

ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO
PROACTIVO CENTRADO EN LAS ÁREAS-GRB-ECOPETROL S.A.



JHINDY NATHALI RIVERA ROBAYO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA

2012

ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO
PROACTIVO CENTRADO EN LAS ÁREAS-GRB-ECOPETROL S.A.

JHINDY NATHALI RIVERA ROBAYO

Proyecto de Grado para optar título de
Ingeniero Industrial

Director

EDWIN GARAVITO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA

2012

DEDICATORIA

A Dios, por ser la guía en todo momento,

A mi familia, por su apoyo permanente e incondicional,

*Por todo su esfuerzo y amor, para ofrecerme todo lo necesario para el
cumplimiento de esta meta,*

A mis amigos,

*Quienes se convirtieron en personas muy importantes en mi vida, por su apoyo,
fortaleza y por todos aquellos momentos inolvidables que me enriquecieron como
persona.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de todo corazón a todas aquellas personas que gracias a su apoyo, colaboración, enseñanzas y sugerencias hicieron posible la realización de este proyecto.

Agradezco a ECOPETROL, por brindarme la oportunidad de realizar la práctica,

Agradezco a la UIS, por la formación profesional y personal,

Agradezco, al ingeniero, Andrés Iván Cuellar, coordinador de mantenimiento proactivo en las áreas, por su apoyo y colaboración.

Al ingeniero, Rossvan Plata, por su disposición constante, apoyo incondicional y orientación durante el desarrollo del proyecto.

Al ingeniero, Oscar Pereira, por brindarme todo el apoyo y colaboración.

Al Profesor, Edwin Garavito, por sus conocimientos, orientación y apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	20
1. ASPECTOS GENERALES	21
1.1 Planteamiento del problema	21
1.2 Objetivo general.....	23
1.3 Objetivos específicos	24
1.4 Alcance del proyecto.....	24
1.5 Metodología	25
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	27
2.1 Reseña histórica	27
2.2 Tamaño de la empresa	30
2.3 Marco estratégico	31
2.3.1. Misión grupo empresarial.....	31
2.3.2 Visión al 2020 del grupo empresarial.....	32
2.4 Cultura organizacional	32
2.4.1 Valores.....	32
2. 4.2. Principios	33
2. 5 Estructura organizacional.....	35
2.5.1 Ecopetrol S.A.....	35
2.5.2 Gerencia General Refinería de Barrancabermeja	36

2.5.3 Departamento de mantenimiento GRB	37
2.6 Procesos de mantenimiento.....	38
3. MARCO TEÓRICO	39
3.1 Reprocesos.....	39
3.2 Confiabilidad operacional.....	39
3.3 Técnicas de análisis.....	42
3.3.1 El método de los 5 ¿por qué?	42
3.3.2 Análisis causa-raíz.....	43
3.3.3 Análisis causa- efecto	43
3.3.4 Análisis Pareto	44
3.4 TPM	44
3.5 Kaizen.....	45
4. CONOCIMIENTO DE LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS ÁREAS	46
4.1. Generalidades.....	46
4.2 Planeación y programación de Mantenimiento.	48
4.1.2 Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas.....	50
4.1.2.1 Proceso ejecución del mantenimiento de equipos rotativos.....	52
4.1.2.2. Proveedores y clientes.....	61
5. IDENTIFICACIÓN, DOCUMENTACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS REPROCESOS EN EL TALLER DE MECANICA DE CAMPO.....	62
5.1 Metodología propuesta e implementada para el seguimiento de los reproceso.	62

5.1.1 Identificación de los reprocesos	63
5.1.2 Documentación de los reprocesos	67
5.1.3 Cuantificación de lo reprocesos	73
5.1.3.1 Cuantificación de los reprocesos externos.....	73
5.1.3.2. Cuantificación de los reprocesos internos.....	77
5.1.3.3 Análisis de Resultados.....	87
5.2.1.2 Documentación de la información	94
5.2.1 Reprocesos internos	95
5.3 Propuestas sin implementación para minimización de reprocesos.....	96
6. EVALUACIÓN Y AUMENTO DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL	98
6. 1 Evaluación de ambiente laboral	100
6.1.1 Propuestas implementadas para mejorar el ambiente laboral	104
6. 2 Evaluación de seguridad.....	106
6.2.1 Propuestas implementadas para mejorar la seguridad	111
6.3 Evaluación de Tiempos de Reparación.....	115
6.3.1 Propuestas implementadas para minimización en tiempos de reparación..	120
7. CONCLUSIONES	123
8. RECOMENDACIONES.....	125
9. BIBLIOGRAFÍA	126
ANEXOS.....	127

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos	20
Tabla 2. Clasificación de Equipos.	50
Tabla 3.Documentación de reprocesos internos.....	69
Tabla 4. Documentación de reprocesos externos.....	70
Tabla 5. Cuantificación reprocesos externos	74
Tabla 6. Equipos mensuales.....	76
Tabla 7.No conformidades de Taller de Mecánica.....	78
Tabla 8.No conformidades de Taller de Máquinas y herramientas	80
Tabla 9.No conformidades de Taller de Máquinas y herramientas	81
Tabla 10. Resultados seguimiento de reprocesos internos.....	84
Tabla 11. Comportamiento indicador de reprocesos internos.....	90
Tabla 12. Cumplimiento tiempos estimados	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Grupo empresarial.	29
Figura 2. Marco estratégico.	34
Figura 3. Organigrama Ecopetrol S.A.	35
Figura 4. Organigrama GRB	36
Figura 5. Organigrama Departamento de mantenimiento	37
Figura 6. Sistema de confiabilidad operacional.....	41
Figura 7. Proceso de ejecución de mantenimiento	52
Figura 8. Planeación y programación mantenimiento	53
Figura 9. Diagrama de flujo proceso de reparación de equipos rotativos.....	54
Figura 10. Sección 1. Diagrama de proceso –proceso de reparación de equipos rotativos	56
Figura 11. Sección 2. Diagrama de proceso –proceso de reparación de equipos rotativos	57
Figura 12. Sección 3. Diagrama de proceso –proceso de reparación de equipos rotativos	58
Figura 13. Sección 4. Diagrama de proceso –proceso de reparación de equipos rotativos	59
Figura 14. Diagrama de Recorrido –proceso de reparación de equipos rotativos. .	60
Figura 15. Metodología para seguimiento de reprocesos	62
Figura 16. Indicador de reprocesos de equipo rotativo 2011	64
Figura 17. Diagrama causa- efecto reprocesos internos.	71
Figura 18. Diagrama causa- efecto reprocesos externos	72
Figura 19. Cantidad de reprocesos externos.	75
Figura 20. Cantidad de HH requeridas.	75
Figura 21. Cantidad de \$ en materiales	76
Figura 22. Porcentaje de reprocesos	77
Figura 23. Indicador de no conformidades equipo rotativo 2011	83

Figura 24. Comportamiento indicador de reprocesos internos.....	87
Figura 25. Pareto de no conformidades.....	90
Figura 26. Indicador equipo rotativo confiable.	99
Figura 27. Indicador tasa de falla.....	99
Figura 28. Objetos innecesarios.	101
Figura 29.Desperdicios.	102
Figura 30.Falta de apoyo y colaboración.	102
Figura 31.Comunicación entre el personal y directivos.....	103
Figura 32. Ruta ámbito laboral.....	106
Figura 33.Lista de Riesgos.	109
Figura 34.Procedimientos.	110
Figura 35. 3 que´s propuesto.....	114
Figura 36. Indicador tiempo medio para reparar.....	116
Figura 37. Etapas realizadas en serie.....	119
Figura 38. Etapas realizadas en paralelo.....	120

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Mapa de procesos de Ecopetrol	128
Anexo B. Mapa de proceso de Mantenimiento	129
Anexo C. Diagrama de proceso de Mantenimiento.....	130
Anexo D. Formato de seguimiento reprocesos externos.	131
Anexo E. Formato de seguimiento reprocesos internos.	132
Anexo F. Documentación de reprocesos externos.	133
Anexo G. Documentación de reprocesos internos.....	137
Anexo H. Premisas Directriz 19.	139
Anexo I. Formato realización pruebas.	141
Anexo J. Formato de encuesta.	142
Anexo K. Formato seguimiento de tiempos de reparación.....	144
Anexo L. Formato lista de repuestos.	147

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO PROACTIVO CENTRADO EN LAS ÁREAS-GRB-ECOPETROL S.A.¹

AUTOR: RIVERA ROBAYO, Jhindy Nathali².

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, Equipos Rotativos, Confiabilidad, Reprocesos, Confiabilidad operacional.

CONTENIDO

La gerencia refinera de Barrancabermeja, se encuentra encaminada en la visión de mejoramiento y excelencia aplicada por ECOPETROL grupo empresarial; es por ello, que todos los procesos de operación y de soporte que se llevan a cabo, adoptan metodologías enfocadas en el mejoramiento de efectividad y confiabilidad de sus operaciones.

El presente proyecto nace con el propósito de cumplir con los lineamientos de excelencia operacional, en la coordinación proactivo en las áreas, específicamente en el taller de mecánica de campo, desarrollando la identificación, seguimiento y control de las actividades improductivas, reprocesos, con el fin de generar propuestas de mejora que fueron implementadas, logrando de este modo la reducción de las mismas.

De igual forma, se realizó la evaluación y mejoramiento de la confiabilidad operacional en cuanto ambiente, seguridad y tiempos de reparación, por medio de estrategias que permitieran la concientización y motivación de los trabajadores, en cuanto mejoramiento de ambiente laboral y el desarrollo de actividades en un puesto de trabajo sano, limpio y seguro.

Finalmente, se evaluaron las propuestas de mejora y los indicadores de reprocesos relacionados, con el fin de lograr estandarización de los mismos, de igual forma se busco lograr la satisfacción del cliente valorando la calidad, efectividad de las operaciones y oportunidad en la entrega de los equipos.

¹ Proyecto de Grado.

² Facultad de ingenierías Fisicomecánicas. Ingeniería Industrial. Director, Ing. Edwin Garavito. Tutor, Andrés Iván Cuellar.

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF MAINTENANCE PROCESS FOCUSED ON AREAS-GRB-ECOPETROL S.A.³

AUTHOR: RIVERA Robayo, Jhindy Nathali⁴.

KEYWORDS: Maintenance, rotating equipment, reliability, rework, operational reliability.

CONTENT

Barrancabermeja refinery management is aimed at improving vision and excellence implemented by ECOPETROL business group. Therefore, all processes and support operations that are carried out adopting methodologies focused on improving effectiveness and reliability of its operations.

This project was created with the purpose of complying with the guidelines of operational excellence, proactive coordination in areas, specifically in the field machine shop building identification, monitoring and controlling unproductive activities, rework, in order to generate to generate proposals for improvement were implemented, thus achieving the same reduction.

Likewise, the evaluation and improvement of operational reliability was done regarding the environment, safety and repair times, through strategies that would raise awareness and motivation of workers, improvement in work environment and development activities in a healthy, clean and safe workplace.

Finally, the proposals for improvement and the rework indicators were evaluated in order to achieve standardization of them; the customer satisfaction was achieved by assessing the quality, effectiveness and timeliness of operations in the delivery of the equipments.

³Degree Project

⁴Physicomechanical faculty of engineering. Industrial Engineering. Director, Edwin Garavito. Tutor, Andrés Iván Cuellar.

GLOSARIO

Confiabilidad: Probabilidad de un equipo o instalación funcionando sin fallas durante un periodo determinado de tiempo.

Confiabilidad operacional: Serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control, de la producción industrial.

Ellipse: ERP que integra todas las áreas de gestión de mantenimiento, es decir, planeación de mantenimiento, costos inventarios y herramientas, entre otros.

Equipo rotativo: Equipos de bombeo de fluidos de la refinería, como bombas, turbinas, compresores.

GRB: Abreviación de las Gerencia Refinería Barrancabermeja.

Indicador equipo rotativo confiable: Medida de la cantidad de equipos operando en la refinería o planta sobre la cantidad total de equipos en la refinería o planta.

Indicador equipo rotativo instalado: Medida del número de equipos rotativos entregados durante la semana, de mantenimiento a operaciones.

Indicador tiempo medio para reparar: Indicador que otorga una aproximación del tiempo promedio de reparación de un equipo, tras una falla.

Orden de Trabajo: Documento en el cual se autoriza y ordenan los trabajos a realizar, en el área de mantenimiento.

Permisos de trabajo: Formato de registro de evaluación de riesgos.

Mantenimiento: Acciones y actividades necesarias para llevar a cabo la reparación de un equipo o sistema.

Reproceso: Acción comprendida respecto a una parte no conforme para que cumpla con los requisitos especificados.

Reuniones sistemáticas: Reuniones realizadas con el fin de evaluar los resultados de indicadores del departamento de mantenimiento.

Tiempo medio entre fallas: Permite detectar las necesidades de actuar con mantenimiento proactivo, de su evaluación de mejores prácticas de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Ecopetrol, grupo empresarial, dentro de su visión al 2020, establece ser una de las 30 compañías de la industria petrolera, reconocida por su posicionamiento internacional, su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible; para lograrlo, ha establecido estándares que contribuyan con la búsqueda de la excelencia y calidad de sus procesos.

Los lineamientos para lograr un crecimiento rentable, calidad y excelencia, inician desde apalancamientos tecnológicos, búsqueda de eficiencia en los costos, confiabilidad e integridad en sus procesos, cultura y efectividad organizacional; todo lo anterior llevando a cabo una operación segura y ambientalmente responsable, involucrando a todas las vicepresidencias y áreas que la conforman.

La Gerencia refinería de Barrancabermeja, es parte fundamental de Ecopetrol, por ello, desde hace aproximadamente seis años ha venido adoptando la metodología de mejoramiento continuo, implementada en las mejores empresas del mundo, como Toyota, apoyando el enfoque de excelencia, propósito empresarial.

Asimismo, el departamento de mantenimiento, como dependencia de apoyo del proceso y negocio relevante para la confiabilidad y aseguramiento de las operaciones llevadas a cabo en la refinería, va de la mano con la adopción de metodologías enfocadas en el mejoramiento de la productividad, confiabilidad y efectividad de sus operaciones.

Por esta razón, el propósito de este proyecto, es mejorar el proceso de ejecución de mantenimiento en el taller de mecánica de campo, con el fin de minimizar los reprocesos y de la misma manera aumentar la confiabilidad operacional, asegurando oportunidad, calidad y satisfacción al cliente, que en su caso, es cada área operacional de la refinería.

Inicialmente, se realiza el reconocimiento de la situación actual del departamento de mantenimiento, en especial, de la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, con el fin de detectar las etapas críticas del proceso de reparación de equipo, es decir, la identificación de los reprocesos, de tal forma que permita la generación de propuestas de mejora.

Acto seguido, se realiza el diagnóstico de las principales causas de los reprocesos y la confiabilidad operacional, asimismo se adoptan metodologías de TPM Y RCM, que permitan alcanzar los objetivos propuestos, a su vez se generan propuestas de mejora, que permitan lograr un proceso eficiente y confiable.

Finalmente, se implementan las propuestas generadas, del mismo modo, indicadores que permitan medir el desempeño de las mismas, para hacer el debido seguimiento y control de cada una de las etapas del proceso de reparación, con el fin de lograr la sostenibilidad del proyecto ejecutado y asegurar el logro de objetivos.

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

La siguiente tabla permite relacionar los objetivos y el cumplimiento de los mismos.

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	
OBJETIVO GENERAL: Desarrollar e implementar un plan de mejoramiento en los procesos de mantenimiento proactivo en las áreas de la GRB-Ecopetrol S.A.	
OBJETIVO ESPECIFICO	CUMPLIMIENTO
Identificar y documentar las causas de los reprocesos evidenciados en proceso de ejecución de mantenimiento.	CAPITULO 5
Evaluar la confiabilidad operacional, en cuanto aspectos como seguridad, ambiente y tiempos de reparación.	CAPITULO 6
Diseñar e implementar una metodología para seguimiento de los reprocesos, con ayuda del talento humano de la coordinación de mantenimiento proactivo	CAPITULO 5
Establecer e implementar un plan de acción que contribuya con el mejoramiento de la confiabilidad operacional.	CAPITULO 6
Formular propuestas de mejora con el fin de reducir al mínimo los reprocesos.	CAPITULO 5
Implementar y evaluar las propuestas de mejora, con el fin de reducir los reprocesos.	CAPITULO 5

Fuente: Autor del proyecto

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Planteamiento del problema

La gerencia refinería Barrancabermeja, desde hace algunos años se ha preocupado por el mejoramiento continuo de sus procesos, en general, en búsqueda de la excelencia. Dentro de las unidades de soporte de la actividad económica, se encuentra la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, una de las más representativas, en cuanto a número de trabajadores e importancia, ya que por medio del mantenimiento de sus instalaciones se puede garantizar la confiabilidad de sus operaciones y la calidad de sus productos.

La coordinación de mantenimiento proactivo, lleva a cabo funciones, tales como:

- Mantener en óptimas condiciones de operación los equipos rotativos (bombas, turbinas, ventiladores, reductores de velocidad), máquinas, plantas y herramientas necesarias para garantizar la continuidad operativa de la refinería.
- Planear, controlar y dirigir todas las actividades relacionadas con el direccionamiento y ejecución del mantenimiento correctivo, predictivo, preventivo y mejorativo de los equipos rotativos de la refinería.
- Ejecutar trabajos en las condiciones de calidad y oportunidad requeridas por la operación para garantizar la confiabilidad de los equipos.
- Cumplir con la programación designada, y atender en gran medida equipos de emergencia, los cuales constituyen parte importante en el desarrollo de una actividad operativa.

- Restituir las condiciones mecánicas de equipos, cumpliendo con procedimientos y estándares.

De acuerdo a las labores y funciones que se desempeñan en la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, se presentan inconvenientes, en el desarrollo de las mismas. Según los coordinadores, supervisores y el mismo personal directo del proceso, se pueden evidenciar las siguientes:

- Reprocesos tanto internos, como externos.
- Incumplimiento de la programación semanal.
- Incremento del backlog de mantenimiento, debido a la baja efectividad de la programación diaria de las actividades, por parte de los líderes de cuadrilla y/o a la presencia constante de trabajos de emergencia.
- Incumplimiento en la meta en el indicador de equipo confiable.
- Incumplimiento en la meta en el indicador de equipo instalado
- Baja confiabilidad en cuanto a seguridad, ambiente y tiempos de reparación, los cuales contribuyen con el incumplimiento del tiempo de entrega.

Actualmente, el taller de mecánica de campo se encuentra bajo la supervisión de la coordinación de mantenimiento proactivo de áreas, en éste se lleva a cabo la reparación de los equipos rotativos de las diferentes unidades o comúnmente denominadas, cuadrillas, destinadas de acuerdo a las áreas productivas. A su vez, se presentan inconvenientes como:

- Se generan Reprocesos internos, debido a múltiples causas como: desconocimiento de procedimientos, falta de capacitación, demoras de

repuestos, entre otros. Generando horas de retrabajo y reprocesos, lo cual implica mayores costos de mano de obra, material y falta de cumplimiento en los plazos previstos para con el cliente.

- Con la implementación de cinco eses, ha disminuido el desorden de las instalaciones, pero continúa presentándose, y se pueden encontrar herramientas, repuestos y procedimientos de reparación, en lugares a los cuales no corresponden.
- Las zonas de almacenamiento, se encuentran saturadas, en su mayoría por equipos ya reparados.
- Inadecuada distribución del taller, debido a que aumenta los movimientos y los tiempos necesarios en el proceso. Por ello, es necesario un reacondicionamiento de las celdas de trabajo.
- Falta de comunicación entre el personal de operaciones, planeación y el de mantenimiento, debido a ello, se incrementan los incumplimientos con la programación semanal.
- Inadecuada Gestión de residuos industriales y residuos domésticos, generados en el taller de mecánica de campo.

1.2 Objetivo general

Desarrollar e implementar un plan de mejoramiento en los procesos de mantenimiento proactivo en las áreas de la GRB-Ecopetrol S.A.

1.3. Objetivos específicos

- Identificar y documentar las causas de los reprocesos evidenciados en proceso de ejecución de mantenimiento.
- Evaluar la confiabilidad operacional, en cuanto aspectos como seguridad, ambiente y tiempos de reparación.
- Diseñar e implementar una metodología para seguimiento de los reprocesos, con ayuda del talento humano de la coordinación de mantenimiento proactivo.
- Establecer e implementar un plan de acción que contribuya con el mejoramiento de la confiabilidad operacional.
- Formular propuestas de mejora con el fin de reducir al mínimo los reprocesos.
- Implementar y evaluar las propuestas de mejora, con el fin de reducir los reprocesos.

1.4 Alcance del proyecto

El proyecto se enfocó en el análisis del proceso de ejecución del mantenimiento, en la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, haciendo énfasis en el taller de mecánica de campo, con el fin de generar e implementar propuestas de mejora en cuanto a la eliminación de actividades improductivas, reprocesos, y del mismo modo aumentar la confiabilidad operacional en aspectos como seguridad, ambiente y tiempos de reparación.

Para el logro de ello, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Conocimiento del proceso de reparación de equipos rotativos en el taller de mecánica de campo.
- Identificación y documentación de los reprocesos evidenciados durante el periodo de estudio.
- Cuantificación de los reprocesos, internos y externos, y análisis de resultados, con el fin de generar propuestas de mejora, para el logro de minimización de los mismos.

Asimismo se realizó una evaluación de la confiabilidad operacional, en aspectos como ambiente, seguridad y tiempos de reparación, para ello, se requirió hacer estricto seguimiento a los equipos durante todo el proceso de reparación, así como comunicación directa con el personal, con el fin de evaluar los aspectos, anteriormente mencionados, determinados por información primaria, y lograr de este modo la generación de un plan de acción que contribuya con un ambiente laboral agradable, seguro y con altos logros, en cuanto a calidad y oportunidad en la prestación del servicio.

Del mismo modo, se realizaron las respectivas capacitaciones del programa de mejoramiento de la confiabilidad operacional; se elaboraron y divulgaron las lecciones por aprender, referentes a los reprocesos.

1.5 Metodología

El presente proyecto se realizó en la Gerencia Refinería Barrancabermeja, específicamente, en la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, durante el desarrollo del mismo, se trabajó en los diferentes procesos llevados en dicha coordinación, con el fin de cumplir satisfactoriamente los objetivos planteados inicialmente, para ello se empleó la siguiente metodología:

- Inicialmente, se adquirió el respectivo conocimiento de la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, este conocimiento fue adquirido tanto

por información primaria, como secundaria, es decir, a partir de entrevistas y consultas a personal directamente involucrado en el proceso, de éste modo, se pudo identificar cada uno de los pasos necesarios, en cada una de las etapas del proceso; por otra parte, se realizaron visitas a las áreas involucradas en todo el proceso, enfocando la atención específicamente en aquellas que tienen contacto directo con el taller de mecánica de campo.

- Acto seguido, se realizó la identificación de los reprocesos, haciendo seguimiento de los mismos, con el fin de conocer la causa- raíz, por medio de la metodología de los 5 ¿Por qué?; del mismo modo se documentó cada uno de los reprocesos, con el fin de evaluar la causa latente en la aparición de los mismos.
- Por otro lado, se llevó a cabo la evaluación de confiabilidad operacional, teniendo en cuenta los indicadores de equipo rotativo confiable, indicador de tasa de falla, tiempos medios de reparación, evaluando por medio de observación directa y encuestas, el nivel de confiabilidad en aspectos como ambiente y seguridad; a su vez, se llevó un estricto seguimiento de los equipos rotativos, con el fin de cuantificar el tiempo medio de reparación estimado y real.
- Finalmente, se formularon e implementaron propuestas de mejora, técnica y económicamente viables, que contribuyeron con el seguimiento y reducción de los reprocesos, y a su vez con el aumento de confiabilidad operacional, logrando participación activa de todo el personal involucrado en el proceso. De igual modo, se verificaron los resultados de las propuestas de mejora implementadas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

2.1 Reseña histórica

La reseña histórica de la Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL, documentada en la intranet, iris, es⁵ :

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos. La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company, que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá.

Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación.

En 1961, asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol, en 1956.

En 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República.

⁵ Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL. Energía para el futuro, se puede encontrar en la Intranet:<[<http://portal.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=32&conID=36271>], citado [10 de Septiembre de 2011]

La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994).

En septiembre de 1983, se produjo la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser en un país exportador de petróleo.

En los años noventa Colombia prolongó su autosuficiencia petrolera, con el descubrimiento de los gigantes Cusiana y Cupiagua, en el Piedemonte Llanero, en asocio con la British Petroleum Company.

En 2003, el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos.

Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 4832 del 31 de octubre de 2005, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá D.C., y aclarada por la Escritura Pública número 5773 del 23 de diciembre de 2005.

Con la transformación de la Empresa Colombiana de Petróleos en la nueva Ecopetrol S.A., la Compañía se liberó de las funciones de Estado como administrador del recurso petrolero y para realizar esta función fue creada La ANH

(Agencia Nacional de Hidrocarburos). A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inició una era en la que, con mayor autonomía, ha acelerado sus actividades de exploración, su capacidad de obtener resultados con visión empresarial y comercial y el interés por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial. Motivado por la fuerza de la unidad de propósito y dirección en 2009 se constituyó el Grupo Empresarial Ecopetrol, bajo los términos de la legislación comercial colombiana. (Ver figura 1).

Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país con una utilidad neta de \$8.3 billones registrada en 2010, pertenece al grupo de las 37 empresas energéticas de mayor desempeño en el mundo, según la firma especializada Platts, y es una de las cuatro principales empresas petroleras de Latinoamérica. Además, posee las dos refinerías más grandes del país y tiene participación mayoritaria en la infraestructura de transporte de hidrocarburos y productos derivados en el país. ⁶

Figura 1. Grupo empresarial.

	FILIAL	SUBSIDIARIA	PARTICIPACIÓN ACCIONARIA
Exploración y Producción	<ul style="list-style-type: none"> ECOPETROL 100% ECOPETROL 100% euion 51% 	<ul style="list-style-type: none"> ECOPETROL AMERICA 100% HOCOL 100% 	<ul style="list-style-type: none"> Offshore International Group 50%
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> bicentenario 55.97% 	<ul style="list-style-type: none"> OCENSA 72.9% ODL 65% 	<ul style="list-style-type: none"> Serviport S.A. 44.76%
Refinación y Petroquímica		<ul style="list-style-type: none"> PROPILCO 100% Comai 100% reficar 100% 	
Energías Alternativas		<ul style="list-style-type: none"> SIDENERGY 88.6% SIDENERGY ZONA FRANCA 100% 	<ul style="list-style-type: none"> ecodiesel 50%
Vehículos financieros y de inversión y otras	<ul style="list-style-type: none"> Black Gold Re Andean Chemicals Ltd. ETC Ltd. ODL Finance S.A. Ecopetrol Global Energy Hocol Petroleum Ltd ETI Ltd. Ecopetrol Global Capital Ecopetrol Capital A.G 	<ul style="list-style-type: none"> Homcol Cayman Inc Hocol Ltd EPI Ltd 	<ul style="list-style-type: none"> Invercolsa 43.35% LSA 5.32% ENERGIA 7.35%

Fuente: Intranet Ecopetrol.

⁶Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL. Energía para el futuro, se puede encontrar en la Intranet:<<http://portal.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=32&conID=362716>>, citado [15 de Septiembre de 2011].

2.2 Tamaño de la empresa

Ecopetrol es la empresa más grande y la principal compañía petrolera en Colombia, participa en todos los eslabones de la cadena de hidrocarburos, desde la exploración y producción de petróleo y gas, hasta la transformación en productos de mayor valor agregado y posteriormente su comercialización.

Ecopetrol cuenta con campos de extracción de hidrocarburos en el centro, el sur, el oriente y el norte de Colombia, dos refinerías, puertos para exportación e importación de combustibles y crudos en ambas costas y una red de transporte de 8500 kilómetros de oleoductos y poliductos a lo largo de toda la geografía nacional. Tiene a disposición de los socios el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), considerado el más completo centro de investigación y laboratorio científico de su género en el país, donde reposa el acervo geológico de un siglo de historia petrolera de Colombia.

La refinería de Barrancabermeja, está localizada en la ciudad del mismo nombre, en la región central de Colombia a orillas del río Magdalena, es el complejo de refinación y petroquímica más grande de Colombia, la cual se encuentra bajo la dirección de la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica. Actualmente, la GRB cuenta con más de 1500 empleados directos y 6000 empleados contratistas, aproximadamente, ya que varían según los contratos, El Complejo se extiende en un área de 254 hectáreas, en las que se distribuyen más de cincuenta modernas plantas y unidades de proceso, tratamiento, servicios y control ambiental. Las áreas productivas son:

- Departamento de Gestión y control ambiental.
- Departamento de materias primas y productos.
- Departamento de refinación de crudos.
- Departamento de refinación de fondos.

- Departamento de Cracking I.
- Departamento de Cracking II.
- Departamento de Cracking III.
- Departamento de parafinas y fenol.
- Departamento de petroquímica.
- Departamento de servicios industriales balance.
- Departamento de servicios industriales refinería.

El proceso de mantenimiento, es un proceso de soporte de la actividad económica que se desarrolla en la refinería de Barrancabermeja, pero es de suma importancia, ya que por medio del mantenimiento de sus instalaciones se puede garantizar la confiabilidad de sus operaciones y la calidad de sus productos.

- Mapa de procesos de Ecopetrol. Ver Anexo A
- Mapa de proceso de mantenimiento. Ver Anexo B

2.3 Marco estratégico

Ecopetrol dentro de su marco estratégico, enuncia⁷:

2.3.1. Misión grupo empresarial

Encontramos y convertimos fuentes de energía en valor para nuestros clientes y accionistas, asegurando la integridad de las personas, la seguridad de los procesos y el cuidado del medio ambiente, contribuyendo al bienestar de las áreas donde operamos, con personal comprometido que busca la excelencia, su

⁷ Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL. Energía para el futuro, se puede encontrar en la Intranet:< [<http://portal.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=31&conID=484>], citado [17 de Septiembre de 2011].

desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con nuestros grupos de interés.

2.3.2 Visión al 2020 del grupo empresarial

Ecopetrol, grupo empresarial enfocado en petróleo, gas, petroquímica y combustibles alternativos, será una de las 30 principales compañías de la industria petrolera, reconocida por su posicionamiento internacional, su innovación y compromiso con el desarrollo sostenible. El marco estratégico se puede apreciar en la figura 2.

2.4 Cultura organizacional

La cultura Organizacional de Ecopetrol se basa en la caracterización de los siguientes elementos⁸:

2.4.1 Valores

Formas deseables de ser y actuar de las personas, que posibilitan la construcción de la convivencia para el logro de los retos de la Empresa y se manifiestan en conductas. En Ecopetrol S.A. nuestras actuaciones se enmarcan dentro de los valores de Responsabilidad, Integridad y Respeto.

- **Responsabilidad:** obligación moral de hacer el mejor esfuerzo por alcanzar los objetivos empresariales con un manejo eficiente de los recursos, asegurando el desarrollo sostenible del entorno y el auto cuidado.

- **Integridad:** Comportamiento visible que nos muestra como personas coherentes, porque actuamos como decimos y pensamos.

⁸Empresa Colombiana de Petróleos, ECOPETROL. Energía para el futuro. Código de ética Ecopetrol, se puede encontrar en la Intranet:<[<http://portal.ecopetrol.com.co/especiales/codigoEtica/index.html>], citado [05 de Octubre de 2011]

- **Respeto:** Aceptación de las diferencias que nace en la propia autoestima y el reconocimiento de la existencia del otro.

Toda persona, toda comunidad y sus entornos ecológicos merecen de nosotros la más alta consideración y cuidado, sin exclusiones ni discriminaciones.

2. 4.2. Principios

Enunciados que describen los comportamientos esperados de cada uno en el desarrollo de las actividades, tanto dentro como fuera de la Empresa. Estos son:

- La verdad, que está por encima en todas las acciones y relaciones de la Empresa y su Grupo Empresarial.
- La seguridad, que es prioridad en el trabajo para la protección de la integridad de las personas, de las instalaciones y del ambiente.
- El cumplimiento, que se evidencia frente a los compromisos, normas y procedimientos, y que guía nuestras acciones de mejoramiento.
- La rendición de cuentas, que permite demostrar la transparencia, calidad de la gestión y buen uso de los recursos, prevaleciendo el bien común por encima de los intereses particulares.
- El aprendizaje en equipo, que mediante el ejemplo y el acompañamiento permanente, permite garantizar amplia comunicación.
- El trabajo con profesionalismo, que contribuye a sobrepasar las expectativas de nuestros clientes en términos de costos, ingresos y oportunidad.

- La exigencia y compromiso, que permite mantener y aumentar la viabilidad económica del negocio, mediante el control de los resultados y sus consecuencias.
- La consideración y el cuidado, que sin exclusiones ni discriminaciones merecen las personas, comunidades y sus entornos ecológicos.

Figura 2. Marco estratégico.

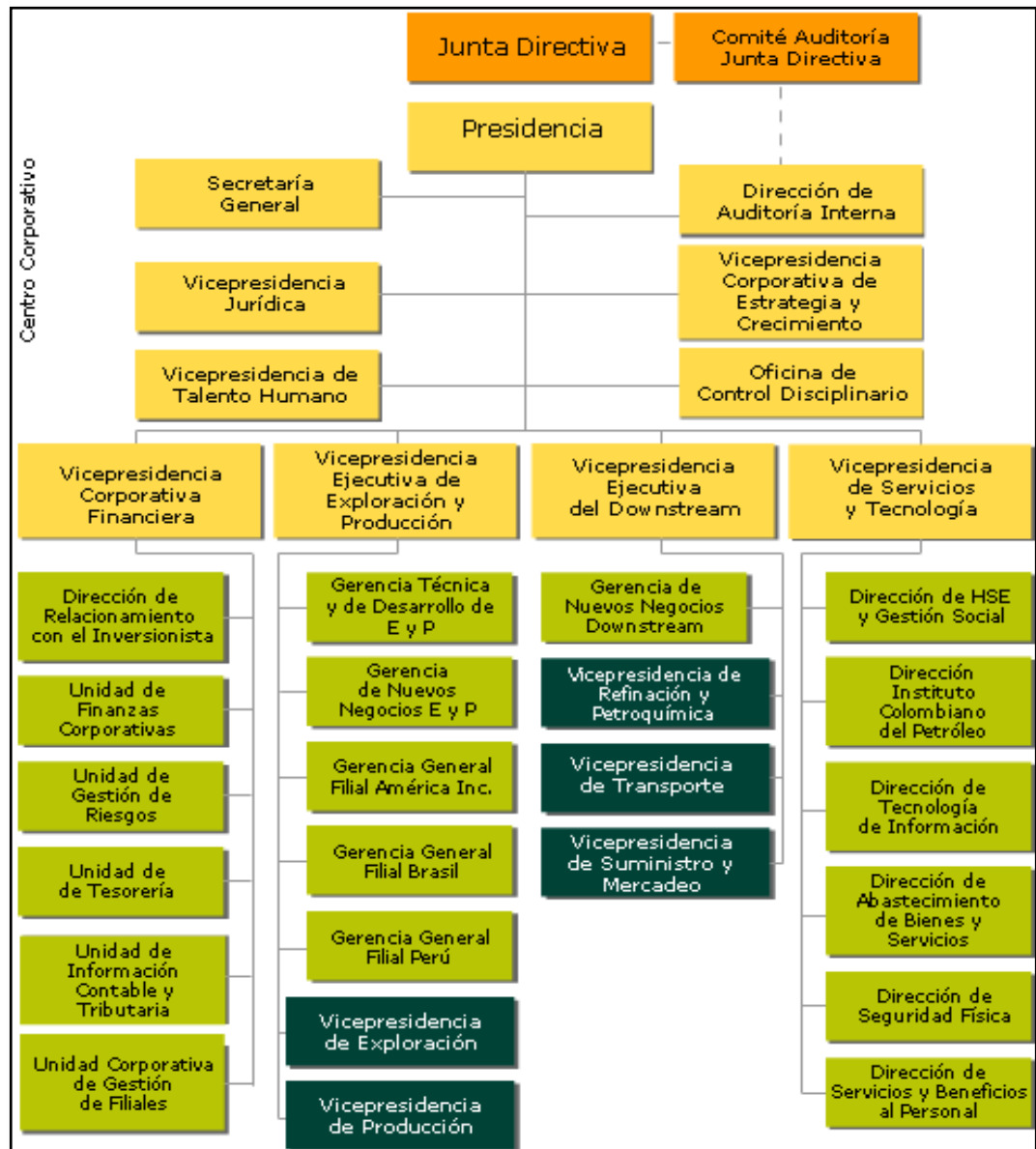


Fuente: Intranet Ecopetrol.

2. 5 Estructura organizacional

2.5.1 Ecopetrol S.A

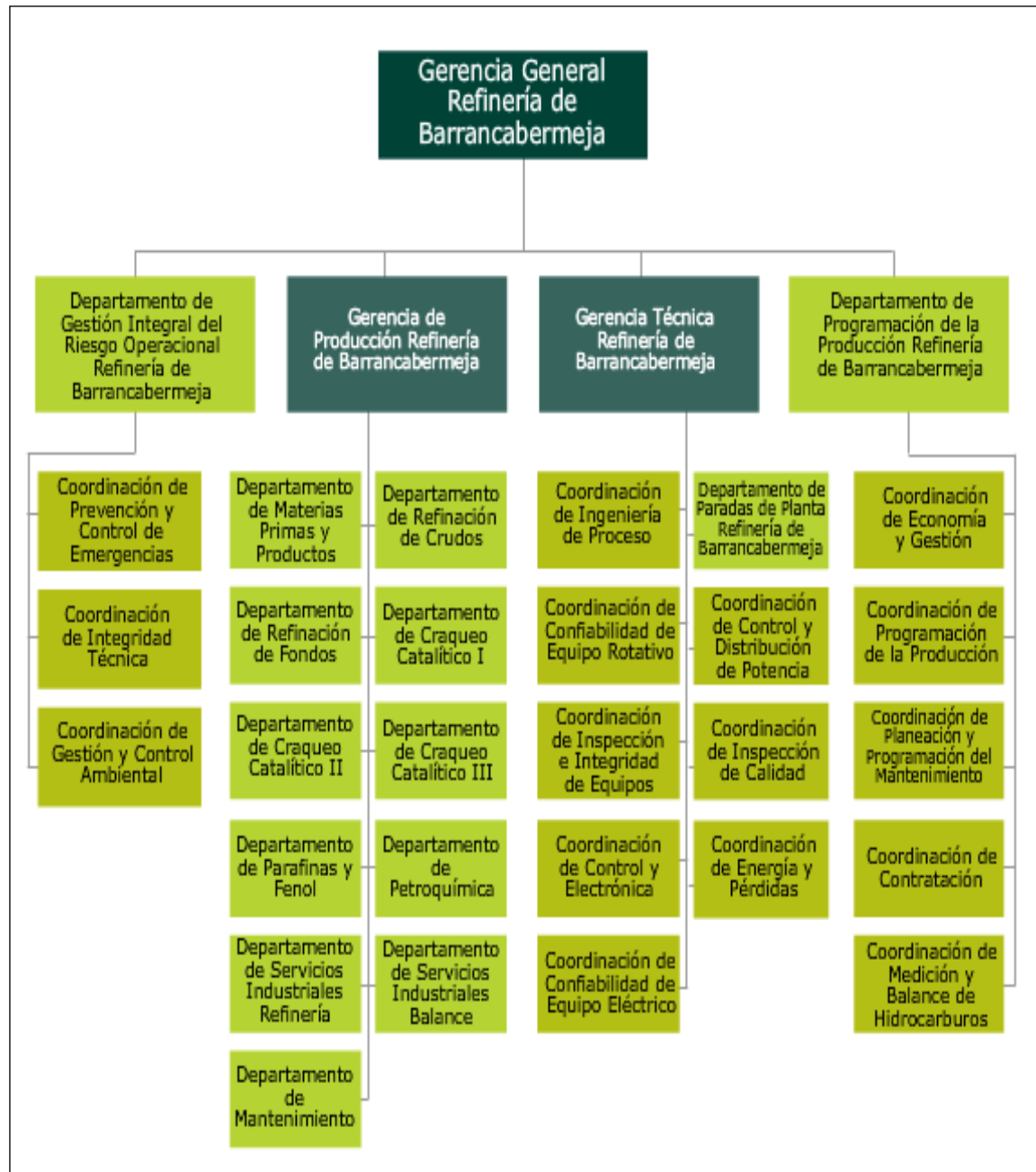
Figura 3. Organigrama Ecopetrol S.A.



Fuente: Intranet Ecopetrol.

2.5.2 Gerencia General Refinería de Barrancabermeja

Figura 4. Organigrama GRB



Fuente: Intranet Ecopetrol

2.5.3 Departamento de mantenimiento GRB

Figura 5. Organigrama Departamento de mantenimiento



Fuente: Departamento de Mantenimiento

2.6 Procesos de mantenimiento

El mantenimiento de los equipos de la refinería, se desarrolla por medio de cinco procesos:

- **Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad (IMC):** Proceso realizado por la Gerencia Técnica, encargada de elaborar y hacer el respectivo seguimiento del proceso de mantenimiento preventivo. Sirve de apoyo a planes de mantenimiento.
- **Mantenimiento día a día (MDD):** Proceso realizado específicamente por el departamento de Mantenimiento, encargado de la programación, planeación y ejecución de las ordenes de trabajo, que contribuyen con la conservación de la capacidad productiva, para dicho mantenimiento las unidades productivas pueden estar en operación.
- **Mantenimiento con parada de planta (MPP):** proceso realizado por el Departamento de paradas de planta, encargado de la programación, planeación y ejecución de las órdenes de trabajo, para la realización de dicho mantenimiento las unidades productivas requieren estar fuera de servicio.
- **Proyectos de mantenimiento (PDM):** Proceso realizado por las unidades organizativas de la empresa, encargado de adecuación de actividades relacionadas con la disponibilidad de los equipos y propuestas de mejora con el fin de lograr disponibilidad de los equipos, asimismo se encarga de asegurar la confiabilidad de los equipos.
- **Administración de Herramientas (ADH):** Proceso realizado por la coordinación de administración de inventarios y herramientas, encargada de administración y suministro de herramientas y repuestos y demás, para los respectivos trabajos de mantenimiento de equipos en la refinería.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Reprocesos

De acuerdo al instructivo de ejecución del proceso de mantenimiento, un reproceso es una acción comprendida respecto a una parte no conforme para que cumpla con los requisitos especificados⁹.

La mayoría de los autores de calidad adoptan los reprocesos como un tipo de desperdicio en el cual, se necesita volver a pasar por una o varias etapas del proceso de ejecución, con el fin de cumplir con todas las especificaciones.

Demetrio Sosa, en su libro manual de calidad total para operarios,¹⁰ describe la calidad: “Que el producto o servicio que satisfaga plenamente las necesidades de quien lo recibe, y de manera oportuna”. Es por ello que dentro de la evaluación de la calidad, se observan los reprocesos, pues, lo que busca el cliente es obtener un producto que cumpla con los estándares y especificaciones y que a su vez, pueda obtenerlo de forma rápida y oportuna.

3.2 Confiabilidad operacional

Según el autor, Adolfo Arata¹¹: “la confiabilidad se define como la probabilidad que un elemento funcione, sin fallar, durante un tiempo bajo condiciones ambientales y de entorno establecidas.

De igual manera, Amendola,¹² define: “la confiabilidad operacional como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas

⁹ Instructivo de ejecución del procesos de mantenimiento. Departamento de mantenimiento. GRB

¹⁰ SOSA, Demetrio. Manual de calidad total para operarios. Limusa/Noriega Editores, México, 2003.

¹¹ ARATA, Adolfo. Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Aplicación de la plataforma R-MES. 1 Edición, RIL editores, 2009.

¹² AMENDOLA, Luis. (2002). “Modelos Mixtos de confiabilidad”. Publicado por Datastream. www.mantenimientomundial.com

herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control, de la producción industrial.

La confiabilidad operacional, hace parte fundamental para el desarrollo de propuestas de mejora a nivel grupal, para conseguir la excelencia, en cada uno de sus procesos, donde el talento humano, se convierte en el mayor activo, pues son ellos, los que pueden brindar conocimiento sobre las causas y las acciones que se pueden seguir para la consecución de un objetivo.

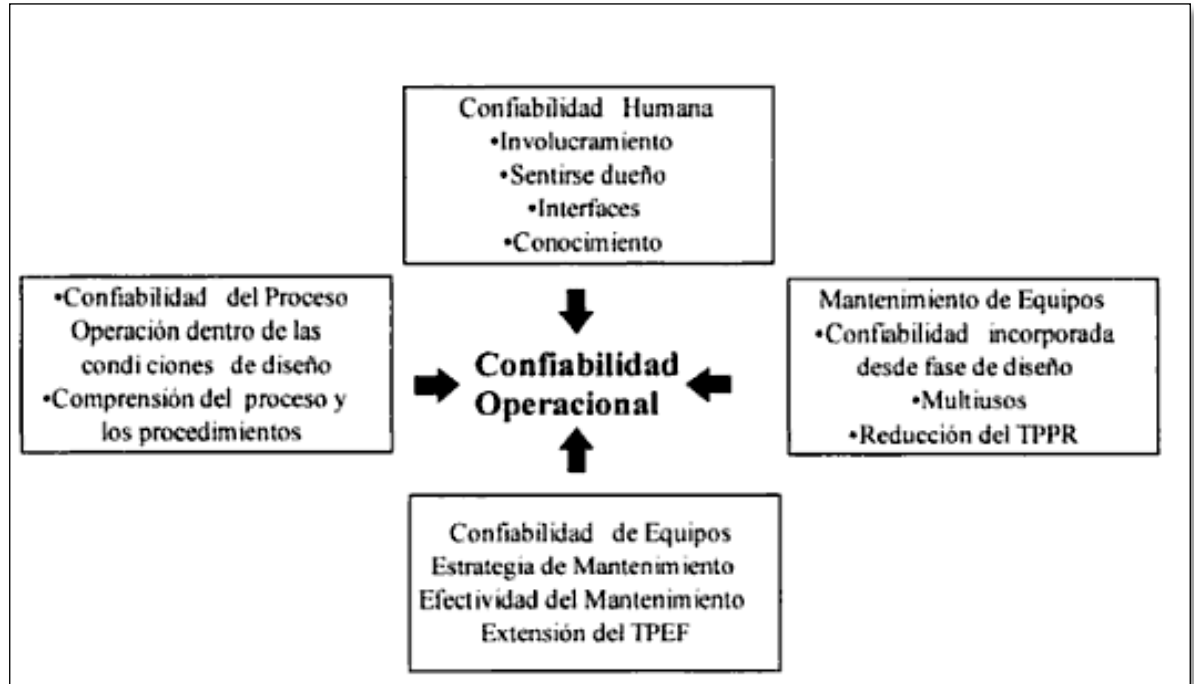
El aseguramiento de la confiabilidad, se debe iniciar con un respectivo análisis de los procesos y operaciones que se llevan a cabo, se deben crear políticas de mejoramiento, en las cuales los defectos encontrados sean mínimos, y a su vez se debe involucrar al personal durante todo el proceso de formación.

El mejoramiento continuo, se debe incorporar de forma sistemática, según el artículo, publicado por Oliverio García Palencia¹³, afirma: “La Confiabilidad Operacional se fundamenta sobre una aproximación de sentido común, en busca de la Excelencia Empresarial. No es ninguna formulación mágica para triunfar, pero introduce un avance sistémico y sistemático, basado en Gestión del Conocimiento, para la eliminar las fallas potenciales y el mal desempeño que afectan los procesos críticos y la rentabilidad total de la empresa”.

La confiabilidad está asociada con 4 aspectos fundamentales: la confiabilidad humana, la confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento.

¹³ GARCIA, Oliverio” Gestión integral de mantenimiento basada en confiabilidad”. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. www.confiabilidad.net

Figura 6. Sistema de confiabilidad operacional



Fuente: gestión de proyectos de activos industriales¹⁴

En el artículo publicado por Oliverio García¹⁵, “las empresas que han logrado impactar en forma real estas cuatro áreas, pertenecen al privilegiado grupo de las empresas de “Clase Mundial”, y el aspecto que las identifica es la aplicación de prácticas comunes denominadas “las Diez mejores prácticas”, que son”:

- Trabajo en equipo.
- Contratistas orientados a la productividad.
- Integración con proveedores de materiales y servicios.
- Apoyo y visión gerencial.
- Planificación y programación proactiva.

¹⁴ AMENDOLA, José Luis. Gestión de proyectos de activos industriales. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

¹⁵ GARCIA, Oliverio “Gestión integral de mantenimiento basada en confiabilidad”. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. www.confiabilidad.net

- Mejoramiento continuo.
- Gestión disciplinada de materiales.
- Integración de los sistemas.
- Gerencia de paradas de plantas.
- Producción basada en Confiabilidad.

3.3 Técnicas de análisis

3.3.1 El método de los 5 ¿por qué?

Según el autor Alberto Galgano¹⁶, describe los cinco ¿Por qué?, como: “Un método fundamental para habituar a las personas, con el cual se logran dos objetivos:

- Descubrir cuál es la causa raíz de un determinado problema con el fin de eliminarla completamente.
- Habituar a las personas a meterse en el problema y a encontrar respuestas a las preguntas, es decir a ejercitar a propia inteligencia.”

Se utiliza para identificar la causa raíz del problema, y sigue una metodología para ella:

- Realizar una lluvia de ideas, con el fin de encontrar las causas más evidentes.
- Luego de identificadas las causas, se procede a preguntar ¿Por qué?, hasta cinco veces.
- Se debe tener en cuenta, que para lograr la causa raíz, no se debe preguntar ¿Quién?, pues interesa la causa, no las personas.

¹⁶ GALGANO, Alberto. Las tres revoluciones: caza del desperdicio: Doblar la productividad con la “Lean Producción”. Ediciones Diaz de Santos, 2004

3.3.2 Análisis causa-raíz

El RCA (Análisis Causa Raíz), es un riguroso método de solución de problemas, para cualquier tipo de fallas, que utiliza la lógica sistémica y el árbol de causa raíz y fallas, usando la deducción y prueba de los hechos que conducen a las causas reales. Esta técnica permite aprender de las fallas y eliminar las causas, en lugar de corregir los síntomas.

El objetivo del RCA es determinar el origen de una falla, la frecuencia con que aparece y el impacto que genera, por medio de un estudio profundo de los factores, condiciones, elementos y afines que podrían originarla, con la finalidad de mitigarla o eliminarla por completo una vez tomadas las acciones correctivas que sugiere el análisis.¹⁷

3.3.3 Análisis causa- efecto

Según Alberto Galgano, en su libro los siete instrumentos de la calidad total¹⁸: “El diagrama causa- efecto es un gráfico que muestra las relaciones entre una característica y sus factores o causas, es decir, es la representación gráfica de las posibles causas de un fenómeno”.

El Diagrama Causa-Efecto es llamado usualmente Diagrama de “Ishikawa” porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas interesado en mejorar el control de la calidad; también es llamado “Diagrama Espina de Pescado” porque su forma es similar al esqueleto de un pez: Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario.

¹⁷ LATINO, Robert J (2001). ROOT CAUSE ANALYSIS: improving performance for bottom line results. Reliability Center, inc. (Latino & Latino, 2001). www.crcpress.com

¹⁸ GALGANO, Alberto. Los siete instrumentos de la calidad total. Ediciones Díaz de Santos, 1995.

Se debe tener en cuenta que para su construcción se debe definir el problema, identificar las categorías de las causas del problema, identificar las causas y realizar el respectivo diagrama.

3.3.4 Análisis Pareto

El diagrama Pareto es una representación gráfica que pone de manifiesto la importancia relativa de las diferentes causas, seleccionando las más relevantes y que ayuda a decidir la línea de actuación frente a una situación. Su uso continuo permite supervisar y verificar la eficacia de las soluciones para la resolución de problemas.

3.4 TPM

TPM es la sigla de "Total Productive Maintenance" (Mantenimiento Productivo Total) y es una técnica desarrollada en el Japón en la década de 1970, como una necesidad de mejorar la calidad de sus productos y servicios.

Su principal objetivo es la mejora de la estructura empresarial, a partir de la reestructuración de los equipos y las personas, su principal fin, es lograr un proceso con calidad, es decir, mide las variables claves en el proceso, para detectar cualquier variación inaceptable, corrigiéndola y evitando la manufactura fuera de la especificación.

Según los autores Luís Cuatrecasas y Francesca Torrel en su libro¹⁹, describen los objetivos de TPM de la siguiente forma:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de la planta, para el logro de objetivos.

¹⁹ CUATRECASAS, Luis, TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management. Editorial profit, 2010

- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que facilite la eliminación de pérdidas antes de que se produzcan.
- Implantación de mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas.

3.5 Kaizen

Kaizen es una metodología enfocada en la mejora continua de toda la empresa y sus procesos, lo cual lo logra de manera proactiva, con el fin de que los procesos sean mejorados, de la mejor manera posible.

El Kaizen surgió en el Japón como resultado de sus imperiosas necesidades de superarse a sí misma de forma tal de poder alcanzar a las potencias industriales de occidente y así ganar el sustento para una gran población que vive en un país de escaso tamaño y recursos.

Según documento escrito por Alejandro García y Ángel Alonso²⁰: “para el Kaizen, un problema es también una oportunidad de mejora. Se habla de Kaizen, cuando se habla de mejora organizada y continuada”.

²⁰ GARCIA, Alejandro. GARCÍA, Alonso. Conceptos de organización industrial. Productiva, 1998

4. CONOCIMIENTO DE LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS ÁREAS

4.1. Generalidades

La gerencia refinera de Barrancabermeja se encuentra dividida en la gerencia técnica y la gerencia de producción, el departamento de mantenimiento hace parte fundamental de la gerencia de producción, debido al apoyo que se realiza a las labores de producción de todas las áreas operativas de la refinera, mencionadas en el capítulo 2.

El Departamento de Mantenimiento constituye parte fundamental para el proceso refinación, que se lleva a cabo, además de ser el departamento con mayor número de funcionarios, actualmente, se encuentran laborando 443 trabajadores directos y aproximadamente 150 trabajadores indirectos.

El jefe del departamento de Mantenimiento, es el ingeniero Jaime Andrés Álvarez Correa, quien es el encargado de dirigir y coordinar las acciones que se llevan a cabo en el proceso de mantenimiento, asimismo, es quien toma las respectivas decisiones, enfocadas en la mejora continua y confiabilidad del departamento de mantenimiento, con el apoyo de los coordinadores de cada una de las cuatro coordinaciones que conforman el departamento.

El departamento de mantenimiento, tiene como función, encargarse de la reparación de equipos rotativos y estáticos de cada área específica, ya sea, que dicha reparación se realice en los talleres o en cada unidad operativa.

El Departamento de Mantenimiento, como ya se mencionó, se encuentra dividido en cuatro coordinaciones, (Coordinación de mantenimiento proactivo centralizado, a cargo del ingeniero Carlos Figueredo; Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, a cargo del ingeniero Andrés Iván Cuellar; Coordinación de

mantenimiento, calidad y talleres, a cargo del ingeniero Javier Bayona; Coordinación de administración de inventarios y herramientas, a cargo del ingeniero Rafael Gutiérrez de Piñerez), cuyo propósito fundamental es direccionar el proceso de mantenimiento con el fin de cumplir con estándares de calidad y especificaciones dentro ventanas operativas.

Las coordinaciones del departamento de mantenimiento, están constituidas por su respectivo coordinador, supervisor y personal requerido para cada labor, este personal puede rotar de un área a otra según la necesidad de demanda de servicio de mantenimiento requerido en cada unidad operativa.

Las coordinaciones tienen relación directa entre sí, semanalmente, los coordinadores de cada una de ellas se reúnen, con el fin de evaluar el cumplimiento de compromisos y objetivos trazados para dicha semana, a su vez se evalúan estrategias para realización de mejoras en el proceso de mantenimiento.

Semanalmente, el día viernes, se lleva a cabo una reunión sistemática, en el taller de mecánica, con los líderes de cuadrillas y supervisores de cada área, en esta reunión se realiza un momento de HSE, se evalúan los indicadores de equipo rotativo instalado y equipo rotativo confiable, así como el cumplimiento de la programación semanal, con el fin de tomar las medidas respectivas, para el cumplimiento de las metas de cada uno de los indicadores mencionados.

Asimismo se realiza, una reunión de inicio de turno, diariamente, en cada grupo/cuadrilla de mantenimiento, donde se evalúan los trabajos realizados el día anterior, los trabajos a realizar ese día, se tratan temas de seguridad industrial y se evalúa la cantidad de equipos que han sido reparados y aquellos que se encuentran en espera, con el fin de tener conocimiento de la cantidad de equipos que se tienen que reparar, para el cumplimiento de la meta mensual.

4.2 Planeación y programación de Mantenimiento.

Las actividades realizadas en el departamento de mantenimiento, determinadas por el personal de planeación, de acuerdo al tipo de mantenimiento requerido, se llevan a cabo de acuerdo los siguientes planes:

➤ El Plan Anual

Esta es una visión general de todo el trabajo conocido que puede requerir llevarse a cabo en un período de 12 meses. Su propósito principal es permitirle a la Refinería prepararse para los picos y valles que se presenten en los meses que vienen.

El plan anual se actualiza y se emite formalmente dos veces al año. El fin principal del plan anual es suministrar una visión a largo plazo de:

- Trabajo de mantenimiento programado.
- Trabajo de inspección regulatoria (por ley) y mayor.
- Apagadas Mayores o menores.
- Revisión de personal requerido para desarrollo de cada actividad.

➤ Plan de 90 días

El plan de 90 días se emite mensualmente para los contratistas, Operaciones, Proyectos y unidades de soporte. Tiene como propósito:

- Resaltar los materiales de “mayor tiempo de espera”
- Informar a Operaciones de las actividades que se encuentran pendientes.
- Informar a los contratistas de cualquier trabajo provisional.
- Identificar cualquier necesidad de Contrato Especializado.
- Identificación y registro de los riesgos asociados a cada una de las actividades que se van a llevar a cabo durante este periodo.

➤ **Plan de 14 días**

El plan de 14 días deberá emitirse semanalmente, el viernes anterior y se revisa a mediados de la semana. Esto evaluaría la validez del trabajo de la segunda semana y revisaría el progreso de las obras en las semanas actuales. Entre las partes afectadas que participan están las unidades de proceso, Talleres, Inspección, Electricidad & Instrumentos, Proyectos y Contratistas.

La reunión de revisión se debe programar semanalmente hacia mediados de la semana. La agenda debe ser fija y la reunión corta y tajante. Se debe registrar una lista de acción, para revisarla en la siguiente reunión. El Planificador/Coordinador de Mantenimiento levanta un acta de los compromisos, a los cuales se les ajusta fecha de cumplimiento. La revisión deberá cubrir las actividades en ejecución con base en lo siguiente:

- Inspección regulatoria (por ley) y recomendaciones de inspección.
- Compromisos del equipo rotatorio.
- Backlog.
- Trabajo de Contrato.
- Alquiler de andamios.
- Asignación de trabajos a contratistas.
- Trabajos de Cambios de planta.
- Proyectos.
- Obras Civiles.

4.3 Productos

En el departamento de mantenimiento, los productos específicos que se generan del proceso de ejecución de mantenimiento, son las diferentes clases de equipos rotativos reparados, los cuales varían según el área productiva. Los equipos que hacen parte del proceso, se clasifican así:

Tabla 2. Clasificación de Equipos.

CLASIFICACION	TIPO DE EQUIPO
EGEN	GENERADOR DE POTENCIA
EME	MOTOR ELECTRICO
MAGI	AGITADOR
MBCE	BOMBA CENTRIFUGA
MCDP	COMPRESORES DESPLAZ. POSITIVO PISTON
MCOO	COMPRESOR CENTRIFUGO
MCOD	COMPRESOR DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO
MTRA	VENTILADOR
MTUV	TURBINAS DE VAPOR
MVEX	EXTRACTOR DE AIRE

Fuente: Autor del proyecto.

A su vez se desempeñan las siguientes actividades de mantenimiento preventivo, proactivo y correctivo, asegurando actividades de soldadura, limpieza, pintura, aislamientos térmicos y eléctricos.

4.1.2 Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas

La coordinación se encuentra a cargo del ingeniero Andrés Iván Cuellar, la conforman el taller de mecánica de campo y 12 grupos/cuadrillas encargados de cada área operativa, dentro de la definición de funciones, se ha especificado un supervisor o líder de cuadrilla, para cada una de las áreas, el cual está encargado de supervisar y realizar la reparación de equipos, cumpliendo con los estándares de calidad. A continuación, se presenta el nombre del líder a cargo de cada cuadrilla de mantenimiento, en la actualidad, segundo semestre de 2011:

- **Departamento de Craqueo I:** Ulises Quiñones
- **Departamento de Craqueo II:** Jair Torres
- **Departamento de Craqueo III:** Gabriel Castaño
- **Departamento de Materias Primas y Productos:** Ignacio Serrano
- **Departamento de Gestión Ambiental:** Armando Gálvez
- **Departamento de Parafinas y Fenol:** Alex Camacho
- **Departamento de Petroquímica:** David Caicedo
- **Departamento de Refinación de crudos:** Jairo Velázquez
- **Departamento de Refinación de Fondos:** Julio Díaz
- **Departamento de Servicios Industriales Refinería:** Jhon Jairo
- **Departamento de servicios Industriales Balance:** Tito Bayona
- **Departamento de Redes Eléctricas:** Roberto Carlos Campo

La coordinación cuenta actualmente con 190 integrantes de todas las especialidades, los cuales son divididos en cada cuadrilla, dependiendo el requerimiento laboral de la misma, según la demanda de labores de mantenimiento, el personal, puede rotar entre cada uno de los grupos, dicha rotación la define el supervisor o líder de cuadrilla, de acuerdo a la programación o requerimientos por emergencia.

Las especialidades necesarias, en el proceso de ejecución de mantenimiento son las siguientes:

- Especialidad de Mecánica.
- Especialidad de Electricidad.
- Especialidad de Instrumentos.
- Especialidad de Metalmeccánicos.

La coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, ejecuta órdenes de trabajo que se encuentren dentro de la programación semanal, emitida los días

miércoles en el sistema de información Ellipse, y a su vez aquellas órdenes de trabajo que sean emitidas por emergencias.

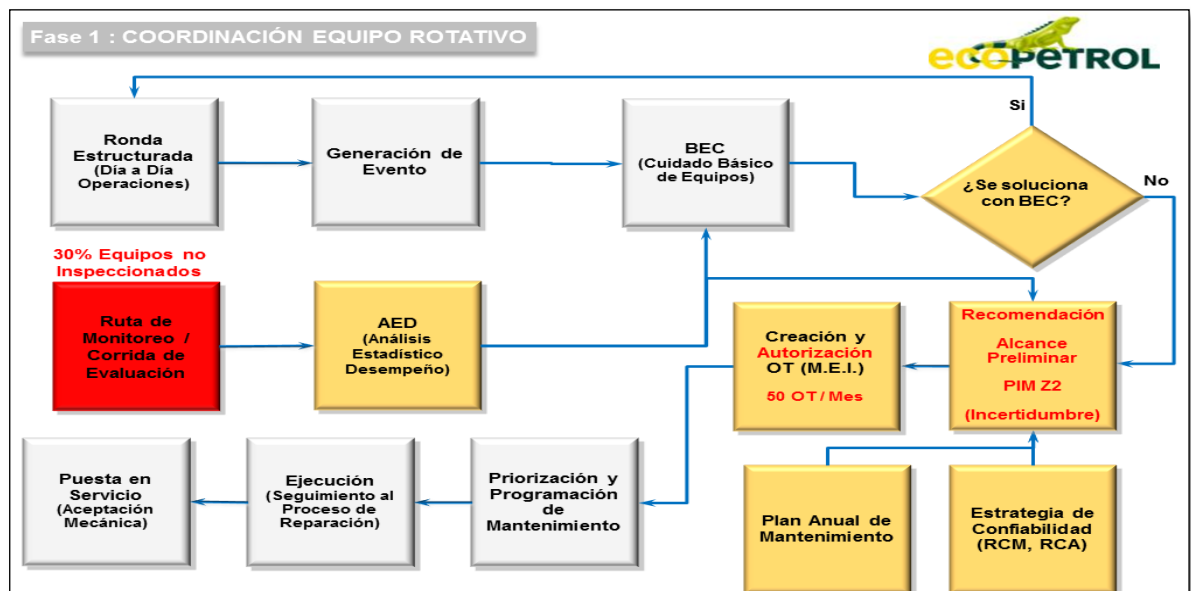
Dentro de los trabajos ejecutados se encuentran:

- Equipo rotativos (bombas, turbinas, ventiladores, extractores de aire, agitadores, compresores).
- Equipos estáticos (tanques, turbogeneradores e intercambiadores)
- Motores y redes Eléctricas.

4.1.2.1 Proceso ejecución del mantenimiento de equipos rotativos.

El proceso de ejecución del mantenimiento de los equipos rotativos, se desarrolla de acuerdo a procedimientos, estándares, instructivos y normativas vigentes dentro de la refinería de Barrancabermeja. Ver figura 7.

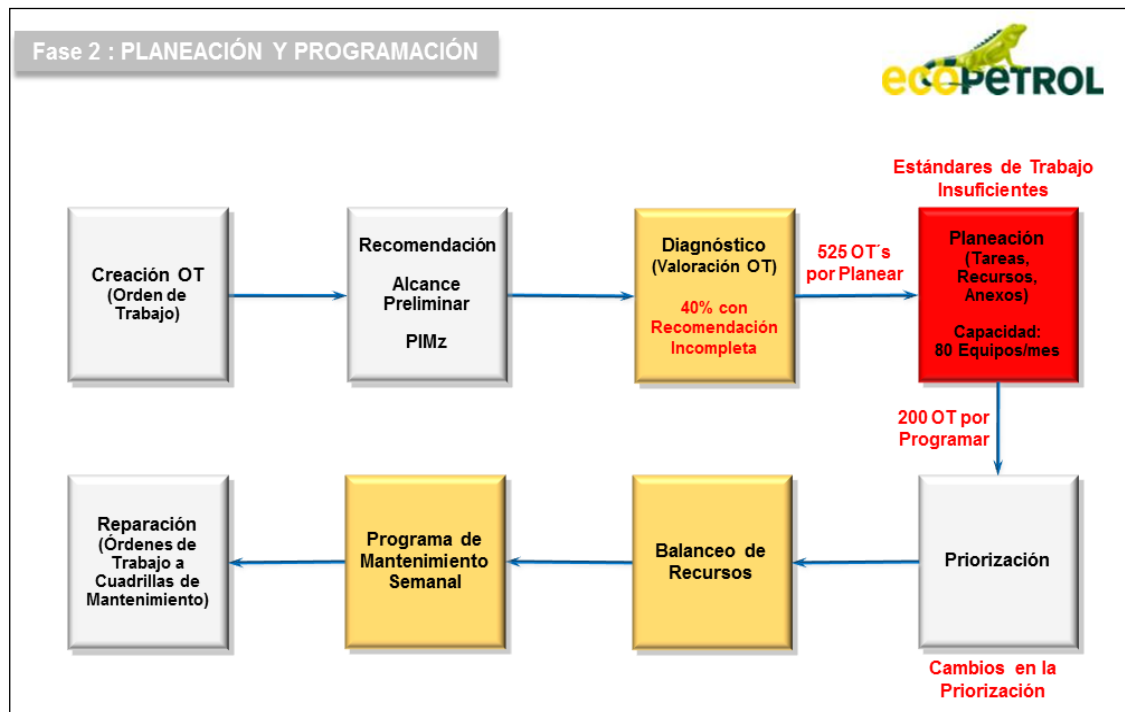
Figura 7. Proceso de ejecución de mantenimiento



Fuente: Coordinación Proactivo en las Áreas

Este proceso inicia desde la generación de la orden de trabajo y su respectiva programación, lo anterior se encuentra a cargo del equipo de planeación de cada área operativa, en la orden de trabajo se especifican las tareas a realizar, al equipo, así como la asignación a una cuadrilla²¹ específica.

Figura 8. Planeación y programación mantenimiento.



Fuente: Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas.

Una vez se ha realizado lo anterior se procede al transporte del equipo al taller de mecánica, se ubica en la zona de almacenamiento de entrada de equipos, allí permanece hasta que se da inicio al proceso de mantenimiento, como tal.

²¹ Cuadrilla: grupo de trabajo específico, encargado de la reparación del equipo

El proceso de ejecución de mantenimiento, enfoque del presente proyecto, se lleva a cabo de acuerdo a las siguientes etapas, ver figura 9.

DIAGRAMA DE FLUJO-PROCESO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS ROTATIVOS

Figura 9. Diagrama de flujo proceso de reparación de equipos rotativos

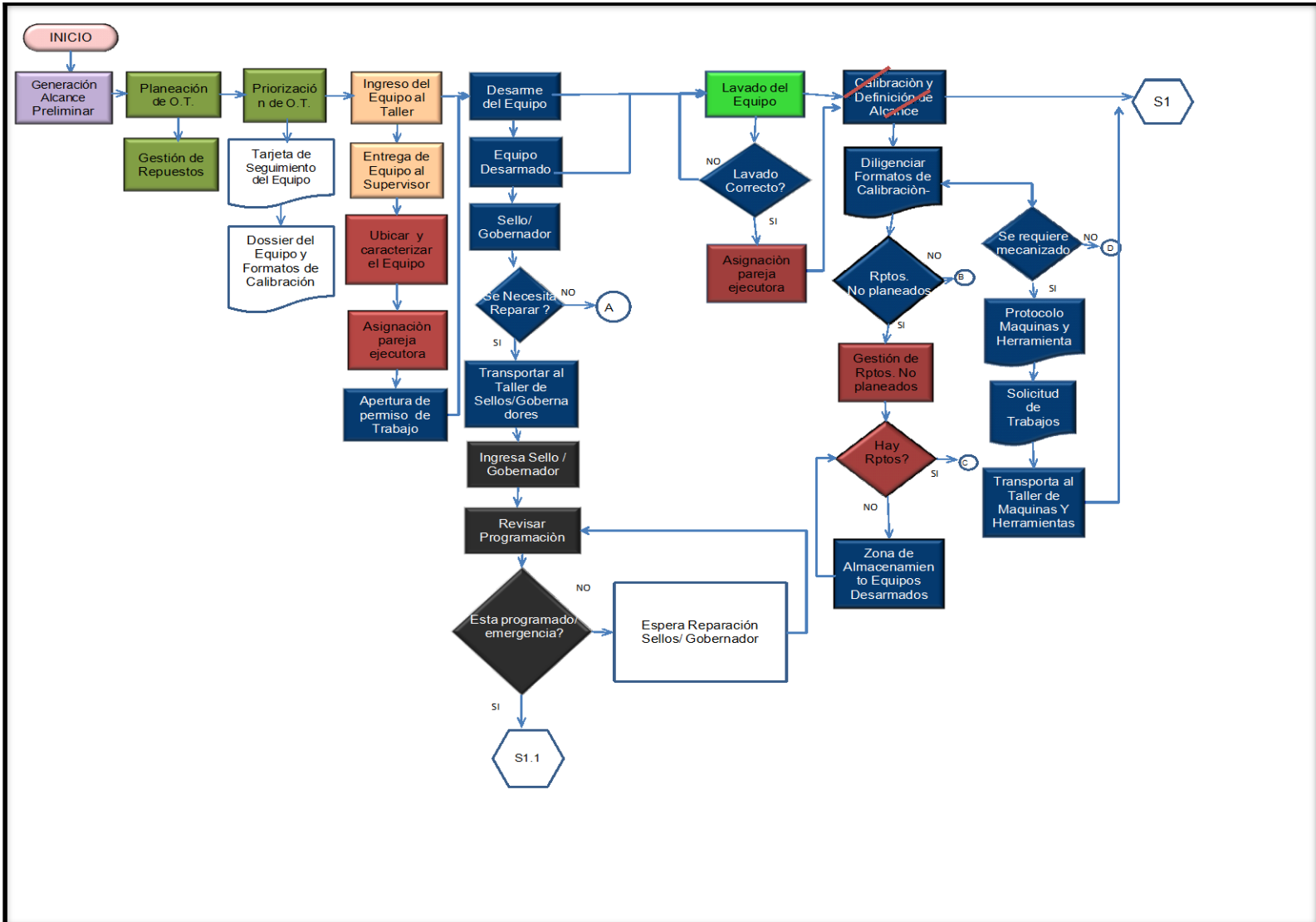


Fuente: Autor del proyecto

- **Desarme:** consiste en el desacople de cada una de las partes del equipo.
- **Lavado:** Lavado de las partes desacopladas.
- **Calibración de partes:** Medición de partes esenciales del equipo, tales como: caja de balineras, impulsor, eje, acople, camisa de sello, cabezote y cuerpo.
- **Definición de alcance:** Definición de actividades necesarias a realizar, para la reparación del equipo, incluye tipo de materiales, de repuestos y especificaciones de mecanizado.
- **Recuperación de partes y/o compra de repuestos:** Consiste en la recuperación de piezas por medio de mecanizado, asimismo la compra de repuestos.
- **Sellos:** Reparación de sello mecánico (bomba)/ gobernador (turbina).
- **Armado:** Acople de cada una de las partes, sello/gobernador reparado, repuestos, entre otros.
- **Pruebas:** Aseguramiento de alineación adecuada del sello del equipo.

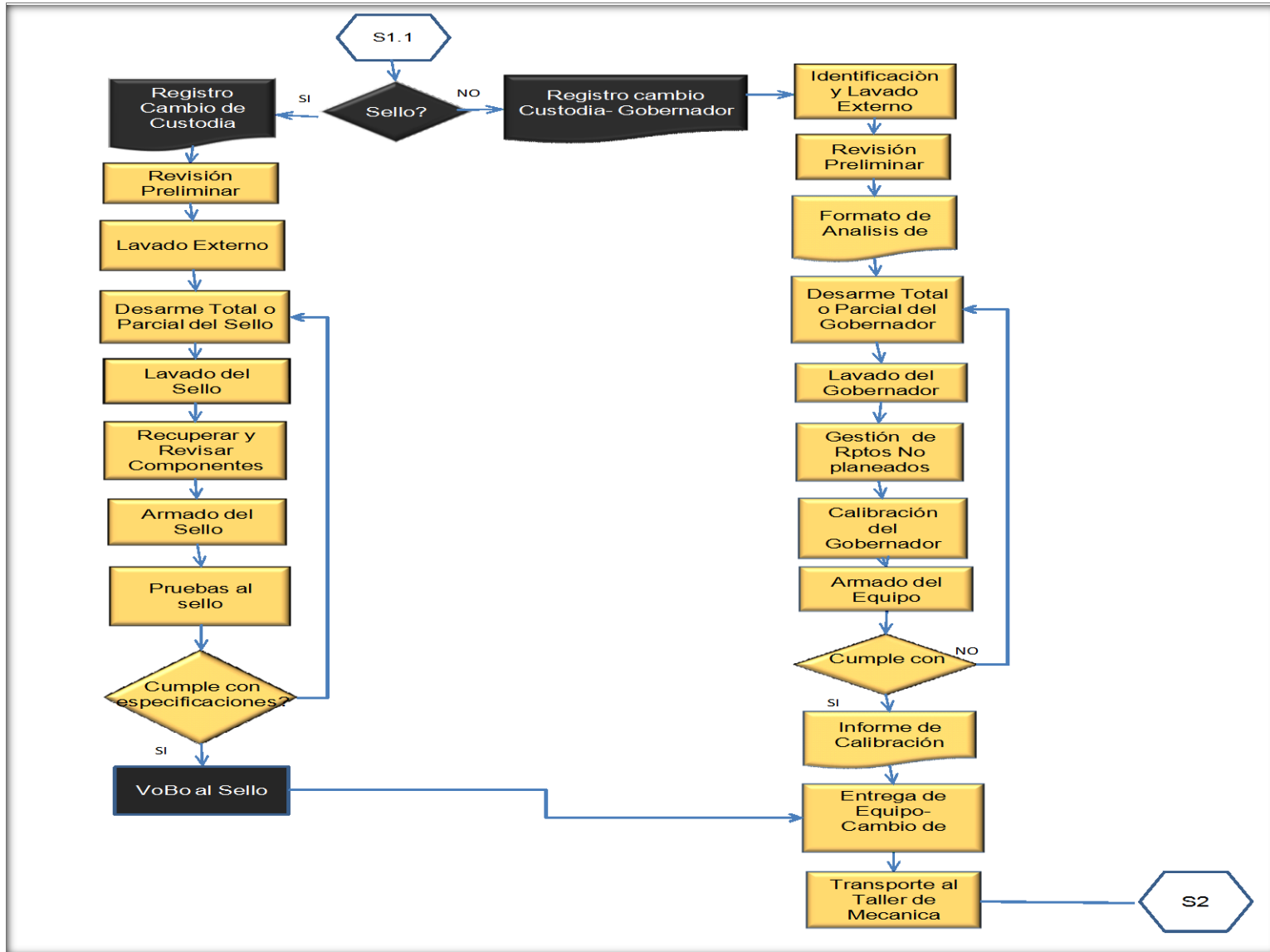
El proceso finaliza con el acople del equipo, en la respectiva área, y su verificación y certificación de funcionamiento por parte del soporte técnico. A continuación se presenta el diagrama de procesos (realizado por el autor del proyecto, debido a la carencia del mismo) y diagrama de recorrido del proceso de reparación de equipos rotativos, en el taller de mecánica de campo, ver figura 10, 11, 12,13 y 14. Ver anexo C.

Figura 10. Sección 1. Diagrama de proceso –proceso de reparación de equipos rotativos



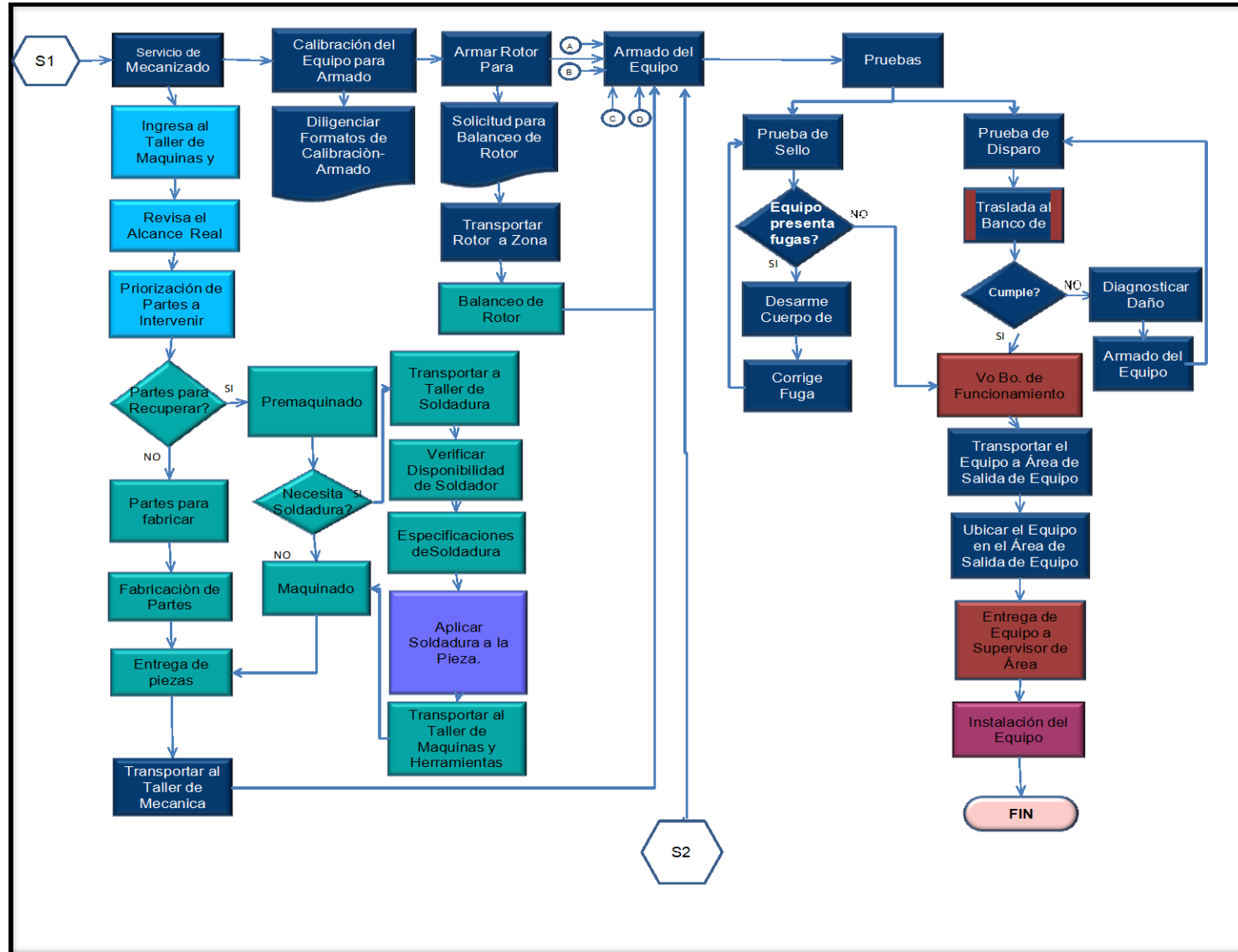
Fuente: Autor del proyecto.

Figura 11. Sección 2. Diagrama de proceso –proceso de reparación de equipos rotativos



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 12. Sección 3. Diagrama de proceso – proceso de reparación de equipos rotativos



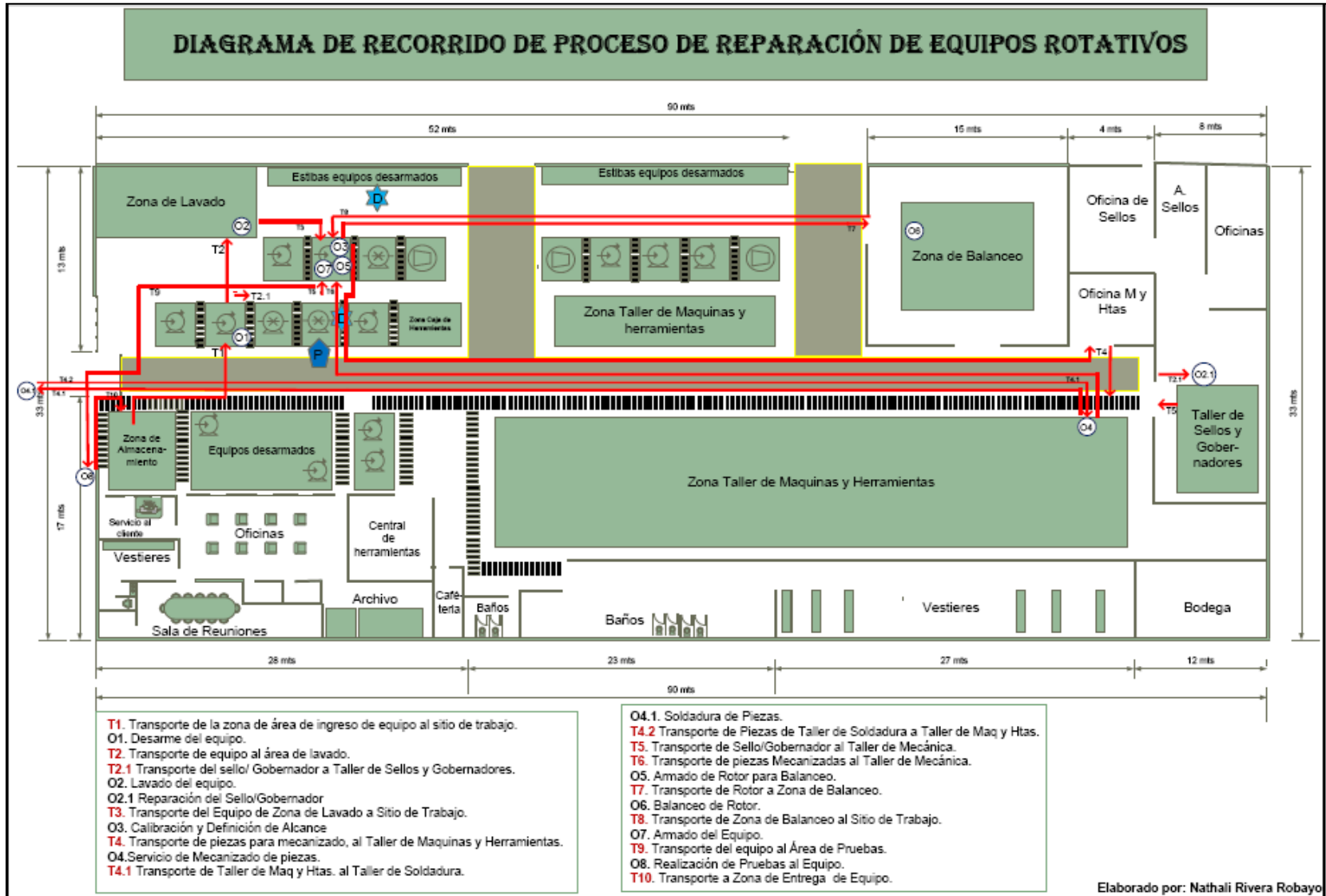
Fuente: Autor del proyecto.

Figura 13. Sección 4. Diagrama de proceso –proceso de reparación de equipos rotativos



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 14. Diagrama de Recorrido –proceso de reparación de equipos rotativos.



Fuente: Autor del proyecto.

4.1.2.2. Proveedores y clientes

La coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas tiene como proveedor la coordinación de planeación de mantenimiento, la cual se encuentra constituida por el planeador de cada una de las unidades operativas, los cuales priorizan los equipos, de tal forma que hagan parte de la programación semanal, emitiendo la respectiva orden de trabajo, para su ejecución.

A su vez los clientes atendidos por el área de mantenimiento, son las áreas operativas, ya mencionadas.

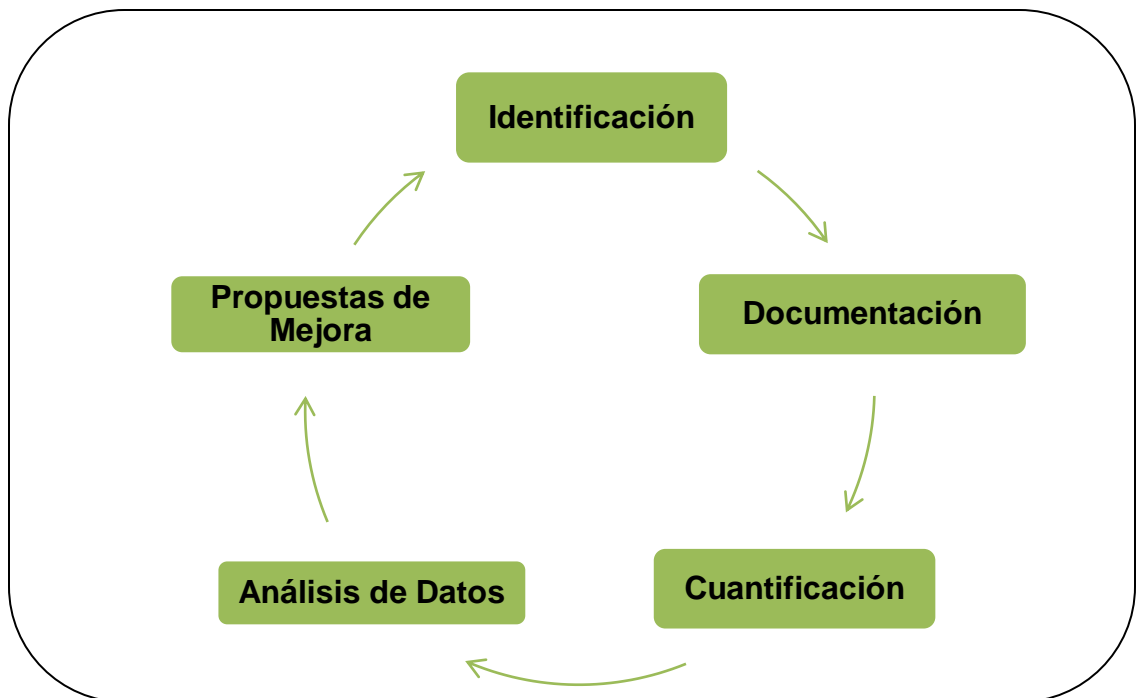
5. IDENTIFICACIÓN, DOCUMENTACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS REPROCESOS EN EL TALLER DE MECANICA DE CAMPO

En la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, no se realizaba seguimiento, medición y control de los reprocesos; por ello se propuso el siguiente procedimiento para la identificación, documentación y cuantificación de los reprocesos en el taller de mecánica de campo.

Este procedimiento permite identificar los reprocesos, las causas-raíz, y llevar a cabo un estricto control de los mismos, con el fin de lograr su respectiva minimización, alcanzando un proceso que cumple con estándares de calidad.

5.1 Metodología propuesta e implementada para el seguimiento de los reprocesos.

Figura15. Metodología para seguimiento de reprocesos



Fuente: Autor del proyecto

5.1.1 Identificación de los reprocesos

Para la identificación de los reprocesos, se llevó a cabo el seguimiento de las causas asignables de la ocurrencia de la falla, por aproximadamente 3 meses, así como el registro del tiempo estimado y real para la solución de la misma. Con colaboración del talento humano responsable de ejecutar el proceso de reparación de equipos rotativos, se controló y evaluó el ingreso y salida de los equipos rotativos. Asimismo, se registró cada una de las no conformidades, para reconocer los reprocesos internos, haciendo seguimiento a cada una de las etapas del proceso.

➤ **Reprocesos externos**

La coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, y específicamente el taller de mecánica de campo, carecen de un indicador de reprocesos, se recurrió en primera instancia al indicador de reprocesos, que se lleva a cabo en el departamento de mantenimiento.

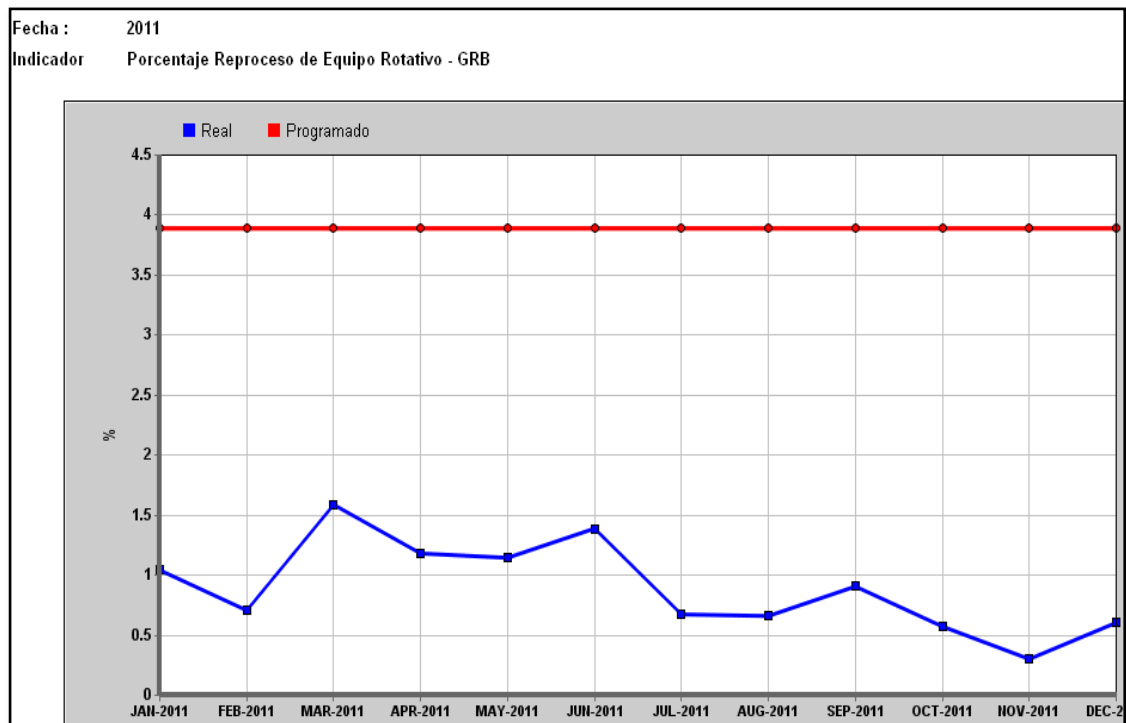
En el departamento de mantenimiento se hace seguimiento al indicador de reprocesos de equipo rotativos, en los tableros de gestión de la intranet, iris, éste mide la variación porcentual de equipos rotativos que presentan una condición sub-estándar o falla inmediatamente después del proceso de mantenimiento. La meta definida para el año 2011 es que dicho indicador muestre resultados inferiores a 3.8%, valor máximo aceptado.

El cálculo de este indicador se realiza de la siguiente forma:

$$\text{Reproceso equipo rotativo} = \frac{\text{Numero de equipos que entran a condición subestandar}}{\text{Total de equipos rotativos entregados a operaciones}} * 100$$

La siguiente gráfica, figura 16, muestra el resultado de dicho indicador durante el año 2011, es decir, desde el mes de enero hasta el mes de diciembre:

Figura 16. Indicador de reprocesos de equipo rotativo 2011.



Fuente: sistema de gestión RIS.

Según el comportamiento del indicador se puede observar que el máximo valor alcanzado en el año fue de 1.8%, con lo cual se puede concluir que se cumplió la meta dispuesta para el año 2011.

Para la identificación de reprocesos, en el taller de mecánica de campo, se realizó un seguimiento al proceso de reparación de equipos rotativos, de igual forma se hizo seguimiento a la entrega de equipos reparados, con el fin de evaluar los reprocesos internos y externos que se presentaron durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, fecha en la cual se realizó la identificación de los mismos.

Se registró la información en un formato de seguimiento de los reprocesos externos, ver anexo D, con el fin de reconocer la presencia de un reproceso, luego de identificarlo, se procedió a recolectar la información necesaria, para la documentación del mismo. La información se recolectó de la siguiente forma:

- Búsqueda de información en el sistema de información Ellipse, con el fin de definir tipo de mantenimiento por el cual ingresó el equipo al taller, así como el texto extendido de la reparación, en la que se da una breve descripción de la falla funcional del sistema, así como el alcance preliminar de reparación emitido por los ingenieros de operaciones.
- Lluvia de ideas, con el equipo de trabajo encargado de reparar el equipo para reconocer la causa de los reprocesos, con ello, se logra que la información recolectada sea confiable.
- Aplicación de la metodología de los 5 ¿Por qué?, dicha metodología ha sido aplicada en las más grandes empresas del mundo, tiene como principal fin la identificación y conocimiento de la causa-raíz del reproceso.

Para el seguimiento de los reprocesos externos, se registró la información en el formato de seguimiento de reprocesos externos, ver anexo D, en el cual se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Reproceso:** Identificación del equipo que presentó falla durante el periodo de garantía.
- **Descripción del reproceso:** Identificación de la Consecuencia inmediata, que generó tal reproceso.
- **Posibles Causas:** Evaluación de las causas que generaron el reproceso.

- **Tiempo necesario de reparación (reproceso):** Tiempo necesario que se requirió para corrección de la falla, y el cumplimiento de especificaciones de operación del equipo.
- **Cantidad de Horas Hombre necesarias:** Horas Hombre requeridas para la corrección de la falla.
- **Costo de Materiales necesarios:** Costos incurridos, en repuestos y materiales necesarios para la corrección de la falla/daño.

➤ **Reprocesos internos**

Para los reprocesos internos, se llevó el seguimiento de cada una de las etapas del proceso de reparación de equipo rotativo, se registró la información en el formato de seguimiento de reprocesos internos (ver anexo E), para ello se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- **Descripción del reproceso:** Identificación de la Consecuencia inmediata, que generó tal reproceso.
- **Posibles causas del reproceso:** Evaluación de las causas que generaron el reproceso.
- **Cantidad de Horas Hombre:** Horas Hombre requeridas para la corrección de actividades erróneas del proceso.
- **Costos de Materiales requeridos:** Costos incurridos, en repuestos y materiales necesarios para la corrección de falla en la ejecución de alguna actividad en el proceso.

Durante la identificación de los reprocesos, se hizo estricto seguimiento a cada una de las etapas del proceso de reparación, con el fin de evaluar la mayor

cantidad posible de reprocesos, ya que en algunas ocasiones estos no son reportados, ni mucho menos cuantificados y por ello, no se habían tomado acciones correctivas que permitieran la minimización de los mismos. Para ello, se contó con la colaboración de todo el personal de mecánica de campo, tanto con los mecánicos, como con ayuda del supervisor y coordinador, encargados.

5.1.2 Documentación de los reprocesos

La documentación de reprocesos hace parte fundamental, para la mejora del proceso en general, pues ello permite la minimización de los mismos, pues se tiene conocimiento del historial del equipo y facilitar la identificación de las posibles causas que pudieron haber ocasionado dicho reproceso.

Para el desarrollo de esta fase, se hizo necesaria la aplicación de la metodología de los 5 ¿Por qué?, para identificación de la causa- raíz que ocasionó el reproceso identificado, de la siguiente manera:

- **Fecha de ingreso:** Fecha de ingreso del equipo, ya sea que el ingreso de la OT haya sido ocasionada por programación semanal, o por OT de emergencia.
- **Fecha de salida del equipo:** Fecha en la cual el supervisor del área retira el equipo de la zona de almacenamiento del taller de mecánica.
- **Orden de trabajo:** Solicitud de trabajo, en la que se incluye la planeación de tareas a ejecutar y materiales y repuestos requeridos.
- **Características del equipo:** Especificación del tipo de equipo, así como principales especificaciones técnicas.

- **Causas de ingreso del equipo:** concepto emitido por operaciones, de lo que el equipo requiere para recuperar o mejorar la confiabilidad operacional del mismo.
- **Requerimientos de la reparación:** Repuestos y actividades necesarios.
- **Tipo de mantenimiento:** de acuerdo a la acción de mantenimiento, ya que puede ser correctivo, predictivo, preventivo, mejorativo.

Mantenimiento correctivo: como su nombre lo indica, se ejecuta con el fin de corregir la falla presentada en el equipo.

Mantenimiento Predictivo: se lleva a cabo, de acuerdo al plan descrito para cada equipo, en la coordinación; la planeación de mantenimiento predictivo se realiza de acuerdo a los planes mencionados en apartado 4.1.3.

Mantenimiento Preventivo: Cuando una variable de control, alcance un valor preestablecido, como base de mantenimiento.

Mantenimiento mejorativo: Cuando se requiere o desea realizar una modificación en el diseño y condiciones de funcionamiento del equipo.

Los siguientes ítems, ya fueron explicados anteriormente.

- Reproceso presentado.
- Fecha de ingreso/salida de equipo (reproceso).
- Posibles Causas.
- Aplicación de metodología de cinco ¿Por qué?
- Identificación de la causa-raíz.
- Actividades necesarias en el reproceso.
- Consecuencias: Incluye Horas Hombre requeridas y Materiales requeridos.

Asimismo, se tienen en cuenta el alcance preliminar emitido por el área de operaciones, así como el alcance real definido por el personal del taller de mecánica, a su vez, se tienen en cuenta las reparaciones realizadas al equipo anteriormente, ya que en algunas ocasiones se pueden presentar reprocesos por falta de información correspondiente a la escasa documentación de las ordenes de trabajo.

A continuación se presenta un ejemplo de documentación de cada uno de los reprocesos (internos y externos), tabla 3 y 4, presentados en los meses de seguimiento. A su vez, los reprocesos documentados se pueden encontrar en el anexo F y G, y las causas se presentan en las figuras 17 y 18.

➤ **Reproceso Interno**

Tabla 3.Documentación de reprocesos internos.

EQUIPO: SP 261D	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	06-jul-11
FECHA DE SALIDA	24-ago-11
ORDEN DE TRABAJO	288983
TIPO DE MANTENIMIENTO	CORRECTIVO
REPROCESO	
FALLA	Lavado deficiente del equipo
POSIBLES CAUSAS	Porque la máquina de lavado no se accionó correctamente. Porque no se tenía conocimiento de la cantidad exacta de insumos y duración de lavado. Porque hacen falta procedimientos.
CAUSA-RAIZ	Falta asegurar procedimientos y hacer divulgación de los mismos.
CONSECUENCIAS	HH: 8 Horas Hombre

Fuente: Autor del proyecto.

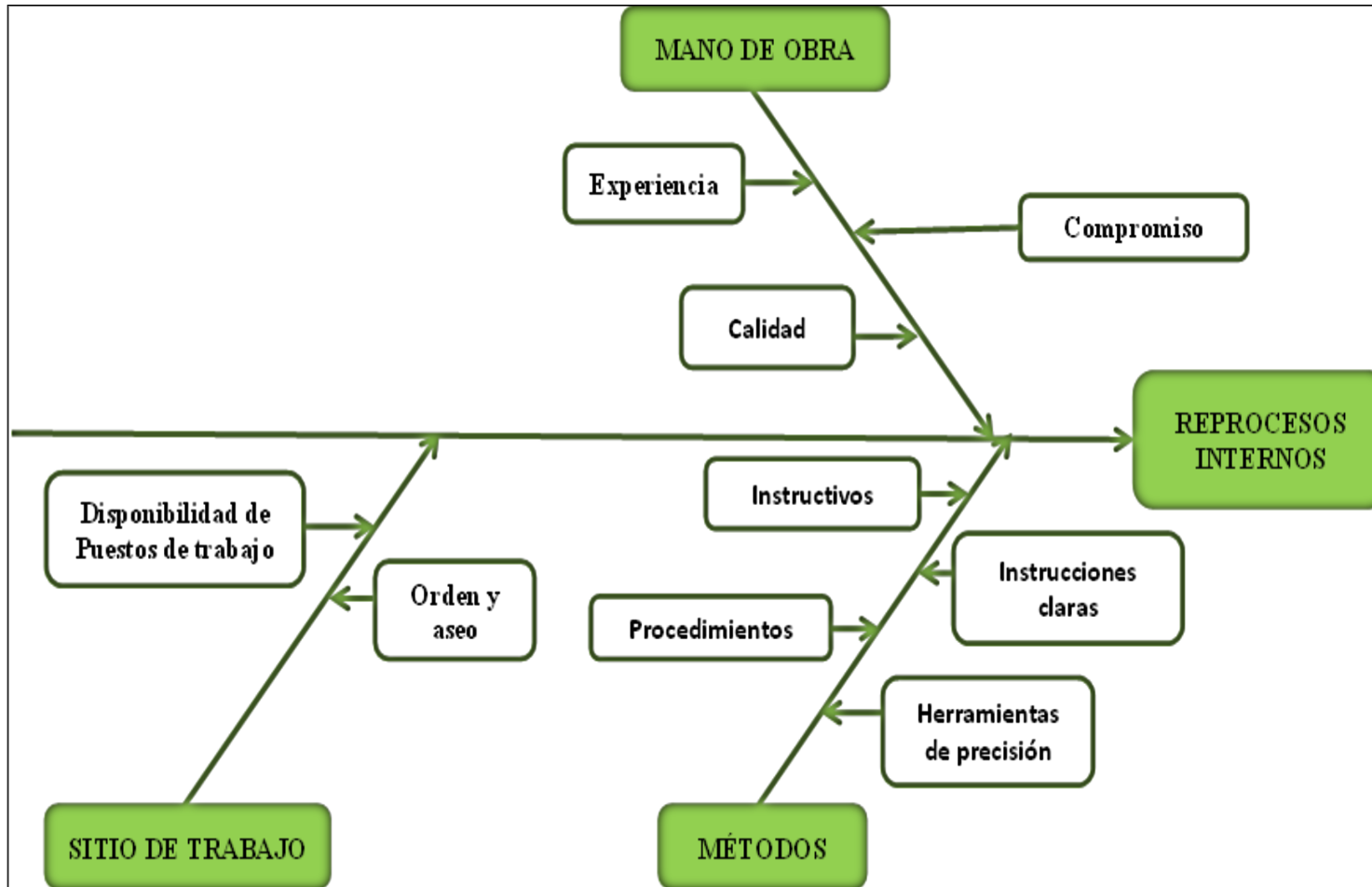
➤ **Reproceso Externo**

Tabla 4. Documentación de reprocesos externos.

EQUIPO: SP4129A	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	19-sep-11
FECHA DE SALIDA	04-oct-11
ORDEN DE TRABAJO O.T	334078
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	Bomba sundyne, potencia 50HP, motor eléctrico
CAUSAS DE INGRESO DEL EQUIPO	cambio de sello, y reparación en general
REQUERIMIENTOS DE REPARACIÓN	Reparación General
TIPO DE MANTENIMIENTO	Correctivo
REPROCESO	
FALLA	Presento daño en el sello, luego de ser instalada y puesta en marcha
FECHA DE INGRESO	5-Noviembre-11
FECHA DE SALIDA	10-nov-11
POSIBLES CAUSAS	Por qué?: Mala conexión en las líneas de servicio ¿Por qué?: Falencias en el armado del equipo ¿Por qué?: no se aseguro cambio de todas las piezas ("O" RING) del equipo. Por qué?: Procedimiento incorrecto para el armado del equipo.
CAUSA-RAÍZ	Procedimiento incorrecto para el armado del equipo
ACTIVIDADES NECESARIAS	Fue necesaria cada una de las etapas del proceso de reparación, asimismo, se volvió a fabricar el eje
CONSECUENCIAS	HH: 120 Horas Hombre MATERIALES: Costo del Sello

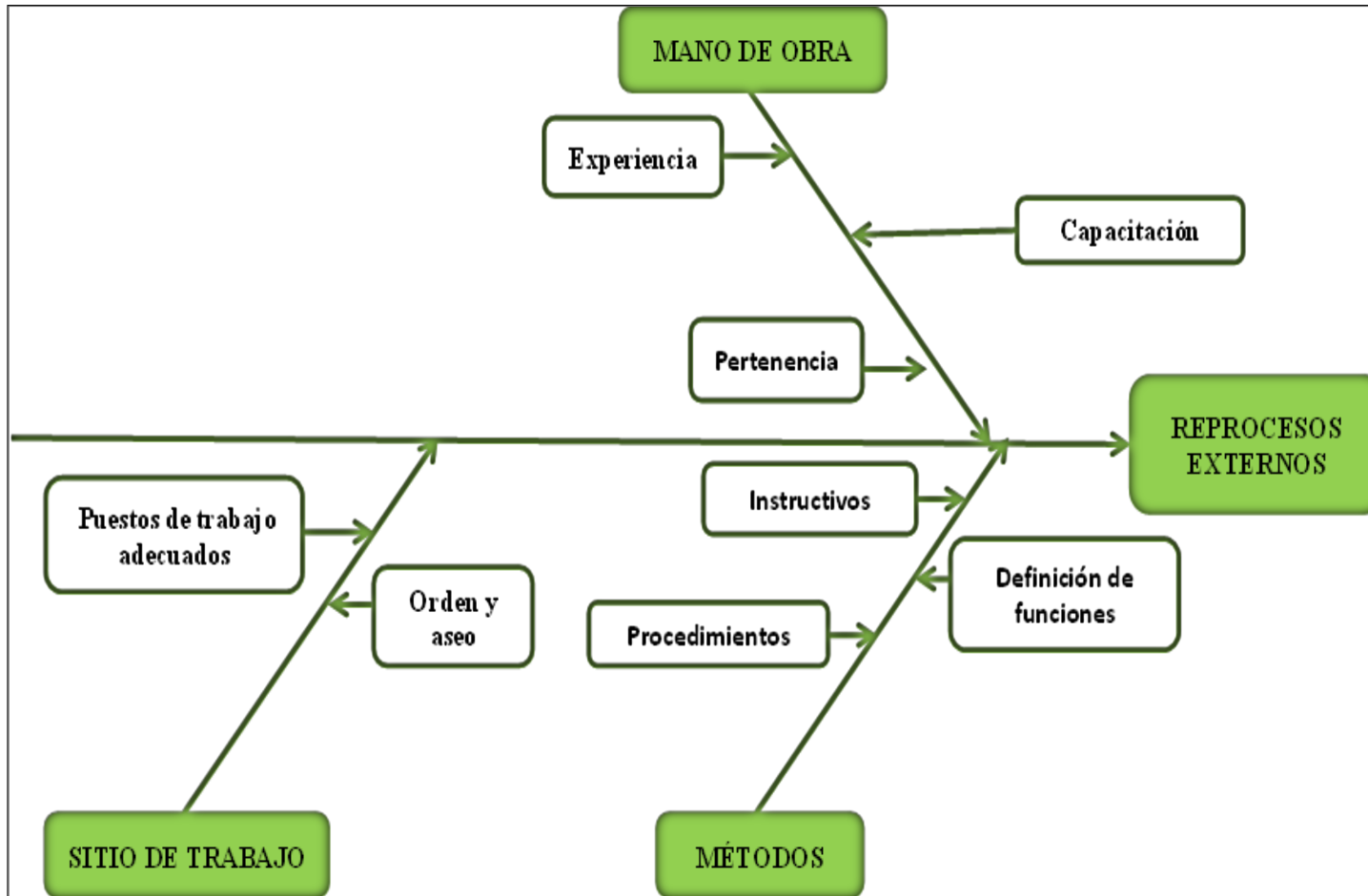
Fuente: Autor de del proyecto.

Figura 17. Diagrama causa- efecto reprocesos internos.



Fuente: Autor del proyecto.

Figura 18. Diagrama causa- efecto reprocesos externos



Fuente: Autor del proyecto

5.1.3 Cuantificación de lo reprocesos

5.1.3.1 Cuantificación de los reprocesos externos

Para la cuantificación de los reprocesos, se hizo necesaria la aplicación de un indicador de reprocesos, adoptándolo como metodología para el conocimiento de la calidad del proceso; con ello, se pretendió, conocer el porcentaje de reprocesos presentados mensualmente, con el fin de proponer e implementar acciones correctivas y minimizar la presencia de reprocesos en el proceso de reparación de equipos rotativos.

Toma de Datos:

La toma de datos se realizó, con el respectivo registro en un formato en Excel, en el cual se cuantificó el tiempo medio de reparación y el tiempo medio de reprocesos, para ello se hizo necesario el seguimiento de las fechas de entrada y salida del equipo en cada uno de los tiempos, es decir, reparación y reproceso.

Asimismo se determinó la cantidad de Horas Hombre y la cantidad de materiales requeridos, con el fin de cuantificar los costos y gastos respectivos a tal reproceso.

Cálculo:

Para el cálculo mensual de los reprocesos se tuvo en cuenta la suma de todos los reprocesos registrados en el mes, asimismo las suma de equipos reparados en el mes, con el fin de obtener los datos necesarios para la cuantificación del siguiente indicador:

INDICADOR REPROCESOS:
$$\frac{\text{Número de equipos reprocesados en el mes}}{\text{Número total de Equipos reparados en el mes}} * 100$$

Resultados:

Los resultados permiten conocer el porcentaje de reprocesos presentados en un mes en el taller de mecánica de campo, a su vez, permite cuantificar los costos y gastos en que se incurren, debido a la entrega de equipos fuera de especificaciones, o con falta de estándares de calidad.

Asimismo, los resultados permiten conocer las causas inmediatas de la ocurrencia de dicho sucesos, con el fin de generar acciones correctivas que permitan minimizar la presencia de los mismos durante el préstamo de servicio de mantenimiento a las áreas operativas de la refinería de Barrancabermeja.

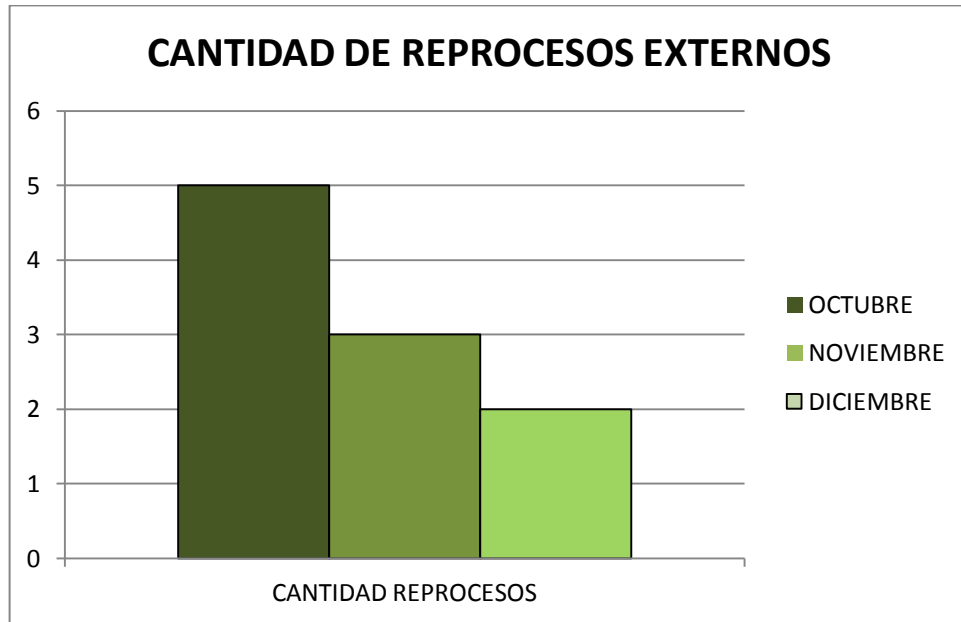
Luego de realizar un seguimiento a los reprocesos presentados durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, se presentan a continuación los resultados, tabla 5 y figuras 19, 20 y 21:

Tabla 5. Cuantificación reprocesos externos

REPROCESOS EXTERNOS			
MES	CANTIDAD REPROCESOS	CANTIDAD HH	MATERIALES \$
OCTUBRE	5	350	10.000.000
NOVIEMBRE	3	230	7.000.000
DICIEMBRE	2	120	5.000.000

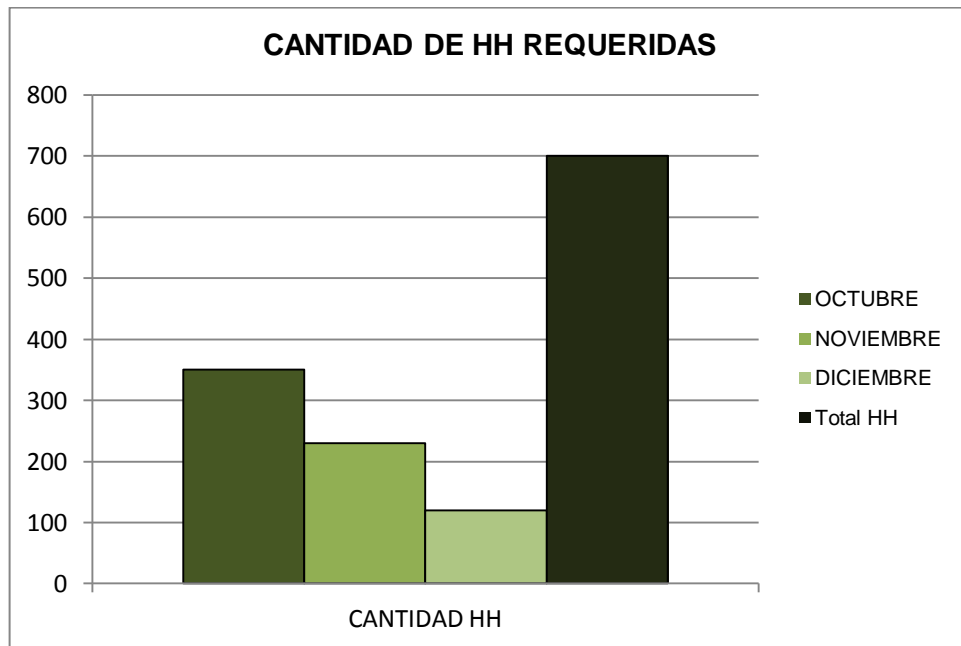
Fuente: Autor del proyecto

Figura 19. Cantidad de reprocesos externos.



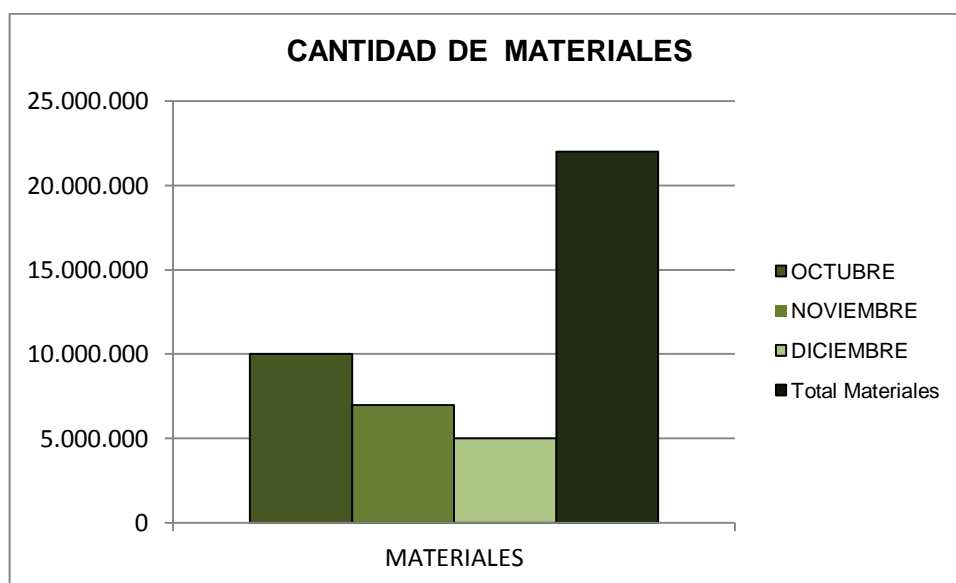
Fuente: Autor del Proyecto.

Figura 20. Cantidad de HH requeridas.



Fuente: Autor del Proyecto.

Figura 21. Cantidad de \$ en materiales.



Fuente: Autor del Proyecto

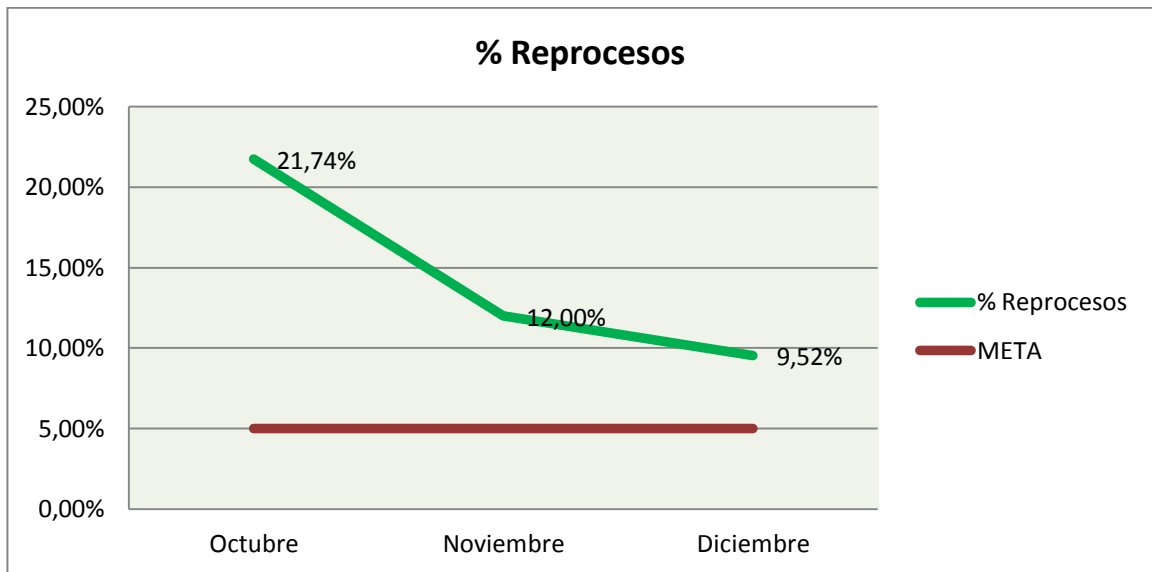
De acuerdo a la aplicación del indicador de reprocesos, que se tomó como base para el seguimiento y cuantificación de los reprocesos externos en el taller de mecánica, los siguientes son los datos necesarios, y sus resultados en la tabla 6 y figura 22.

Tabla 6. Equipos mensuales.

Equipos Mensuales				
Mes	Reparados	Reprocesados	% Reprocesos	META
Octubre	23	5	21,74%	5%
Noviembre	25	3	12,00%	5%
Diciembre	21	2	9,52%	5%
Total Trimestre	69	10	14,49%	

Fuente: Autor del Proyecto

Figura 22. Porcentaje de reprocesos.



Fuente: Autor del Proyecto.

5.1.3.2. Cuantificación de los reprocesos internos

Para los reprocesos internos, no se llevó a cabo la cuantificación de la misma manera, ya que se dificultaba la toma de datos, es decir, no se podía contar con un total específico de equipos, ya que la presencia de estos reprocesos se podían presentar en el mismo equipo. Por tanto, se diseñó una forma de cuantificarlos y llevar un control de los mismos.

Para la cuantificación de lo reprocesos internos se llevó a cabo la evaluación y cuantificación de las no conformidades según la tipología y nivel de repetición de las mismas.

Se tuvo como principal propósito tener conocimiento de las no conformidades en la ejecución de cada etapa, con el fin de generar acciones correctivas que permitieran minimizar su presencia.

Las no conformidades fueron identificadas por el talento humano de la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas, y se establecieron para realizar la evaluación de reprocesos internos, se presentan en la tabla 7, 8 y 9:

Típicos de No Conformidades Taller de Mecánica.

Tabla 7.No conformidades de Taller de Mecánica.

DESCRIPCIÓN	
1.RECIBO	
1	Equipo contaminado de planta
2	No presenta protocolo de desmontaje
3	Transporte inadecuado
4	Estado sin actualizar en Ellipse (MT/MC)
2. ALMACENAMIENTO TEMPORAL	
5	Sin rotulación y /o identificación
3. DESARMADO	
6	No presenta instructivo y/o procedimiento de desarme
7	No presenta formato de desarme
8	Aseguramiento de disposición de partes
9	Identificación de partes
10	Herramientas inadecuadas de trabajo
4. LAVADO	
11	No presenta formato de lavado
12	Preservación inadecuada
13	Procedimiento inadecuado de trabajo
14	Aseguramiento de disposición de partes
5. CALIBRACIÓN DE PARTES	

15	Error metrológico
16	Mala interpretación de planos
17	No presenta formato de calibración
6. DEFINICIÓN DE ALCANCE	
18	Errores de transcripción
19	Alcance deficiente e inadecuado
20	Planos desactualizados
7. ARMADO	
21	No presenta instructivo y/o procedimiento de armado
22	No presenta formato de armado
23	Herramientas inadecuadas de trabajo
24	Error metrológico
8. PRUEBAS	
25	No presenta instructivo y/o procedimiento de pruebas
26	No presenta formato de pruebas
PINTURA Y EMBALAJE	
27	Aseguramiento del estándar de colores
28	Aseguramiento de protecciones
29	Aseguramiento de marcación estándar
12. ENTREGA SELLOS DE CALIDAD	
30	Izaje inadecuado
31	Transporte inadecuado
32	Aseguramiento del equipo inadecuado

Fuente: Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas

Típicos de No Conformidades Taller de Máquinas y herramientas

Tabla 8.No conformidades de Taller de Máquinas y herramientas

DESCRIPCIÓN	
1.RECIBO	
33	Material defectuoso
34	Solicitud incompleta(plano y /o alcance)
35	Partes sin identificación
36	Recomendación inadecuada
2. MONTAJE	
37	Montaje inadecuado
38	Montaje maquina inadecuada
39	Maquinas defectuosas
3. MAQUINADO	
40	Error metrológico
41	Mala interpretación de planos
42	Mala aplicación de procedimientos de maquinado
4. APLICACIÓN DE SOLDADURAS	
43	Soldadura Inadecuada
44	Insuficiente
45	Procedimiento inadecuado
5. METALIZADO	
47	Procedimiento inadecuado
48	Fallas en el equipo a metalizar
49	Impurezas de gases
6. ACABADOS	
50	Selección de herramienta inadecuada según acabado
51	Procedimiento inadecuado

Fuente: Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas

Típicos de no conformidades de Taller de Sellos

Tabla 9.No conformidades de Taller de Máquinas y herramientas

DESCRIPCIÓN	
1.RECIBO	
53	Repuesto defectuoso o fuera de especificaciones
54	Solicitud incompleta (plano y/o alcance)
55	Partes sin identificación
56	Recomendación inadecuada y/o alcance
57	Diseño fuera de estándar
2. DESARME	
58	Partes sin identificación
59	Lavado inadecuado inicial
60	Definición de falla
61	Llenado de formato inadecuado(uso de protocolo)
62	Aseguramiento de disposición de partes
3. LAVADO	
63	Lavado inadecuado general
4. ARMADO	
64	Compra inadecuada
65	Procedimiento inadecuado
66	Error metrológico
67	Planos desactualizados
5. PRUEBAS	
68	No se puede probar inadecuado (no existe facilidades)
69	Obsolencia en diseño

Fuente: Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas

Toma de Datos:

La toma de datos se realizó, durante 2 meses, con un registro en un formato físico y en el programa Microsoft Excel de las no conformidades que se presentaron durante la ejecución de alguna actividad del proceso de reparación, con descripción de las causas, consecuencias, fecha, equipo, así como el seguimiento de las no conformidades, de las cuales se llevó un registro semanal.

Cálculo:

Suma de todas las no conformidades registradas de cada tipología, así como la suma total de las no conformidades.

Resultados:

En el departamento de mantenimiento, se lleva a cabo el seguimiento del indicador de conformidades del proceso de mantenimiento, basado en los típicos de no conformidades presentadas en el numeral 5.1.3.2.

➤ Indicador de Conformidades del proceso de mantenimiento:

Mide el valor porcentual de la calidad del proceso de mantenimiento, en general, se basa en el reporte de las desviaciones al cumplimiento estándar de una tarea, los cuales generan pérdidas de productividad, sobrecostos en mano de obra y materiales. Tiene como principal objetivo identificar las causas que generan retrasos y sobrecostos con el fin de mitigarlas.

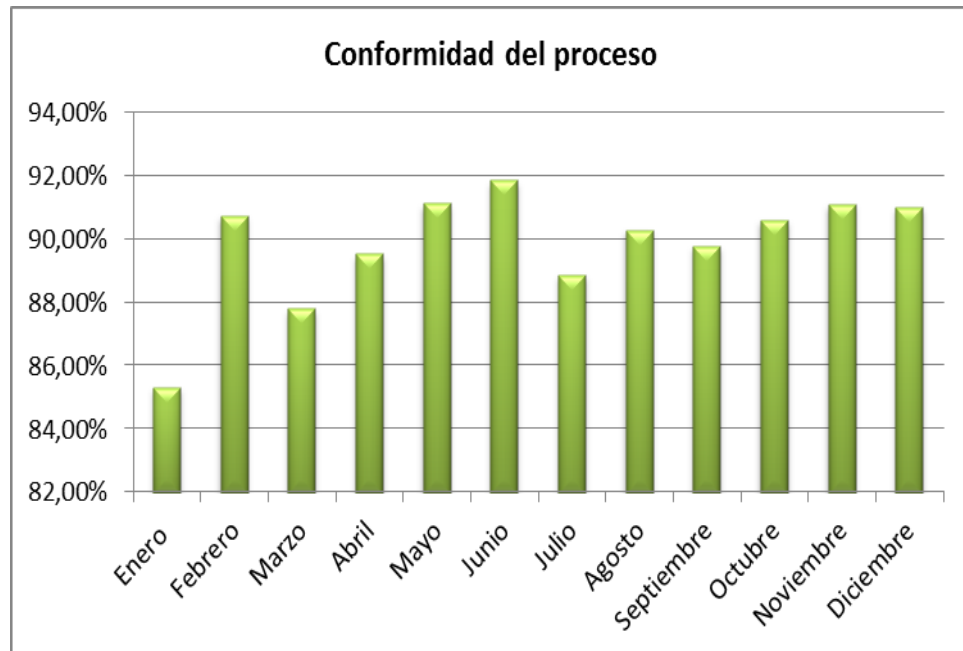
El seguimiento explícito de este indicador se encuentra a cargo de la coordinación de calidad de mantenimiento y talleres; es emitido mensualmente, y de acuerdo a la proyección realizada al inicio del año 2011 la meta a alcanzar durante todo el año era del 95%, con lo cual se buscaría asegurar en un alto porcentaje la calidad del proceso de mantenimiento.

El cálculo de dicho indicador se realiza de la siguiente forma:

Conformidades del procesos=

$$1 - \frac{\sum \text{Desviaciones al cumplimiento de estándar}}{\text{No. Total de posibles desviaciones} * \sum \text{equipos con desviación estándar}}$$

Figura 23. Indicador de no conformidades equipo rotativo 2011.



Fuente: sistema de gestión RIS.

Resultados del seguimiento de no conformidades en el taller de mecánica de campo

Los resultados permiten conocer el total de no conformidades, y a su vez la no conformidad que más se repite, ello contribuirá a la toma de acciones correctivas y preventivas, para el logro de la minimización de las mismas.

Después del seguimiento y el respectivo registro de las no conformidades presentadas, se obtuvieron los siguientes resultados, tabla 10 y figura 24:

Tabla 10. Resultados seguimiento de reprocesos internos.

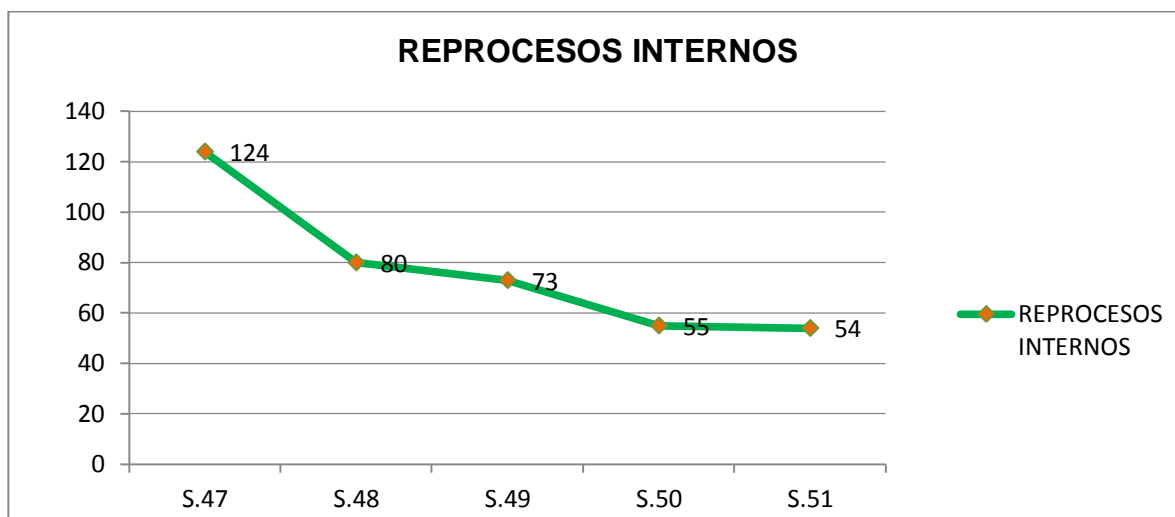
REPROCESOS INTERNOS						
DESCRIPCIÓN		2011				
1. RECIBO		S.47	S.48	S.49	S.50	S.51
1	Equipo contaminado de planta	4	1	3		
2	No presenta protocolo de desmontaje	5	4	9	4	6
3	Transporte inadecuado	2				
4	Estado sin actualizar en Ellipse (MT/MC)	17	14	13	15	12
2. ALMACENAMIENTO TEMPORAL						
5	Sin rotulación y /o identificación	5	2		1	
3. DESARMADO						
6	No presenta instructivo y/o procedimiento de desarme	5	4	9	4	6
7	No presenta formato de desarme	8	2	3	1	
8	Aseguramiento de disposición de partes	1	2	3	2	0
9	Identificación de partes	3	3	1	2	1
10	Herramientas inadecuadas de trabajo	4				
4. LAVADO						
11	No presenta formato de lavado					
12	Preservación inadecuada	2	2	2	1	2
13	Procedimiento inadecuado de trabajo			2		
14	Aseguramiento de disposición de partes	3	1	2		
5. CALIBRACIÓN DE PARTES						
15	Error metrológico		2		2	2
16	Mala interpretación de planos	1				
17	No presenta formato de calibración	8				
6. DEFINICIÓN DE ALCANCE						
18	Errores de transcripción		1			
19	Alcance deficiente e inadecuado	3	2	1	0	0
20	Planos desactualizados	1	3		1	2
7. ARMADO						
21	No presenta instructivo y/o procedimiento de armado	8	7	6	5	6
22	No presenta formato de armado	8	2	0	0	0
23	Herramientas inadecuadas de trabajo	3	2	4		
24	Error metrológico					

8. PRUEBAS						
25	No presenta instructivo y/o procedimiento de pruebas	3	5	4	3	4
26	No presenta formato de pruebas	3	5	4	3	4
PINTURA Y EMBALAJE						
27	Aseguramiento del estándar de colores					
28	Aseguramiento de protecciones					
29	Aseguramiento de marcación estándar					
12. ENTREGA SELLOS DE CALIDAD						
30	Izaje inadecuado					
31	Transporte inadecuado					
32	Aseguramiento del equipo inadecuado					
TALLER DE MAQUINAS						
1.RECIBO						
33	Material defectuoso	5	4	2	1	0
34	Solicitud incompleta(plano y /o alcance)	4	2	1	2	0
35	Partes sin identificación	2	1		2	2
36	Recomendación inadecuada	3				
2. MONTAJE						
37	Montaje inadecuado					
38	Montaje maquina inadecuada					
39	Maquinas defectuosas					
3. MAQUINADO						
40	Error metrológico					
41	Mala interpretación de planos					
42	Mala aplicación de procedimientos					
4. APLICACIÓN DE SOLDADURAS						
43	Soldadura Inadecuada		2		2	
44	Insuficiente					
45	Procedimiento inadecuado					
5. METALIZADO						
47	Procedimiento inadecuado					
48	Fallas en el equipo a metalizar					
49	Impurezas de gases					
6. ACABADOS						
50	Error metrológico					
51	Selección de herramienta inadecuada					
52	Procedimiento inadecuado					

TALLER DE SELLOS						
1. RECIBO						
53	Repuesto defectuoso o fuera de especificaciones	2	1	1	2	
54	Solicitud incompleta (plano y/o alcance)	1	1	1	2	
55	Partes sin identificación	0				
56	Recomendación inadecuada y/o alcance		2	1	2	
57	Diseño fuera de estándar					
2. DESARME						
58	Partes sin identificación	2	2	1	1	
59	Lavado inadecuado inicial					
60	Definición de falla	3				
61	Llenado de formato inadecuado)					
62	Aseguramiento de disposición de partes					
3. LAVADO						
63	Lavado inadecuado general					
4. ARMADO						
64	Compra inadecuada	1	1	1	0	
65	Procedimiento inadecuado	1				
66	Error metrológico					
67	Planos desactualizados					
5. PRUEBAS						
68	No se puede probar inadecuado	3				
69	Obsolencia en diseño					
TOTAL		124	80	73	55	54

Fuente: Autor del proyecto.

Figura 24. Comportamiento indicador de reprocesos internos.



Fuente: Autor del proyecto.

Se puede observar en la gráfica la cantidad de reprocesos evidenciados durante el estudio, la mayor parte de las no conformidades que se demostraron en mayor proporción son fácilmente manejables, de tal modo que se puede lograr una alta reducción de las mismas, lo cual se logra con compromiso, constancia y sostenibilidad de equipo de trabajo del taller de mecánica de campo.

5.1.3.3 Análisis de Resultados

Con el fin de realizar un análisis más profundo, se evaluaron las causas más relevantes, que forman parte de ocurrencia de dichos sucesos de la siguiente forma:

➤ **Reprocesos Externos**

La incidencia de los reprocesos durante el periodo de seguimiento, reflejan que dicha ocurrencia, como se puede observar en la figura 23, ha ido disminuyendo, lo

cual verifica que dichos reprocesos se pueden minimizar hasta el punto que ya no se hable de ello.

La meta que se ha establecido, para el periodo de seguimiento mensual corresponde a un 5 %, tomando como base un mínimo de 20 equipos reparados mensualmente, lo cual quiere decir que se quiere tener como máximo 1 equipo reprocesado en el mes; por ello se requiere atacar las causas de su ocurrencia.

Las causas asignables a este tipo de reprocesos, son las siguientes:

- **Procedimientos poco confiables**

La mayor parte de los equipos que ingresan mensualmente al taller de mecánica carecen de procedimientos, ya que son muy pocos los tipos de bombas y turbinas que se encuentran documentados.

En ocasiones, sucede que el procedimiento del equipo si se encuentra documentado y revisado por el personal de mantenimiento con excelencia, pero el personal del taller, no se revisa antes de realizar el trabajo. Asimismo, se ha presentado que los procedimientos no se encuentran totalmente completos, y no muestran en su totalidad los pasos que se deben ejecutar para obtener una reparación de calidad.

- **Falta de capacitación al personal**

En el seguimiento realizado a todo el proceso de reparación de equipos rotativos, en ocasiones, se evidenciaba que el personal no tenía el suficiente conocimiento para la realización de una actividad, por lo cual se recurría a otro personal, ocasionando demoras en la reparación del equipo. Por ello, se requería un plan de

formación en temas de su interés que ya estaba descrito, pero al cual no se le daba el respectivo cumplimiento, es decir, los encargados de convocar a los diferentes cursos y capacitaciones que brinda el departamento no cumplían con sus funciones, y en otros casos, el personal convocado no asistía a las respectivas capacitaciones programadas.

- **Falta de compromiso**

Los líderes y supervisores no cumplían los requisitos de trabajo dentro de ventanas operativas, lo cual constituía incumplimiento en las premisas de recibo y entrega de equipos, y diligenciamiento de formatos.

- **Inexistencia de formatos de realización de pruebas**

La inexistencia en la aplicación de los formatos de realización de pruebas, conllevaban a que cuando ocurriera un reproceso se asignará enseguida al taller de mecánica, sin tener en cuenta que pudo haber sido ocasionado por inadecuada instalación del equipo, y no por inadecuada reparación del equipo en el taller de mecánica.

➤ **Reprocesos Internos**

La incidencia de los reprocesos internos se evidencia durante todo el proceso de taller de mecánica, desde el momento de ingreso del equipo hasta la salida del mismo. Estos reprocesos, presentan una particularidad, pues dependen en gran medida del grado de compromiso de todo el personal, es decir, es cuestión de crear el hábito de ejecutar las actividades de acuerdo a estándares especificados, concientizar las personas que el logro de procesos con calidad y oportunidad solo se puede realizar con constancia, compromiso y trabajo en equipo.

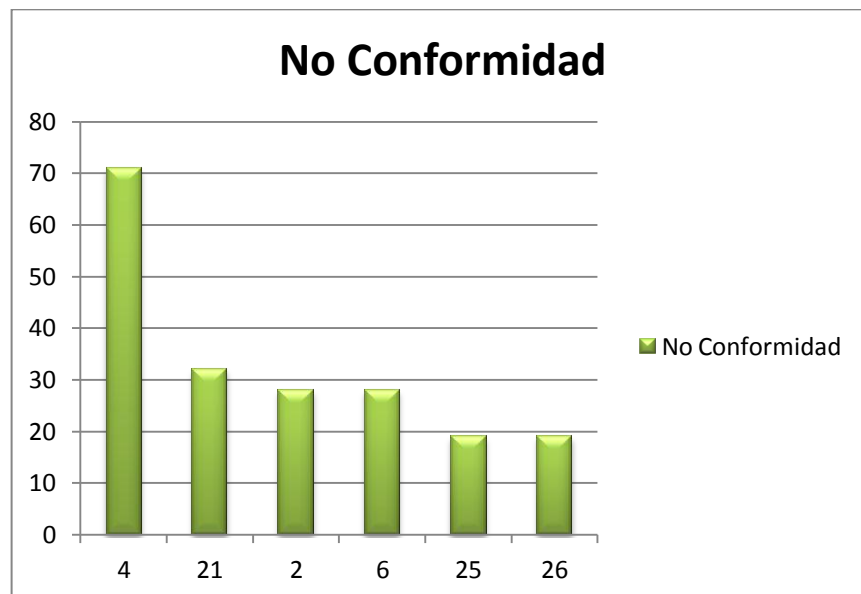
Las siguientes son las no conformidades que más inciden en la cuantificación de reprocesos, ver tabla 11 y figura 25:

Tabla 11. Comportamiento indicador de reprocesos internos.

No.	No Conformidad	Incidencia
4	Estado sin actualizar en Ellipse (MT/MC)	71
21	No presenta instructivo y/o procedimiento de armado	32
2	No presenta protocolo de desmontaje	28
6	No presenta instructivo y/o procedimiento de desarme	28
25	No presenta instructivo y/o procedimiento de pruebas	19
26	No presenta formato de pruebas	19

Fuente: Autor del proyecto.

Figura 25. Pareto de no conformidades.



Fuente: Autor del proyecto

- **Estado sin actualizar en Ellipse**

En la figura 25, se puede observar que el mayor aporte al indicador de reprocesos, se da debido al cambio de estado de los equipos en Ellipse, esto debido a que según estándares especificados por el departamento de mantenimiento, ningún equipo debería ingresar al taller de mecánica si en el sistema de información Ellipse no se ha cambiado de estado, es decir, cuando el equipo está en mantenimiento el estado de este es MC/MT (mantenimiento en campo/ mantenimiento en taller); si por el contrario ya fue reparado, el estado en Ellipse debe aparecer SB/OP(En Stand By/ Operando).

El seguimiento realizado a estos equipos y verificando el cambio de estado de los mismos, se encuentran cambios de estado de algunos equipos no documentados, aparecen fechas hasta del 2004, lo que quiere decir que el seguimiento que se le hace es deficiente.

- **No presenta instructivo de armado**

El armado de un equipo es una de las actividades más importantes, si no es la más importante para el buen funcionamiento del mismo; es por ello que requiere que el personal tenga los conocimientos adecuados para el desarrollo de la misma. Asimismo, es de vital importancia contar con los instructivos que muestren los tipos de materiales más adecuados y la forma como deben ser instalados.

La mayoría de los equipos que se encuentran en el taller y que son reparados diariamente, no cuentan con dichos instructivos, los cuales hacen una gran diferencia en la correcta reparación de los equipos.

Se realizó un acercamiento con el personal de mantenimiento con excelencia, los cuales son los encargados de verificar y aprobar los instructivos y procedimientos

realizados por el personal competente y de mayor experiencia en este campo, designado en el escalafón F12, aseguran que en la actualidad se encuentran en verificación aproximadamente 30 instructivos de armado de los diferentes tipos de bombas y turbinas que ingresan al taller.

- **Protocolos de desmontaje**

Al ingresar el equipo al taller no se diligencia el formato en el que se den las respectivas especificaciones del equipo, en ocasiones, cuando por algún motivo no se encuentra la persona encargada de recibir los equipos o el supervisor del taller, el personal de las áreas deja los equipos en el área de almacenamiento sin la respectiva marcación del equipo con su respectivo TAG.

- **Instructivos de desarme y realización de pruebas**

El desarme y la realización de pruebas, son etapas fundamentales en el proceso de reparación , pues en el desarme se hace la respectiva marcación de la forma como se deben instalar las partes y en las pruebas se verifica el buen funcionamiento del equipo, es por ello, que contar con los instructivos asegura que las actividades que se están realizando se hagan de la mejor manera, logrando así que la reparación de los equipos se realice adecuadamente y sea de calidad, desde lo que para muchos es lo más elemental, el desarme, hasta la realización de pruebas.

De igual forma, el personal de mantenimiento con excelencia, aseguró que se está llevando a cabo la documentación, revisión y verificación de aproximadamente 35 instructivos de desarme y realización de pruebas de los equipos, pero no se tiene conocimiento de fecha de entrega al taller de mecánica.

- **Formato de Pruebas**

La inexistencia del formato de pruebas hace que el cliente, las áreas operativas, duden en ocasiones de la realización adecuada de las mismas, es decir, no se tiene soporte del cumplimiento de especificaciones de calidad de acuerdo a cada tipo de equipo.

5.2 Propuestas implementadas para minimización de reprocesos

5.2.1 Reprocesos externos

5.2.1.1 Generalidades

La minimización de reprocesos solo se logra si el proceso de reparación se ejecuta dentro de la ventana operativa, es decir, cumpliendo con las respectivas especificaciones de calidad ya adoptadas por la refinería para el aseguramiento de sus procesos, así como ejecutando y asegurando que se cumplan con los estándares de calidad, logrando de este modo aumentar el grado de satisfacción del cliente en cuanto a la prestación de servicio de mantenimiento. Ante la ausencia del cumplimiento y aplicación de la directriz y los protocolos de aseguramiento del proceso, se deben seguir los siguientes pasos:

- Cumplimiento de la Directriz 19.ver anexo H.
- Recibir Equipos únicamente si se encuentran dentro de la programación semanal o si corresponde a una OT emergencia u OT por garantía, ya que ello reduce la circulación excesiva de equipos, los cuales ocuparan más estibas para su respectiva ubicación, lo que generara que no se atiendan los equipos que cumplan con los requisitos ya mencionados, y de este modo, también se incumpla con la programación semanal, lo cual generara un bajo porcentaje en el indicador.

- Aseguramiento de Dossier (catalogo, recomendaciones de ATP, protocolos de custodia, registro de calibraciones, solicitudes de trabajos de máquinas y herramientas, APL, y listado de repuestos necesarios).
- Protocolo de prueba de equipo, firmado y documentado, con el fin de asegurar la realización de la misma, y asegurar a su vez que posibles reprocesos a causa de inadecuada instalación del equipo o puesta en marcha del mismo, sean cuantificados como reprocesos por incorrecta reparación de los equipos rotativos. Ver anexo I.
- Protocolo de cambio de custodia de mantenimiento a operaciones, en este se debe especificar si se cumplieron con la premisas descritas en el momento del ingreso del equipo.

5.2.1.2 Documentación de la información

En el taller de mecánica de campo no existe asignación específica de una pareja de mecánicos a un equipo, lo que dificulta en ocasiones que la reparación del equipo se realice de forma continua, debido a ello se tiene que realizar nuevamente una actividad por la falta de documentación correspondiente a las calibraciones, tipos de materiales requeridos, definición de alcances, en sí, la información correspondiente a la etapa en la cual se encuentra el equipo. Es por ello que se propuso e implementó una bitácora de seguimiento diario; en ella, se encuentra especificada la unidad operativa, el Tag del equipo y firma de cada pareja ejecutora, con el fin de poder contar con el personal que ya ha trabajado dicho equipo si fuera requerido algún apoyo.

La bitácora se encuentra en la oficina de servicio al cliente, lo que se quiere lograr con ello es que se convierta en un hábito para todo el personal del taller de

mecánica; de este modo se puede asegurar un proceso más eficiente, y con el fomento de trabajo en equipo.

Las propuestas fueron aprobadas y una vez implementadas se realizó seguimiento con el fin de evaluar la efectividad de las mismas, en dicho seguimiento se registró el avance, ya que en un principio fue difícil debido a que requería un compromiso de todo el personal de la coordinación, pero cada vez se convertía en un hábito para todos.

5.2.1 Reprocesos internos

Para la minimización de los reprocesos internos, lo primero y lo que se consideró lo más importante fue la concientización del personal en la respectiva utilización de los procedimientos e instructivos para el desarrollo de la actividad.

Para lograrlo, el autor del proyecto en un principio era el encargado de entregar a cada pareja ejecutora la carpeta del equipo, donde se encontraba el alcance inicial, los formatos de calibraciones, formato de repuestos necesarios y demás, así como el análisis de riesgos y el respectivo procedimiento de la actividad a realizar. Esto se cumplía efectivamente, si el procedimiento del equipo se encontraba documentado y se tenía acceso al mismo.

Acto seguido, el personal ya se dirigía a la oficina de servicio al cliente donde se encontraban los procedimientos e instructivos, antes de iniciar las actividades diarias.

- Se realizó acercamiento con el personal de ATP, con el fin de recordar cambio de estado de los equipos. Se enviaba correo cada 15 días de los equipos que se encuentran en el taller y no se les ha realizado el respectivo cambio de estado, así como los que ya se repararon e instalaron y no se ha registrado el cambio.

- Realizar un control de cambios de alcance, es decir, hacer la respectiva documentación de definición de alcance realizado en el taller de mecánica, con el fin de lograr validación de operaciones y su respectiva documentación en la Orden de Trabajo.

5.3 Propuestas sin implementación para minimización de reprocesos

Las siguientes son otras propuestas para la minimización de reprocesos y el mejoramiento del proceso de reparación de equipos rotativos.

➤ Protocolos

Los Equipos al ingresar al taller deben poseer protocolo de cambio de custodia de operaciones a mantenimiento, en éste se deben dar las respectivas indicaciones de la premisas que debe cumplir el mantenimiento, es decir, se debe especificar en qué condiciones necesita o desea que sea entregado el equipo, incluye: cambio de repuestos, pintura del equipo, entre otras especificaciones dadas por el líder de cuadrilla de cada área.

➤ Procedimientos

Según los resultados que arrojó la cuantificación de los reprocesos externos, y el seguimiento que se le hizo a los mismos, se encontró como principal causa la falta de procedimientos confiables y adecuados para llevar a cabo la ejecución del proceso de reparación de equipos rotativos, es decir, faltan procedimientos para desarme, armado y pruebas de los equipos que permitan asegurar el proceso, y de este modo lograr un mantenimiento confiable y que cumpla con estándares de calidad. Se requiere fácil acceso y adecuada documentación de los procedimientos necesarios para la reparación, para ello se propuso la creación de un grupo en la intranet empresarial, IRIS, en la cual el personal de taller de mecánica puede documentar y opinar sobre temas de su interés. Con ello, se quiere lograr procedimientos y “paso a paso” confiables.

Para la creación del grupo en iris (intranet Ecopetrol), se hizo necesario contar con la siguiente información:

COMUNIDAD DE TALLER DE MECANICA DE CAMPO

DESCRIPCIÓN:

Esta Comunidad tiene como principal fin compartir y transferir los respectivos conocimientos adquiridos por la experiencia, para el aseguramiento de procedimientos o “paso a paso” requeridos en el proceso de reparación de equipos rotativos, para asegurar calidad y confiabilidad en el proceso.

Objetivo General

Crear un espacio para la transferencia de conocimiento interdisciplinario, relacionado con cada una de las etapas del proceso de ejecución de reparación de equipos rotativos.

Objetivos Específicos:

- Motivar la aplicación de procedimientos y “paso a paso”, con el fin de lograr un proceso confiable y de calidad.
- Disminuir los reprocesos por falta de conocimiento de realización de alguna actividad, asegurando los procedimientos.
- Incentivar el uso de procedimientos como parte fundamental del proceso de ejecución de mantenimiento.

Asimismo, se requiere que el proceso de documentación, revisión y aprobación de procedimientos, instructivos y paso a paso, se haga en el menor tiempo posible, lo cual no quiere decir que dicho proceso no se realice bajo los estándares de calidad especificados para este tema.

6. EVALUACIÓN Y AUMENTO DE CONFIABILIDAD OPERACIONAL

En Ecopetrol lo más importante, según su presidente Javier Gutiérrez, es “primero la vida que la operación”, por ello el cuidado de la salud y seguridad de sus trabajadores es parte fundamental para la consecución de la meta empresarial, producir en el 2015, 1.000.000 de barriles limpios, es decir, sin accidentes, sin incidentes ambientales y con normalidad laboral.

Por lo anterior, se sigue el programa de HSE (Health, Security, Environment), el cual implica acciones preventivas en seguridad de procesos, salud ocupacional y medio ambiente. Es por ello que cada departamento, coordinación y dependencia se encamina en el logro de los objetivos de Ecopetrol.

La confiabilidad operacional implica el aseguramiento de ejecución de actividades bajo condiciones seguras y con el logro de objetivos en grupo, contribuyendo con un ambiente de trabajo agradable.

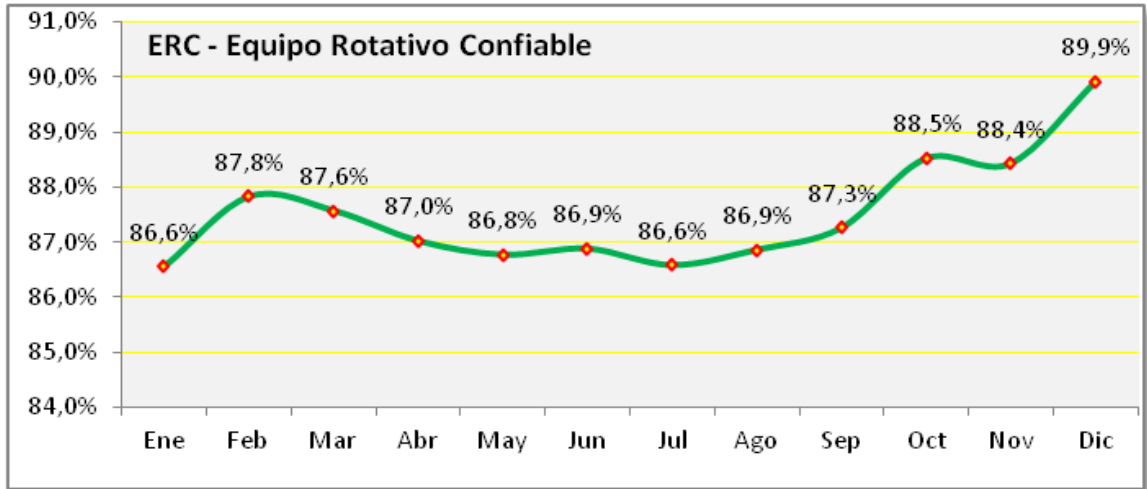
Para la respectiva evaluación de la confiabilidad operacional se tuvo en cuenta la información de fuentes secundarias, en este caso, de la fuente de información de la intranet, Iris, en la cual se documentan los indicadores de todas las coordinaciones. Para observar el comportamiento de estos indicadores del taller de mecánica, se tuvo en cuenta los indicadores correspondientes a la coordinación proactivo en las áreas, de los cuales se utilizaron para la valoración de confiabilidad operacional los que se presentan a continuación:

- Indicadores de equipo rotativo confiable (ERC).
- Tasa de falla.
- Tiempo medio de reparación.

➤ **Indicador de equipo rotativo confiable 2011**

Medida de la cantidad de equipos operando en la refinería o planta sobre la cantidad total de equipos en la refinería o planta, ver figura 26.

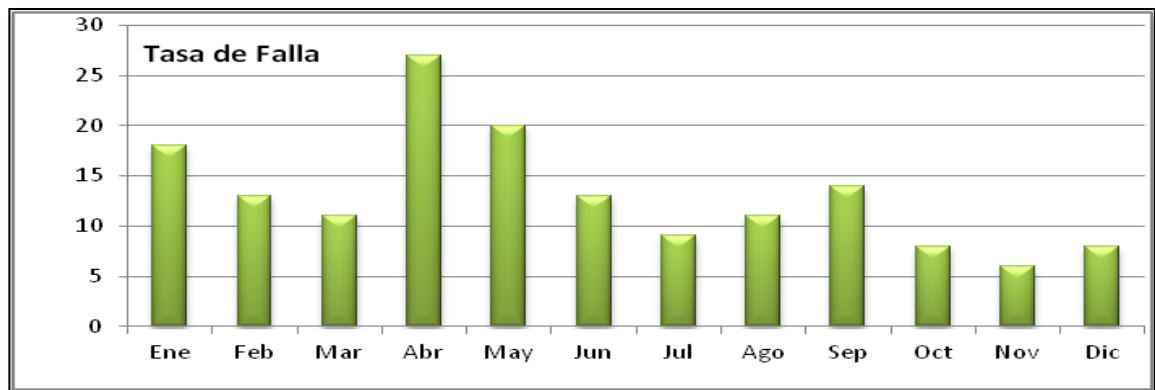
Figura 26. Indicador equipo rotativo confiable.



Fuente: Sistema de gestión RIS.

➤ **Indicador de Tasa de Falla**

Figura 27. Indicador tasa de falla.



Fuente: Sistema de gestión RIS.

De igual forma se evaluó aspectos de confiabilidad operacional, tales como la seguridad y el ambiente, por medio de la aplicación de una encuesta, al personal de taller de mecánica de campo. Ver anexo J.

6. 1 Evaluación de ambiente laboral

Para la evaluación de ambiente laboral, se tomó como base la aplicación de la metodología de 5 eses, realizada en el primer semestre del 2011, por el estudiante en práctica de ingeniería industrial, Henry Ortega, para ello se tuvo en cuenta aspectos como:

- Herramientas necesarias para la ejecución de actividades.
- Puestos de Trabajo limpios y ordenados.
- Apoyo y Colaboración entre compañeros de trabajo.
- Comunicación con jefes y supervisores.

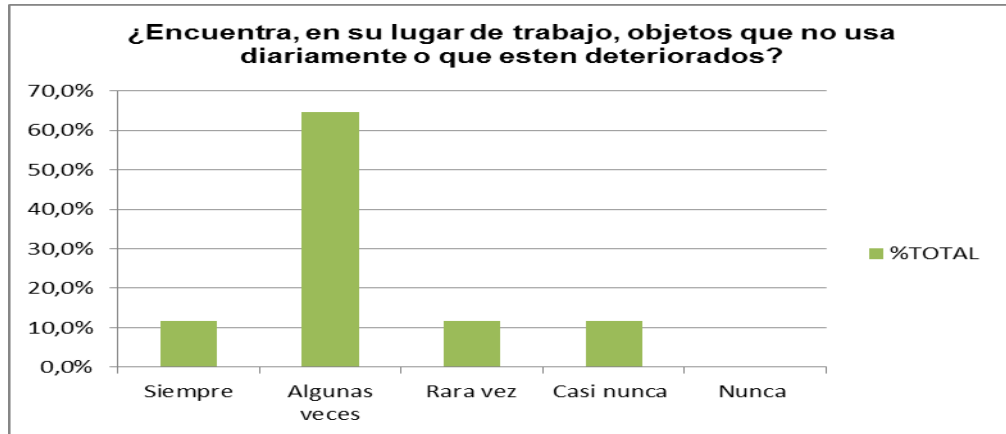
Los resultados, una vez consolidados los datos, muestran lo siguiente:

La valoración del ambiente laboral en su totalidad se encuentra en un 81.7 %, con respecto a la cual, se identificaron los siguientes aspectos:

- **Objetos innecesarios:**

En los puestos de trabajo se pueden encontrar herramientas y repuestos que no se necesitan para la reparación de los equipos.

Figura 28. Objetos innecesarios.



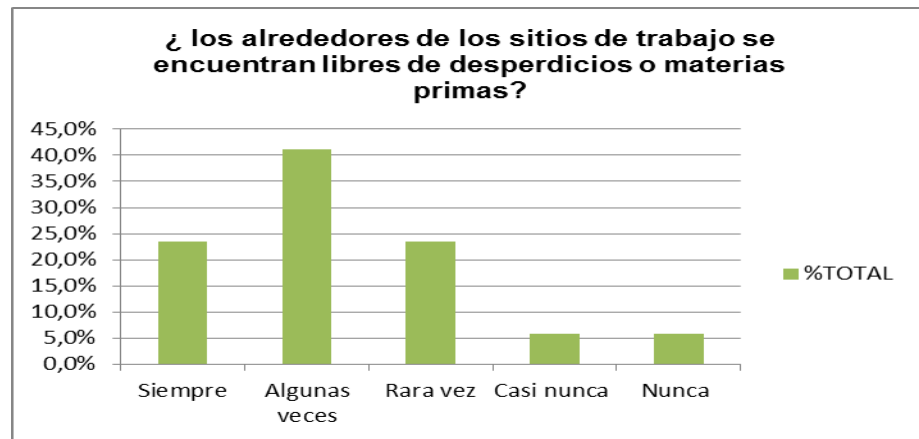
Fuente: Autor del proyecto.

Se puede decir que los puestos de trabajo se encuentran saturados por herramientas, materiales innecesarios, así como, en algunos casos, equipos desarmados pero que no se pueden ubicar en estibas por carencia de las mismas.

➤ **Desperdicios:**

Cerca de los puestos de trabajo se pueden encontrar desperdicios, tales como servilletas, vasos desechables, de igual forma repuestos, los cuales no van a ser utilizados y no están dispuestos en lugares adecuados.

Figura 29.Desperdicios.

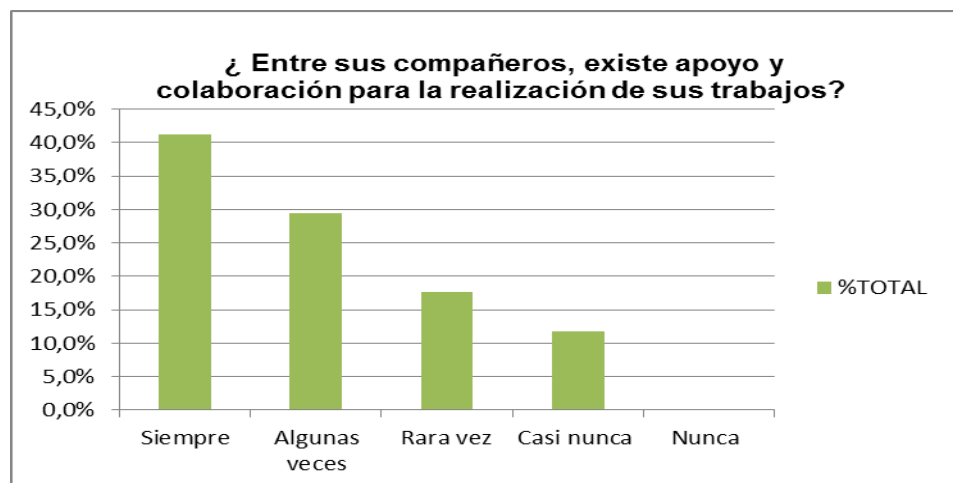


Fuente: Autor del proyecto.

➤ **Falta de apoyo y colaboración entre compañeros**

Según, los comentarios del personal que labora en el taller de mecánica de campo, en algunas ocasiones encuentran apoyo y colaboración de sus compañeros, pero en otras no, creándose un mal ambiente laboral.

Figura 30.Falta de apoyo y colaboración.

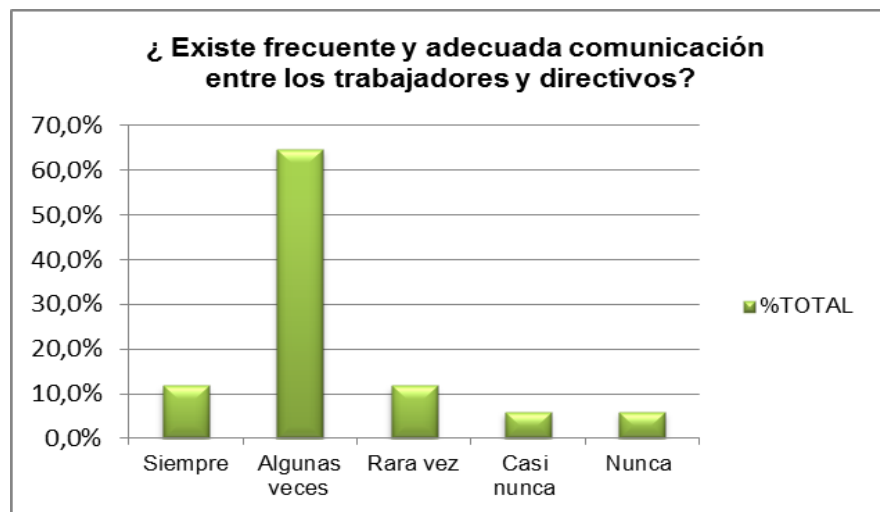


Fuente: Autor del proyecto.

➤ **Comunicación entre personal y directivos:**

Dialogando con el personal directo en el proceso de reparación, manifiestan que la relación entre los coordinadores, supervisores y jefes de departamento, es deficiente, debido a que no se atienden adecuadamente y oportunamente las necesidades de los mismos.

Figura 31. Comunicación entre el personal y directivos.



Fuente: Autor del proyecto.

En el taller de mecánica, a simple vista, se evidencia un clima laboral agradable, así como un sitio de trabajo limpio y aseado. Para confirmarlo o desmentirlo, se llevo a cabo, durante 2 meses, seguimiento del mismo, por medio de una lista de chequeo e inspección visual, con lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

- Herramientas en lugares inadecuados.
- Estibas ocupadas por “chatarra”.
- Puestos de trabajo inadecuados e inseguros.
- Zonas de almacenamiento saturadas.

- Inadecuada Gestión de residuos industriales y domésticos.

6.1.1 Propuestas implementadas para mejorar el ambiente laboral

Para la minimización de dichos aspectos se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- **Fomento de la comunicación e integración entre el personal:**

El supervisor del taller, en las reuniones de inicio de turno revisaba si todos se encontraban en el taller, ya fuera en el vestier, en el área de trabajo o aquellos que asistían a la reunión; de este modo se aseguraba que todos se encontraran en buenas condiciones laborales.

Asimismo, se otorgan espacios de diálogo con el fin de conocer el estado de ánimo de cada uno, con el fin de evaluar la actitud de trabajo de ese día.

Se realizan reuniones con el personal de Colpatria, sicólogas asesoras, para el desarrollo de programas de horizonte de vida. Lo que busca éste, es el conocimiento integral del grupo, sin necesidad de involucrar la vida privada de los mismos.

- **Jornadas de Aseo:**

Con colaboración del supervisor del taller, se concientizo al personal en las reuniones de inicio de turno sobre el orden y aseo que se debe tener en el sitio de trabajo, con el fin el lograr trabajar agradablemente y minimizando el riesgo de accidente. En dicha concientización lo que se busca es que el personal se apropie del taller de mecánica como su segundo hogar, ya que como manifiestan algunos de ellos, es donde pasan la mayor parte del tiempo.

Por ello, se llevó a cabo una jornada de aseo en la cual cada uno revisaba en sus puestos de trabajo que herramientas y materiales eran los realmente necesarios para la ejecución de sus actividades.

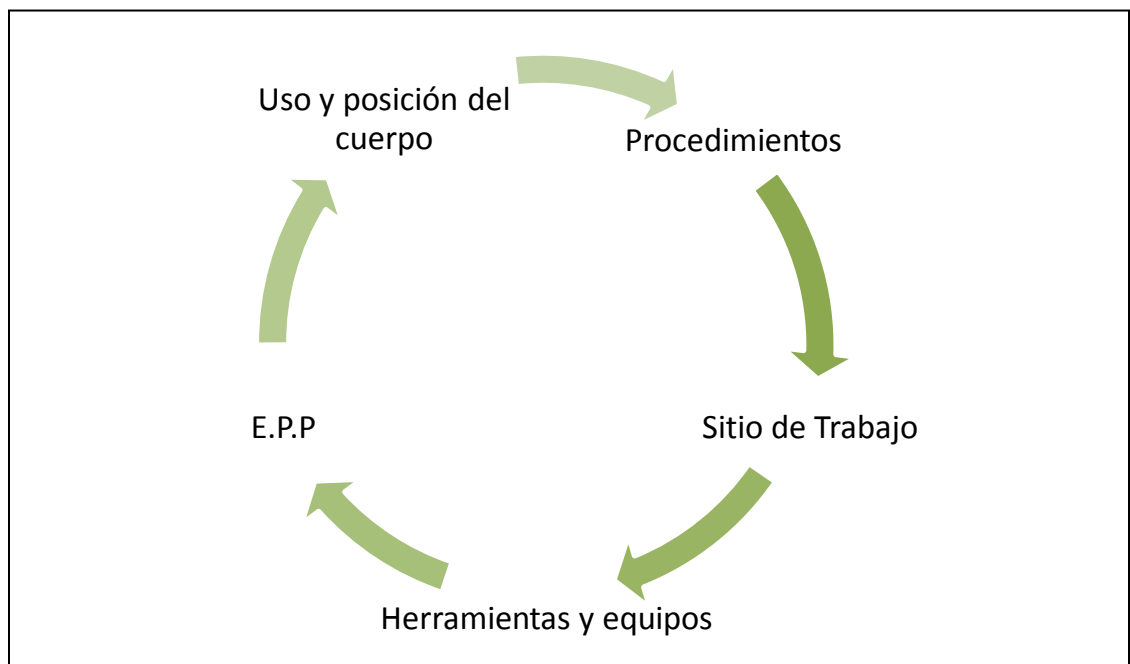
- Se revisaron algunas estibas, en las que se encontraban equipos, convertidos en chatarra, con el fin de dar la respectiva disposición de ésta; a su vez se generaba mayor espacio para ubicar los equipos que se encontraban en los puestos de trabajo en dichas estibas.
- Se adecuaron lugares de almacenamientos de partes, con el fin de lograr el aseguramiento de los mismos, así como de los respectivos repuestos que ya habían sido comprados.
- Se llevó a cabo señalización de canecas para el depósito de residuos domésticos, de acuerdo al código de colores, con el fin de fomentar la creación de cultura de ambiente limpio.
- Se realizó recolección de chatarra la cual fue dispuesta en una caja metálica, y transportada al patio de chatarra.
- Se recuperó punto ecológico pues se encontraba saturado de canecas metálicas, las cuales contenían elementos impregnados de hidrocarburo, esto se llevó a cabo cumpliendo con todos los estándares para transporte de los mismos, a una bodega específica dentro de la refinería con el fin de dar disposición final.

6. 2 Evaluación de seguridad

El compromiso con la vida, para Ecopetrol, es el pilar más importante para llevar a cabo la ejecución de cualquier actividad, el fomento de trabajo en un entorno sano, seguro y limpio, es el compromiso de Ecopetrol: “cuidarme y cuidarte, es el compromiso con la vida en Ecopetrol”. Es por ello que cada uno de los departamentos y coordinaciones que la conforman hacen una identificación y valoración de los riesgos, e implementan las acciones necesarias para eliminarlos, controlarlos o minimizarlos.

Para el alcance de ello, se establece la ruta al ámbito laboral. Figura 32.

Figura 32. Ruta ámbito laboral.



Fuente: Manual HSE.

Las unidades operativas y las que sirven de apoyo a refinería de Barrancabermeja, estudian cada uno de los riesgos asociados a la ejecución de las actividades diarias, evaluando los peligros asociados a las personas, al medio ambiente y a los bienes empresariales.

El análisis de riesgo de toda actividad se realiza, de acuerdo a unas etapas, las cuales constituyen parte fundamental de la prevención de los mismos, pues en ellos se determinan todos los peligros asociados, desde los más simples hasta los más complejos. Para dicha evaluación se apoyan en la matriz RAM (matriz de valoración de riesgos).

De acuerdo a la matriz los riesgos asociados se pueden clasificar:

VH: Muy Alto.

H: Alto.

M: Medio.

L: Bajo.

N: Ninguno.

En el taller de mecánica de campo, principalmente se tiene una valoración de riesgos L y M, lo cual quiere decir, que los riesgos asociados a la ejecución de las actividades del proceso de reparación de equipos rotativos son controlables.

Las etapas que se siguen para un adecuado análisis de riesgos, son las siguientes:

- Identificar los riesgos, a partir de la identificación de sucesos no deseados (acontecimiento de un accidente/incidente), considerando los factores de peligro.
- Realizar una evaluación de las causas por las que un suceso no deseado tendría lugar.

- Estimar las consecuencias de los sucesos no deseados que podrían afectar a las personas, medio ambiente y bienes de la empresa.
- Frecuencia de los sucesos no deseados.

De acuerdo a la valoración realizada se determina el tipo de permiso de trabajo que se debe emitir antes de ejecutar cualquier actividad. Los permisos de trabajo que se pueden dar lugar en el taller de mecánica son los siguientes:

➤ **3 Qué**

Formato que contribuye con el trabajo seguro, se realiza para riesgos N y L, en ese se evalúan:

- Identificar el peligro: ¿Que puede salir mal o fallar?
- Identificar las causas: ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?
- Establecer los controles ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal?

➤ **ATS (Análisis de Trabajo Seguro)**

Se requiere un análisis de trabajo seguro para las tareas de riesgo considerable, el cual debe ser elaborado desde la fase de planeación, es decir para aquellos trabajos con valoración RAM, igual a VH, H, M. Para la elaboración se tiene en cuenta:

- Sitio de trabajo.
- Procedimiento, división de la actividad en pasos.
- Identificar los peligros en cada paso.
- Establecer los controles necesarios para cada peligro.
- Definir un responsable para el control.

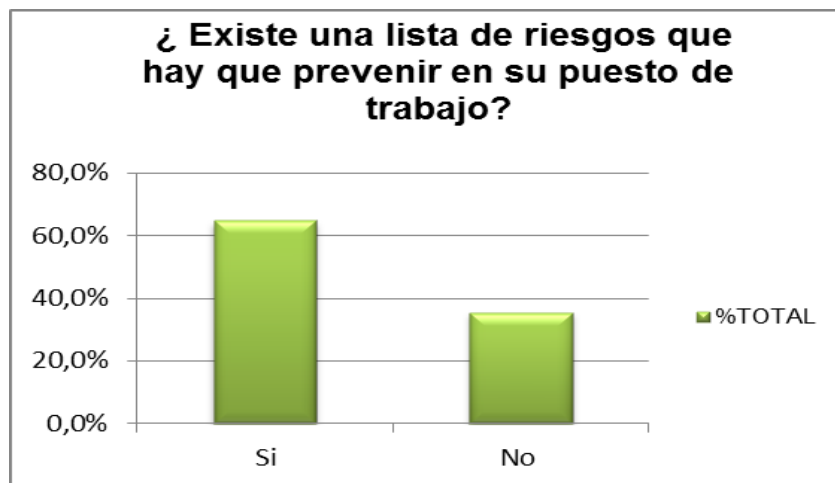
- Documentar el formato ATS y buscar aprobación por parte de personal de operaciones.
- Divulgar el ATS, a todo el personal involucrado en la actividad.
- Adecuada aplicación y realizar seguimiento.
- Revisarlo y actualizar, si se requiere, luego se archiva.

Acto seguido al conocimiento de la regulación de seguridad llevada a cabo en la refinería, y específicamente en el taller de mecánica, se llevó a cabo la aplicación de una encuesta, con el fin de determinar la calidad de la información entregada por el personal de HSE, y evaluar el cumplimiento que se le hace a los respectivos procedimientos, instructivos y divulgaciones. Los siguientes fueron los resultados obtenidos de la encuesta:

➤ **Lista de Riesgos**

De acuerdo a los resultados obtenidos, el 38% de los trabajadores manifiestan la inexistencia de una lista de riesgos en la cual se pudiera evaluar los peligros a los cuales están expuestos. Ver figura 33.

Figura 33. Lista de Riesgos.

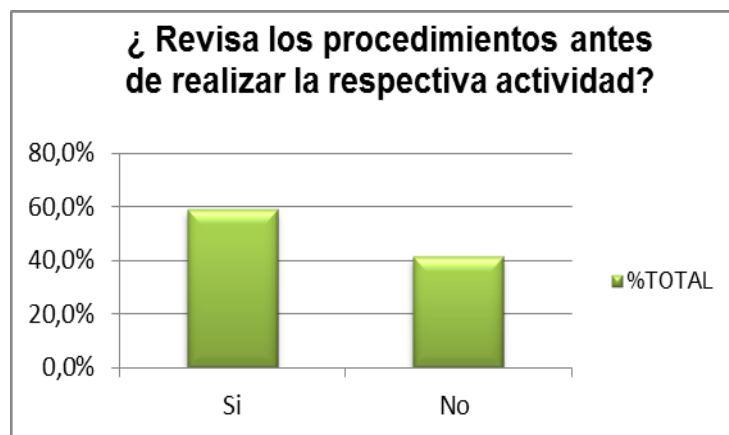


Fuente: Autor del proyecto.

➤ Procedimientos

Los procedimientos son fundamentales para la ejecución de trabajos seguros, pues con ellos, se minimiza el riesgo de ocasionar un accidente. La inexistencia de alguno de ellos y la falta de concientización del personal de la revisión de estos, antes de comenzar a ejecutar alguna actividad, ocasiona que no se tengan en cuenta todos los cuidados necesarios para una ejecución responsable de la labor. Ver figura 34.

Figura 34. Procedimientos.



Fuente: Autor del proyecto.

De acuerdo, al seguimiento llevado a cabo durante 2 meses, se pudo evidenciar que en ocasiones se dispone de los procedimientos, para ejecutar las actividades pero el personal no realiza una revisión previa, lo que hace que no se tenga el suficiente conocimiento para el uso adecuado de herramientas y equipos que pueden tener asociados muchos peligros; un ejemplo de ello es el equipo de oxicorte, utilizado en el taller de mecánica solamente para calentar piezas cuando es necesario.

Continuando con el ejemplo, el señor Siderol Baltazar, con colaboración de un profesional en el manejo de este tipo de equipos, realizaron una capacitación para la correcta utilización de dicho equipo. En esta capacitación se evidenció que el equipo había sido utilizado de manera incorrecta durante mucho tiempo; se pudo observar que muy pocos de los presentes tenían conocimiento para el adecuado funcionamiento de este equipo, el cual trae asociado un gran peligro para todo el personal.

6.2.1 Propuestas implementadas para mejorar la seguridad

La evaluación en este tema permitió evidenciar falencias en la entrega de información al personal, por ello se desarrollaron las siguientes acciones correctivas:

➤ Jornada de Concientización sobre cuidado personal y grupal:

La jornada se llevó a cabo en el salón de reuniones del taller de mecánica, se contó con la colaboración del conferencista Wilmar Nieves, secretario nacional del COPASO (Comité Paritario de Salud Ocupacional). En dicha capacitación se informó de los riesgos a los que se está expuesto en el taller de mecánica, específicamente las manos; se mostró un video sobre el cuidado de las manos y el uso adecuado de los elementos de protección personal, de herramientas y equipos que se utilizan a diario.

Asimismo, se realizó un pequeño debate sobre los accidentes e incidentes que han sucedido en el transcurso del año en el taller, con el fin de evaluar las causas de los mismos; con ello se buscó que el personal tomara conciencia de la importancia de realizar las labores encomendadas, analizando todos los riesgos asociados, con el fin de evitar sucesos desagradables.

➤ **Lista de chequeo de riesgos asociados al proceso de reparación de equipos rotativos.**

Se propuso, que como soporte el análisis de riesgo “3 Que”, se diligenciara un lista de chequeo (ver figura 35), con el fin de que el personal revise su puesto de trabajo, y conjuntamente marque de acuerdo a la existencia de riesgos; para ello se tuvieron en cuenta los siguientes riesgos ya definidos por el personal HSE encargado:

- **Ambiente de trabajo**

- Espacio confinado/rampa/altura.

- Piso resbaloso/frágil.

- Temperatura/humedad.

- Clima/lluvia/iluminación.

- **Equipos/Herramientas**

- Las herramientas son las apropiadas, adecuadas, y se encuentran en buenas condiciones.

- Se cuenta con el equipo de protección personal, EPP, correcto y en buenas condiciones, para el taller de mecánica el equipo correcto consta de gafas, guantes, botas adecuadas.

- **Personal**

- Competencia y experiencia en este tipo de actividad.

- Tiene conocimiento de las regulaciones y/o procedimientos del trabajo.

- Condiciones físicas: cansancio, corpulento, demasiado “débil”, etc.
- Cómo está el estado emocional: preocupado, demasiado confiado, molesto.

El formato propuesto es el siguiente:

		ECOPETROL S.A. FORMATO DE 3 QUÉ		ECP-DRI-F-033								
VICEPRESIDENCIA: _____ GERENCIA: _____ <small>Consulte el Instructivo para Análisis de Riesgos ECP-DRI-I-003</small>												
FECHA DE ELABORACIÓN:		<table border="1"> <tr> <td>DÍA</td> <td>MES</td> <td>AÑO</td> <td>HORA</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	DÍA	MES	AÑO	HORA					PLANTA O LUGAR: Taller de Mecánica de campo	
DÍA	MES	AÑO	HORA									
EQUIPO OBJETO DEL TRABAJO: _____												
ACTIVIDAD A REALIZAR: _____												
RAM: _____												
¿QUÉ PUEDE SALIR MAL O FALLAR? (Peligros)	¿QUÉ PUEDE CAUSAR QUE ALGO SALGA MAL O FALLE? (Causas)	¿QUÉ DEBEMOS HACER PARA EVITAR QUE ALGO SALGA MAL O FALLE? (Controles)										
1. caídas y resbalones	1.1 Área desordenada	1.1.1 Orden y aseo										
	1.2 Piso liso	1.2.1 Transitar con cuidado y coordinar										
	1.3 Regueros de agua/ grasa	1.3.1. Autocuidado										
2. Quemaduras	2.1 Mal uso de equipo de	2.1.1 Uso de EPP adecuados										
	2.2 Desconocimiento de trabajo a realizar	2.1.2 Divulgación de riesgos potenciales. 2.2.1 Chequear el equipo de oxicorte, realizar pruebas para detectar fugas y aislar el área de materiales.										
3. Cuerpo extraño en los ojos e inhalación de material particulado.	3.1 Salpicaduras	3.1.1 Utilizar gafas de seguridad en todo momento dentro del taller de mecánica.										
	3.2 Material particulado en el ambiente	3.2.1 Limpieza										
4. Golpes/Machucones	4.1 Desconcentración	4.1.1 Estar atentos										
	4.2 Herramientas en mal estado	4.1.2 Revisar Herramientas										
5. Lumbago	5.1 Posición incorrecta al ejercer fuerza	5.1.1 Ejecutar la tarea con posición correcta en el manejo de la carga.										
	5.2 Levantar cargas sin ayuda	5.2.1 Usar la ayuda posible, como eslingas, grilletes, puente gruas, mesas.										
6. Problemas auditivos	6.1 Altos decibeles de Ruido en las áreas operativas	6.1.1 Utilizar protectores auditivos										

Figura 35. 3 que ´s propuesto.

LISTA DE CHEQUEO PARA ANÁLISIS DE RIESGOS			
ITEM	SI	NO	
1. Se cuenta con los EPP necesarios y adecuados para llevar a cabo la actividad.			
2. Las herramientas a utilizar se encuentran en buen estado.			
3. Los materiales y herramientas están ubicados en el lugar indicado.			
4. El suelo es regular, se encuentra limpio y exento de sustancias resbaladizas.			
5. Las zonas de paso, están libres de obstáculos.			
6. El nivel de iluminación es suficiente.			
7. Los elementos móviles que intervienen en el trabajo son intrínsecamente seguros.			
8. Las Eslingas utilizadas se encuentran en buen estado para su uso.			
9. El oficial tiene las aptitudes necesarias para llevar a cabo la actividad.			
10. El ayudante tiene las aptitudes necesarias para llevar a cabo la actividad.			
EQUIPO QUE ELABORA EL 3 QUÉ			
Nombre	Registro o CC	Cargo	Firma
APROBACIÓN			Aprobación (dd/mm/aa):
Nombre	Registro	Cargo	Firma

Actualización 02, Julio 27 de 2007

Fuente: Autor del proyecto.

6.3 Evaluación de Tiempos de Reparación

La satisfacción del cliente siempre va estar direccionada en tres aspectos, los cuales hacen la diferencia en la prestación de un servicio: calidad, oportunidad y costos. Allí radica la excelencia operacional de todo ente o departamento prestador de servicios: lograr un equilibrio entre sus procesos y los requerimientos del cliente.

El cliente se encuentra totalmente satisfecho cuando además de obtener un producto de calidad, es obtenido en el momento que se ha pactado o con mucha más anterioridad; no está de acuerdo con esperar mucho tiempo, y mucho menos no tener conocimiento de fecha de entrega del producto, en este caso no tener conocimiento estimado de entrega del equipo reparado.

La oportunidad en la entrega hace parte fundamental de la satisfacción del cliente, es por ello que la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas se ha preocupado por el seguimiento, control y minimización de los tiempos de reparación en el taller de mecánica de campo, los cuales se han visto afectados por demoras en: repuestos, reparación de sellos mecánicos, tareas a realizar en el taller de máquinas y herramientas, y un sin número de situaciones que afectan los tiempos de reparación.

El coordinador y el supervisor encargados del taller de mecánica de campo, han venido tomando acciones correctivas con el fin de reducir dichos tiempos de reparación. Los cambios se han visto reflejados en el número de equipos entregados cada mes, pero el principal objetivo que ese quiere alcanzar es la estandarización de los tiempos de reparación, de acuerdo al tipo de equipo.

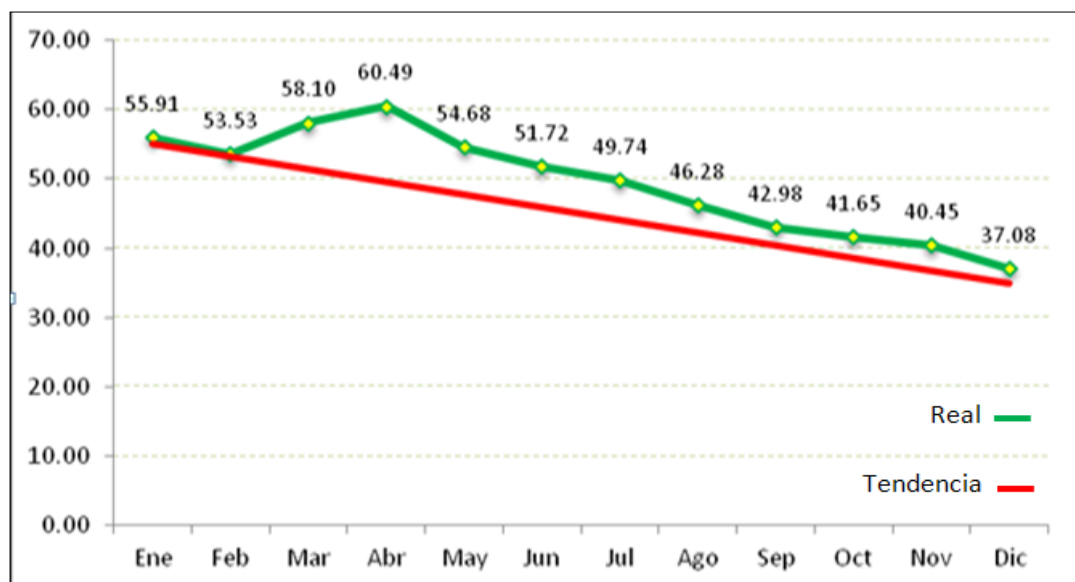
Una vez se logre, en un futuro cercano lo que se quiere es poder decirle al cliente que el equipo se demora un número determinado de días, y que será entregado con el sello de calidad que identificará el proceso de reparación del taller de mecánica de campo.

Para llevar a cabo el seguimiento y control, se ha venido apoyando en el siguiente indicador:

➤ **Indicador tiempo medio para reparar**

Medida del tiempo que permanece un equipo en el taller de mecánica de campo, desde la entrada del equipo al taller, hasta la salida del mismo. Ver figura 36.

Figura 36. Indicador tiempo medio para reparar.



Fuente: Coordinación proactivo en las áreas.

De acuerdo a la figura 36, se puede evidenciar una disminución en los tiempos de reparación de los equipos, ello se ha logrado por el trabajo en equipo entre el personal de operaciones y el del taller de mecánica.

No obstante, en la gráfica se desprecian 8 equipos que se encuentran estibados en el taller ya hace más de 6 meses, los cuales se encuentran allí por falta de repuestos, ya que estos tienen que ser traídos de extranjero.

Para la evaluación de dichos tiempos se realizó un estricto seguimiento de todo el proceso de reparación y se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- Comunicación directa diariamente con el personal del taller de mecánica, con el fin de definir tiempos estimados de cada una de las etapas, es decir, si una de las parejas ejecutoras estaba asignada al desarme del equipo, ellos manifestaban el tiempo promedio que requería esa actividad.
- Registro de los tiempos estimados y los tiempos reales de ejecución de actividades en cada una de las etapas del proceso, con el fin de evaluar el cumplimiento de lo estimado, identificar las causas y tomar acciones correctivas en aquellas etapas en las que se evidenciaba mayor incumplimiento. Dicho registro se puede observar en el anexo K.
- Comunicación directa con el supervisor del taller de sellos, con el fin de definir fechas de entrega estimadas de los sellos mecánicos. También se definió que el cumplimiento de entrega de sellos de taller de mecánica a taller de sellos se realizará en la fecha estipulada en la programación, con el fin de otorgar cumplimiento de entrega una vez reparado. Cuando se presentan OT's de emergencia, se tienen abiertas 12 horas semanales, con el fin de darles prioridad.
- Comunicación directa con el supervisor de taller de máquinas y herramientas; con él, se definía la fecha de entrega de cada una de las partes que requería esta etapa, esto se hacía de una forma verbal, pues los tiempos de maquinado habían disminuido, gracias a que no se cumplía con una programación sino que las horas de servicio eran 40 horas semanales disponibles para el equipo que lo requiera.

De acuerdo a los pasos anteriores se obtuvieron los siguientes resultados en el mes de diciembre, teniendo como base 15 equipos que fueron reparados y salieron del taller, ver tabla 12:

Tabla 12. Cumplimiento tiempos estimados

CUMPLIMIENTO TIEMPOS ESTIMADOS			
Etapas	Cumplimiento Equipos	Total equipos	% Cumplimiento
Desarme	5	15	33,3%
Lavado	8	15	53,3%
Calibración y def. alcance	9	15	60,0%
S. Máquinas y herramientas	9	15	60,0%
S. de sellos y gobernadores	5	15	33,3%
Armado	3	15	20,0%
Pruebas	11	15	73,3%
TOTAL	6	15	40,0%

Fuente: Autor del proyecto.

El cumplimiento de cada una de las etapas se encuentra en la tabla anterior, la cual muestra que una de las etapas que presenta mayor incumplimiento es el armado del equipo, el cual se ve altamente afectado por falta de repuestos, retrasos en reparación de sellos y piezas que requieren mecanizado.

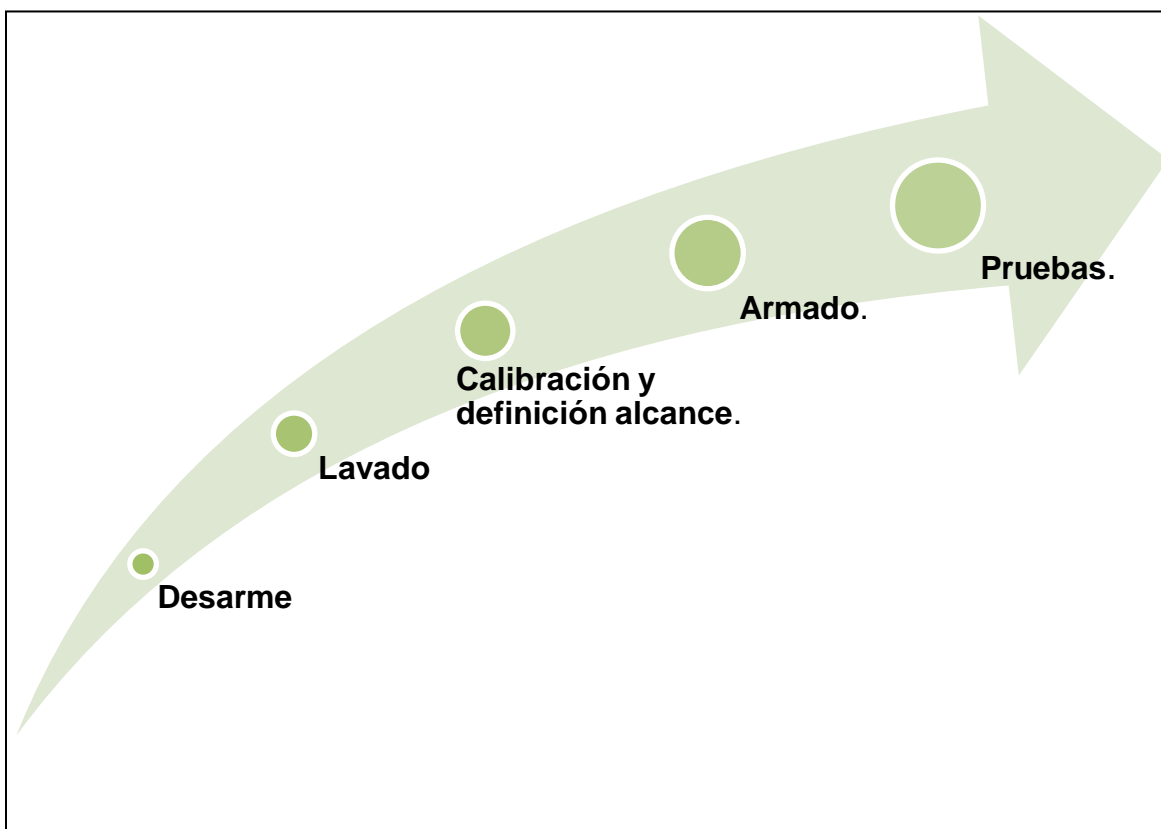
La realización de pruebas, es una de las etapas que se presenta mayor cumplimiento, esta tan solo se ve afectada, en el caso de las turbinas, por falta de metalmecánicos, ya que se requiere tener unas bridas especiales para cada tipo de éstas. Para las pruebas de las bombas son realizadas por el personal de taller, y es por ello que no requieren mayor tiempo y se realizan de manera efectiva.

De igual manera, se identificó las etapas que se realizan en serie y en paralelo, con el fin de proponer acciones, que permitan mayor aprovechamiento del tiempo. Esta clasificación se presenta a continuación:

➤ **Etapas que se tienen que realizar en serie**

Estas actividades se realizan de forma consecutiva. Ver figura 37.

Figura 37. Etapas realizadas en serie.

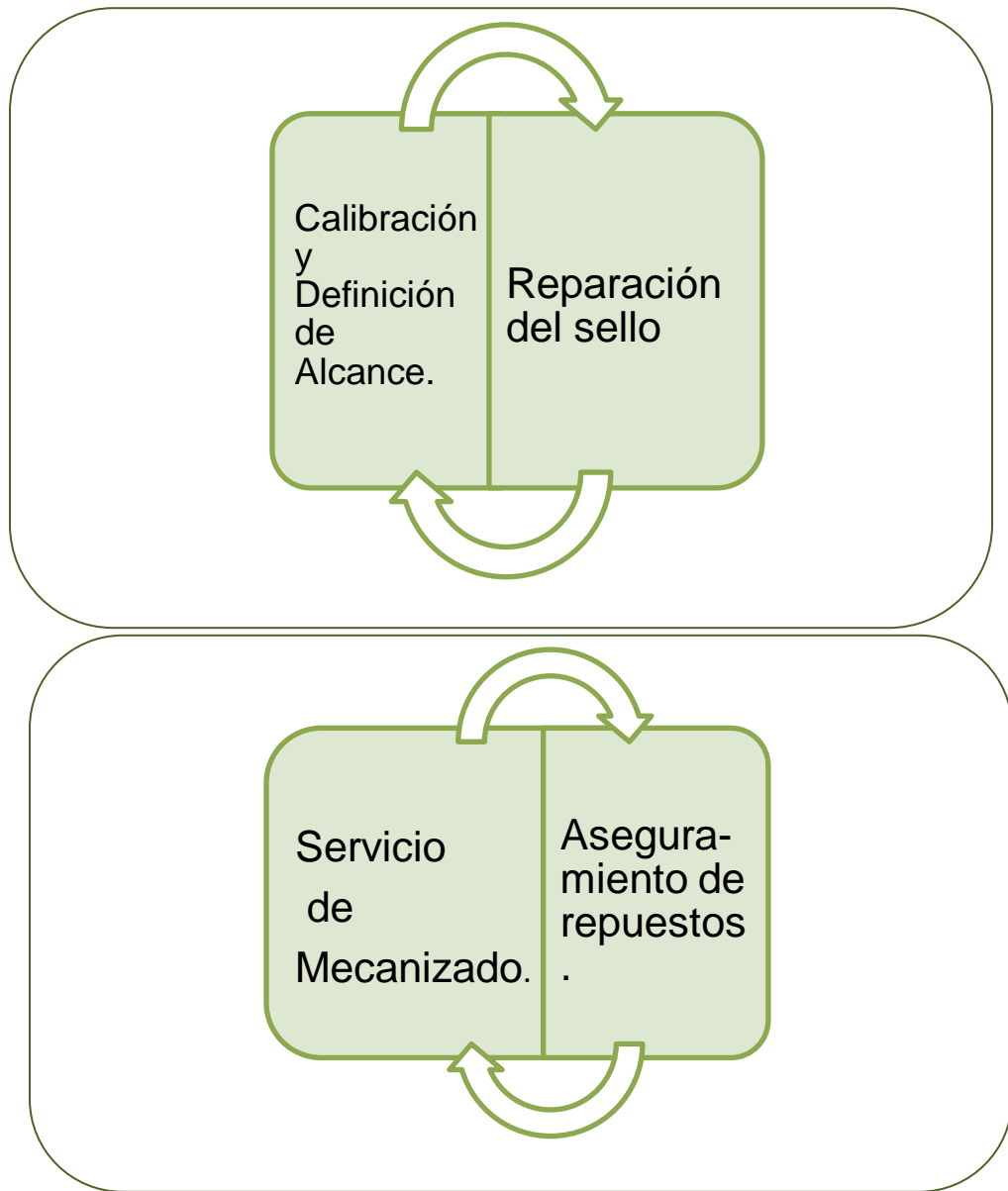


Fuente: Autor del proyecto.

➤ **Etapas que se pueden realizar en paralelo.**

Las siguientes etapas permiten que su ejecución se realice de forma paralela. Ver figura 38.

Figura 38. Etapas realizadas en paralelo.



Fuente: Autor del proyecto.

6.3.1 Propuestas implementadas para minimización en tiempos de reparación

De acuerdo a lo que ya se encuentra planteado en el taller, se propuso el seguimiento estricto de los tiempos estimados y los tiempos reales, con el fin de

llevar a cabo un control de cada una de las causas que afectan los tiempos de reparación, con el fin de atacarlas y lograr reducirlas.

- Se implementó un formato para listar, en la etapa de calibración y alcance, los repuestos requeridos, con el fin de lograr una gestión adecuada de los mismos, y brindar oportunidad a la hora del armado del equipo. Ver anexo L.
- Se realizó prueba piloto practica, de proceso de flujo continuo, para ello se involucro los talleres de mecánica, sellos, maquinas y herramientas, en la programación semanal, con el fin de evaluar el funcionamiento de estos, como un solo taller.

Asimismo, se planteó:

- Continuar con el seguimiento de tiempos de reparación, pues ello permitirá el conocimiento de causas asignables a las demoras, con el fin de reducirlas, en su mayor parte.
- Dar continuidad con la excelente práctica de priorización de trabajos en el taller de máquinas y herramientas, por demanda, ya que ello ha contribuido favorablemente con la reducción de los tiempos de reparación.
- Mantener comunicación directa con el personal encargado de la programación semanal, con el fin de definir el número de horas hombre con las que realmente tiene el taller, es decir, no involucrar más horas en la programación si no se encuentra todo el personal laborando.
- Continuar con la realización de prueba piloto práctica, con el fin de lograr mayor productividad y eficiencia en la prestación del servicio de mantenimiento.

Resultados:

- De acuerdo a las acciones correctivas implementadas, así como el acercamiento con el personal del taller de mecánica se logro un aumento porcentual en el ambiente laboral, evidenciado en puestos de trabajo organizados, seguros y limpios, de modo que se encontraran herramientas adecuadas y los procedimientos respectivos a cada una de las etapas del proceso de reparación.
- Se permitió la eliminación de focos de riesgo de accidentes y actividades inseguras, ello se logro con la realización de jornadas de orden y aseo que permitieron, de algún modo, la recuperación de lugares específicos, como el punto ecológico y la bodega de almacenamiento de partes, obteniendo de este modo, un taller de mecánica ordenado y con sentido de pertenencia ambiental.
- La estimación de los tiempos de reparación permitió evaluar la capacidad de respuesta oportuna que puede ofrecer el taller de mecánica a cada uno de sus clientes, áreas productivas de la refinería, se obtuvo como resultado un 40 % al cumplimiento durante todo el proceso de reparación, lo cual evidencia la baja productividad del mismo, de igual modo permite conocer los focos improductivos, que llevan a este resultado.

7. CONCLUSIONES

- La práctica empresarial, permitió enriquecer todo los conocimientos adquiridos durante la carrera ingeniería industrial, llevados a la práctica, logrando adquirir una perspectiva real de la organización y ejecución de actividades en una empresa, ámbito al cual va a estar enfrentado como profesional.
- La identificación y documentación de los reprocesos, permitió de manera clara evaluar las causas de los mismos, así como otorgar una visión amplia de aquellas fuentes de improductividad que afectan el proceso de reparación de equipos rotativos.
- El seguimiento de las actividades improductivas, generadoras de mayores gastos en la reparación de equipos rotativos, como horas hombres y materiales, permitió la minimización en un 12 % de los reprocesos externos, ya que en primera instancia, en el mes de octubre, se reportaron 21, 74%, en su mayor parte, gracias a las acciones correctivas implementadas, se logró la reducción a un 9,53%, en el mes de diciembre.
- La implementación de buenas prácticas, como el adecuado uso de protocolos y documentos, que garantizan la calidad del servicio, así como la concientización de los trabajadores de ejecutar actividades de manera adecuada y segura, minimizaron en un 43% la presencia de reprocesos internos, pues en la primera semana de seguimiento se presentaron 124 no conformidades y al cabo de un mes se registraron 54 no conformidades.
- La confiabilidad operacional, hace parte fundamental para conseguir la excelencia de un proceso, los responsables de ello, es el talento humano de

la organización, pues ellos permiten conocer las causas y acciones necesarias para la consecución de un objetivo, brindando un servicio de calidad.

- El ambiente laboral, de una organización, está fundamentada en las buenas relaciones y en la excelente realización de las actividades, la evaluación de éste, permitió motivar el personal, fomentar la colaboración, la responsabilidad y el trabajo en grupo, logrando un aumento porcentual de 8,3% en la valoración de ambiente laboral, pues en la primera apreciación se obtuvo como resultado 81,7%, y al implementar las propuestas de mejora se logró un resultado del 90%.
- La seguridad, en Ecopetrol, es fundamental para la ejecución de cualquier actividad, es por ello, que las jornadas de orden y aseo contribuyeron con la adecuación de lugares de trabajo seguro, pues se eliminaron aquellos focos de riesgos.
- Se logró implementación de búsqueda y revisión de procedimientos, de modo que la realización de las tareas a ejecutar se realizaran de manera segura, concreta y de calidad.
- La estimación de los tiempos de reparación, permitió evaluar la capacidad de oportunidad que puede ofrecer el taller de mecánica de campo a sus clientes, en la evaluación que se llevó a cabo se obtuvo un 40% en el cumplimiento durante todo el proceso, lo cual refleja que se deben seguir adoptando medidas correctivas, con el fin de lograr, un cumplimiento por encima del 80%.
- La evaluación de los talleres de mecánica, sellos, máquinas y herramientas, como un solo taller, permite evidenciar de forma clara, el proceso como un flujo continuo de equipos , así como una efectiva estandarización de los tiempos de reparación , lo cual permite lograr un equilibrio de las necesidades del cliente y la capacidad de respuesta del mismo.

8. RECOMENDACIONES

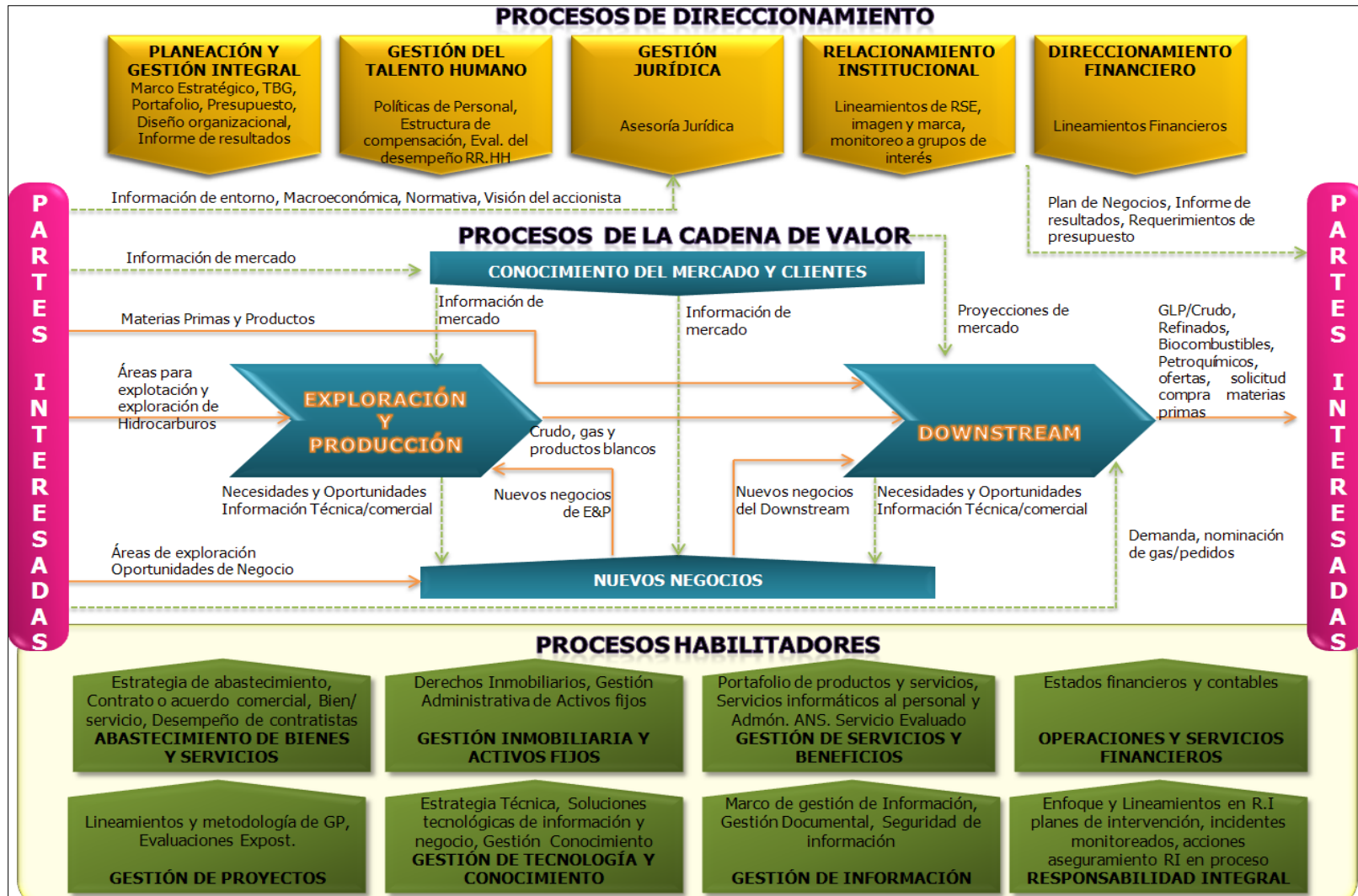
- Aseguramiento de procedimientos. Acceso fácil, creación de comunidad en la cual se pueda compartir conocimiento, de tal modo que los procedimientos o paso a paso, se realicen en forma grupal.
- Se deben seguir asegurando el dossier y protocolos de cada equipo que ingresa al taller de mecánica, de manera que se permita conocer durante la reparación, información acerca de las causas de la misma y actividades necesarias para ello.
- Se debe continuar con el seguimiento de actividades improductivas e indicador de reprocesos externos e internos, con el fin de llevar mayor control de los mismos e implementar acciones correctivas, que permitan su minimización.
- Se deben seguir gestionando y realizando capacitaciones, para el personal del taller de mecánica, en cuanto a temas de seguridad y trabajo en grupo, con el fin de lograr un desarrollo de actividades de manera sana, segura y limpia.
- Se debe seguir realizando seguimiento a los tiempos de reparación de los equipos, con el fin de lograr su estandarización, pues de este modo, el cliente percibe mayor credulidad en la entrega de los mismos.
- Realizar estandarización del desarrollo de proyectos, es decir, la responsabilidad de continuidad de los mismos, no debería estar a cargo solamente del estudiante en práctica, se debe buscar forma de lograr sostenibilidad de proyectos desarrollados, y que mejor, que con el talento humano de la coordinación.

9. BIBLIOGRAFÍA

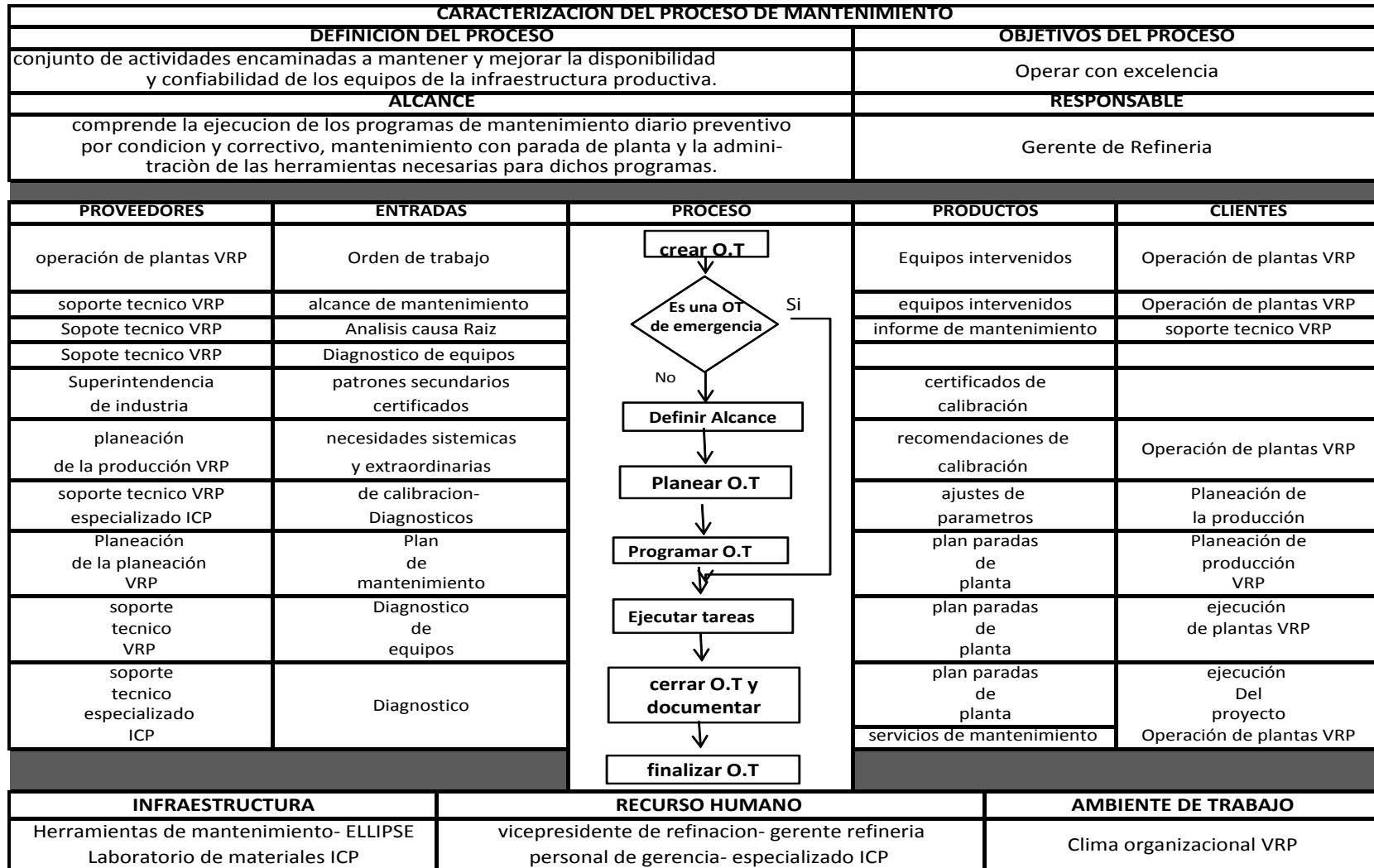
- AMENDOLA, José Luis. Gestión de proyectos de activos industriales. Editorial Universidad Politécnica de Valencia
- AMENDOLA, Luis. (2002). "Modelos Mixtos de confiabilidad". Publicado por Datastream. www.mantenimientomundial.com
- ARATA, Adolfo. Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Aplicación de la plataforma R-MES. 1 Edición, RIL editores, 2009.
- CUATRECASAS, Luis. Gestión Integral de la Calidad. Universidad Politécnica de Catalunya. Ediciones Gestión 2000, Barcelona, 2005.pag 68.
- GALGANO, Alberto. Las tres revoluciones: caza del desperdicio: Doblar la productividad con la "Lean Producción". Ediciones Diaz de Santos, 2004
- GARCIA, Oliverio. "Gestión integral de mantenimiento basada en confiabilidad". Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. www.confiabilidad.net
- Intranet ECOPETROL. <http://iris/portal/default.aspx>
- Portal corporativo Ecopetrol. www.ecopetrol.com.co
- SOSA, Demetrio. Manual de calidad total para operarios. Limusa/Noriega Editores, México, 2003.

ANEXOS

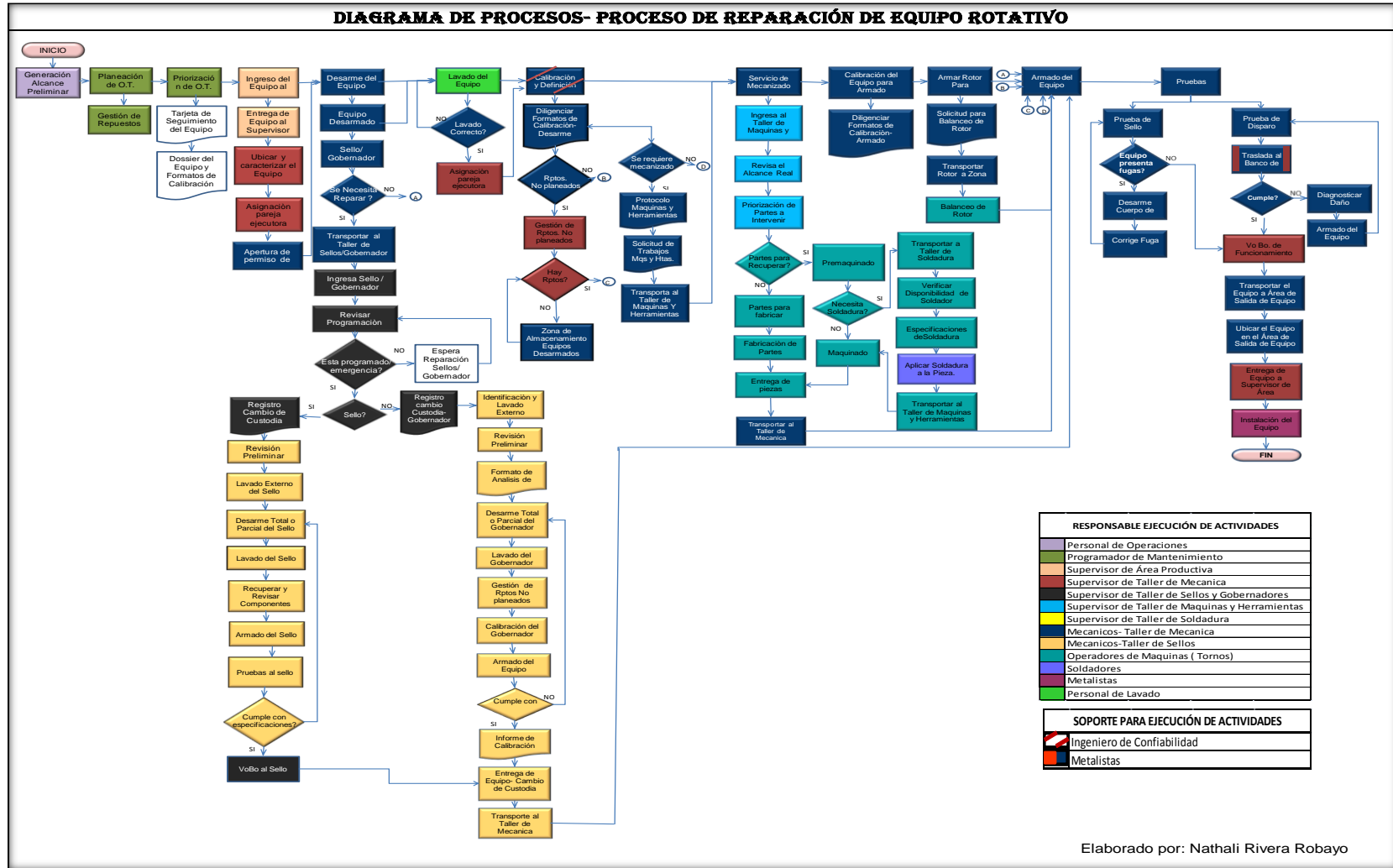
Anexo A. Mapa de procesos de Ecopetrol



Anexo B. Mapa de proceso de Mantenimiento



Anexo C. Diagrama de proceso de Mantenimiento



Anexo D. Formato de seguimiento reprocesos externos.

MEDICIÓN DE REPROCESOS EXTERNOS											
PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS											
MES			REPARACIÓN			REPROCESO					
			TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN			REPROCESO	TIEMPO MEDIO DE REPROCESO			MATERIALES	
EQUIPO	OT	UNIDAD	FECHA INGRESO AL TALLER	FECHA SALIDA DEL TALLER	TIEMPO REPARACIÓN		FECHA INGRESO AL TALLER	FECHA SALIDA DEL TALLER	TIEMPO REPROCESO	\$\$ ESTIMADOS	
						TOTAL REPROCESOS	0		TOTAL HH-MATERIALES	0	0

Anexo F. Documentación de reprocesos externos.

EQUIPO: SP2875A	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	01-ago-11
FECHA DE SALIDA	17-sep-11
ORDEN DE TRABAJO O.T	341065
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	Bomba marca Sundyne tipo LMV322, motor eléctrico, capacidad 25 GPM, potencia 24HP, se encuentra para servicio de lavado con agua.
CAUSAS DE INGRESO DEL EQUIPO	Reparar el área de sello de las bridas de succión y descarga, con socavaduras y pérdidas de sus dimensiones por corrosión severa en zonas expuestas al contacto directo con el fluido de trabajo.
REQUERIMIENTOS DE REPARACIÓN	Recuperación del sello/ Mecanizado de piezas
TIPO DE MANTENIMIENTO	Correctivo
REPROCESO	
FALLA	Falla/escape en la caja de aceite
FECHA DE INGRESO	26-oct-11
FECHA DE SALIDA	04-nov-11
POSIBLES CAUSAS	¿Por qué?: Falta de "O" Ring en la cara del sello ¿Por qué?: Falta de conocimiento de ubicación del "o" Ring ¿Por qué?: Procedimiento poco confiable , ya que no mostraba dicho pasó de ubicación del "o" Ring.
CAUSA-RAÍZ	Falta de Procedimientos confiables y completos.
ACTIVIDADES NECESARIAS	Se hizo necesario el paso de la bomba por cada una de las etapas del proceso de reparación, asimismo, se tuvo que reparar nuevamente el sello, el cual requería cierto tiempo de reparación, haciendo que la reparación de la bomba tardará un poco más de lo planeado.
CONSECUENCIAS	HH:120 Horas Hombre Materiales: aproximadamente 3.000.000

EQUIPO: SP4112A	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	19-nov-10
FECHA DE SALIDA	15-mar-11
ORDEN DE TRABAJO O.T	337943
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	Bomba Wothington, horizontal de central montada entre cojinetes y división radial, bomba de una sola etapa, doble impulsor de succión y doble voluta con boquilla superior.
CAUSAS DE INGRESO DEL EQUIPO	según indicaciones de operaciones, se requería realizar las tareas y acciones correspondientes para garantizar la confiabilidad operativa, se debían cambiar los sellos y realizar trabajo de tal manera que no se recalentaré el lado acople.
REQUERIMIENTOS DE REPARACIÓN	Fabricación de deflectores en bronce/Fabricación de buje tipo laberinto para tapa interior/Instalación de anillo de desgaste, cabezote lado empuje./Instalación anillo desgaste, cabezote lado acople/Fabricación de los bujes de restricción d ambos cabezotes.
TIPO DE MANTENIMIENTO	Correctivo
REPROCESO	
FALLA	Escape de producto, debido a daño en el sello
FECHA DE INGRESO	19-jun-11
FECHA DE SALIDA	01-ago-11
POSIBLES CAUSAS	¿Por qué?: Falla del Sello Por qué?: el Sello quedo mal alineado ¿Por qué?: Falencias en el Armado del equipo ¿Por qué? :- Falta de Procedimientos
CAUSA-RAÍZ	Falta de aseguramiento de Procedimientos.
ACTIVIDADES NECESARIAS	Fue necesario el paso de la bomba, por cada una de las etapas del proceso de reparación, asimismo , se tuvo que reparar nuevamente el sello, el cual requería cierto tiempo, haciendo que la reparación de la bomba tardará mas días.

EQUIPO: SP4302A	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	
FECHA DE SALIDA	
ORDEN DE TRABAJO O.T	313983
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	Worthington
CAUSAS DE INGRESO DEL EQUIPO	fugas en el sello
REQUERIMIENTOS DE REPARACIÓN	Realizar las tareas y acciones necesarias con el fin de garantizar la confiabilidad del equipo
TIPO DE MANTENIMIENTO	Correctivo
REPROCESO	
FALLA	La SP4203A, presentó una falla en el sello, una vez se llevó al área de instalación.
FECHA DE INGRESO	16 Julio de 2011
FECHA DE SALIDA	2 de agosto de 2011
POSIBLES CAUSAS	¿Por qué?: Por impurezas en el equipo
	¿Por qué?: Debido a Choques Hidráulicos
	¿Por qué?: Falencias en el Armado
	¿Por qué?: Exceso de Presión
	¿Por qué?: Falta de Procedimientos confiables
CAUSA-RAÍZ	Falta de procedimientos confiables
ACTIVIDADES NECESARIAS	Fue necesario el paso de la bomba por cada una de las etapas del proceso de reparación, asimismo , se tuvo que reparar nuevamente el sello, el cual requería cierto tiempo, haciendo que la reparación de la bomba tardará mas días.

EQUIPO: SP4129A	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	19-sep-11
FECHA DE SALIDA	04-oct-11
ORDEN DE TRABAJO O.T	334078
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO	Bomba sundyne, potencia 50HP, motor eléctrico
CAUSAS DE INGRESO DEL EQUIPO	cambio de sello, y reparación en general
REQUERIMIENTOS DE REPARACIÓN	Reparación General
TIPO DE MANTENIMIENTO	Correctivo
REPROCESO	
FALLA	Presento daño en el sello, luego de ser instalada y puesta en marcha
FECHA DE INGRESO	5-Noviembre-11
FECHA DE SALIDA	10-nov-11
POSIBLES CAUSAS	Por qué?: Mala conexión en las líneas de servicio
	¿Por qué?: Falencias en el armado del equipo
	¿Por qué?: no se aseguro cambio de todas las piezas ("O" RING) del equipo.
	Por qué?: Procedimiento incorrecto para el armado del equipo.
CAUSA-RAÍZ	Procedimiento incorrecto para el armado del equipo
ACTIVIDADES NECESARIAS	Fue necesaria cada una de las etapas del proceso de reparación, asimismo, se volvió a fabricar el eje

Anexo G. Documentación de reprocesos internos.

EQUIPO: SP 3064B	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	23-sep-11
FECHA DE SALIDA	15-oct-11
ORDEN DE TRABAJO	314562
TIPO DE MANTENIMIENTO	CORRECTIVO
REPROCESO	
FALLA	Repuesto extraviado
POSIBLES CAUSAS	-Inseguridad en el taller
	-Falta de aseguramiento de repuestos
	-Falta de lugar específico para aseguramiento de repuestos en el taller de mecánica.
CAUSA-RAIZ	-Falta de lugar específico para aseguramiento de repuestos en el taller de mecánica.
CONSECUENCIAS	Compra de repuesto- 300.000

EQUIPO: SP 261D	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	06-jul-11
FECHA DE SALIDA	24-ago-11
ORDEN DE TRABAJO	288983
TIPO DE MANTENIMIENTO	CORRECTIVO
REPROCESO	
FALLA	Lavado deficiente del equipo
POSIBLES CAUSAS	Porque la máquina de lavado no se accionó correctamente
	Porque no se tenía conocimiento de la cantidad exacta de insumos y duración de lavado.
	porque hacen falta procedimientos
CAUSA-RAIZ	Falta asegurar procedimientos y hacer divulgación de los mismos
CONSECUENCIAS	HH: 8 Horas Hombre

EQUIPO: SP 950B	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	29-nov-11
FECHA DE SALIDA	13-dic-11
ORDEN DE TRABAJO	314196
TIPO DE MANTENIMIENTO	CORRECTIVO
REPROCESO	
FALLA	El eje de la bomba, sin aseguramiento.
POSIBLES CAUSAS	No cumple con las características del material
	Porque se defecta
	Cuando se balancea presenta un Rount- out excesivo
	No cumple con especificaciones
	Falta de aseguramiento de repuestos
CAUSA-RAIZ	Falta de aseguramiento de repuestos
CONSECUENCIAS	Esperas por falta de repuestos, demora en el proceso de reparación del equipo.

EQUIPO: SP 3301C	
REPARACIÓN	
FECHA DE INGRESO	22-jun-11
FECHA DE SALIDA	24-oct-11
ORDEN DE TRABAJO	329620
TIPO DE MANTENIMIENTO	Correctivo
REPROCESO	
FALLA	
POSIBLES CAUSAS	Recuperación de cabezote (nuevamente)
	El acople del cabezote no es el correcto
	especificaciones mal definidas
	Definición de alcance deficiente
	Falta de capacitación
CAUSA-RAIZ	Falta de capacitación
CONSECUENCIAS	costo de Materiales

Anexo H. Premisas Directriz 19.


DIRECTRICES PARA CONTROL DE RECIBO Y ENTREGA DE EQUIPOS

- Todo equipo que sea entregado al taller de mecánica debe haber sido previamente limpiado, lavado, vaporizado y estar libre de hidrocarburo.
- Recibir equipos que se encuentren dentro de la programación semanal, o aquellos que entren por emergencia operacional y OT de garantía.
- Ubicar los equipos, en las zonas designadas para recibo de equipos, las cuales deben estar delimitadas e identificadas.
- Se debe marcar el equipo escribiendo su TAG, en un lugar visible.
- Diligenciar el formato PMT-29-F-002, correspondiente al PROTOCOLO DE INGRESO AL TALLER.
- Debe estar disponible , en el taller, la carpeta del equipo, en la que se encuentra: catálogo del equipo, historia de mantenimiento disponible del equipo, recomendaciones de Apoyo Técnico a la Producción, protocolo para cambio de custodia, registros de calibraciones, el formato de solicitud de trabajos a máquinas herramientas y el listado de partes y repuestos necesarios para reparación.
- Actualizar la información en el tablero de control, haciendo el respectivo seguimiento del equipo.
- Realizar inspección final de los equipos, teniendo en cuenta los criterios establecidos en el plan de calidad para la inspección y ensayo del producto terminado de los procesos de reparación.
- Dar visto bueno para la liberación del equipo, el PROTOCOLO DE ENTREGA (PMT-29-F-002), una vez realizadas las pruebas.
- Diligenciar SELLO DE GARANTÍA y se adherirlo al equipo.

Recordar que El sello de garantía aplica únicamente cuando en realidad se puede garantizar la funcionalidad del equipo, es decir, a un equipo que por necesidades operacionales tenga que ser armado si cumplir con todos los requisitos de calidad y técnicas, no se le puede colocar el sello de garantía.

- Contactar al supervisor o Coordinador del área específica, para informar que el equipo se encuentra reparado, con el fin de su pronta instalación.
- Transportar el equipo hasta la respectiva planta, para su debida instalación
- Verificar que la carpeta de los equipo se encuentre totalmente diligenciados y entregarlas al facilitador de calidad, con el fin de archivar y realizar el respectivo cambio de custodia.

Anexo I. Formato realización pruebas.

	GERENCIA REFINERIA BARRANCABERMEJA		
	MANTENIMIENTO GRB		
	TALLER DE MECÁNICA		
	CERTIFICADO DE PRUEBA		
EQUIPO			
EQUIPO No:		OT:	
ÀREA:		FECHA:	
DATOS DE PRUEBA			
	APROBADO	NO APROBADO	
PRESIÓN DE PRUEBA:			
TIEMPO DE PRUEBA:			
DISPARO:			
TIEMPO DE PRUEBA:			
Otros(especifique):			
OBSERVACIONES: _____			

Certificamos por medio de la presente que el sello mecánico descrito arriba, cumplió satisfactoriamente las pruebas realizadas al equipo.			
REALIZÓ: _____		REG: _____	
_____		REG: _____	
_____	_____	_____	_____
SUPERVISOR: _____			
_____	_____	_____	_____

Anexo J. Formato de encuesta.

ENCUESTA DE VALORACIÓN DE AMBIENTE LABORAL Y SEGURIDAD					
OBJETIVO: diagnosticar y evaluar el ambiente laboral y la seguridad, en la actualidad, en el taller de mecánica de campo.					
PREGUNTAS	Siempre	Algunas veces	Rara vez	Casi nunca	Nunca
	5	4	3	2	1
1. ¿El trabajo que realiza es de su agrado y se siente a gusto con él?					
2. ¿Cuenta con las herramientas necesarias para realizar sus funciones?					
3. ¿Encuentra, en su lugar de trabajo, objetos que no usa diariamente?					
4. ¿Encuentra fácilmente las herramientas en su sitio de trabajo?					
5. ¿las cosas que son necesarias, estan debidamente separadas y ordenadas?					
6. ¿los alrededores de los sitios de trabajo, estan libres de desperdicios?					
7. ¿Antes de retirarse del sitio de trabajo deja todo limpio y ordenado?					
8. ¿se siente capacitado para realizar su trabajo?					
9. ¿ se siente bien remuneradi por las labores que realiza?					
10. ¿Entre sus compañeros existe apoyo y colaboración?					
11. ¿comparte los objetivos, valores y principios de la empresa?					
12. ¿existe frecuente comunicación entre trabajadores y directivos?					
13. ¿ el supervisor hace que todos lleguen a tiempo?					
14. ¿recibe comprension por parte de los directivos, ante problemas personales?					
15. ¿ intenta sacar a relucir los problemas laborales, para resolverlos adecuadamente?					
16. ¿ se sentiría orgulloso de mostrar el taller de mecanica, a clientes y visitantes?					
17. ¿ el supervisor tiene en cuenta las opiniones del grupo de trabajo?					

SEGURIDAD		
PREGUNTAS	SI	NO
1. ¿Conoce los elementos de protección personal?		
2. ¿Conoce las medidas preventivas del lugar de trabajo?		
3. ¿Utiliza las medidas y elementos de protección personal?		
4. ¿ existe una lista de riesgos, en sus lugar de trabajo?		
5. ¿el lugar de trabajo es confortable?		
6. ¿Dispone de los procedimientos, para cumplir con su labor?		
7. ¿Revisa los procedimientos antes de realizar la actividad?		
8. ¿ Conoce los riesgos laborales?		
9. ¿Ha tenido algun accidente de trabajo?		
10. ¿ El personal usa adecuadamente los uniformes e implementos de seguridad?		

