y del plan de mantenimiento. Presupuesto planeado contra presupuesto ejecutado.

	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO	7.2 – PR - 01 Rev. 1	Página 4 de 4
---	--	--------------------------------	-------------------------

7. Anexos

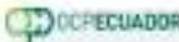
ANEXO 1: Política Gestión de la Fiabilidad.

ANEXO 2: Instructivos relacionados por cada área (IT, logística, MPCC, TM, DDV, Integridad, Facilidades).

ANEXO 4 – PROCEDIMIENTO EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Subproceso 7.3: Ejecución del mantenimiento Procedimiento 7.3 -PR-01

- Alcance
- Historial de modificaciones
- Objetivo
- Definiciones
- Responsabilidades
- Descripción de las actividades
- Anexos

	EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	7.3 – PR - 01 Rev. 1	Página 2 de 4
---	------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

1. Alcance

Desde la incorporación del activo hasta su desafectación.

2. Historial de modificaciones

Subproceso 7.3: Ejecución del mantenimiento				
Fecha	Revisión	Razón	Responsable	Aprobado
23 Junio 2012	1	Implementación GPP		F. Karolys

3. Objetivo

Estandarizar las actividades en la ejecución del mantenimiento de los activos.

Ejecutar el mantenimiento de los activos que ayuden a alcanzar las metas en confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y nivel aceptable de riesgo que OCP tiene.

4. Definiciones

Término	Definición
Activo	<p>La definición de activo debe entenderse como cualquiera de los ítems abajo mencionados que pueden ser objeto de alguno de los tipos de mantenimiento (Véase proceso 7. Gestión de la Fiabilidad). Específicamente, Maquinarias, Herramientas, Hardware, Equipo Pesado y Vehículos. Esta definición incluye cualquier software que sea crítico para el suministro de la función del activo.</p> <p>Un elemento se reconocerá como activo sí, y sólo si:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) sea probable que la entidad obtenga los beneficios económicos futuros derivados del mismo; y (b) el costo del elemento puede medirse con fiabilidad, y (c) no forma parte del activo intangible, Derecho de Concesión
Causas de la falla	Circunstancias asociadas al diseño, fabricación, instalación, uso, mantenimiento o eventos externos que ocasionaron la falla.
Confiabilidad	La capacidad de un ítem de cumplir la función requerida bajo condiciones dadas por un intervalo de tiempo.

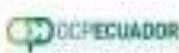
	EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	7.3 – PR - 01 Rev. 1	Página 3 de 4
---	------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

Disponibilidad	La capacidad de un equipo o ítem de cumplir en ese momento la función requerida bajo condiciones dadas o durante un intervalo de tiempo. Se asume que los recursos externos necesarios están disponibles.
Falla	La terminación de la capacidad de un ítem (equipo, sistema) de cumplir la función deseada.
Mantenimiento correctivo	Es el mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una falla, el cual busca restablecer el activo o sistema para que cumpla las funciones requeridas.
Mantenimiento preventivo	Se define como el conjunto de acciones ejecutadas de manera planificada y programada a intervalos predeterminados o de acuerdo a un criterio preestablecido que se aplican a los activos con el objetivo de reducir fallas funcionales o la degradación de la función del ítem.
Mecanismo de falla	Proceso físico, mecánico, químico o cualquier otro que conduce a la falla.
Modo de falla	Es la descripción de la consecuencia por la cual la falla funcional de un equipo o sistema puede ser identificada. Las mismas pueden ser: a) Modo de falla evidente.- es un modo de falla que se torna evidente para el personal de operaciones en condiciones normales de operación. b) Modo de falla oculta.- Esta condición no es evidente para el personal de operaciones y mantenimiento en forma inmediata. c) Modo de falla múltiple.- Es un evento que ocurre si una función protectora del equipo falla y su sistema protector se encuentra en estado de falla.

5. Responsabilidades

El responsable para la elaboración, actualización e implementación del procedimiento es el responsable formal del proceso Gestión de la Fiabilidad.

Los responsables asignados por cada área deberán asegurar el cumplimiento del presente procedimiento y coordinarán con el responsable del proceso la mejora continua de este subproceso.

	EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	7.3 – PR - 01 Rev. 1	Página 4 de 4
---	------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

6. Descripción de las actividades

Todos los departamentos involucrados en este proceso deben cumplir el plan de ejecución del mantenimiento generado por el subproceso de planificación del mantenimiento. Estas tareas deberán ser cumplidas de acuerdo a los instructivos emitidos para el efecto.

Según aplique y sin que esto sea una limitante las actividades de ejecución del mantenimiento estarán relacionadas con:

- Planificación operativa de los trabajos a ejecutarse (al menos horizonte de quince días a un mes)
- Apertura de un permiso de trabajo. Es obligatorio el cumplimiento del manual de seguridad de OCP.
- Tener en sitio los recursos para la ejecución del mantenimiento. Los recursos deben estar disponibles para la fecha planificada de inicio de los trabajos.
- Ejecución de mantenimientos preventivos según el plan de mantenimiento, la fecha de ejecución de los trabajos debe ser la fecha planificada para iniciar los mismos.
- Ejecución de mantenimientos correctivos. Gestionar los recursos necesarios para que los trabajos iniciados no se detengan por falta de recursos.
- Informe de modos, mecanismos y causas de falla (cuando aplique) Informe de método de solución del problema (cuando aplique) Cuando sea posible usar norma ISO 14224 para la codificación de todos los puntos mencionados.
- Informe de cierre de OT. Adjuntar información de novedades o problemas encontrados y los trabajos realizados.
- Informe de criticidad de los daños que requieren de trabajos correctivos.
- Generar matriz de seguimiento con las novedades encontradas. El formato de esta matriz será descrito en los instructivos respectivos. El responsable de cada área será el responsable de dar el seguimiento a esta matriz y la solución de las novedades encontradas.

7. Anexos

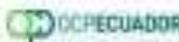
ANEXO 1: Política Gestión de la Fiabilidad.

ANEXO 2: Instructivos relacionados por cada área (IT, logística, MPCC, TM, DDV, Integridad, Facilidades).

ANEXO 5 – PROCEDIMIENTO MONITOREO E INSPECCIÓN

Subproceso 7.1: Monitoreo e Inspección Procedimiento 7.1 -PR-01

- Alcance
- Historial de modificaciones
- Objetivo
- Definiciones
- Responsabilidades
- Descripción de las actividades
- Anexos

	MONITOREO E INSPECCIÓN	7.1 – PR - 01 Rev. 1	Página 2 de 4
---	-------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

1. Alcance

Desde la incorporación del activo hasta su desafectación.

2. Historial de modificaciones

Subproceso 7.1: Monitoreo e Inspección				
Fecha	Revisión	Razón	Responsable	Aprobado
23 Junio 2012	1	Implementación GPP		F. Karolys

3. Objetivo

Estandarizar las actividades de monitoreo e inspección de los activos.

Monitorear e inspeccionar los activos en busca de fallas incipientes.

4. Definiciones

Término	Definición
Activo	<p>La definición de activo debe entenderse como cualquiera de los ítems abajo mencionados que pueden ser objeto de alguno de los tipos de mantenimiento (Véase proceso 7. Gestión de la Fiabilidad). Específicamente, Maquinarias, Herramientas, Hardware, Equipo Pesado y Vehículos. Esta definición incluye cualquier software que sea crítico para el suministro de la función del activo.</p> <p>Un elemento se reconocerá como activo si, y sólo si:</p> <ul style="list-style-type: none"> (a) sea probable que la entidad obtenga los beneficios económicos futuros derivados del mismo; y (b) el costo del elemento puede medirse con fiabilidad, y (c) no forma parte del activo intangible, Derecho de Concesión
Falla	La terminación de la capacidad de un ítem (equipo, sistema) de cumplir la función deseada.

Modo de falla	<p>Es la descripción de la consecuencia por la cual la falla funcional de un equipo o sistema puede ser identificada. Las mismas pueden ser:</p> <p>a) Modo de falla evidente: es un modo de falla que se torna evidente para el personal de operaciones en condiciones normales de operación.</p> <p>b) Modo de falla oculta: esta condición no es evidente para el personal de operaciones y mantenimiento en forma inmediata.</p> <p>c) Modo de falla múltiple: es un evento que ocurre si una función protectora del equipo falla y su sistema protector se encuentra en estado de falla.</p>
Parámetros críticos	<p>Son aquellos que han sido definidos en un instructivo de mantenimiento como tales y además están expresados sus límites aceptables, por ejemplo, la presión diferencial de un filtro.</p>
Variables representativas	<p>De un fenómeno son las que permiten describir el fenómeno y las demás variables pueden ser expresadas como función de las primeras.</p>
Variables sintomáticas	<p>Son las que alertan el inicio de un problema, siendo expresión de una falla incipiente, por ejemplo, las vibraciones, la temperatura, el ruido, las deformaciones, etc.</p>

5. Responsabilidades

El responsable para la elaboración, actualización e implementación del procedimiento es el responsable formal del proceso Gestión de la Fiabilidad.

Los responsables asignados por cada área deberán asegurar el cumplimiento del presente procedimiento y coordinarán con el responsable del proceso la mejora continua de este subproceso.

6. Descripción de las actividades

Todos los departamentos involucrados en este proceso deben cumplir el plan de monitoreo e inspección generado por el subproceso de planificación del mantenimiento. Estas tareas deberán ser cumplidas de acuerdo a los instructivos emitidos para el efecto.

Según aplique y sin que esto sea una limitante las actividades de monitoreo e inspección estarán relacionadas con:

	MONITOREO E INSPECCIÓN	7.1 – PR - 01 Rev. 1	Página 4 de 4
---	-------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------

- Monitoreo continuo de las variables más representativas de la operación de un activo.
- Monitoreo por frecuencias (mantenimiento predictivo) de variables sintomáticas.
- Inspección de fallas ocultas mediante la simulación de la falla o la activación manual de la protección para comprobar el buen estado de las conexiones y dispositivos.
- Inspecciones operativas (kilometraje, horómetros, etc.).
- Inspecciones de parámetros críticos. Comprobar los valores de los parámetros con los límites recomendados.
- Creación de límites de control: máximos, mínimos o máximos/mínimos (según aplique).
- Informes de alarmas y novedades. Generar matriz de seguimiento al aparecer desviaciones por encima de lo tolerable. El formato será descrito en los instructivos por área y el responsable de cada área será responsable del seguimiento de las novedades y su solución.

7. Anexos

ANEXO 1: Política Gestión de la Fiabilidad.

ANEXO 2: Instructivos relacionados por cada área (IT, logística, MPCC, TM, DDV, Integridad, Facilidades).

ANEXO 6 – PROCEDIMIENTO ANALISIS DE FALLAS Y MANTENIMIENTO

Subproceso 7.4:

Análisis de fallas y mantenimiento

Procedimiento 7.4 -PR-01

- Alcance
- Historial de modificaciones
- Objetivo
- Definiciones
- Responsabilidades
- Descripción de las actividades
- Anexos

 OCECUADOR	ANÁLISIS DE FALLAS Y DEL MANTENIMIENTO	7.4 – PR - 01 Rev. 1	Página 2 de 4
---	---	---------------------------------------	--------------------------------

1. Alcance

Desde la incorporación del activo hasta su desafectación.

2. Historial de modificaciones

Subproceso 7.4: Análisis de Fallas y Mantenimiento				
Fecha	Revisión	Razón	Responsable	Aprobado
23 Junio 2012	1	Implementación GPP		F. Karolys

3. Objetivo

Estandarizar las actividades en el análisis de fallas y del mantenimiento de los activos. Realizar análisis de falla y del mantenimiento para encontrar las causas de las fallas, identificar oportunidades de optimización de las frecuencias de la ejecución de mantenimientos preventivos o predictivos, calcular los niveles de criticidad o riesgo y definir acciones y recomendaciones.

4. Definiciones

Término	Definición
Activo	La definición de activo debe entenderse como cualquiera de los ítems abajo mencionados que pueden ser objeto de alguno de los tipos de mantenimiento (Véase proceso 7. Gestión de la Fiabilidad). Específicamente, Maquinarias, Herramientas, Hardware, Equipo Pesado y Vehículos. Esta definición incluye cualquier software que sea crítico para el suministro de la función del activo. Un elemento se reconocerá como activo si, y sólo si: (a) sea probable que la entidad obtenga los beneficios económicos futuros derivados del mismo; y (b) el costo del elemento puede medirse con fiabilidad, y (c) no forma parte del activo intangible, Derecho de Concesión
Causas de la falla	Circunstancias asociadas al diseño, fabricación, instalación, uso, mantenimiento o eventos externos que ocasionaron la falla.

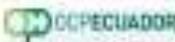
	ANÁLISIS DE FALLAS Y DEL MANTENIMIENTO	7.4 – PR - 01 Rev. 1	Página 3 de 4
---	---	--------------------------------	-------------------------

Confiabilidad	La capacidad de un ítem de cumplir la función requerida bajo condiciones dadas por un intervalo de tiempo.
Disponibilidad	La capacidad de un equipo o ítem de cumplir en ese momento la función requerida bajo condiciones dadas o durante un intervalo de tiempo. Se asume que los recursos externos necesarios están disponibles.
Falla	La terminación de la capacidad de un ítem (equipo, sistema) de cumplir la función deseada.
Mantenimiento correctivo	Es el mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una falla, el cual busca restablecer el activo o sistema para que cumpla las funciones requeridas.
Mantenimiento preventivo	Se define como el conjunto de acciones ejecutadas de manera planificada y programada a intervalos predeterminados o de acuerdo a un criterio preestablecido que se aplican a los activos con el objetivo de reducir fallas funcionales o la degradación de la función del ítem.
Mecanismo de falla	Proceso físico, mecánico, químico o cualquier otro que conduce a la falla.
Modo de falla	Es la descripción de la consecuencia por la cual la falla funcional de un equipo o sistema puede ser identificada. Las mismas pueden ser: a) Modo de falla evidente.- es un modo de falla que se torna evidente para el personal de operaciones en condiciones normales de operación. b) Modo de falla oculta.- Esta condición no es evidente para el personal de operaciones y mantenimiento en forma inmediata. c) Modo de falla múltiple.- Es un evento que ocurre si una función protectora del equipo falla y su sistema protector se encuentra en estado de falla.

5. Responsabilidades

El responsable para la elaboración, actualización e implementación del procedimiento es el responsable formal del proceso Gestión de la Fiabilidad.

Los responsables asignados por cada área deberán asegurar el cumplimiento del presente procedimiento y coordinarán con el responsable del proceso la mejora continua de este subproceso.

	ANÁLISIS DE FALLAS Y DEL MANTENIMIENTO	7.4 – PR - 01 Rev. 1	Página 4 de 4
---	---	--------------------------------	-------------------------

6. Descripción de las actividades

Todos los responsables de cada departamento involucrado en este proceso deben asegurarse que la información requerida para los análisis de confiabilidad, integridad, nivel de riesgo y criticidad sea enviados por los subprocesos de Ejecución y Monitoreo e Inspección. Las tareas deberán ser cumplidas de acuerdo a los instructivos emitidos para el efecto.

Según aplique y sin que esto sea una limitante las actividades de análisis de fallas y mantenimiento estarán relacionadas con:

- Recopilación de datos desde los subprocesos Monitoreo e Inspecciones y Ejecución del Mantenimiento.
- Análisis y codificación de causas, mecanismos, modos de falla y métodos de detección de estas fallas. Análisis y codificación de trabajos realizados para superar las fallas. Donde aplique usar la norma ISO 14224.
- Cálculos de curvas de probabilidad de falla y optimización de frecuencias de mantenimientos preventivos y de monitoreos e inspecciones.
- Análisis de confiabilidad, cálculos de stock de seguridad y de criticidad de sistemas (donde aplique). La metodología de cálculo para el stock de seguridad debe ligar las estadísticas de falla con la confiabilidad exigida por la compañía. El análisis de confiabilidad debe usar la distribución de Weibull cuando la estadística de fallas nos indique que ya no estamos en la parte paralela al eje de las X de la curva de la bañera.
- Análisis de integridad y niveles de riesgo (donde aplique)
- Informes de novedades y hallazgos con recomendaciones y acciones a tomar.
- Generar una matriz de seguimiento con las novedades encontradas, el formato a utilizar será descrito en los instructivos correspondientes y el responsable por área hará el seguimiento del cumplimiento de las recomendaciones y los plazos.

7. Anexos

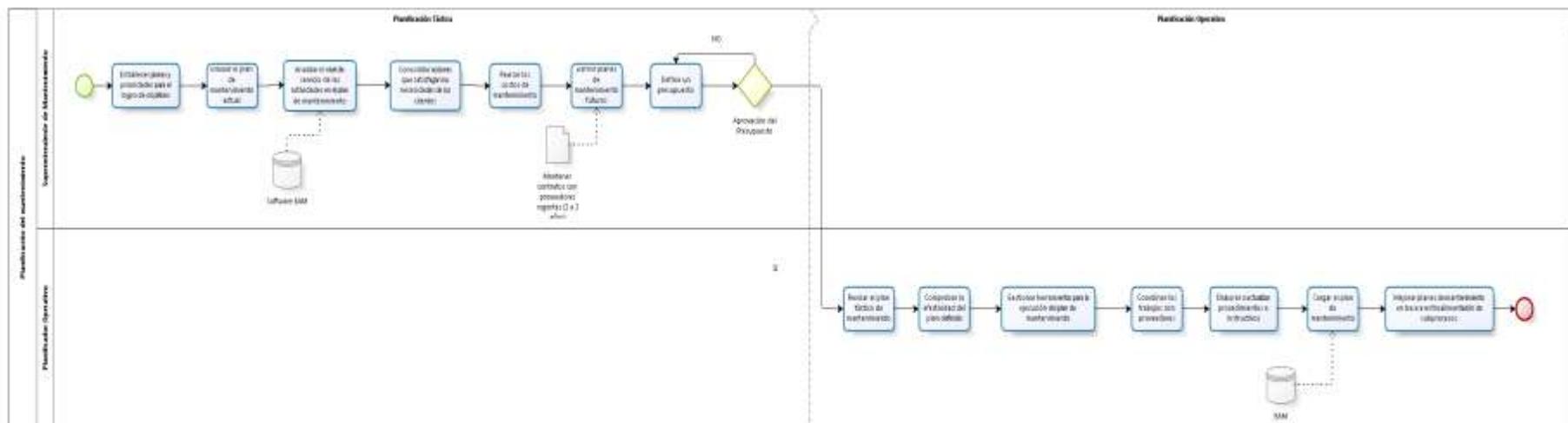
ANEXO 1: Política Gestión de la Fiabilidad.

ANEXO 2: Instructivos relacionados por cada área (IT, logística, MPCC, TM, DDV, Integridad, Facilidades).

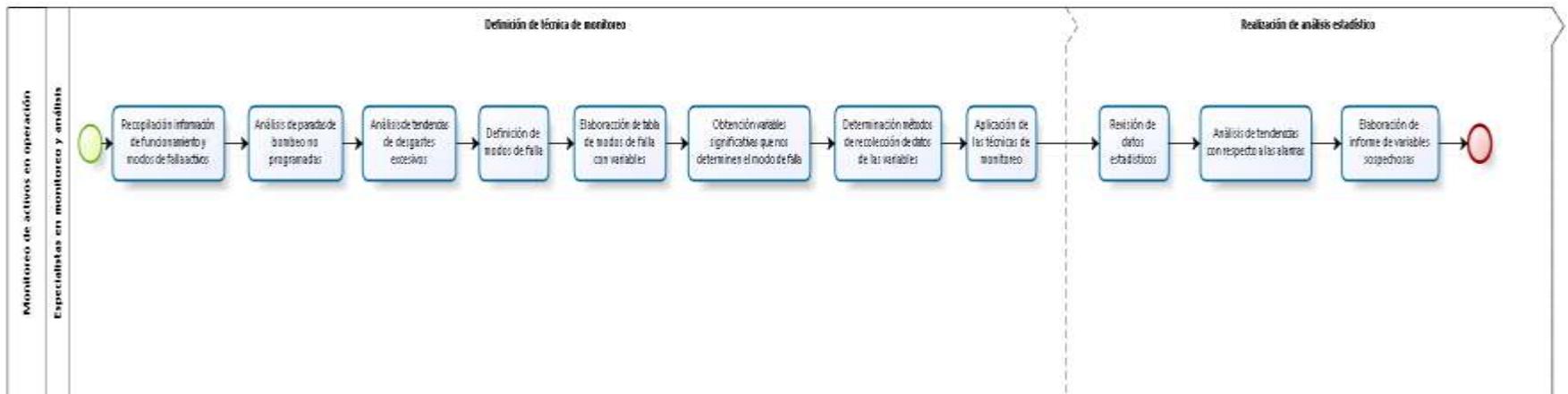
ANEXO 7: MAPA DE PROCESOS OCP



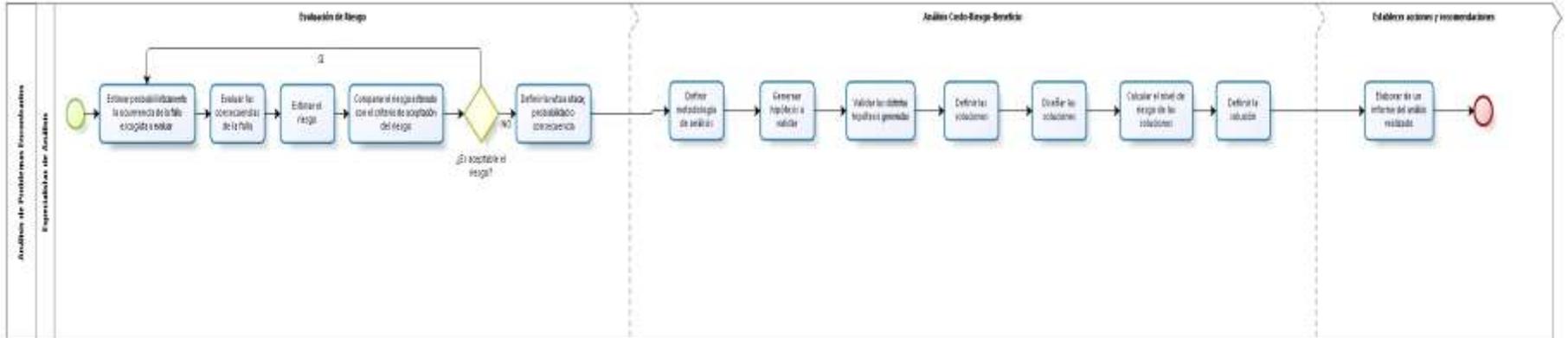
ANEXO 8: FLUJOGRAMA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO



ANEXO 10: FLUJOGRAMA MONITOREO E INSPECCIÓN

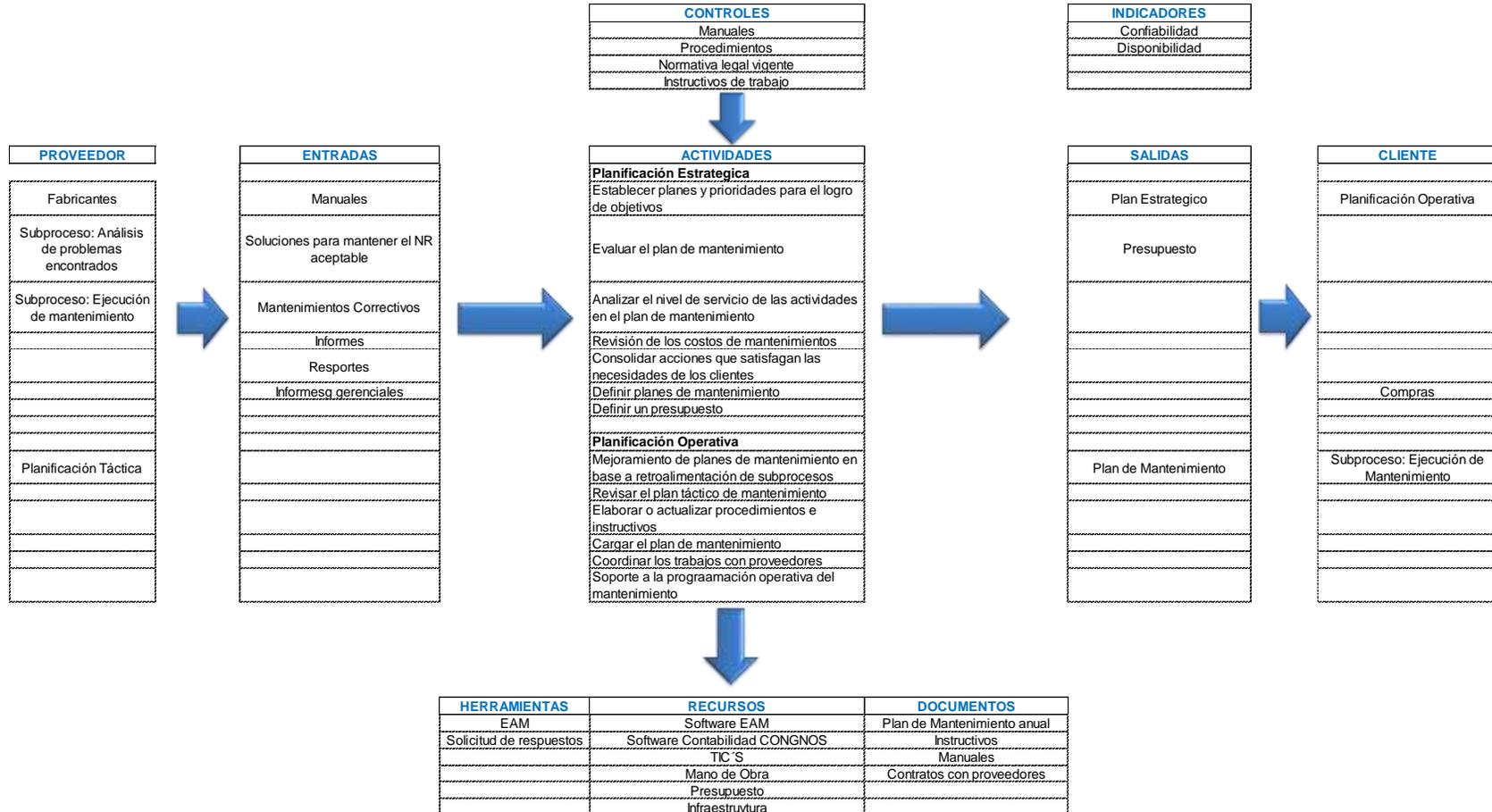


ANEXO 11: FLUJOGRAMA ANÁLISIS DE FALLAS Y MANTENIMIENTO



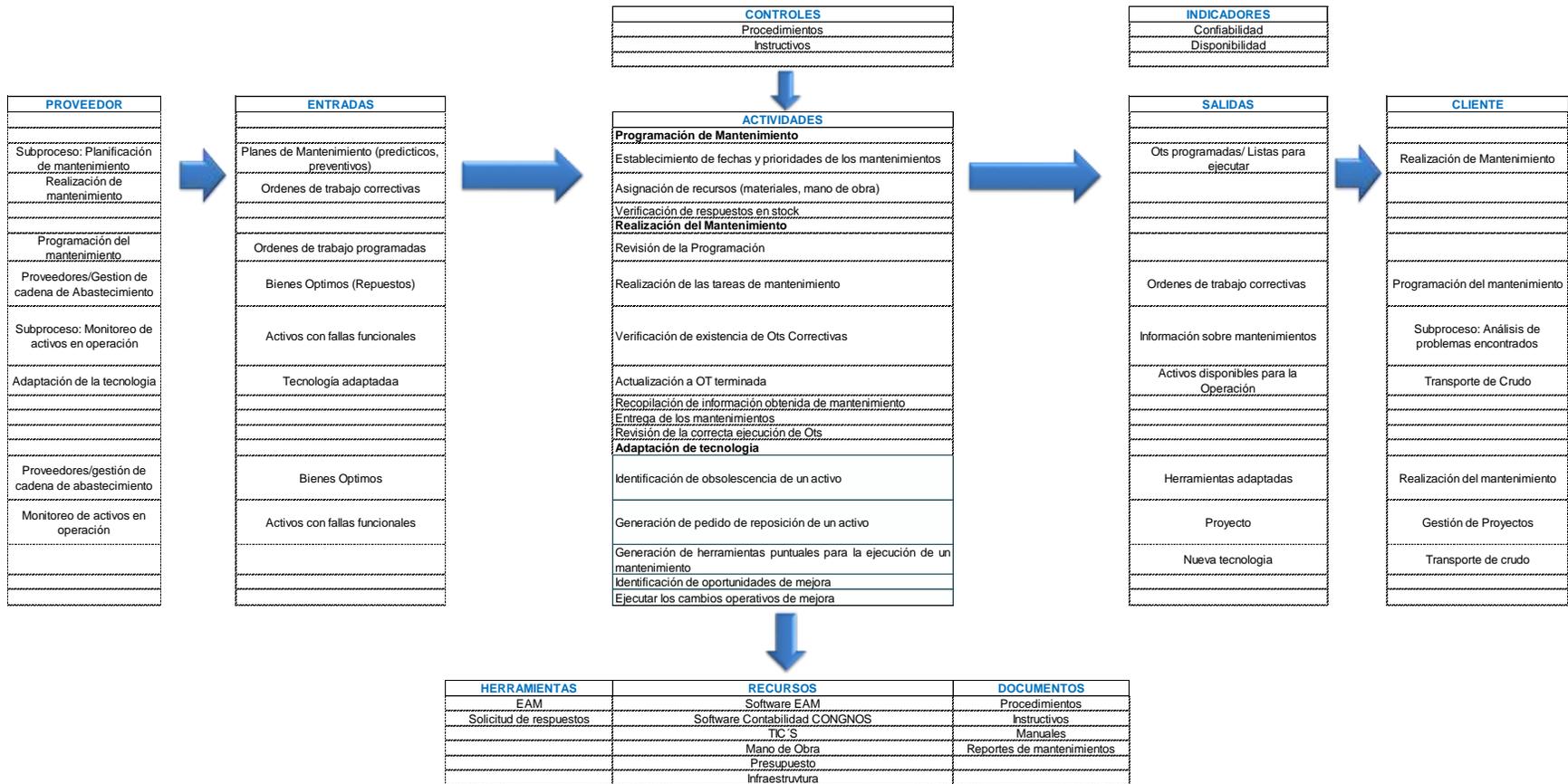
ANEXO 12: SIPOC PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

MACRO PROCESO:	Fiabilidad	
PROCESO:	Planificación del Mantenimiento	
SUBPROCESO:	NA	
DUENO DEL PROCESO:	Superintendente de Mantenimiento	
OBJETIVO DEL PROCESO:	Establecer planes de mantenimiento y el presupuesto necesario para llevarlos a cabo	



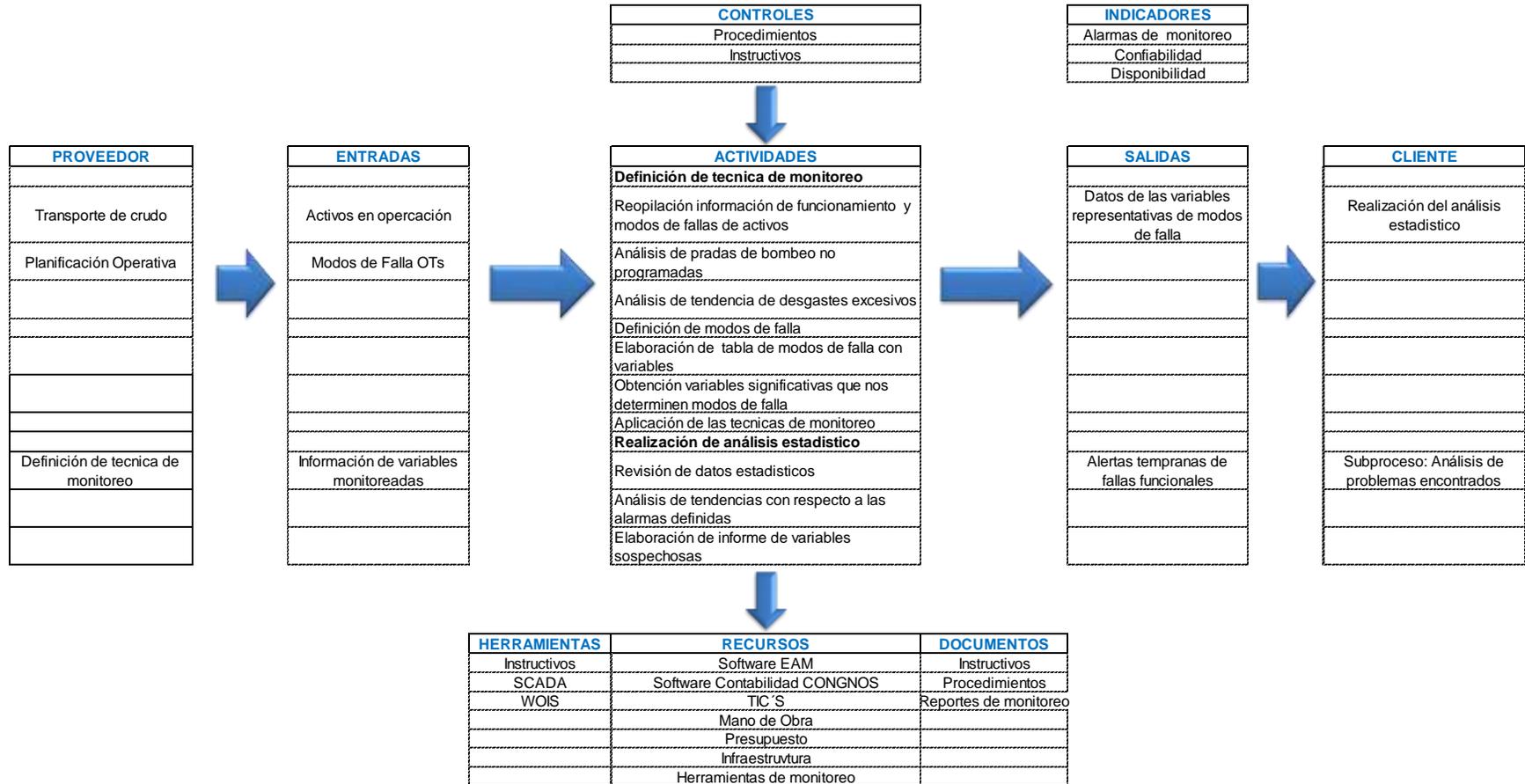
ANEXO 13: SIPOC EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

MACRO PROCESO:	Fiabilidad
PROCESO:	Ejecución del Mantenimiento
SUBPROCESO:	NA
DUENO DEL PROCESO:	Superintendente de Mantenimiento
OBJETIVO DEL PROCESO:	Gestionar los recursos (materiales, mano de obra) para la correcta ejecución de los planes de mantenimiento



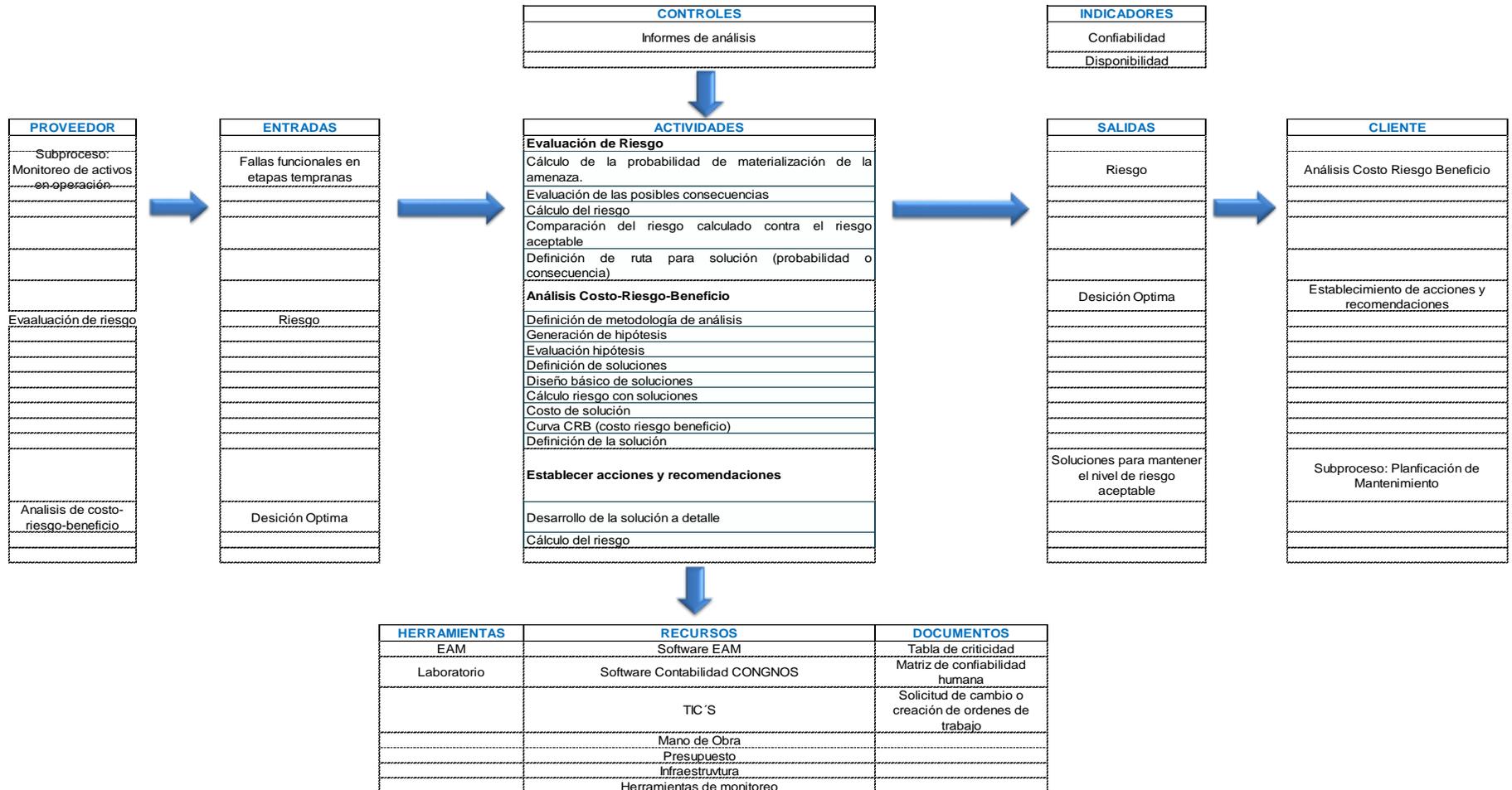
ANEXO 14: SIPOC MONITOREO E INSPECCIÓN

MACRO PROCESO:	Fiabilidad
PROCESO:	Monitoreo de activos en Operación
SUBPROCESO:	NA
DUENO DEL PROCESO:	Superintendente de Mantenimineto
OBJETIVO DEL PROCESO:	Estandarizar las actividades de monitoreo e inspección de los activos. Monitorear e inspeccionar los activos en busca de fallas incipientes.



ANEXO 15: SIPOC ANÁLISIS DE FALLAS Y MANTENIMIENTOS

MACRO PROCESO:	Fiabilidad
PROCESO:	Análisis de Problemas Encontrados
SUBPROCESO:	NA
DUÑO DEL PROCESO:	Superintendente de Mantenimiento
OBJETIVO DEL PROCESO:	Realizar análisis de falla y del mantenimiento para encontrar las causas de las fallas, identificar oportunidades de optimización de las frecuencias de la ejecución de mantenimientos preventivos o predictivos, calcular los niveles de criticidad o riesgo y definir acciones y recomendaciones.



ANEXO 16: MATRIZ PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

N°	Subproceso	Macro actividades	Actividad	CRITERIOS								Total
				4		4		4		4		
				Permite garantizar activos disponibles y confiables	Permite garantizar activos seguros (sin repercusiones en la salud de los colaboradores ni en el ambiente)	Permite generar información valida y oportuna para alcanzar la eficiencia en el proceso	Permite generar información que permita el enlace entre subprocesos y ayude a su retroalimentación					
1	Planificación	Planificación Táctica	Actualizar (elaborar) la estrategia de mantenimiento	2,00	8,00	2,71	10,86	2,57	10,29	2,43	9,71	9,71
2			Seguimiento de la eficacia y eficiencia de los subproceso y el proceso	2,71	10,86	2,43	9,71	1,86	7,43	2,57	10,29	9,57
3			Consolidar las buenas prácticas	1,86	7,43	1,86	7,43	2,71	10,86	2,43	9,71	8,86
4			Elaboración de planes de mantenimiento anual	2,00	8,00	2,14	8,57	3,00	12,00	2,57	10,29	9,71
5		Planificación Operativa	Elaboración de planes de mantenimiento	1,86	7,43	1,86	7,43	2,29	9,14	2,71	10,86	8,71
6			Coordinación de trabajos con proveedores	2,43	9,71	2,14	8,57	2,86	11,43	2,71	10,86	10,14
7			Gestionar la trazabilidad de los activos	2,29	9,14	2,71	10,86	2,00	8,00	1,86	7,43	8,86
8			Elaboración de procedimientos e instructivos	2,00	8,00	1,86	7,43	2,14	8,57	2,57	10,29	8,57
9			Carga del plan de mantenimiento	2,00	8,00	2,71	10,86	2,71	10,86	2,29	9,14	9,71
10			Elaboración de planes de monitoreo	1,71	6,86	1,71	6,86	2,14	8,57	2,71	10,86	8,29
11			Soporte a la programación operativa del mantenimiento	2,43	9,71	2,86	11,43	2,43	9,71	2,71	10,86	10,43
12			Realizar ajustes a los planes de mantenimiento por fallas en la operación y durante emergencias	1,57	6,29	1,86	7,43	1,86	7,43	2,43	9,71	7,71

ANEXO 17: MATRIZ EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

N°	Subprocesos	Macro actividades	Actividad	CRITERIOS								Total
				4		2		4		1		
				Permite garantizar activos disponibles y confiables	Permite garantizar activos seguros (sin repercusiones en la salud de los colaboradores ni en el ambiente)	Permite generar información valida y oportuna para alcanzar la eficiencia en el proceso	Permite generar información que permita el enlace entre subprocesos y ayude a su retroalimentación					
1	Ejecución	Programación del mantenimiento	Gestión de la OT: materiales, repuestos, recursos de personal	1,71	6,86	2,14	8,57	2,14	4,29	4,29	17,14	9,21
2			Realización de una solicitud de trabajo	2,14	8,57	2,29	9,14	2,57	5,14	4,98	19,90	10,69
3			Asignación de recursos	1,71	6,86	2,29	9,14	2,29	4,57	4,48	17,90	9,62
4		Realizar del mantenimiento	Ejecución del mantenimiento	1,71	6,86	2,14	8,57	2,14	4,29	4,29	17,14	9,21
5			Fiscalización del mantenimiento	1,86	7,43	2,14	8,57	2,00	4,00	4,33	17,33	9,33
6			Informes de cierre de OT	2,29	9,14	3,14	12,57	1,57	3,14	5,31	21,24	11,52
7		Adaptar la tecnología	Codificación de fallas para OT correctivas	2,57	10,29	3,14	12,57	1,71	3,43	5,62	22,48	12,19
8			Identificación de obsolescencia de un activo	1,71	6,86	2,29	9,14	1,86	3,71	4,26	17,05	9,19
9			Generación de pedido de reposición de un activo	1,71	6,86	2,14	8,57	1,71	3,43	4,07	16,29	8,79
10			Generación de herramientas puntuales para la ejecución de un mantenimiento	2,43	9,71	2,43	9,71	2,43	4,86	5,26	21,05	11,33
11			Identificación de oportunidades de mejora	2,14	8,56	2,29	9,14	2,00	4,00	4,69	18,75	10,11
12			Ejecutar los cambios operativos de mejora	1,86	7,44	2,29	9,14	2,00	4,00	4,45	17,82	9,60

ANEXO 18: MATRIZ MONITOREO E INSPECCIÓN

N°	Subproceso	Macro actividades	Actividad	CRITERIOS								Total
				3		1		4		2		
				Permite garantizar activos disponibles y confiables	Permite garantizar activos seguros (sin repercusiones en la salud de los colaboradores ni en el ambiente)	Permite generar información válida y oportuna para alcanzar la eficiencia en el proceso	Permite generar información que permita el enlace entre subprocesos y ayude a su retroalimentación					
1	Monitoreo	Definir técnica de monitoreo	Aplicación del plan operativo de monitoreo	2,00	6,00	2,57	2,57	2,00	8,00	2,86	5,71	5,57
2			Revisión de la validez de la calibración de equipos	2,71	8,14	2,29	2,29	2,29	9,14	2,86	5,71	6,32
3			Aplicación del monitoreo continuo	2,14	6,43	2,43	2,43	2,14	8,57	2,86	5,71	5,79
4			Aplicación del monitoreo por frecuencias	2,14	6,43	2,71	2,71	2,29	9,14	2,86	5,71	6,00
5			Aplicación de la inspección por fallas ocultas	2,00	6,00	2,29	2,29	2,14	8,57	2,86	5,71	5,64
6			Aplicación de la inspección operativa	2,00	6,00	2,43	2,43	2,14	8,57	2,86	5,71	5,68
7			Aplicación de la inspección de parámetros críticos	1,86	5,57	2,14	2,14	1,86	7,43	2,71	5,43	5,14
8		Realizar análisis estadístico	Comparación de parámetros con valores	2,14	6,43	2,29	2,29	2,00	8,00	2,57	5,14	5,46
9			Envío de alertas por desviaciones de umbrales normalizados	1,86	5,57	2,00	2,00	1,71	6,86	2,29	4,57	4,75
10			Registro de toma de datos y discretización de los mismos	2,29	6,86	2,29	2,29	2,00	8,00	2,43	4,86	5,50
11			Elaboración de informes de monitoreo e inspección	2,00	6,00	2,00	2,00	1,71	6,86	1,71	3,43	4,57
12			Seguimiento de indicadores de control de mantenimiento	2,14	6,43	2,00	2,00	1,57	6,29	1,71	3,43	4,54
13			Elaborar el reporte de nivel de criticidad	2,29	6,86	1,86	1,86	1,71	6,86	1,71	3,43	4,75

ANEXO 19: MATRIZ ANÁLISIS DE FALLAS Y MANTENIMIENTOS

N°	Subproceso	Macro actividades	Actividad	CRITERIOS								Total
				3		4		4		4		
				Permite garantizar activos disponibles y confiables	Permite garantizar activos seguros (sin repercusiones en la salud de los colaboradores ni en el ambiente)	Permite generar información valida y oportuna para alcanzar la eficiencia en el proceso	Permite generar información que permita el enlace entre subprocesos y ayude a su retroalimentación					
1	Análisis	Evaluación de Riesgo	Cálculo de la probabilidad de materialización de la amenaza.	2,29	6,86	2,00	8,00	1,86	7,43	2,43	9,71	8,00
2			Evaluación de las posibles consecuencias	2,29	6,86	2,29	9,14	2,00	8,00	2,57	10,29	8,57
3			Cálculo del riesgo	2,14	6,43	2,29	9,14	2,00	8,00	2,29	9,14	8,18
4			Comparación del riesgo calculado contra el riesgo	2,14	6,43	2,29	9,14	1,86	7,43	2,29	9,14	8,04
5			Definición de ruta para solución (probabilidad o consecuencia)	2,00	6,00	2,43	9,71	2,00	8,00	2,71	10,86	8,64
6		Análisis Costo-Riesgo-Beneficio	Definición de metodología de análisis	2,57	7,71	2,29	9,14	2,29	9,14	3,00	12,00	9,50
7			Generación de hipótesis	2,43	7,29	2,43	9,71	2,00	8,00	2,71	10,86	8,96
8			Evaluación hipótesis	2,43	7,29	2,43	9,71	1,86	7,43	2,71	10,86	8,82
9			Definición de soluciones	2,00	6,00	2,14	8,57	1,71	6,86	2,29	9,14	7,64
10			Diseño básico de soluciones	2,00	6,00	2,14	8,57	1,71	6,86	2,43	9,71	7,79
11			Cálculo riesgo con soluciones	1,86	5,57	1,71	6,86	1,71	6,86	2,29	9,14	7,11
12			Costo de solución	2,29	6,86	2,00	8,00	1,57	6,29	2,43	9,71	7,71
13			Curva CRB (costo riesgo beneficio)	2,14	6,43	2,00	8,00	1,71	6,86	2,29	9,14	7,61
14			Definición de la solución	1,86	5,57	1,57	6,29	1,57	6,29	2,43	9,71	6,96
15		Establecer acciones y recomendaciones	Desarrollo de la solución a detalle	1,57	4,71	1,43	5,71	1,57	6,29	2,00	8,00	6,18
16	Cálculo del riesgo		2,00	6,00	2,29	9,14	1,71	6,86	2,00	8,00	7,50	

ANEXO 20: ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA

											PLANES O ACCIONES PARA LA MEJORA					
No	SUBPROCESO	MACRO ACTIVIDADES	ACTIVIDADES	MODOS DE FALLA POTENCIALES (¿Qué puede salir mal?)	EFECTOS POTENCIALES DE FALLA (¿A quién impacta esta falla? ¿Cuáles son los efectos?)	SEVERIDAD	CAUSAS POTENCIALES O MECANISMOS DE FALLO (¿Qué está causando esta falla? ¿Cuáles son las causas?)	DOX-INDICIA	CONTROLES PROCESOS ACTUALES (¿Qué controles tengo? ¿Cómo se puede prevenir y detectar?)	DETECCIÓN	NPR	FRECUENCIA	#REC-ACUMULADA	ACCIÓN O SUGERENCIA (¿Qué puedo hacer?)	RESPONSABLES (¿May importante)	
1	Planificación	Planificación Táctica	Actualizar (elaborar) la estrategia de mantenimiento	Planes que no cumplan con las metas establecidas por el proceso en confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y nivel de riesgo	Ineficiencia total del proceso	10,0	Política del proceso ineficiente que no especifica o abarca todos los lineamientos a ser cumplidos	2,0	Política de Gestión de la Fiabilidad	8,0	160	2%	2%	Revisión y análisis de la política actual del proceso mediante un grupo conformado por los principales integrantes del mismo	Superintendente de mantenimiento	
2			Seguimiento de la eficacia y eficiencia de los subproceso y el proceso	Planes de mantenimiento obsoletos que no cumplen con los requerimientos del proceso	Ineficiencia de los indicadores de gestión del proceso	10,0	Falta de gestión en el seguimiento y análisis de los indicadores actuales del proceso	4,0	Indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad	9,0	360	5%	7%	Crear un grupo de mejora continua por estación que realice un seguimiento periódico de los indicadores	Superintendente de mantenimiento	
3			Consolidar las buenas prácticas en los mantenimientos existentes	Variabilidad en los mantenimientos	Afectación a la vida útil de los activos y a la confiabilidad de los mantenimientos	9,0	Falta de seguimiento a los planes de mantenimiento para una correcta retroalimentación	3,0	Historial de mantenimientos en el EAM e indicadores de gestión del proceso	8,0	216	3%	10%	Realizar varias reuniones previas al establecimiento del plan anual de mantenimiento con el objetivo de realizar un seguimiento y análisis de los mantenimientos	Superintendente de Mantenimiento, planificadores de mantenimiento, jefes de estación	
4			Elaboración anual de planes de mantenimiento	Planes que no cumplan con lo requerido para el mantenimiento de los activos	Riesgo en la vida útil de los activos	8,0	Falta de monitoreo de activos/ Falta de retroalimentación de mantenimientos y seguimiento de funcionamiento de los activos	5,0	Recomendaciones de los manuales de fabricantes/ Informes de confiabilidad, de nivel de riesgo, de análisis de falla, normas	10,0	400	5%	15%	Continuar con la personalización de los planes de mantenimiento basados en datos reales del funcionamiento de equipos, consolidando las buenas practicas.	Planificador táctico y planificador operativo	
5		Elaboración de planes de mantenimiento	Planes que no cumplan con lo requerido para el mantenimiento de los activos	Riesgo en la vida útil de los activos	8,0	Falta de monitoreo de activos/ Falta de retroalimentación de mantenimientos y seguimiento de funcionamiento de los activos	5,0	Recomendaciones de los manuales de fabricantes/ Informes de confiabilidad, de nivel de riesgo, de análisis de falla, normas	10,0	400	5%	21%	Continuar con la personalización de los planes de mantenimiento basados en datos reales del funcionamiento de equipos, consolidando las buenas practicas.	Planificador táctico y planificador operativo		
6		Planificación Operativa	Coordinación de trabajos con proveedores	Mala planificación y negociación de trabajos con los proveedores	Riesgo de falla de activos y aumento en los costos de mantenimiento	9,0	Incumplimiento en los requisitos necesarios para los mantenimientos estipulados en los contratos con los proveedores	2,0	Documentación de contratos con proveedores	8,0	144	2%	23%	Hacer un plan de seguimiento periódico de la bitácora de trabajos además, definir reuniones periódicas con representante de los proveedores para analizar el cumplimiento de trabajos.	Superintendente de Mantenimiento y planificadores de mantenimiento	
7			Gestionar la trazabilidad de los activos	Errores en la retroalimentación del funcionamiento de activos	Información errónea en los registros de trazabilidad	9,0	Informes deficientes de trazabilidad/ desconocimiento por parte de los empleados sobre la información necesaria para generar informes de trazabilidad	3,0	Reuniones de planificación periódicas	7,0	189	3%	25%	Capacitaciones a los colaboradores encargados de generar informes de trazabilidad sobre las necesidades de información.	Superintendente de Mantenimiento	
9			Carga del plan de mantenimiento	Errores en el ingreso de datos, fechas al momento de cargar el plan en el software de soporte EAM	Planes de mantenimiento mal ejecutados o monitoreados.	9,0	Errores humanos al momento de cargar o monitoreados.	3,0	Revisión de los planes por parte de los Jefes de estación y subprocesos.	5,0	135	2%	27%	Generar una capacitación para mejorar la confiabilidad humana	Superintendente de Mantenimiento	
11			Soporte a la programación operativa del mantenimiento	Falta de aseguramiento de items y recursos para la ejecución de mantenimientos	No cumplimiento de las ordenes de trabajo programadas	9,0	Mala coordinación entre el proceso de Fiabilidad y cadena de abastecimiento.	5,0	Procedimiento para la elaboración de orden de pedidos.	4,0	180	2%	30%	Crear documentación que defina los limites de gestión entre el proceso de Fiabilidad y Cadena de abastecimiento	Planificador Operativo	
1		Ejecución	Programación del mantenimiento	Gestión de la OT: materiales, repuestos, recursos de personal	Imposibilidad de ejecutar Ots programadas	Desabastecimiento de insumos y mano de obra necesarios para la ejecución de Ots	10,0	Demoras en la gestión de recursos por solicitudes erróneas de requerimientos de material a cadena de abastecimiento	2,0	Instructivos de solicitudes de repuestos e insumos	3,0	60	1%	30%	Reuniones periódicas con el proceso de cadena de abastecimiento para evaluar la eficiencia de gestión de recursos.	Superintendente de mantenimiento y jefe de abastecimiento
2				Realización de una solicitud de trabajo	Demora en la aprobación de la solicitud	Imposibilidad de ejecutar una orden de mantenimiento en la fecha programada	9,0	Imposibilidad de aprobación oportuna de una solicitud de trabajo a través del EAM	5,0	Procedimiento para la solicitud de trabajo	6,0	270	4%	34%	Crear alertas en el EAM que no permitan crear una solicitud sin llenar toda la información y datos requeridos	Superintendente de Mantenimiento/ TICS
3	Asignación de recursos			Asignación errónea de recursos para la ejecución de los mantenimientos	Imposibilidad de ejecutar mantenimientos	9,0	Errores humanos al momento de planificar la asignación de recursos	2,0	Revisión de disponibilidad y asignación de recursos mediante registros en el EAM	5,0	90	1%	35%	Crear un campo en el EAM que adjunte la descripción de los recursos asignados y su disponibilidad	Planificadores y TICS	
5	Realización del mantenimiento		Fiscalización del mantenimiento	Control ineficiente de cumplimiento de OTS y nivel de desempeño de los colaboradores encargados de ejecutarlas	Mantenimientos mal ejecutados que pongan en riesgo el funcionamiento y la vida útil de los activos	10,0	Omisión de errores u inconvenientes en informes presentados	3,0	Seguimiento de los mantenimientos en el EAM	9,0	270	4%	39%	Crear formatos para la fiscalización de los mantenimientos	Jefes de estación	
6			Informes de cierre de OT	Informes deficientes sin información necesaria que causen pérdida de información	Deficiente retroalimentación del proceso para poder consolidar las buenas practicas y tener registros correctos de mantenimientos	7,0	Incumplimiento de formatos definidos para los informes de cierre de OT	6,0	Formatos de informes definidos según aplique	7,0	294	4%	43%	Implementar en el EAM los formatos para la realización de informes	Superintendente de Mantenimiento/ TICS	
7			Codificación de fallas para OT correctivas	Incumplimiento de la correcta codificación de fallas de acuerdo a la norma ISO14224	Errores al momento de clasificar, jerarquizar y dar prioridad a las fallas principales, deficiente desempeño en la ejecución de OTs correctivas	9,0	Falta de conocimiento sobre la norma implementada para la codificación de fallas	4,0	Norma ISO 14224	8,0	288	4%	47%	Capacitación sobre la aplicación de la norma ISO 14224 al personal involucrado.	Especialista de monitoreo	
10	Adaptación de tecnología		Generación de herramientas puntuales para la ejecución de un mantenimiento	No obtención de herramientas necesarias para la ejecución de mantenimientos	Demora en la ejecución de mantenimientos, parada de equipos	6,0	Mal estudio de necesidades de mantenimiento para la creación de la herramienta	3,0	Procedimiento para la solicitud de OT al proceso de gestión por proyectos	4,0	72	1%	48%	Creación de un formato de informe que defina la información y los estudios necesarios generalizados a realizarse en caso de necesitarse una herramienta.	Jefe de cada estación.	
11			Identificación de oportunidades de mejora	Mala retroalimentación de las OTS que no permitan determinar oportunidades de mejora	Falta de mantenimientos actualizados según las necesidades y objetivos requeridos por el proceso en la actualidad	9,0	Falta de seguimiento a los planes de mantenimiento para una correcta retroalimentación	3,0	Historial de mantenimientos en el EAM e indicadores de gestión del proceso	8,0	216	3%	51%	Creación de equipos de trabajo para una correcta retroalimentación de mantenimientos	Superintendente de mantenimiento	
12			Ejecutar los cambios operativos de mejora	Ejecución deficiente de los cambios operativos de mejora	Desperdicio de recursos/ demora en la ejecución de OTS	8,0	Mala planificación de los cambios de mejora	2,0	Procedimientos de solicitud de ordenes de trabajo a gestión por proyectos	8,0	128	2%	52%	Dar a conocer a fondo los procedimientos existentes	Superintendente de mantenimiento	
2	Monitoreo		Definir técnica de monitoreo	Revisión de la validez de la calibración de equipos	Incumplimiento de procedimientos establecidos para la revisión, calibración y verificación de equipos.	Equipos mal calibrados	10,0	Incumplimiento de los instructivos de mantenimiento de los activos.	4,0	Instructivos de mantenimiento	8,0	320	4%	57%	Generar una capacitación con el objetivo de mejorar la confiabilidad humana	Especialista de monitoreo/ Jefe de cada estación.
3				Aplicación del monitoreo continuo	No exista un monitoreo de las variables correctas mas representativas de la operación de un activo	Recolectar información no confiable que ayude a detectar indicios de problemas.	8,0	Incumplimiento del plan de monitoreo e inspección establecido por planificación	4,0	Plan de monitoreo e inspección, instructivos de monitoreo y mantenimiento de activos	8,0	256	3%	60%	Capacitación al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto	Especialista de monitoreo/ Jefe de cada estación.
4				Aplicación del monitoreo por frecuencias	No generación de alertas tempranas sobre posibles fallas incipientes	Mantenimiento predictivo deficiente, generación de costos no planificados.	10,0	Incumplimiento del plan de monitoreo e inspección establecido por planificación	4,0	Plan de monitoreo e inspección, instructivos de monitoreo y mantenimiento de activos	8,0	320	4%	65%	Capacitación al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto	Especialista de monitoreo/ Jefe de cada estación.
5		Aplicación de la inspección por fallas ocultas		Alertas tardías de fallas ocultas	Ocurren fallas imprevistas de mayor gravedad/ Afectación a la vida útil del activo	8,0	Incumplimiento del plan de monitoreo e inspección establecido por planificación	4,0	Plan de monitoreo e inspección, instructivos de monitoreo y mantenimiento de activos	8,0	256	3%	68%	Capacitación al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto	Especialista de monitoreo/ Jefe de cada estación.	
6		Aplicación de la inspección operativa		Toma de información errónea de parámetros sujetos a la inspección por parte del personal a cargo	Información no confiable sobre parámetros inspeccionados que impiden comprobar el buen funcionamiento y estado del activo.	10,0	Incumplimiento del plan de monitoreo e inspección establecido por planificación	4,0	Plan de monitoreo e inspección, instructivos de monitoreo y mantenimiento de activos	8,0	320	4%	72%	Capacitación al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto	Especialista de monitoreo/ Jefe de cada estación.	
7		Aplicación de la inspección de parámetros críticos		Levantamiento de información errónea de parámetros críticos	Información deficiente que no permita la creación de alertas tempranas	10,0	Incumplimiento del plan de monitoreo e inspección establecido por planificación	4,0	Plan de monitoreo e inspección, instructivos de monitoreo y mantenimiento de activos	8,0	320	4%	77%	Capacitación al personal a cargo sobre la importancia del seguimiento del plan de monitoreo y de instructivos emitidos para el efecto	Especialista de monitoreo/ Jefe de cada estación.	
8		Realización del análisis estadístico		Comparación de parámetros con valores normalizados	Análisis deficiente que no permita identificar parámetros fuera de los valores normalizados	Alertas tardías sobre posibles fallas por parámetros fuera de los rangos normales establecidos	10,0	Falta de conocimientos sobre toma de datos análisis estadístico	4,0	Norma ISO 14224 e instructivos de análisis estadístico	8,0	320	4%	81%	Capacitación periódica al personal sobre nuevas herramientas de toma de datos y análisis estadístico	Especialista de monitoreo
10			Registro de toma de datos y discretización de los mismos	Información levantada no veraz que no permita la discretización correcta de los datos	Imposibilidad de generar mantenimientos predictivos	10,0	Falta de conocimientos sobre toma de datos y discretización	4,0	Norma ISO 14224 e instructivos de análisis estadístico	8,0	320	4%	85%	Capacitación periódica al personal sobre nuevas herramientas de toma de datos y análisis estadístico	Especialista de monitoreo	
1			Análisis	Evaluación de Riesgo	Cálculo de la probabilidad de materialización de la amenaza.	Cálculo incorrecto de la probabilidad	Falla en la retroalimentación del proceso	7,0	Confiabilidad humana	2,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	28	0%	86%	Planificar una capacitación en ACR (Aplicación, importancia, beneficios)
2		Evaluación de las posibles consecuencias			Definición de consecuencias no reales	Falla en la retroalimentación del proceso	7,0	Confiabilidad humana	2,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	28	0%	86%	Planificar una capacitación en ACR (Aplicación, importancia, beneficios)	Especialista de monitoreo
3	Cálculo del riesgo	Cálculo incorrecto del nivel de riesgo			Falla en la retroalimentación del proceso	7,0	Confiabilidad humana	2,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	28	0%	87%	Planificar una capacitación en ACR (Aplicación, importancia, beneficios)	Especialista de monitoreo	
4	Comparación del riesgo calculado contra el riesgo aceptable	Comparación errónea de los riesgos			Falla en la retroalimentación del proceso	7,0	Confiabilidad humana	2,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	28	0%	87%	Planificar una capacitación en ACR (Aplicación, importancia, beneficios)	Especialista de monitoreo	
5	Definición de ruta para solución (probabilidad o consecuencia)	Definir la ruta incorrecta para el análisis de posibles acciones y recomendaciones			Generación de ineficacia al momento de aplicar las acciones y recomendaciones determinadas	9,0	Dificultad de recolección de información que ayude a la definición de la ruta a seguir	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	4,0	252	3%	90%	Crear un grupo de trabajo que analice la necesidad y las fuentes de información necesarias para una correcta evaluación de riesgo.	Integrantes de análisis con responsables de cada subproceso	
6	Análisis Costo-Riesgo-Beneficio	Definición de metodología de análisis		Definir una metodología no óptima para el análisis costo riesgo beneficio	Recolección errónea de información para ACR	8,0	Falta de gestión para la difusión del uso de ACR. No existe un procedimiento ni formatos definidos de ACR.	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	112	2%	92%	Planificar una capacitación en ACR (Aplicación, importancia, beneficios)	Especialista en análisis	
7		Generación de hipótesis		Hipótesis errónea, no conforme al problema encontrado	Dificultad al encontrar la causa de un problema encontrado	8,0	No existencia de un instructivo detallado de ACR	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	112	2%	93%	Revisar las competencias de los puestos de trabajo relacionados con la aplicación de ACR y crear un instructivo detallado para la correcta aplicación de ACR.	Especialista en análisis	
8		Evaluación hipótesis		Acciones y recomendaciones incorrectas para la solución del problema	Mantenimientos erróneos y posiblemente innecesarios a los activos involucrados en el problema	7,0	No existencia de un instructivo detallado de ACR	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	98	1%	95%	Crear un instructivo detallado para la correcta aplicación de ACR.	Especialista en análisis	
9		Definición de soluciones		Soluciones ineficaces que no representen ningún beneficio para el proceso	Análisis obsoleto e ineficiente de problemas encontrados	7,0	Falta de colaboración en encontrar soluciones eficaces	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	98	1%	96%	Creación de equipos de trabajo que colaboren para la determinación de soluciones a los problemas encontrados	Colaboradores con responsabilidades y conocimientos pertinentes para la conformación del equipo	
10		Diseño básico de soluciones		Determinación de soluciones que no representan ningún beneficio al proceso	Análisis obsoleto e ineficiente de problemas encontrados	7,0	Falta de colaboración en encontrar soluciones eficaces	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	98	1%	97%	Creación de equipos de trabajo que colaboren para la determinación de soluciones a los problemas encontrados	Colaboradores con responsabilidades y conocimientos pertinentes para la conformación del equipo	
12		Costo de solución		Soluciones con costos no factibles para el proceso	Análisis obsoleto e ineficiente de problemas encontrados	7,0	Falta de una base de datos que permita calcular costos y beneficios reales de las soluciones propuestas	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	98	1%	99%	Levantamiento de información para la creación de una base de datos sobre los costos de mantenimientos correctivos	Especialista en análisis	
13		Curva CRB (costo riesgo beneficio)		Determinación incorrecta de ruta a seguir para solucionar el problema	Análisis obsoleto e ineficiente de problemas encontrados	7,0	Falta de una base de datos que permita calcular costos y beneficios reales de las soluciones propuestas	7,0	Procedimiento de análisis de problemas encontrados	2,0	98	1%	100%	Levantamiento de información para la creación de una base de datos sobre los costos de mantenimientos correctivos	Especialista en análisis	

