

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO
EN LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS
ÁREAS DE LA GRB- ECOPETROL S.A.**

HENRY FERNEY ORTEGA GARZON



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO
EN LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS
ÁREAS DE LA GRB- ECOPETROL S.A.**

HENRY FERNEY ORTEGA GARZON

**Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Director

FRANCISCO MOSQUERA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de estar hoy donde me encuentro.

A mis Padres pues por su apoyo y lucha incansable lo que ha permitido que este sueño sea una realidad.

A Sarita por esa lucecita que ilumina siempre mi vida.

A Karen por su amor y su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

A mi familia quienes me han acompañado y apoyado en todos los momentos de mi vida

Y finalmente a mis amigos con los que he compartido momentos inolvidables muchos de los cuales me han impulsado a alcanzar grandes éxitos académicos y personales.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este proyecto no hubiera sido posible sin aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración durante el transcurso de esta experiencia.

Al ING. ANDRES IVAN CUELLAR por la oportunidad de realizar el proyecto en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas, por sus orientaciones y sus consejos para la vida.

A los Ingenieros ROSSVAN PLATA y LEANDRO CAÑIZARES por brindarme su amistad y apoyarme incondicionalmente en los momentos difíciles de la práctica, por su tiempo y colaboración.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Y SUS DOCENTES, por ofrecerme sus conocimientos y transmitirme sus experiencias.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCION | 21 |
| TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS..... | 22 |
| 1.GENERALIDADES DEL PROYECTO..... | 23 |
| 1.1 Planteamiento del Problema | 23 |
| 1.2 Objetivos | 25 |
| 1.2.1 Objetivo General | 25 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos..... | 25 |
| 1.3 Alcance del proyecto..... | 25 |
| 2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 27 |
| 2.1 Reseña Histórica..... | 27 |
| 2.2 Tamaño de la Empresa..... | 29 |
| 2.3 Misión | 30 |
| 2.4 Visión | 31 |
| 2.5 Valores..... | 31 |
| 2.6 Competencias Organizacionales | 31 |
| 2.7 Política de Calidad | 31 |
| 2.8 Objetivos de Calidad..... | 32 |
| 2.9 Estructura Organizacional..... | 33 |
| 2.9.1 Estructura Organizacional Ecopetrol S.A. | 33 |
| 2.9.2 Estructura Organizacional Gerencia Refinería Barrancabermeja | 34 |
| 2.9.3 Estructura Organizacional Departamento de Mantenimiento..... | 34 |
| 2.10 Caracterización del proceso de mantenimiento | 35 |
| 2.10.1 Definición del Proceso | 35 |
| 2.10.2 Alcance del Proceso | 35 |

| | |
|--|-----------|
| 2.10.3 Descripción del Proceso | 35 |
| 2.11 Descripción General del Proceso de Ejecución del Mantenimiento día a día..... | 37 |
| 3. MARCO TEORICO | 39 |
| 3.1 Indicador Overall Craftsmen Effectiveness- O.C.E | 39 |
| 3.1.1 Calculo del Indicador O.C.E..... | 40 |
| 3.1.1.1 Factor Utilización Cu..... | 41 |
| 3.1.1.2 Factor Rendimiento Cp | 42 |
| 3.1.1.3 Factor Nivel de Calidad CS&Q..... | 44 |
| 3.1.2 Rango de niveles O.C.E..... | 44 |
| 3.2 Medición del trabajo..... | 46 |
| 3.2.1 Procedimiento básico para la Medición del trabajo..... | 47 |
| 3.2.2 Técnicas de Medición del trabajo..... | 47 |
| 4. CONOCIMIENTO GENERAL DE LA COORDINACION DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN AREAS | 49 |
| 4.1 Generalidades..... | 49 |
| 4.2 Objetivos de la Coordinación | 50 |
| 4.3 Estructura Organizacional de la Coordinación..... | 50 |
| 4.4 Portafolio de servicios..... | 51 |
| 4.5 Clientes..... | 53 |
| 4.6 Proveedores..... | 53 |
| 4.7 Recursos del área..... | 55 |
| 4.8 Gestión del Proceso de Ejecución de Trabajos en la Coordinación..... | 57 |
| 5. CALCULO DEL INDICADOR OVERALL CRAFTSMEN EFFECTIVENESS EN LAS CUADRILLAS DE MANTENIMIENTO | 59 |
| 5.1 Calculo del Factor Utilización Cu | 59 |
| 5.1.1 Estimación del Tiempo Total Disponible TTD | 59 |
| 5.1.2 Estimación del Tiempo Total de Ausentismo TTA | 62 |
| 5.1.3 Estimación del Tiempo Productivo TP | 63 |

| | |
|--|----|
| 5.1.3.1 Desarrollo de la Medición del Trabajo..... | 64 |
| 5.1.3.2 Resultados del Muestreo de Trabajo | 74 |
| 5.1.3.3 Resultado del Tiempo Productivo TP..... | 78 |
| 5.1.4 Resultado del Factor Cu | 79 |
| 5.2 Calculo del Factor Rendimiento Cp | 80 |
| 5.2.1 Estimación del Tiempo Real de Ejecución | 80 |
| 5.2.2 Resultado del Tiempo Real de Ejecución | 81 |
| 5.2.3 Resultado del Factor Cp | 83 |
| 5.3 Estimación del Factor de Nivel de Calidad y Servicio CS&Q..... | 83 |
| 5.3.1 Estado del Indicador de Reprocesos de Equipos Rotativos..... | 84 |
| 5.3.2 Estado del Indicador de Conformidades del Proceso de Mantenimiento . | 86 |
| 5.3.3 Resultado del Factor CS&Q..... | 87 |
| 5.4 Resultado del Indicador Overall Craftsmen Effectiveness- O.C.E | 88 |
| 5.5 Análisis de los Resultados del Indicador O.C.E | 90 |
| 5.5.1 Análisis de Resultados del Factor Cu | 90 |
| 5.5.2 Análisis de Resultados del Factor Cp | 96 |
| 5.6 Propuestas de Mejora para elevar el nivel del Indicador O.C.E..... | 97 |

6. MEDICION DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DEL PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS EN EL TALLER DE MECANICA DE CAMPO..... 104

| | |
|--|-----|
| 6.1 Descripción General del Proceso de Reparación de Equipos Rotativos en el taller de Mecánica de Campo | 104 |
| 6.2 Diagrama de Flujo del Proceso de Reparación..... | 105 |
| 6.3 Desarrollo de la Medición de tiempos de espera en el Proceso de Reparación de Equipos Rotativos..... | 109 |
| 6.3.1 Objetivo de la Medición..... | 109 |
| 6.3.2 Listado de Tiempos de Espera en el Proceso de Reparación | 110 |
| 6.3.3 Toma de Datos | 112 |
| 6.3.4 Resultados de los Tiempos de Espera en el Proceso de Reparación ... | 113 |
| 6.3.5 Análisis de los Resultados de los Tiempos de Espera..... | 114 |

| | |
|---|------------|
| 7. MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS EN EL TALLER DE MECANICA DE CAMPO | 117 |
| 7.1 Implementación de la Estrategia Cinco Eses como base para el Mejoramiento del taller de Mecánica de Campo | 117 |
| 7.1.1 Diagnostico del Cumplimiento de la Auditoria de Orden y Aseo | 117 |
| 7.1.2 Propuestas de Mejora | 124 |
| 7.1.3Implementación de las Propuestas de Mejora de la Estrategia 5´S..... | 125 |
| 7.1.4Beneficios Logrados | 130 |
| 7.2 Diseño e Implementación del Tablero de Control de Tiempos en el Taller de Mecánica de Campo | 130 |
| 8. CONCLUSIONES | 133 |
| 9. RECOMENDACIONES..... | 134 |
| 10. BIBLIOGRAFIA | 136 |
| 11. ANEXOS..... | 137 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Cumplimiento de objetivos del proyecto..... | 22 |
| Tabla 2. Rango de valores para elementos del OCE..... | 46 |
| Tabla 3. Nivel de variabilidad del estudio de tiempos. | 71 |
| Tabla 4. Asignación de números a las horas de la jornada laboral..... | 73 |
| Tabla 5. Distribución porcentual de las actividades por cuadrillas y la coordinación de mantenimiento proactivo en áreas..... | 75 |
| Tabla 6. Distribución de las actividades productivas y no productivas..... | 78 |
| Tabla 7. Distribución de las actividades productivas y no productivas exceptuando una hora de almuerzo en la jornada de trabajo. | 79 |
| Tabla 8. Resultados tiempos de ejecución de las tareas de mantenimiento por cuadrilla. | 82 |
| Tabla 9. Valores del factor CS&Q..... | 88 |
| Tabla 10. Resumen resultados indicador O.C.E..... | 89 |
| Tabla 11. Distribución tiempos ausencia. | 91 |
| Tabla 12. Distribución del tiempo de las actividades no productivas en la Coordinación..... | 94 |
| Tabla 13. Propuestas para el mejoramiento del nivel O.C.E en las cuadrillas de mantenimiento. | 99 |
| Tabla 14. Tiempos de espera y/o demoras presentes en el proceso de reparación de equipos rotativos..... | 110 |
| Tabla 15. Tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos. | 113 |
| Tabla 16. Resumen de los resultados obtenidos en la encuesta de las 5´S... | 119 |
| Tabla 17. Plan de acción para la implementación de la estrategia 5´S..... | 125 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Estructura de los talleres en la Coordinación de Calidad y Talleres. ... | 24 |
| Figura 2. Grupo empresarial Ecopetrol. | 28 |
| Figura 3. Marco estratégico grupo empresarial Ecopetrol 2011- 2020 | 32 |
| Figura 4. Organigrama Ecopetrol S.A | 33 |
| Figura 5. Organigrama Ecopetrol S.A | 34 |
| Figura 6. Organigrama Ecopetrol S.A | 34 |
| Figura 7. Estructura metodología PS&O..... | 38 |
| Figura 8. Proceso de mejoramiento CRI..... | 39 |
| Figura 9. Factor Utilización Cu..... | 43 |
| Figura 10. Indicador Overall Craftsmen Effectiveness | 45 |
| Figura 11. Técnicas de medición del trabajo | 47 |
| Figura 12. Organigrama Coordinación Mantenimiento Proactivo en áreas..... | 52 |
| Figura 13. Motor eléctrico | 53 |
| Figura 14. Entradas y salidas del proceso de ejecución en la Coordinación. ... | 55 |
| Figura 15. Entradas y salidas del indicador O.C.E..... | 60 |
| Figura 16. Tiempo total ausentismo en el primer semestre del año 2011..... | 63 |
| Figura 17. Diagrama de desarrollo de la técnica de muestreo de trabajo..... | 64 |
| Figura 18. Diagrama de los objetivos de la medición del trabajo..... | 65 |
| Figura 19. Comportamiento del indicador de reprocesos de equipo rotativo. ... | 85 |
| Figura 20. Comportamiento del indicador de conformidades del proceso | 87 |
| Figura 21. Porcentaje acumulado del indicador de conformidades del proceso. | 87 |
| Figura 22. Distribución Porcentual del tiempo total ausentismo. | 91 |
| Figura 23. Tiempo total de productividad en las cuadrillas de mantenimiento. . | 93 |
| Figura 24. Distribución porcentual de las actividades no productivas en la Coordinación..... | 93 |
| Figura 25. Diagrama de Ishikawa para las fallas de planeación y programación de los tiempos para ejecución de los trabajos. | 98 |

| | |
|--|-----|
| Figura 26. Diagrama de flujo del proceso de reparación de equipos rotativos. | 106 |
| Figura 27. Diagrama de desarrollo de la medición de tiempos de espera entre tareas de mantenimiento en el taller de Mecánica de Campo. | 109 |
| Figura 28. Objetivo de la medición del proceso de reparación en el taller. | 110 |
| Figura 29. Tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos. | 115 |
| Figura 30. Distribución porcentual del tiempo medio de los equipos en el taller. | 116 |
| Figura 31. Ubicación de elementos en el taller de mecánica. | 120 |
| Figura 32. Manejo de residuos sólidos en el taller. | 120 |
| Figura 33. Ubicación de las cajas de herramientas personales. | 121 |
| Figura 34. Entrada principal del taller de Mecánica de Campo. | 122 |
| Figura 35. Delimitaciones de las zonas del taller de mecánica. | 122 |
| Figura 36. Adecuación sitio para almacenar cajas de herramientas. | 128 |
| Figura 37. Demarcación del taller de Mecánica de Campo. | 128 |
| Figura 38. Implementación jornadas de aseo y orden en el taller. | 129 |
| Figura 39. Resultados auditoria interna para evaluar las mejoras. | 129 |
| Figura 40. Tablero de control de tiempos en el taller. | 131 |
| Figura 41. Tarjeta del equipo en taller. | 132 |

LISTADO DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. CARACTERIZACION DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO..... | 138 |
| Anexo 2. DIAGRAMA DE FLUJO METODOLOGÍA PS&O ECOPETROL S.A | 139 |
| Anexo 3. COMPLEMENTO MARCO TEORICO | 143 |
| Anexo 4. CANTIDAD DE EQUIPO ROTATIVOS Y ESTATICOS EN LA GRB. | 150 |
| Anexo 5. TALENTO HUMANO DE LA COORDINACION DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN AREAS..... | 157 |
| Anexo 6. EJEMPLO DE LA PROGRAMACION SEMANAL DE MANTENIMIENTO..... | 158 |
| Anexo 7. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EJECUCION DEL MANTENIMIENTO DÍA A DÍA..... | 159 |
| Anexo 8. REPORTE DE AUSENCIAS DEL GESTOR DE TIEMPOS..... | 161 |
| Anexo 9. ESTUDIO IV DE TIEMPOS EN MANTENIMIENTO..... | 162 |
| Anexo 10. HOJA DE CÁLCULO PARA GENERAR LOS NUMEROS ALEATORIOS..... | 165 |
| Anexo 11. HOJA DE CÁLCULO PARA GENERAR LAS OBSERVACIONES ALEATORIAS. | 166 |
| Anexo 12. CODIFICACION ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS JORNADA DE TRABAJO. | 167 |
| Anexo 13. FORMATO DE SEGUIMIENTO DIARIO A LOS EJECUTORES. .. | 168 |
| Anexo 14. CONSOLIDACION OBSERVACIONES POR CUADRILLA..... | 170 |
| Anexo 15. LISTADO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO EVALUADAS POR CUADRILLA..... | 182 |
| Anexo 16. CONSOLIDACION OBSERVACIONES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS A17 Y ESTIMACION TIEMPOS TAREAS DE MANTENIMIENTO..... | 195 |
| Anexo 17. LISTADO NO CONFORMIDADES PROCESO DE MANTENIMIENTO..... | 200 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 18. DISTRIBUCIONES PORCENTUALES DE LAS ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS POR CUADRILLA DE MANTENIMIENTO. | 202 |
| Anexo 19. CONDICIONES ACTUALES DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE DE LAS CUADRILLAS DE MANTENIMIENTO..... | 213 |
| Anexo 20. PLANTILLA PARA REGISTRAR INFORMACION DE TIEMPOS DE ESPERA DEL PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS. .. | 216 |
| Anexo 21. FORMATO PARA AUDITORIA DE ORDEN Y ASEO EN ÁREAS OPERATIVAS..... | 217 |
| Anexo 22. LISTA DE CHEQUEO PARA EL DIAGNOSTICO DE LAS 5´S | 222 |

RESUMEN

TÍTULO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS ÁREAS DE LA GRB-ECOPETROL S.A.*

AUTOR: ORTEGA GARZON, Henry Ferney.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, Ejecución, Productividad, Equipos rotativos, Procesos, Tiempos, Efectividad, Mejoramiento.

CONTENIDO

El proyecto nace, de la necesidad del Departamento de Mantenimiento, de implantar buenas prácticas para mejorar y alcanzar la excelencia en el proceso de ejecución del mantenimiento. Es su deseo, ser la unidad guía y pionera en el mejoramiento de la efectividad de sus recursos.

Para satisfacer esta necesidad, se realizó la medición del indicador Overall Craftsmen Effectiveness en las cuadrillas de mantenimiento de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas, con la que posteriormente se identificaron las principales causas que afectan la efectividad del trabajo y se establecieron propuestas para elevar el nivel estimado, a niveles de empresas de talla mundial en el sector.

En su afán por alcanzar la excelencia en el proceso de mantenimiento, se realizó una medición de tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos en el taller de mecánica de campo; siendo este proceso y este tipo de equipos críticos y esenciales para una óptima producción en las unidades operativas de la GRB.

Finalmente, en busca de un factor diferenciador que distinga y sirva de ejemplo para los demás talleres del Departamento de Mantenimiento y del sector, mediante la estrategia 5'S, se consiguieron las condiciones para alcanzar la calificación excelente en la auditoria de Orden y Aseo realizada por la Dirección de HSE y Gestión Social de Ecopetrol S.A.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Ingeniería Industrial. Director, Ingeniero Francisco Mosquera Robbyn. Tutor, Ingeniero Andrés Iván Cuellar.

ABSTRACT

TITLE: IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF EXECUTION OF THE MAINTENANCE IN THE COORDINATION OF PROACTIVE MAINTENANCE IN THE AREAS OF THE GRB-ECOPETROL S.A.

AUTHOR: ORTEGA GARZON, Henry Ferney.

KEY WORDS: Maintenance, Execution, Productivity, rotary Equipment, Processes, Times, Efficiency, Improvement.

CONTENT

The project stems from the need from the Maintenance Department to implement best practices to improve and achieve excellence in the execution of the maintenance process because it wants to be the guide unit and a pioneer in improving the effectiveness of their resources.

To fulfill this need the Overall Craftsmen Effectiveness indicator was measured in the maintenance crews of the Proactive Maintenance Coordination in Areas with which was subsequently identified the main causes that affect the work's effectiveness and sets out proposals to raise the standard estimated at levels of world class companies in the sector.

In the effort to achieve excellence in the maintenance process, a measurement of waiting times in rotating equipment repair process in the field's mechanical workshop was performed being this process and this type of equipment, critical and essential to optimal production in the operational units of the GRB.

Finally, in search of a differentiating factor that distinguishes and sets an example for others Maintenance and industry workshops, through the 5's strategy, were achieved the conditions to reach the excellent rating in the audit of housekeeping by the Direction of HSE and Social Management of Ecopetrol S.A.

* Degree Work.

** Faculty of Physics and Mechanics Engineering. Industrial Engineering. Thesis director, Engineer Francisco Mosquera Robbyn. Tutor, Engineer Andrés Iván Cuellar Molina.

GLOSARIO

- **Equipo:** Elemento de la estructura productiva con características operativas propias, que amerita la asignación de planes de trabajo independientes.
- **Componente:** Elemento que cumple una función técnica específica y es indispensable para el funcionamiento del equipo.
- **Especialidad:** Rama técnica o de la ciencia a la cual se asignan labores de mantenimiento.
- **Mantenimiento:** Es la combinación de todas las acciones técnicas y administrativas asociadas, incluyendo acciones de supervisión, encaminadas a mantener un componente, o a restaurarlo, a un estado en el cual puede realizar la función requerida
- **Orígenes de mantenimiento:** Razón por la cual se inicia una acción de mantenimiento.
 - **Origen preventivo:** Inicia una acción de mantenimiento cuando una variable de control alcanza un valor preestablecido.
 - **Origen predictivo:** Inicia una acción de mantenimiento cuando una variable de control alcanza un valor preestablecido por una condición de funcionamiento.
 - **Origen mejorativo:** Inicia una acción de mantenimiento orientada a modificar las condiciones de diseño de un equipo o conjunto de equipos.
 - **Origen correctivo:** Inicia una acción de mantenimiento cuando un equipo se detiene o debe detenerse por problemas técnicos que no han sido previstos.
 - **Origen de garantía:** Inicia una acción de mantenimiento relacionada con un trabajo que no satisface las necesidades operacionales después de su intervención por mantenimiento.

- **Tipos de mantenimiento:** Acciones que se ejecutan sobre los equipos o instalaciones con recursos propios o contratados.
 - **Intervención:** Acción efectuada para restablecer y garantizar las condiciones de funcionamiento de un equipo.
 - **Interventorías:** Acciones orientadas a garantizar la calidad de un trabajo realizado por terceros.
 - **Revisiones:** Acciones orientadas a la inspección sensorial de las condiciones de funcionamiento de un equipo.
 - **Facilidades:** Acciones orientadas a suministrar productos y/o servicios a dependencias diferentes a mantenimiento.
 - **Monitoreos:** Acciones programadas y orientas a realizar mediciones de parámetros que defina la condición de un equipo.
 - **Montajes:** Acciones orientadas a la instalación de una nueva infraestructura operativa.
 - **Asesorías:** Acciones orientadas a dar soporte a dependencias diferentes a mantenimiento.
- **Orden de trabajo (OT):** Documento que identifica, autoriza y ordena todos los trabajos a ser realizados por la organización de mantenimiento y cuyo propósito es registrar las incidencias operacionales, las de mantenimiento y los costos asociados con dichos trabajos.
- **Ejecución:** Secuencia de actividades que permitan garantizar la realización de los trabajos como están planeados y en las fechas programadas y el registro de la información a través de la OT, para permitir la gestión sobre el proceso, enmarcado dentro de los conceptos de calidad total.
- **Back log de mantenimiento:** Cantidad de trabajo de mantenimiento acumulado. Las horas de “back log” se pueden definir como las horas que

se requieren para los trabajos de reparación de daños que están listos para programación, más las horas que se requieren para trabajos de mantenimiento preventivo a los que se les ha vencido la fecha fijada y deben ser re-programados.

- **O.C.E:** Iniciales de Overall Craftsmen Effectiveness. Indicador internacional desarrollado por The Maintenance Excellence Institute, que permite medir y evaluar el nivel de efectividad, eficiencia y eficacia de los ejecutores del mantenimiento en empresas del sector industrial.
- **Equipo rotativo:** es el nombre generalizado para los equipos de bombeo de fluidos de la refinería, tales como turbinas, bombas, reductores de velocidad, ventiladores y compresores.
- **Indicador equipo rotativo confiable:** indicador que mide la cantidad de equipos operando en la refinería o plantas en particular sobre la cantidad total de equipos en la refinería o plantas en particular.
- **Indicador TMPR:** Este indicador mide el tiempo medio utilizado por el Departamento de Mantenimiento para reparar y entregar los equipos rotativos.
- **Indicador Equipo rotativo instalado:** Este indicador mide el número de equipos rotativos entregados durante la semana por Mantenimiento a Operaciones, en capacidad de cumplir su función de manera confiable, con protocolo diligenciado.
- **Upstream:** Parte de la cadena productiva que comprende los procesos de exploración y producción del crudo.
- **Downstream:** Parte de la cadena productiva que comprende los procesos de refinación, petroquímica, biocombustibles y distribución.

INTRODUCCION

Todas las unidades de Ecopetrol S.A. independientemente de la función que cumplan deben trabajar y centrar sus esfuerzos para cumplir los objetivos misionales y desarrollar al máximo las competencias organizacionales definidas.

Impulsado por la necesidad del Departamento de Mantenimiento de la GRB, específicamente la coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas de mejorar y ser líder en los procesos de mejoramiento, surge el planteamiento de este proyecto, enfocándose en el desarrollo de buenas prácticas en Mantenimiento que permitan medir, analizar y mejorar la efectividad total del trabajo ejecutada por las cuadrillas de trabajo que lo conforman. Así mismo identificar y cuantificar los tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos realizado en el taller de Mecánica de Campo, siendo este proceso el de mayor criticidad e importancia en el proceso de mantenimiento día a día.

En el desarrollo del presente proyecto, se presentan las mediciones, análisis y diseño de propuestas con el objetivo de mejorar la efectividad total del trabajo ejecutado por las cuadrillas de mantenimiento de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas.

Con el propósito de contextualizar al lector, Inicialmente se presentan generalidades de la empresa y un conocimiento detallado de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas. Seguidamente, la medición del indicador *Overall Craftsmen Effectiveness* el cual, permitió identificar aspectos susceptibles de mejora y la generación de propuestas para elevar la eficiencia, eficacia y calidad en las cuadrillas.

Por último, se presenta la medición y análisis de los tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos y la implementación de propuestas para mejorar la productividad en el taller de Mecánica de Campo.

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

La siguiente tabla se realizó con el objetivo de visualizar los capítulos donde se desarrolló y cumplió cada uno de los objetivos específicos del proyecto:

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos del proyecto.

| OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO: Diagnosticar la productividad y generar propuestas de mejora al proceso de ejecución del mantenimiento en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja- GRB- Ecopetrol S.A. | |
|--|----------------------------|
| OBJETIVO ESPECIFICO | EVIDENCIA DEL CUMPLIMIENTO |
| Conocer el funcionamiento del proceso de Mantenimiento, haciendo énfasis en la fase de ejecución realizada en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas. | Capítulo 4. |
| Realizar un diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas. | Capítulo 5. |
| Identificar y analizar aspectos claves a intervenir en pro del mejoramiento del subproceso de reparación de equipos rotativos en el taller de Mecánica de Campo. | Capítulos 6 y 7. |
| Generar propuestas de mejoramiento al nivel actual del OCE en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas. | Capítulo 5. |
| Diseñar propuestas a los aspectos susceptibles de mejora en el taller de Mecánica de Campo que sean realizables y medibles. | Capítulo 7. |
| Implementar propuestas de mejora con ayuda del talento humano de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas. | Capítulo 7. |

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. Planteamiento del problema

La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas, es la unidad más representativa en cuanto a número de trabajadores y cantidad de trabajo. Tiene como principales funciones:

- Mantener en óptimas condiciones de operación los equipos rotativos, 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.
- Restituir las condiciones mecánicas de equipos y partes de equipos y documentar todos los trabajos realizados.

Teniendo en cuenta las funciones y tareas desarrolladas en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas, analizando sus indicadores de gestión y percepciones del trabajo por parte de sus líderes, los principales inconvenientes que se presentan son:

- Baja utilización de la jornada laboral por parte de los ejecutores (Exceso de tiempo improductivo).
- Incremento de las horas de back log 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 de equipo rotativo confiable.

- Incremento del tiempo medio para reparar un equipo, generando inconformidad a los clientes ya que estos no se están entregando con oportunidad y calidad total.¹

El Departamento de Mantenimiento de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja- GRB, ha tomado la decisión de hacer un cambio en la responsabilidad del taller de mecánica de campo el cual, era controlado y vigilado por la coordinación de calidad y talleres (Figura 1), a ser ahora custodiado por la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas.

Para cumplir esta responsabilidad, se creó en el mes de Enero del año 2011, un nuevo grupo de trabajo o cuadrilla que tiene como principal función la ejecución de las órdenes de trabajo de reparación de equipos rotativos.

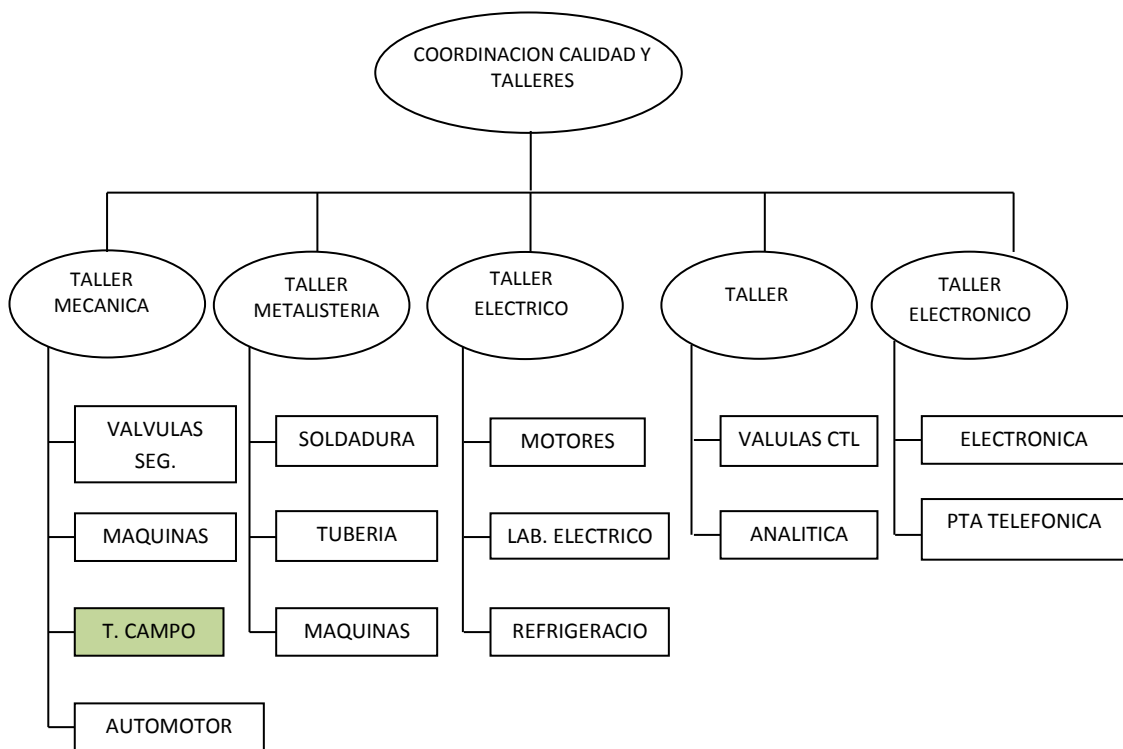


Figura 1. Estructura de los talleres en la Coordinación de Calidad y Talleres.

Fuente: Manual de gestión del Departamento de Mantenimiento.

¹ Sistema Balanceado de Indicadores de Gestión 2010, [Intranet] <http://iris//>

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

Diagnosticar la productividad y generar propuestas de mejora al proceso de ejecución del mantenimiento en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas de la Gerencia Refinería de Barrancabermeja- GRB- Ecopetrol S.A.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Conocer el funcionamiento del proceso de Mantenimiento, haciendo énfasis en la fase de ejecución realizada en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas.
- Realizar un diagnóstico de los actuales niveles del OCE (Overall Craftsmen Effectiveness) en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas.
- Identificar y analizar aspectos claves a intervenir en pro del mejoramiento del subproceso de reparación de equipos rotativos en el taller de Mecánica de Campo.
- Generar propuestas de mejoramiento al nivel actual del OCE en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas.
- Diseñar propuestas a los aspectos susceptibles de mejora en el taller de Mecánica de Campo que sean realizables y medibles.
- Implementar propuestas de mejora con ayuda del talento humano de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas.

1.3. Alcance del proyecto

Una vez identificados y familiarizados con los procesos, se ejecutarán las siguientes actividades:

Una medición del trabajo en las cuadrillas de mantenimiento de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas dividida en dos partes:

- Una primera parte, dirigida a identificar y cuantificar el tiempo improductivo presente en la jornada laboral de los ejecutores del mantenimiento.
- Una segunda etapa, dirigida a evaluar el rendimiento de las tareas ejecutadas por las cuadrillas.

Un análisis de los indicadores que evalúan el nivel de calidad en la ejecución del mantenimiento, con el objetivo de consolidar el nivel del O.C.E en las cuadrillas de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas y de esta forma proponer acciones de mejora para elevar el nivel del O.C.E.

Un estudio para identificar y cuantificar los tiempos de espera entre actividades en el proceso de reparación de equipos rotativos. Asimismo, generar propuestas de mejora a estos tiempos que no permiten cumplir los tiempos de entrega pactados con las diferentes unidades de negocio de la GRB.

Implementar la estrategia 5`s en el taller de mecánica de campo (entorno agradable, limpio y seguro) que conlleve a una óptima ejecución del proceso.

Diseñar e implementar herramientas dinámicas y de fácil manejo que permitan, controlar los tiempos de reparación de equipos rotativos y realizar una trazabilidad a estos equipos durante su estadía en el taller de mecánica de campo.

Con la realización de este proyecto, se espera que el Departamento de Mantenimiento en particular, la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas, cuente con un diagnóstico del nivel del O.C.E en las cuadrillas y un diagnóstico del subproceso de reparación de equipos rotativos en el taller de Mecánica de Campo, con el fin de visualizar y generar planes de mejoras para elevar el factor O.C.E a un nivel de talla mundial así como la productividad de sus procesos.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1. Reseña Histórica

A continuación se presenta la Perspectiva Histórica² con los hechos más relevantes y claves en la consolidación de la empresa de petróleos de Colombia.

- El 25 de Agosto de 1951, se dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos mediante la reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, asumiendo 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 Magdalena Medio.
- En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja.
- 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.
- En 1974 compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956.
- 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.

² Perspectiva Histórica Ecopetrol S.A, [Online] Disponible en internet: <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=32&conID=36271>.

- 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.
- 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.
- Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país con una utilidad neta de \$8.3 billones registrada en 2010 y la principal compañía petrolera en Colombia.
- Por su tamaño, pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y se ubica entre las 100 empresas más respetadas a nivel mundial..
- Motivado por la fuerza de la unidad de propósito y dirección en 2009 se constituyó el Grupo Empresarial Ecopetrol³, bajo los términos de la legislación comercial colombiana. (ver figura 2).

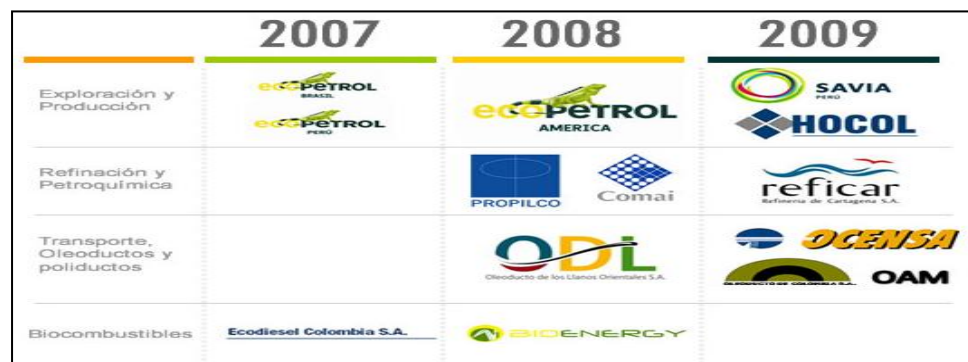


Figura 2. Grupo empresarial Ecopetrol.

Fuente: IRIS

³ Empresas que conforman el Grupo Empresarial Ecopetrol, [intranet Ecopetrol]: <http://iris/contenido/contenido.aspx?catID=1460&conID=58643>

2.2. Tamaño de la Empresa

Ecopetrol S.A. es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007, otorgada en la Notaría Segunda del Círculo Notarial de Bogotá D.C. Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, Ecopetrol S.A. pertenece al grupo de las 35 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

Ecopetrol es dueña absoluta o tiene la participación mayoritaria de la infraestructura de transporte y refinación del país, posee el mayor conocimiento geológico de las diferentes cuencas, cuenta con una respetada política de buena vecindad entre las comunidades donde se realizan actividades de exploración y producción de hidrocarburos, es reconocida por la gestión ambiental y, tanto en el Upstream como en el Downstream, ha establecido negocios con las más importantes petroleras del mundo.

Cuenta con campos de extracción de hidrocarburos en el centro, el sur, el oriente y el norte de Colombia, dos refinerías (Barrancabermeja y Cartagena), puertos para exportación e importación de combustibles y crudos en ambas costas y una red de transporte de 8.500 kilómetros de oleoductos y poliductos a lo largo de toda la geografía nacional, que intercomunican los sistemas de producción con los grandes centros de consumo y los terminales marítimos.

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.

Ecopetrol S.A es la compañía líder en el sector petrolero en Colombia, con ingresos operacionales en el 2010 de \$ 36.661.171 millones y cuenta con activos por valor de \$ 65.125.997 millones.⁴

Actualmente, la GRB cuenta con 1500 empleados directos y 6000 empleados contratistas aproximadamente ya que varían según los contratos; en el Departamento de Mantenimiento laboran 682 empleados directos ya sean con contratos a término indefinido o temporal y en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas el número de empleados es de 196 fijos y 100 temporales; el costo de operación del mantenimiento en Ecopetrol S.A registro para el año 2010 un total de \$ 1.079.588 millones de pesos³.

Según RIS, la GRB cuenta actualmente con 2486 equipos rotativos en sus 11 unidades productivas de negocio⁵ que son:

- Departamento de Gestión y control ambiental (MP2)
- Departamento de materias primas y productos (MP1)
- Departamento de refinación de crudos (RF1)
- Departamento de refinación de fondos (RF3)
- Departamento de Cracking I (CK1)
- Departamento de Cracking II (CK2)
- Departamento de Cracking III (CK3)
- Departamento de parafinas y fenol (PQ1)
- Departamento de petroquímica (PQ2)
- Departamento de servicios industriales balance (SI2)
- Departamento de servicios industriales refinería (SI1)

2.3. Misión

Encontramos y convertimos fuentes de energía en valor para nuestros clientes y accionistas, asegurando la integridad de las personas, la seguridad de los

⁴ Estados financieros no consolidados 2010, [Online] Disponible en internet: http://www.ecopetrol.com.co/documentos/46822_Estados_Financieros_No_Consolidados_2010.pdf

⁵ Unidades de negocio de la GRB, [Intranet] [http:// iris//](http://iris//)

procesos y el cuidado del medio ambiente, contribuyendo al bienestar de las áreas donde operamos, con personal comprometido que busca la excelencia, su desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con nuestros grupos de interés.

2.4 Visión

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.

2.5 Valores

- Integridad: Somos creíbles en la medida de nuestra claridad en la gestión, nuestra transparencia en el actuar, nuestro compromiso con la verdad y nuestro rechazo a la corrupción.
- Respeto: Toda persona, toda comunidad y sus entornos ecológicos merecen de nosotros la más alta consideración y cuidado sin exclusiones y discriminaciones.
- Responsabilidad: En ECOPETROL asumimos y aceptamos las consecuencias de los actos inherentes a nuestras funciones, cuidando su impacto en los demás, la organización, la sociedad y el medio ambiente, y preocupándonos por el aprendizaje continuo.

2.6 Competencias Organizacionales

- Compromiso con la vida.
- Pasión por la excelencia.
- Espíritu de equipo. Figura 3.

2.7 Política de Calidad

En ECOPETROL S.A aseguramos la entrega de los productos y servicios que satisfacen y cumplen los requisitos acordados con los clientes, a través del

mejoramiento continuo de los procesos y competencias de nuestra gente, orientando la gestión a la satisfacción del cliente.

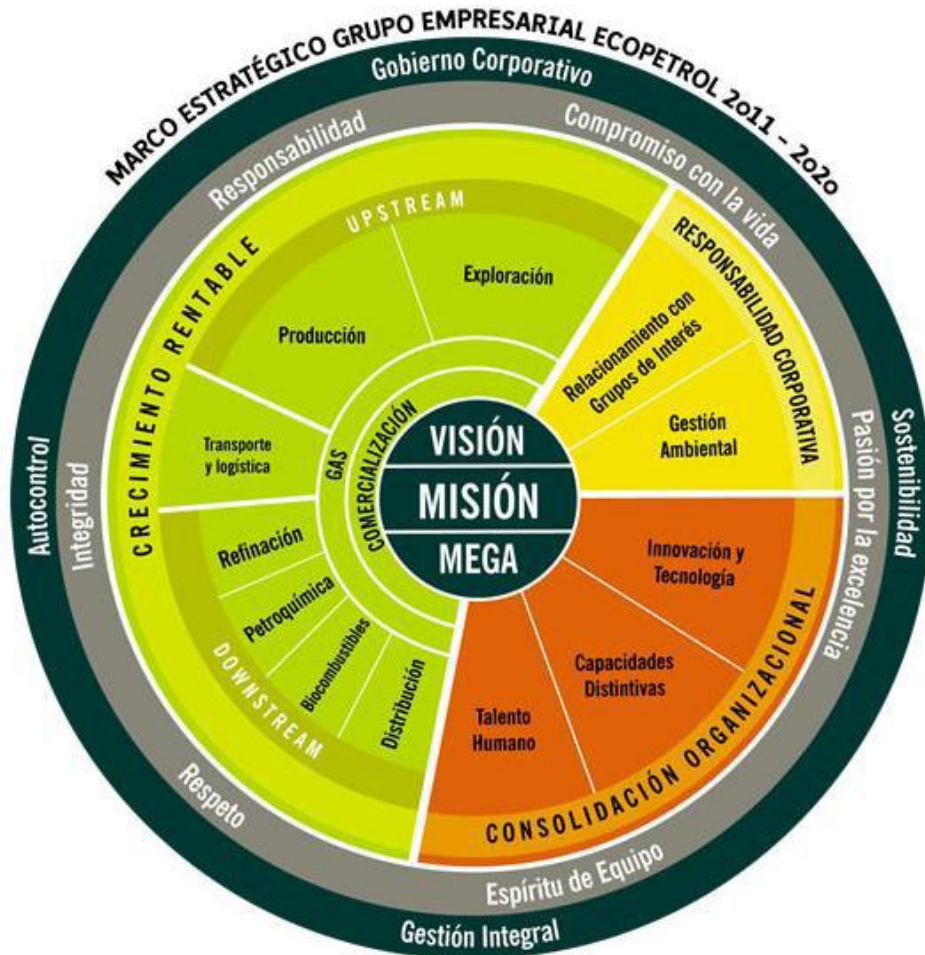


Figura 3. Marco estratégico grupo empresarial Ecopetrol 2011- 2020

Fuente: Iris

2.8 Objetivos de Calidad

Los objetivos del Sistema de Gestión de Calidad de ECOPETROL S.A. corresponden a los objetivos estratégicos de la organización en la perspectiva de Cliente y la perspectiva Interna de Tablero Balanceado de Gestión Empresarial. A través de estos objetivos la organización evalúa la eficacia,

eficiencia y efectividad de su sistema de calidad y determina las acciones necesarias para el mejoramiento del mismo.

Estos objetivos son desplegados a todos los niveles y procesos de la organización, como parte del despliegue de la estrategia de empresa, a través de la definición de Tableros Balanceados de Gestión para todas las áreas corporativas y vicepresidencias del negocio y el despliegue de estos, hasta el nivel de acuerdos individuales de desempeño de todos sus funcionarios.

El seguimiento y evaluación de la gestión de la organización se realiza con base en estos objetivos y de acuerdo con las Estructuras de Control de Gestión y las reuniones sistemáticas definidas para cada área.

2.9 Estructura Organizacional

2.9.1 Ecopetrol S.A

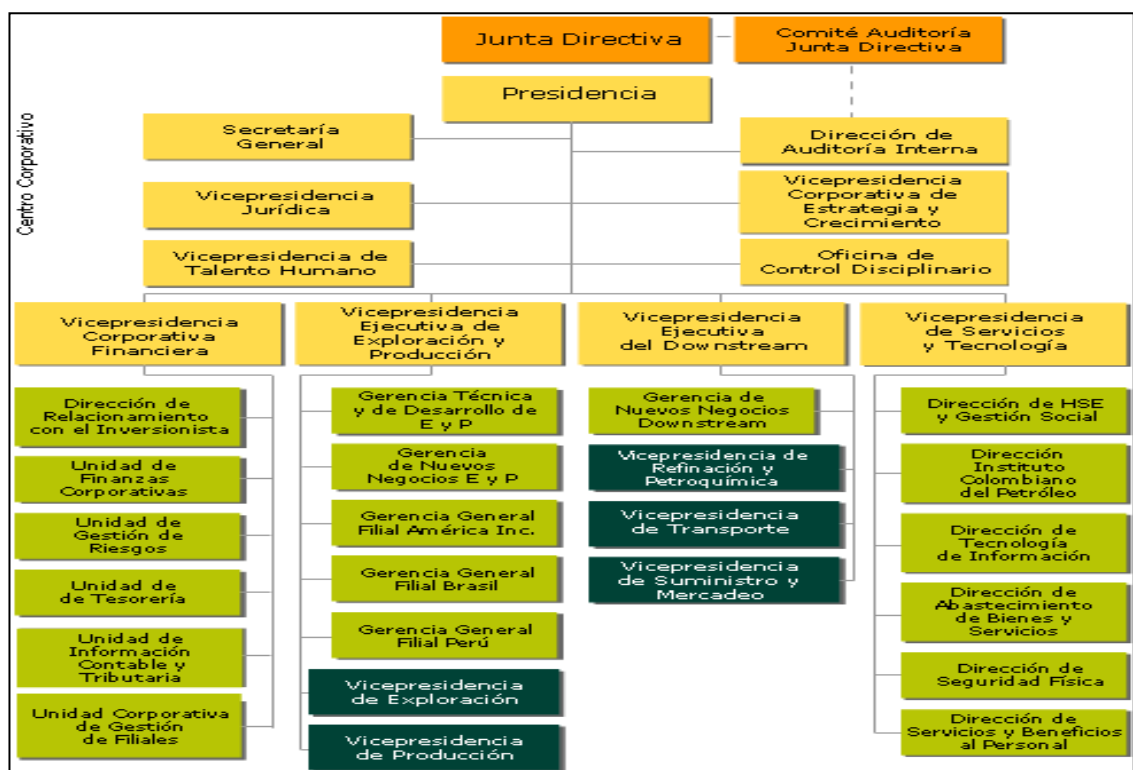


Figura 4. Organigrama Ecopetrol S.A

Fuente: Iris

2.9.2 Gerencia General Refinería de Barrancabermeja

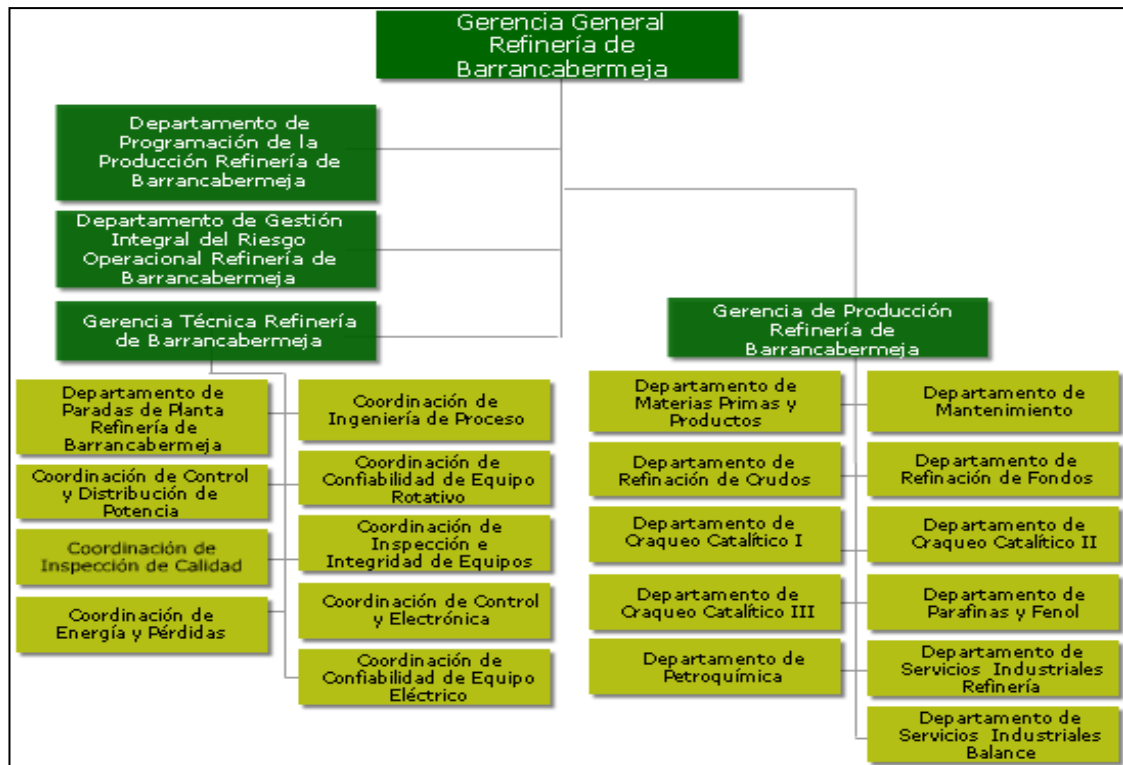


Figura 5. Organigrama Ecopetrol S.A

Fuente: Iris

2.9.3 Departamento de Mantenimiento GRB

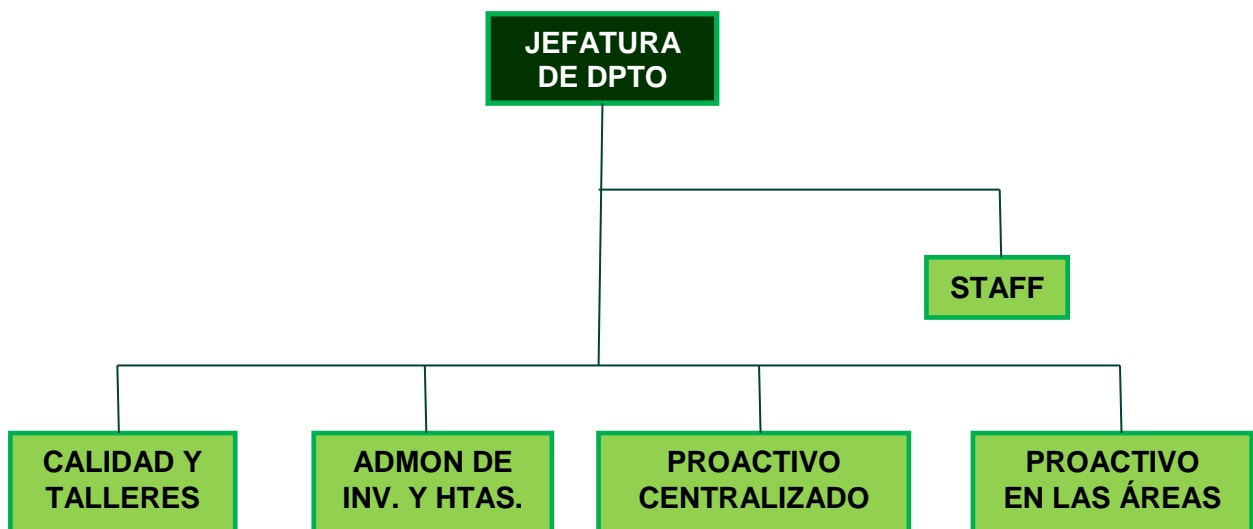


Figura 6. Organigrama Ecopetrol S.A

Fuente: Departamento de Mantenimiento.

2.10 Caracterización del proceso de mantenimiento.

Según la última caracterización del proceso de mantenimiento del macro proceso de downstream- refinación y petroquímica de la Vicepresidencia de refinación y petroquímica realizado en el año 2009, se presenta la información más relevante. (Ver anexo 1).

2.10.1 Definición del proceso

Conjunto de actividades encaminadas a mantener y mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la infraestructura productiva.

2.10.2 Alcance del proceso

Comprende la ejecución de los programas de mantenimiento diario preventivo, por condición y correctivo, mantenimiento con parada de planta y la administración de dichas herramientas necesarias para dichos programas.

2.10.3 Descripción del proceso.

En Ecopetrol, el mantenimiento es parte integral de la producción. El objetivo principal es alcanzar y sostener la excelencia en las operaciones, garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos e infraestructura de la Empresa, mediante la prevención de fallas, la corrección de daños y el mejoramiento de sus condiciones en armonía con el medio ambiente y la sociedad.

La función mantenimiento se desarrolla a través de cinco procesos, los cuales se resumen a continuación:

- **Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad (IMC):** Es el proceso encargado de elaborar y hacer seguimiento a los planes de mantenimiento preventivo. Comprende además: análisis de falla y condición de falla, generación de las órdenes de trabajo y definición de

su alcance, estudios técnicos de mantenimiento, brindar apoyo a toda la organización de mantenimiento, determinar la frecuencia de medición de las variables de control, definir y actualizar los requerimientos de equipos y herramientas necesarias para aplicar las técnicas. En la GRB, este proceso es realizado por la Gerencia Técnica.

- **Mantenimiento día a día (MDD):** Este proceso es el encargado de todas las actividades relacionadas con aquellos trabajos que se realizan para la conservación de la capacidad productiva, y cuya ejecución se puede realizar con las unidades productivas en operación. Comprende la planeación, programación y ejecución de las órdenes de trabajo para el mantenimiento día a día. En la GRB, el proceso es realizado por el Departamento de mantenimiento, en las coordinaciones de mantenimiento proactivo centralizado, proactivo en las áreas y calidad y talleres.
- **Mantenimiento con parada de planta (MPP):** Este proceso es el encargado de todas las actividades relacionadas con aquellos trabajos que se realizan para la conservación de la capacidad productiva, y cuya ejecución se realiza con las unidades productivas fuera de servicio. Comprende la planeación, programación y ejecución de todas las actividades realizadas con la unidad productiva fuera de servicio. En la GRB, el proceso es realizado por el Departamento de Paradas de planta.
- **Proyectos de mantenimiento (PDM):** Encargado de todas las actividades orientadas a mejorar la disponibilidad de los equipos y unidades productivas mediante la ejecución de planes de sustitución, mejoramiento o restablecimiento y requieren ingeniería básica y detallada. Además, contribuye a la actualización permanente del sistema mediante la transferencia de toda la información relacionada con cada uno de los proyectos, estructurar un banco de información de

proyecto y elaborar los procedimientos para su manejo y actualización. Este proceso es realizado a nivel organizacional de Ecopetrol.

- **Administración de Herramientas (ADH):** Encargado de la planeación y programación de los recursos o herramientas utilizadas en la ejecución de los trabajos de mantenimiento. Comprende así mismo el servicio al Cliente, dado en actualización de la información, reportes, listados, información técnica y préstamo de herramientas. En la GRB el proceso es realizado por la Coordinación de administración de inventarios y herramientas perteneciente al Departamento de Mantenimiento.

2.11 Descripción general del proceso de ejecución del mantenimiento día a día (MDD).

El proceso de ejecución de las actividades del mantenimiento día a día consiste en la realización de los trabajos según los planes de mantenimiento semanal, tareas de mantenimiento no programados o de emergencia bajo unos procedimientos, instructivos, estándares de trabajo, recomendaciones del fabricante y normativas vigentes.

El proceso de ejecución del mantenimiento día a día lo llevan a cabo las coordinaciones de mantenimiento proactivo en las áreas, mantenimiento proactivo centralizado y la de la calidad y talleres.

El proceso de mantenimiento día a día en la GRB, está basado en una metodología estándar de planeación, programación y optimización de recursos, *PS&O*⁶, que es clave para una gestión efectiva de mantenimiento. En la figura 7 se muestra la estructura usada por la metodología *PS&O*. Esta metodología se define con mayor profundidad en el anexo 2.

⁶ *PS&O*. Planning, scheduling and optimization resources of maintenance. Metodología estándar de planeación, programación y optimización de los recursos de mantenimiento.

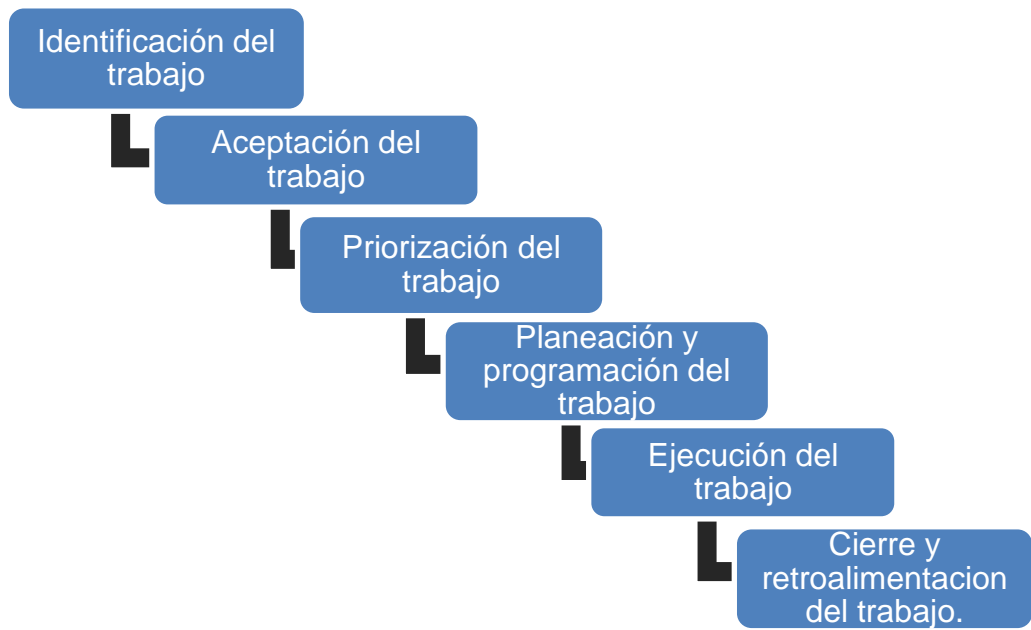


Figura 7. Estructura metodología PS&O.

Fuente: Ecopetrol.

3. MARCO TEORICO

3.1 Indicador *Overall Craftsmen Effectiveness* (O.C.E)

“La productividad del trabajo es un elemento clave para el éxito de la operación de mantenimiento”⁷.

El indicador O.C.E es uno de las metodologías que conforman el proceso *Continuous Reliability Improvement – CRI*.

El *CRI* es un proceso de mejoramiento de los negocios de mantenimiento que incluye oportunidades de mejora de todos los recursos de mantenimiento (Ver figura 8), y tiene como objetivo principal la mejora total de todos los recursos que intervienen en la operación.

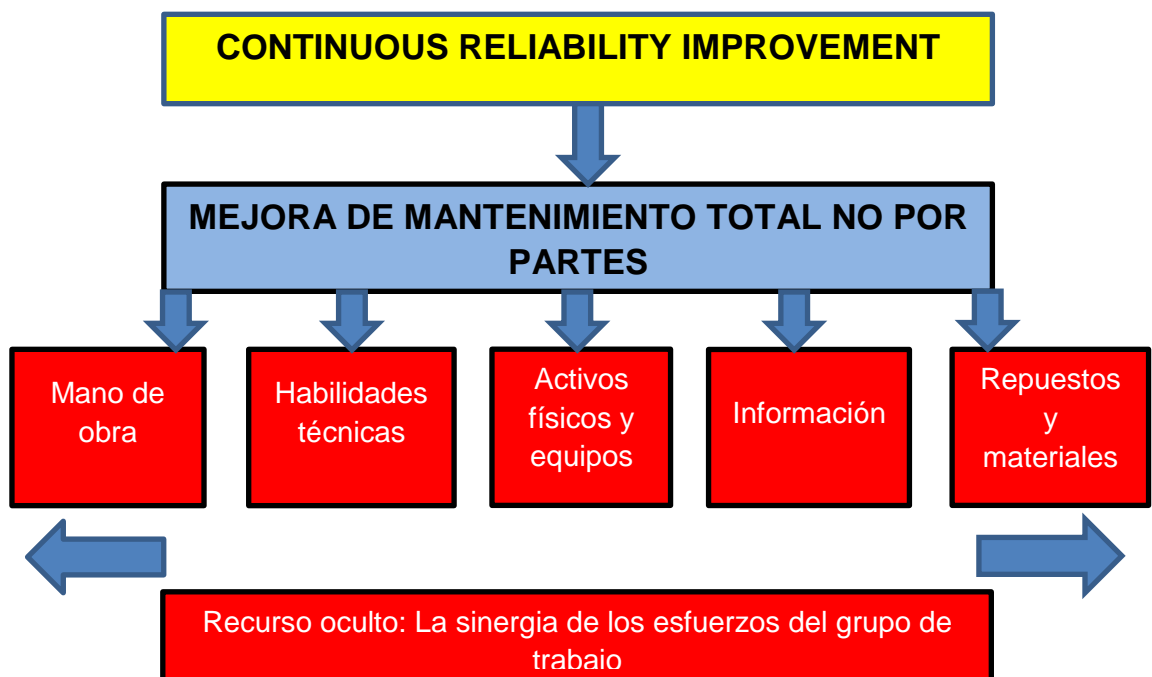


Figura 8. Proceso de mejoramiento CRI.

Fuente: The Maintenance Excellence Institute.

⁷ Peters, Ralph W. Maximizing the value of facilities management operations. The Maintenance Excellence Institute. 2001

El O.C.E es un indicador que se centra básicamente en medir la productividad de los ejecutores o el recurso de mano de obra del proceso de ejecución del mantenimiento, para su posterior mejora, con el fin de contribuir valor agregado a la compañía, que en términos generales es el recurso más costoso. Así mismo, es un indicador que permite comparar el proceso de ejecución del mantenimiento con las mejores empresas del sector en el mundo.

Este indicador está conformado por tres elementos:

- El factor utilización (C_u) mide el porcentaje de tiempo real productivo de la fuerza de trabajo de mantenimiento.
- El factor rendimiento (C_p) relaciona que tan eficaz se hacen las tareas actualmente por parte de los ejecutores del mantenimiento comparado a un plan establecido de tiempo o estándar de rendimiento.
- El factor calidad y servicio (CS&Q) mide el nivel relativo de calidad en los procesos de ejecución del mantenimiento, es un valor más subjetivo y no es determinado de una forma estándar, pero se puede obtener con base en datos reales.

3.1.1 Cálculo del indicador O.C.E

$$O.C.E = C_u * C_p * C_{sq}$$

Cada elemento del O.C.E se determina de la siguiente forma:

$$C_u = \frac{\text{Tiempo productivo total}}{\text{Tiempo total disponible}} * 100$$

$$C_p = \frac{\text{Tiempo total tareas planificadas}}{\text{Tiempo total de trabajo ejecutada}} * 100$$

El componente CS&Q se determina por medio de diferentes indicadores de calidad en el proceso de ejecución del mantenimiento, tales como Número de reprocesos, No conformidades, etc.

3.1.1.1 Factor Utilización Cu.

Este factor mide que tan efectiva es la planeación y programación de los recursos de horas-hombre para que estos generen valor agregado.

El tiempo total disponible (TTD) hace referencia a la máxima cantidad de horas normales que disponen las cuadrillas para ejecutar los trabajos de mantenimiento. Se determina de la siguiente forma:

$$\text{TTD} = \# \text{ ejecutores} * \text{HH Jornada laboral} * \text{Días hábiles periodo evaluación}$$

El tiempo productivo total (TPT) es solo eso y no incluye el tiempo causado por las siguientes actividades:

- Esperar por materiales, repuestos y/o herramientas de trabajo.
- Esperar por información, procedimientos, planos, etc.
- Esperar servicios de maquinaria especializada o apoyo de contratistas.
- Esperar la culminación de otros trabajos para finalizar su parte del trabajo.
- Desplazamientos hacia y desde el sitio de trabajo.
- Puesta a punto, poner en orden y hacer limpieza al sitio de trabajo.
- Reuniones, descansos, entrenamientos.
- Falta de planificación y programación efectiva.
- Permisos laborales, sindicales o de cualquier otra índole.
- Vacaciones, compensaciones.

El tiempo causado en estas actividades no productivas se clasifican en dos grupos:

- **Tiempo total en ausentismo y permisos de trabajo (TTA):** incluye el tiempo de vacaciones, compensaciones de tiempo, permisos de trabajo de cualquier índole y todo el tiempo de trabajo en el cual el ejecutor se ausenta de la empresa.

- **Tiempo total de actividades no productivas del día a día (TNP):** incluye los tiempos de todas las actividades que no generan valor al proceso de ejecución del mantenimiento en la jornada de trabajo, actividades tales como esperas, desplazamientos, descansos, entre otros.
- **Tiempo total de actividades productivas del día a día (TP):** incluye los tiempos de todas las actividades que generan valor al proceso de ejecución del mantenimiento en la jornada de trabajo, actividades tales como realización de tareas programadas, tareas no programadas, elaboración de procedimientos, instructivos y guías técnicas y /o transversales.

El TPT se determina mediante la siguiente formula:

$$TPT = \% TP * (TTD - TTA)$$

Donde, $\% TP = (1 - (TNP / \text{Horas Jornada laboral})) * 100$.

En la figura 9, se integra de manera sistémica la teoría del factor Cu desarrollada en este numeral.

3.1.1.2. Factor Rendimiento Cp.

Este factor muestra que tan eficiente son los ejecutores del mantenimiento realizando las tareas y/o actividades cuando se comparan con un plan establecido de tiempos o un rendimiento estándar.

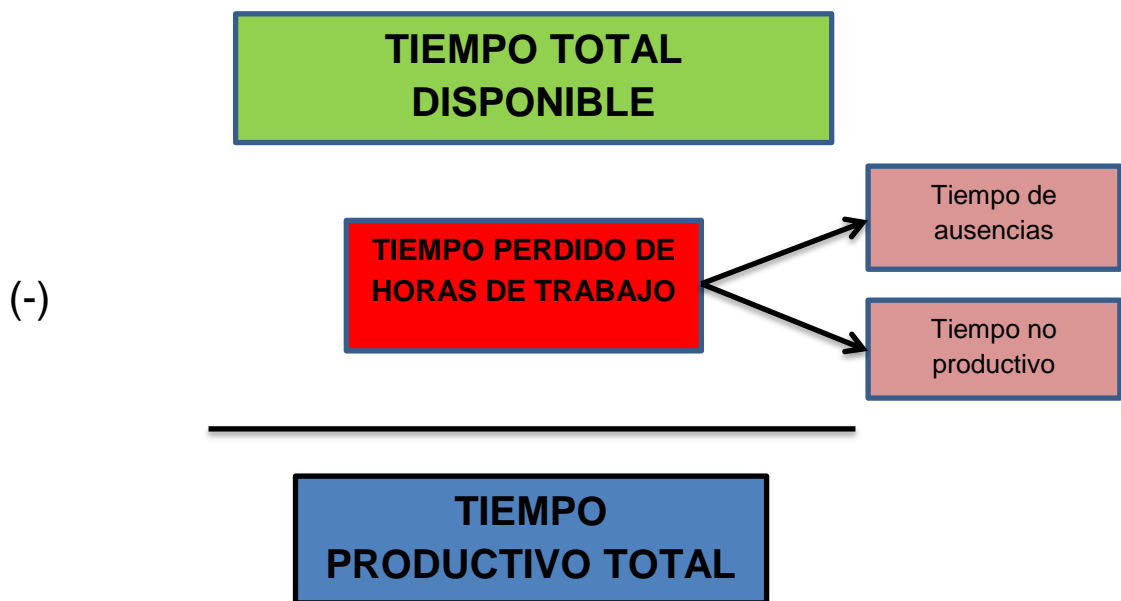


Figura 9. Factor Utilización Cu.

Fuente: Autor del proyecto.

El Cp está directamente relacionado con las competencias y/o habilidades técnicas, motivación, experiencia y esfuerzo de los ejecutores del mantenimiento.

El tiempo total de las tareas planificadas es aquel tiempo estimado o planeado en el cual se realizarán las actividades programadas, los cuales son establecidos por diferentes métodos.

Determinar el mejor método para establecer tiempos planeados a las tareas, es un trabajo que requiere de un nivel elevado de conocimientos y experiencia.

El tiempo total de trabajo ejecutado es aquel tiempo real invertido en la realización de las diferentes tareas programadas.

El factor Cp tiene como objetivo medir el rendimiento general de la fuerza de trabajo en su conjunto pero, para obtener una medición acertada se necesita cumplir con las siguientes premisas:

- Tener un elevado cumplimiento en los planes de mantenimiento, ya que todas las tareas planeadas tienen tiempos planeados de ejecución mientras las tareas no planeadas o de emergencia no tienen tiempos de ejecución estimados.
- La planificación de los tiempos proporcionan una meta para cada trabajo o tarea planeada.

3.1.1.3 Factor Nivel de Calidad CS&Q.

El tercer elemento del indicador O.C.E, se refiere al nivel relativo de los métodos que están siendo usados teniendo en cuenta personal, herramientas, equipos especiales, áreas de talleres, métodos de reparación y así sucesivamente, en comparación con el estado actual de los métodos. Este elemento puede incluir reprocesos, no conformidades del proceso, entre otros.

Generalmente este factor es un valor muy subjetivo, no existe método de cálculo estándar como si existe para los otros factores. Sin embargo, el nivel CS&Q afecta la efectividad global del trabajo de mantenimiento.

Para integrar de manera sistémica la teoría del O.C.E desarrollada en este capítulo se adjunta un diagrama resumen líneas abajo. En la parte inferior derecha de la figura, se evidencia el O.C.E como resultado del producto de las mediciones individuales de los factores que afectan la efectividad: utilización (Cu), rendimiento (Cp) y calidad (CS&Q), en cada una de las causas que estos relacionan. (Ver figura 10).

3.1.2 Rango de niveles O.C.E

El indicador O.C.E es relativamente nuevo, por lo tanto hay un limitado número de estudios de experiencias reales en el mundo. Algunas organizaciones miden es la utilización del tiempo de trabajo Cu y otras solo miden el rendimiento de las tareas planeadas.

The Maintenance Excellence Institute (MEI) está totalmente convencido de que la medición y mejora de la productividad de la mano de obra es esencial para el mantenimiento centrado en rendimientos y el mejoramiento continuo de la confiabilidad.

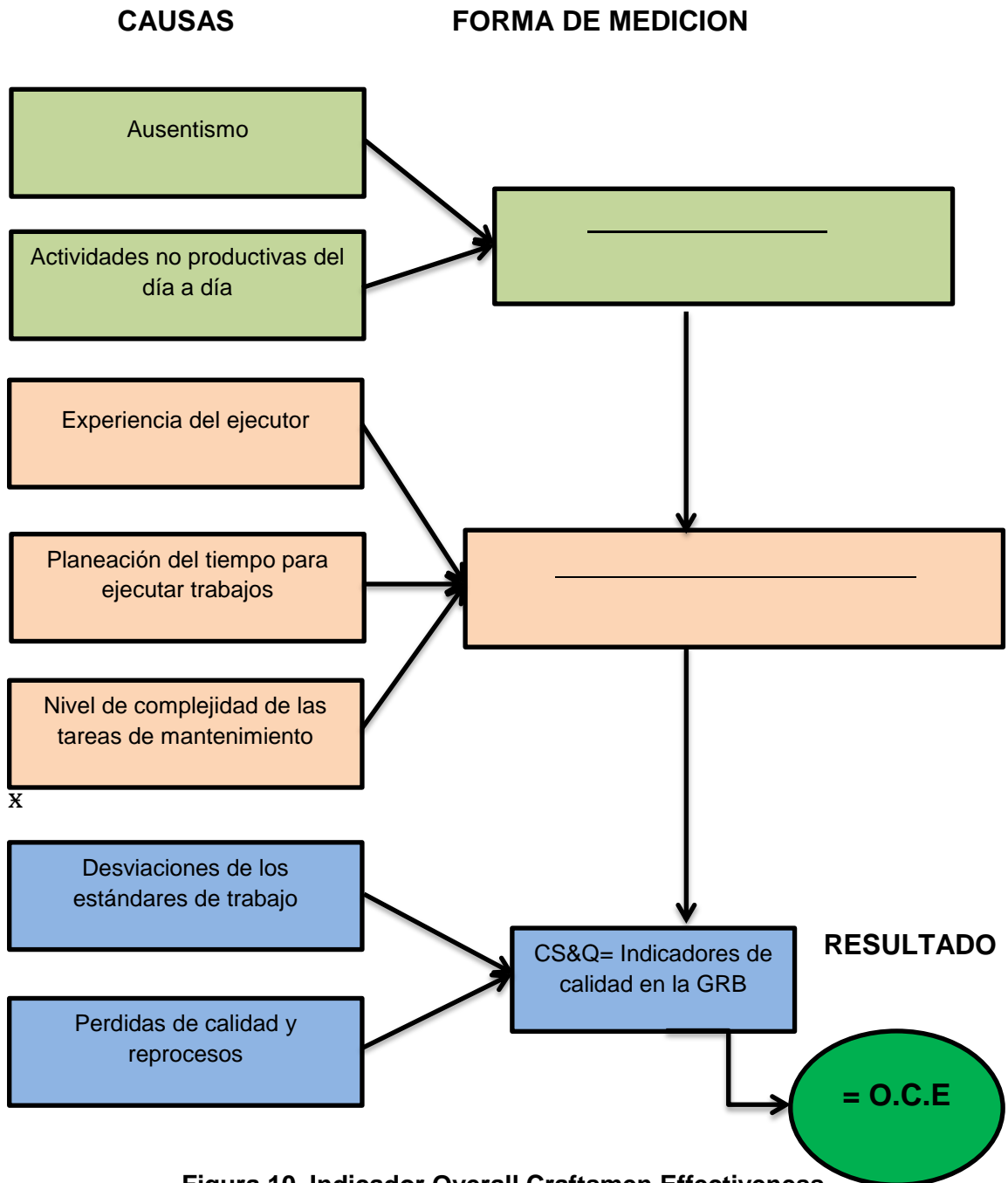


Figura 10. Indicador Overall Craftsmen Effectiveness

Fuente: Autor del proyecto.

Según el MEI, los valores del O.C.E que se muestran en la tabla 2 representan las probables combinaciones alta, media y baja para este indicador.

Tabla 2. Rango de valores para elementos del OCE.

| OCE Elements | Range of OCE Element Values | | |
|------------------------|-----------------------------|--------|------|
| | Low | Medium | High |
| 1. Craft Utilization | 30% | 50% | 70% |
| 2. Craft Performance | >80% | 90% | 95% |
| 3. Craft Service Level | >90% | 95% | 98% |
| The OCE Factor | 22 % | 43% | 65% |

Fuente: The maintenance Excellence Institute.⁸

3.2 Medición del trabajo.

El tiempo total de un proceso puede aumentar debido a múltiples causas como malas características del producto, mal funcionamiento del proceso, tiempo improductivo añadido en el curso de la operación, que se debe a una deficiencia en la dirección o al comportamiento de los trabajadores; generando una reducción de la productividad del proceso.

La medición del trabajo queda definida como *“la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida”*⁹.

La medición del trabajo sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por cualquiera que sea la causa.

⁸ Instituto especializado en procesos de mantenimiento a nivel mundial. Ubicado en Carolina del Norte, E.U.A.

⁹ Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al Estudio de Trabajo. Cuarta Edición revisada. Editorial Limusa, México, 1998. Pág. 251

3.2.1 Procedimiento básico para la medición del trabajo

La siguiente es una guía muy general que muestra las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo:

- Seleccionar la operación, objeto de estudio.
- Registrar todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo y los elementos de cada actividad.
- Examinar los datos registrados con sentido crítico para así, poder separar los elementos productivos de los improductivos.
- Medir la cantidad de trabajo mediante la técnica más apropiada.

3.2.2 Técnicas de medición del trabajo.

Las principales técnicas usadas para en la medición del trabajo se muestran en la siguiente figura:

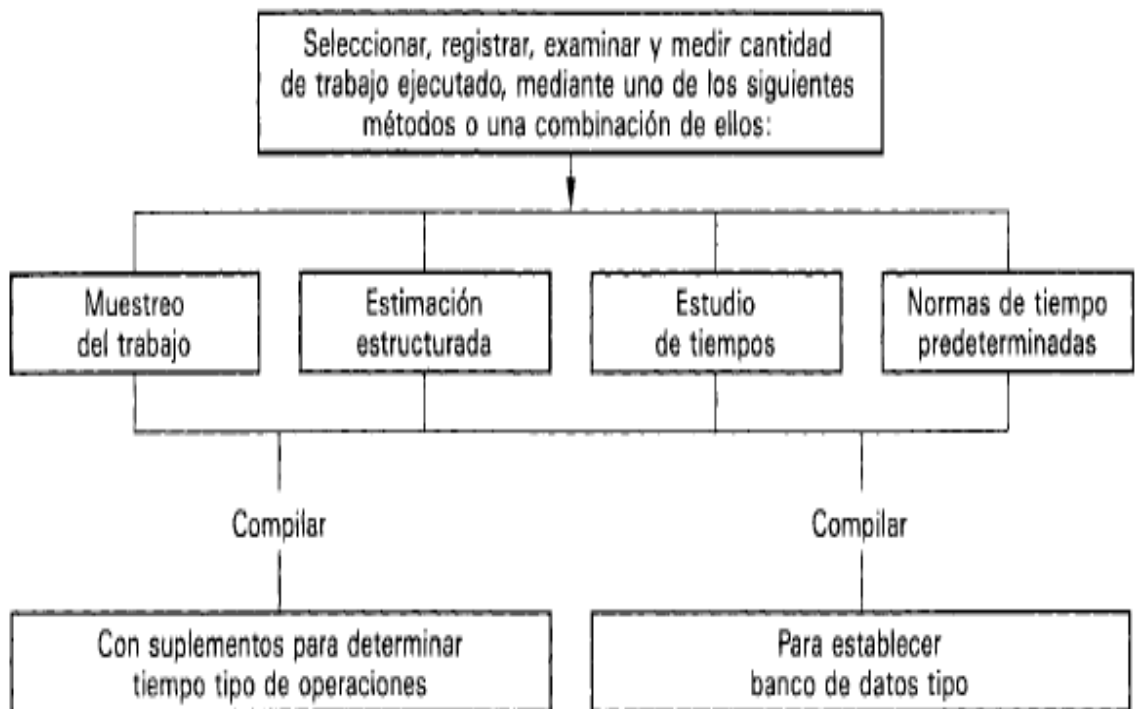


Figura 11. Técnicas de medición del trabajo

Fuente: Oficina Internacional del Trabajo

Para dar solución a cualquier problema, es primordial conocer de ante mano los fundamentos teóricos sobre los cuales, las posibles mejoras pueden estar sustentadas. Para el análisis de causas y el diseño de las mejoras se deben tener presentes conceptos como muestreo de trabajo, estrategia 5'S, mejoramiento de procesos, entre otros. Debido a la importancia de las actividades desarrolladas durante el presente proyecto y a la extensión del documento, la revisión bibliográfica de los temas anteriormente expuestos citados por diversos autores, se encuentran en el anexo 3.

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

4.1. Generalidades.

Durante los últimos años, el Departamento de Mantenimiento de la GRB y en particular la Coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas han cambiado las estrategias de trabajo y la forma de visualizar el mantenimiento. De esta forma, la estructura organizacional del departamento de mantenimiento y sus funciones también han cambiado y sus integrantes han tenido que adaptarse rápidamente y de la mejor manera a estos cambios.

Anteriormente, la Coordinación de mantenimiento Proactivo en las áreas tenía por nombre Coordinación de mantenimiento Correctivo, era la encargada de realizar todos los tipos de mantenimiento que fueran exclusivamente de origen correctivo y/o de garantía. Las ordenes de trabajo de origen preventivo, predictivo y/o mejorativo eran realizados por la Coordinación de Mantenimiento Proactivo la que actualmente se llama Coordinación de mantenimiento Proactivo centralizado.

El nuevo enfoque adoptado por el Departamento de Mantenimiento define que las dos coordinaciones que realizan labores en las áreas operativas, estén conformados por grupos proactivos, donde la prevención en las unidades operativas sea mucho mayor a la actividad reactiva, siendo esto una buena práctica para alcanzar la excelencia en el mantenimiento. Con esto, la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas queda facultada para realizar todos los tipos de mantenimiento sea cual sea su origen; tan solo difiere de la Coordinación de Mantenimiento centralizado en los tipos de equipos a intervenir y en las especialidades técnicas que las conforman.

Al inicio de este proyecto, la coordinación de mantenimiento proactivo en las áreas daba inicio a una nueva estrategia adoptada por la jefatura del

Departamento de mantenimiento, la cual consiste en centralizar el proceso de reparación de equipos rotativos realizado en el taller de mecánica de campo, trabajo tipo intervención de origen de mantenimiento correctivo, predictivo o garantía, con el fin de disminuir el indicador TMPR.

4.2 Objetivos de la Coordinación

La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas está encaminada con el objetivo general del mantenimiento el cual es alcanzar y sostener la excelencia en las operaciones, garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos e infraestructura de la Empresa.

Además de este objetivo, la coordinación debe enfocar todos sus esfuerzos para cumplir con los objetivos específicos impuestos en la GRB¹⁰, los cuales son:

- Disminuir el TMPR.
- Romper el ciclo de emergencias.
- Disminuir el back log de mantenimiento.
- Aumentar la disponibilidad mecánica de los equipos que interviene.
- Disminuir los días de parada no programada.
- Elevar la confiabilidad de las unidades operativas.
- Cumplir los planes de mantenimiento.
- Cumplir la meta de elaboración de procedimientos.

4.3 Estructura Organizacional de la Coordinación.

La estructura de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo está formada por once grupos de trabajo denominadas cuadrillas de mantenimiento, encargadas de realizar la ejecución de las ordenes de trabajo en las once unidades de negocio que conforman la GRB (Ver numeral 2.2 del proyecto).

¹⁰ Manual de Gestión del Departamento de Mantenimiento de la Gerencia Complejo Barrancabermeja, [Red Interna Refinería de Barrancabermeja].

Cada cuadrilla está encargada exclusivamente de una sola unidad de negocio, por ende, está obligada a cumplir todos los objetivos impuestos en la coordinación de la unidad de negocio asignada.

Debido a la nueva estrategia adoptada por el Departamento de Mantenimiento, la Coordinación cuenta con un grupo de trabajo que tiene a cargo el proceso de reparación de equipos rotativos realizado en el taller de mecánica de campo. En la figura 12 se presenta la organización de la Coordinación de Mantenimiento proactivo en las áreas.

4.4 Portafolio de servicios.

La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas lleva a cabo la ejecución de las órdenes de trabajo de mantenimiento de cualquier tipo y origen en los siguientes equipos y sus componentes:

- Sistemas de bombeo.
- Equipos rotativos (bombas, ventiladores, turbinas y agitadores).
- Motores eléctricos. (Ver figura 13).
- Equipos estáticos (Intercambiadores y tanques).
- Líneas de proceso.
- Redes eléctricas aéreas y subterráneas.

Además, tienen bajo su responsabilidad el cumplimiento de las siguientes actividades:

- Limpieza de filtros.
- Iluminación en las unidades operativas.
- Soldadura.
- Aislamiento térmico a líneas y equipos.
- Ronda del mantenedor¹¹.

¹¹ Ronda del mantenedor. Programa de mantenimiento que complementa el cuidado básico de equipos BEC realizado por los operadores de plantas que tiene como objetivo anticipar y eliminar fallas de control.

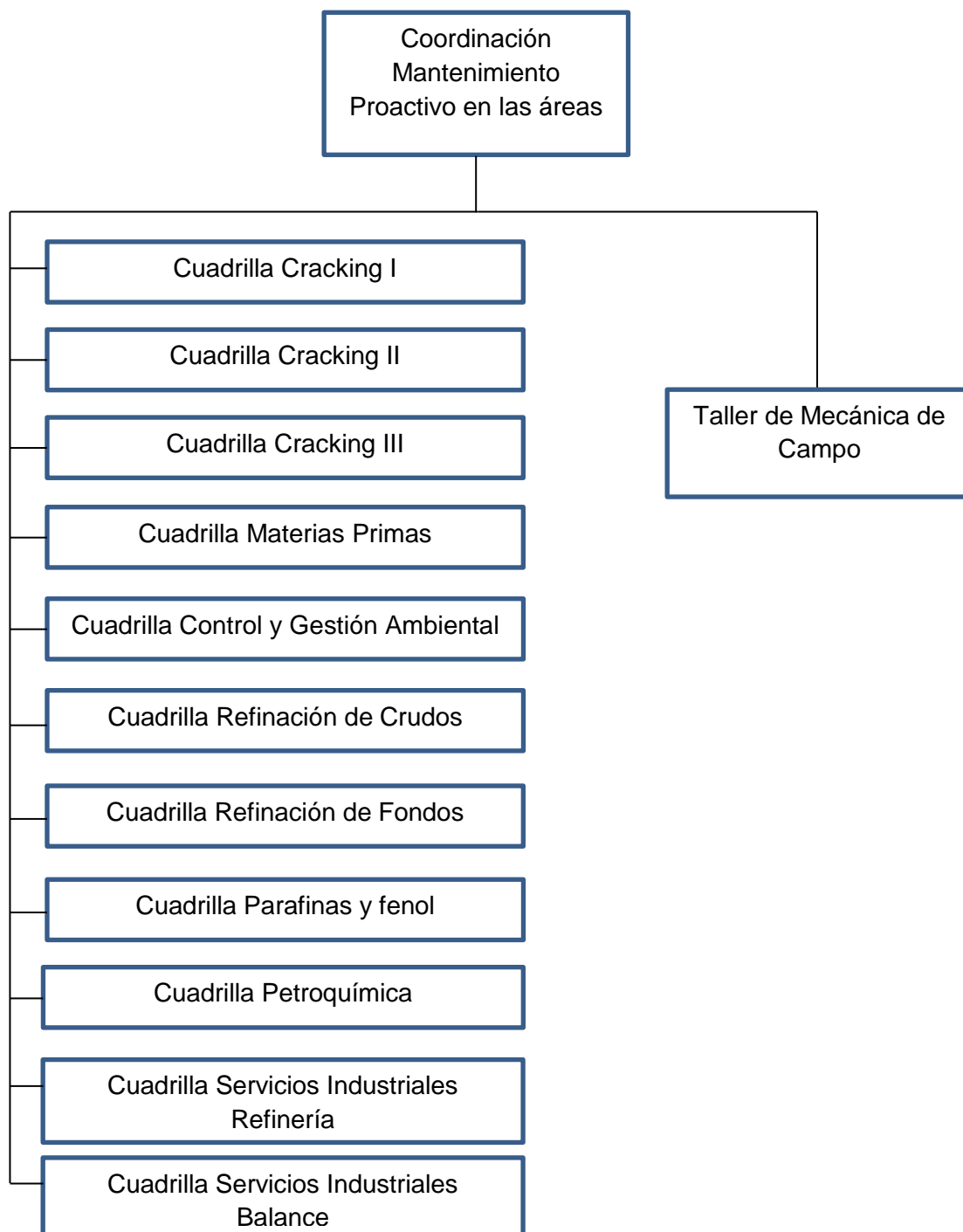


Figura 12. Organigrama Coordinación Mantenimiento Proactivo en áreas.

Fuente: Autor de proyecto



Figura 13. Motor eléctrico

Fuente: Departamento de mantenimiento.

4.5 Clientes.

La Coordinación de mantenimiento proactivo en áreas atiende a todas las unidades de negocio de la GRB. Cada cliente tiene una cantidad de equipos por tipo, la cual varía dependiendo el tipo de proceso que se realiza en las unidades operativas que la conforman.

En el anexo 4 se presentan las once unidades de negocio con sus tipos de equipos que la coordinación atiende y la cantidad de equipos que poseen por cada referencia de equipo.

4.6 Proveedores.

La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las áreas tan solo tiene un proveedor que le proporciona todas las órdenes de trabajo a ejecutar en las unidades operativas, la Coordinación de Planeación del Mantenimiento, adscrita al Departamento de Planeación de la Producción.

Esta coordinación es la encargada de consolidar los planes de mantenimiento:

- Plan anual.
- Plan de 90 días.
- Plan de 14 días.
- Plan semanal.

Estos planes van desde un nivel general y a largo plazo a un nivel detallado de los trabajos y de carácter inmediato.

La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en áreas tan solo tiene un proveedor que le suministra todas las herramientas, materiales y repuestos necesarios para la ejecución de los trabajos y es la coordinación de Administración de Inventarios y Herramientas, adscrita al Departamento de Mantenimiento.

Por último, la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas necesita de documentación técnica, procedimientos de reparación y soporte técnico para la ejecución de los trabajos. Estas necesidades son suministradas por los Ingenieros de QA/QC¹² y los ingenieros de soporte técnico adscritos a las diferentes coordinaciones y/o departamentos de la Gerencia Técnica de la GRB.

Para integrar de manera sistémica las entradas, salidas y los procesos que se realizan en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas desarrollada en este capítulo se adjunta un diagrama resumen. En el extremo derecho de la gráfica, se evidencian las salidas del proceso de ejecución y en el lado izquierdo se muestran las entradas del proceso. (Ver figura 14).

¹²QA/QC. Quality assurance and quality control. Ingenieros encargados de velar por el aseguramiento y control de calidad en mantenimiento.



Figura 14. Entradas y salidas del proceso de ejecución en la Coordinación.

Fuente: Coordinación de mantenimiento proactivo en áreas.

4.7 Recursos del área.

Talento humano: Para la gestión del proceso de ejecución, la Coordinación cuenta con un talento humano conformado por técnicos de las siguientes especialidades:

- Especialidad de mecánica.
- Especialidad de electricidad.
- Especialidad de instrumentación.
- Especialidad de metalmecánica.

La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas está bajo el liderazgo de un coordinador, el Ing. Andrés Iván Cuellar Molina. Esta a su vez tiene por cada cuadrilla un líder de mantenimiento, un supervisor o técnico especialista por cada área técnica (en algunas cuadrillas no se cumple debido a motivos de nivel gerencial). El número de ejecutores de cada especialidad varía en cada cuadrilla según los requerimientos de cada unidad de negocio, la cantidad de trabajo y disposiciones de la jefatura del mantenimiento. En total, la

coordinación cuenta con 190 integrantes entre todos sus cargos (Ver anexo 5), siendo el grupo de trabajo más representativo de la GRB.

En la GRB, no existe un manual de funciones oficial donde se muestre las actividades que deben realizar los ejecutores. A principios de la práctica industrial, se realizaron entrevistas con miembros de las cuadrillas de mantenimiento y se observó directamente el desarrollo de las actividades de cada uno de ellos con el objetivo final de conocer a detalle cada uno de los cargos.

Como resultado de estas dos acciones se encuentra que los empleados no tienen muy claras las funciones que deben realizar, ni sus responsabilidades en cada una de las partes del proceso en el que participan, exceptuando al coordinador, los líderes de cuadrilla y supervisores. Estos son los encargados de dirigir el proceso de ejecución, asignar el trabajo a sus subalternos, gestionar los recursos necesarios para la ejecución de las órdenes de trabajo y velar por el cumplimiento de los objetivos y metas de la coordinación.

La mayor confusión que se presentó es sobre quiénes son los encargados de realizar la ejecución de las ordenes de trabajo o cual es el nivel de participación de los supervisores y técnicos especialistas en esta parte del proceso, ya que se evidenció que en reiteradas ocasiones estos últimos participan activamente en la ejecución de las ordenes de trabajo debido a muchos factores Ej. Bajos recursos de personal, elevado back log de mantenimiento, elevadas horas programadas de trabajo, emergencias, paradas de planta, entre muchas otras.

Para la realización de este proyecto se asume que los supervisores y técnicos especialistas también son ejecutores de mantenimiento dando como resultado un total de 158 ejecutores entre todas las especialidades.

Sistema de información: La empresa cuenta con un sistema de gestión del mantenimiento avanzado, flexible y compacto, enfocado a satisfacer las

necesidades de las grandes industrias del sector de hidrocarburos y metalmecánica, *ELLIPSE*.

Ellipse es una ERP que integra todas las áreas de gestión del mantenimiento: costos, planeación del mantenimiento, inventarios y herramientas, información técnica de los activos y gestión de las órdenes de trabajo. Este realiza todos sus procesos en línea a la red interna de Ecopetrol.

Este sistema trabaja de la mano con Microsoft Excel, permite exportar todo tipo de información almacenada en las bases de datos, facilitando de esta forma análisis e informes muchos más elaborados y profundos.

4.8 Gestión del proceso de ejecución de trabajos en la Coordinación.

La ejecución de los trabajos realizado por la coordinación de mantenimiento proactivo en áreas inicia desde la programación de una orden de trabajo, luego de haber sido planeada y priorizada. Esta actividad tiene por objetivo prever y asignar los recursos de mano de obra, materiales y maquinaria; y determinar la fecha de inicio de ejecución de los trabajos y la fecha requerida de instalación y puesta en funcionamiento de los equipos. Las órdenes de trabajo definen el esquema de trabajo a seguir.

Existen órdenes trabajo donde solo es necesaria la participación de una especialidad y otras órdenes donde el trabajo es multidisciplinario y se debe seguir estrictamente una secuencia de ejecución de las tareas.

Las cuadrillas de mantenimiento se rigen con la programación semanal (Ver anexo 6) que define cuales ordenes de trabajo y cuales tareas se deben ejecutar en la semana, el tiempo planeado para ejecutar las tareas y la especialidad a la cual se le asignó el trabajo.

Diariamente, el líder de cuadrilla se reúne con su personal en la reunión de apertura de turno y asignación de trabajos, espacio en el cual se establecen quienes son los encargados de ejecutar las tareas y se dan consejos de

seguridad y salud ocupacional. Luego de asignados los trabajos del día a día, el personal realiza el alistamiento de herramientas y materiales necesarios.

Antes de realizar las actividades contempladas en la programación las cuadrillas deben tener en cuenta:

- El permiso de trabajo respectivo para cada orden de trabajo.
- Procedimientos e instructivos necesarios para la ejecución de las tareas.
- Las normas de seguridad vigentes.

Posteriormente, los ejecutores se desplazan a los respectivos sitios de trabajo, ya sea en las unidades operativas o en los talleres y ejecutan las tareas según el alcance, los requerimientos y las técnicas de trabajo necesarias para obtener un óptimo resultado, equipos intervenidos 100% confiables y disponibles para operar eficientemente.

Este proceso finaliza con la puesta en funcionamiento de los equipos intervenidos por parte de los ejecutores, el supervisor de la especialidad o líder de cuadrilla verifica y certifica junto a los operadores de planta la óptima funcionalidad del equipo y calidad del servicio prestado. Luego el supervisor o líder realiza el cierre o finalización de las tareas y/o ordenes de trabajo realizadas en *Ellipse* y por último se hace una realimentación y análisis a través de los indicadores de desempeño; de acuerdo a las brechas o posibles mejoras identificadas se implementan acciones para el cierre de las mismas. En el anexo 7 se presenta el diagrama de flujo del proceso de ejecución, los responsables y el personal de apoyo.

5. CALCULO DEL INDICADOR OVERALL CRAFTSMEN EFFECTIVENESS EN LAS CUADRILLAS DE MANTENIMIENTO.

La medición del indicador O.C.E y su posterior mejora es la primera fase del proceso de mejoramiento del mantenimiento día a día basado en el proceso *Continuous Reliability Improvement - CRI*.

La estimación de este indicador en las cuadrillas de mantenimiento de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas, es la prueba piloto de la primera fase del proceso CRI que tiene como objetivo final implantar una buena práctica para alcanzar la excelencia y la efectividad del recurso de mano de obra en el mantenimiento. Este indicador permite determinar el nivel de efectividad global de los trabajadores de mantenimiento, las principales causas que lo afectan, permitiendo así, tomar acciones para mejorar y aprovechar al máximo el talento humano que conforman estos grupos de trabajo.

Para integrar de manera sistémica el objetivo del indicador O.C.E, las causas que lo afectan y sus resultados se adjunta un diagrama resumen líneas abajo. (Ver figura 15).

5.1 Calculo del factor utilización Cu

5.1.1 Estimación del tiempo total disponible TTD

Para dar inicio al cálculo del indicador, se establecieron las siguientes condiciones:

- El periodo de evaluación del indicador fue el primer semestre del año 2011, el cual comprende como fecha inicial el 01/Enero y como fecha de corte el 30/Junio.

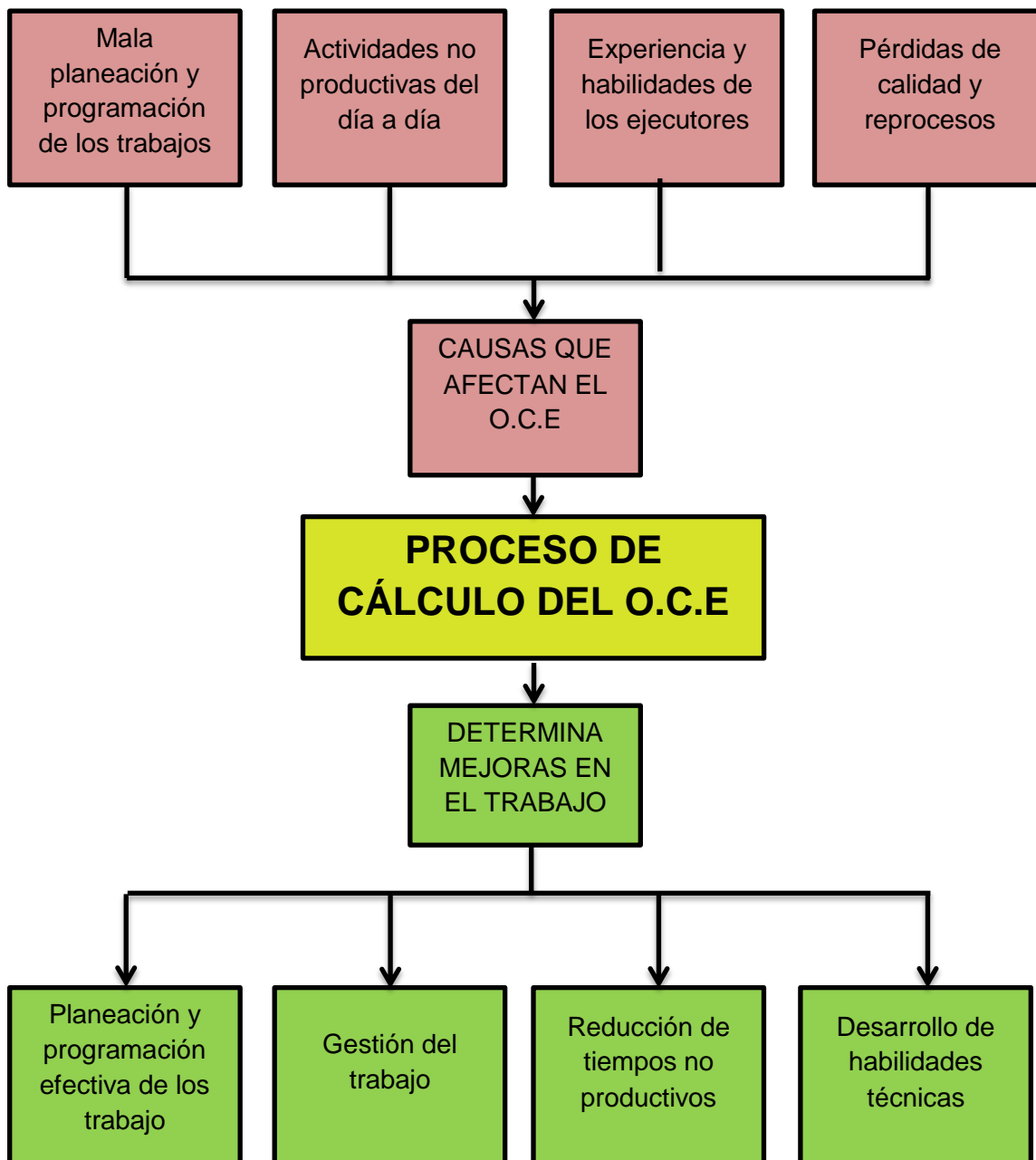


Figura 15. Entradas y salidas del indicador O.C.E

Fuente: Autor del proyecto.

- La jornada laboral evaluada fue el *turno pito*, la cual inicia a las 7 a.m. y finaliza a las 4 p.m. y va de Lunes a Viernes exceptuando los días

festivos. En esta jornada se incluye ocho horas de trabajo y una hora de almuerzo que va desde las 11 a.m. hasta las 12 p.m.

- El personal evaluado envolvió a todos aquellos que ejecutaran tareas de mantenimiento, por lo tanto, la cantidad de ejecutores incluye a los supervisores, técnicos especialistas y los ejecutores de mantenimiento de las cuatro especialidades.

De acuerdo a las condiciones establecidas, se determinó la siguiente información necesaria para el cálculo del TTD:

El primer semestre del año 2011 tiene un total de 129 días de trabajo (Lunes a Viernes) y se presentaron un total de 6 días festivos, dando como resultado un total de 123 días hábiles de trabajo.

El *turno pito* contiene ocho (8) horas-hombre por día hábil de trabajo y el personal evaluado fue de 158 ejecutores (Ver numeral 4.1.7), por tanto el turno pito en un día ideal (No ausentismos) tiene 1264 horas- hombre disponibles.

El TTD se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{TTD} = \# \text{ ejecutores} * \text{HH Jornada laboral} * \text{Días hábiles periodo evaluación}$$

Reemplazando las variables por los datos estimados, el TTD da como resultado:

$$\text{TTD} = 158 \left(\frac{\text{Hombres}}{\text{Dia}} \right) * 8 \left(\frac{\text{Horas}}{\text{Hombre}} \right) * 123(\text{Dias}).$$

$$\text{TTD} = 155.472 \text{ Horas}$$

5.1.2 Estimación del Tiempo total ausentismo TTA

Al hablar de ausentismo en este proyecto, se hace referencia a todo el tiempo en el cual los ejecutores de mantenimiento no se encuentran presentes en la jornada laboral por cualquier motivo o causa.

Las principales causas que afectan este tiempo, son las siguientes:

- Vacaciones.
- Accidentes.
- Permisos sindicales.
- Permisos de salud.
- Incapacidades.
- Permisos personales.

Los tiempos de ausentismo son registrados en SAP¹³ por la unidad de Reporte de Tiempos, adscrita al Staff del Departamento de Mantenimiento (Ver Organigrama Departamento de Mantenimiento, numeral 2.9.3), previa autorización del Coordinador de Mantenimiento Proactivo en Áreas. Esta autorización queda consignada en un documento interno de Ecopetrol llamado *Reporte de novedades de personal – RP* donde se especifica el motivo de la ausencia y el tiempo total de la ausencia.

Para estimar el TTA se hizo una solicitud de reporte de tiempos a la unidad de registro de tiempos para los 158 ejecutores en el periodo del 01/Enero al 30/Junio del año 2011. Este reporte de tiempos de ausencia es generado en una hoja de cálculo de Excel (Ver anexo 8) donde se especifica la fecha de inicio y fecha finalización de ausencias, el tiempo causado por las ausencias y la causa de la ausencia.

Según este reporte de tiempos, el TTA es de 8904 horas en el primer semestre del año 2011.

¹³ SAP. Software empresarial usado por Ecopetrol S.A. para la gestión de personal.

A continuación se muestra las ausencias en los seis meses evaluados.

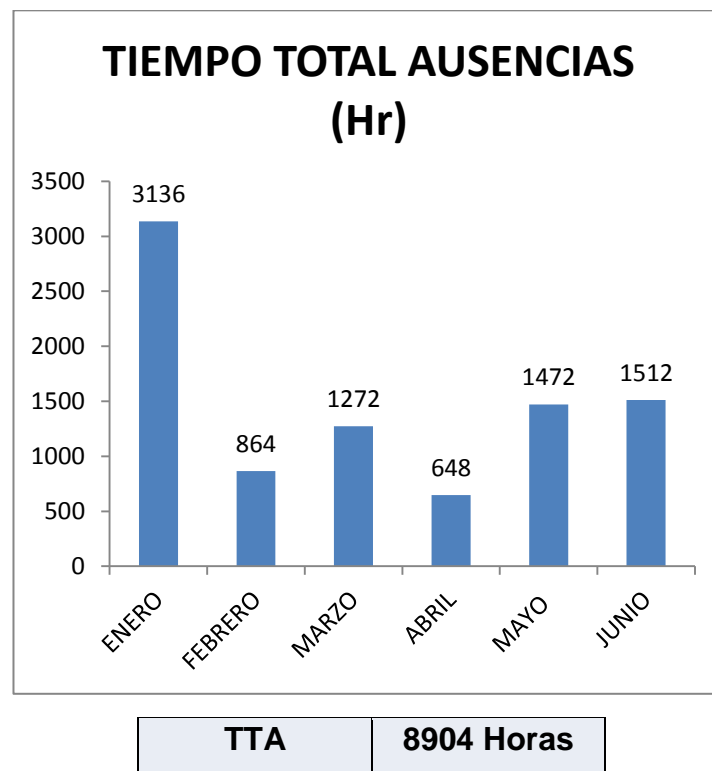


Figura 16. Tiempo total ausentismo en el primer semestre del año 2011.

Fuente: Autor del proyecto.

5.1.3 Estimación del tiempo productivo TP.

La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas no cuenta con un medio o herramienta que permita estimar este valor por un periodo de tiempo.

Esta situación se debe a causas que van desde lo impráctico de realizar una medida en el día a día de este tiempo, el elevado número de personas a evaluar y la variabilidad de los tiempos no productivos.

Luego de entender esta situación con el Coordinador de Mantenimiento Proactivo en Áreas y sus líderes de cuadrilla, se determinó que para establecer el TP en las cuadrillas de mantenimiento durante el periodo de evaluación, se

debía realizar una medición del trabajo en la jornada laboral con el objetivo de establecer un % de tiempo productivo generalizado por cuadrilla y por la coordinación y de esta forma, obtener un TP Promedio.

La técnica escogida para realizar la medición del trabajo en la jornada laboral fue el *muestreo del trabajo*, que tiene unas ventajas notables sobre las otras técnicas de medición para realizar esta medición en estos grupos de trabajo.

5.1.3.1 Desarrollo de la Medición del trabajo.

Para integrar de manera sistémica el desarrollo de la técnica de muestreo de trabajo en las cuadrillas realizado en este proyecto se adjunta a continuación un diagrama resumen.

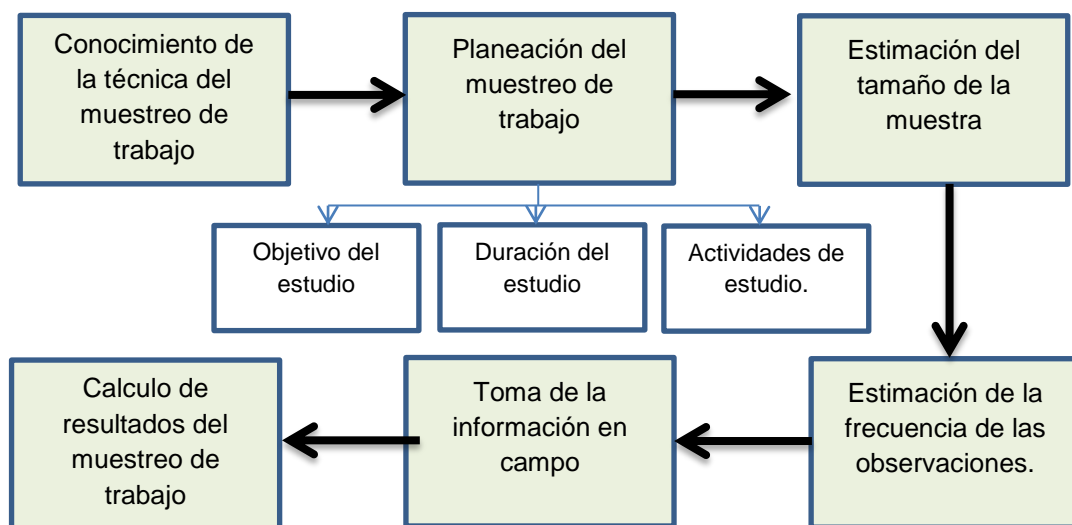


Figura 17. Diagrama de desarrollo de la técnica de muestreo de trabajo.

Fuente: Autor del proyecto.

Objetivo de la medición.

El estudio del muestreo de trabajo realizado en las cuadrillas de mantenimiento tiene por objetivo global determinar el % de tiempo productivo y el % de tiempo improductivo en la jornada laboral.

Además, de establecer estos porcentajes, el estudio tiene como objetivos específicos:

- Determinar la distribución del % de tiempo improductivo entre las actividades no productivas que se presentan en la jornada laboral.
- Determinar tiempos reales de ejecución de las tareas de mantenimiento realizadas por los ejecutores en los días de estudio.

El objetivo general y los objetivos específicos se resumen en la siguiente figura:

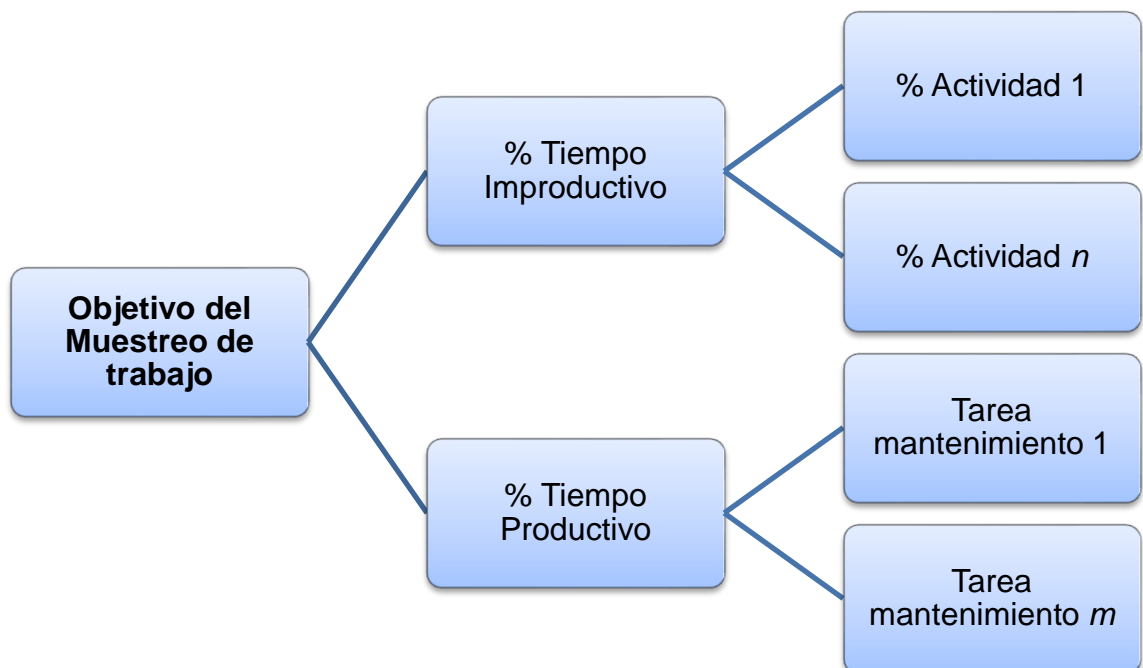


Figura 18. Diagrama de los objetivos de la medición del trabajo.

Fuente: Autor del proyecto

Para efectos del cálculo del factor Cu, se hizo énfasis en el % de tiempo productivo, el % de tiempo improductivo y la distribución de este porcentaje entre las actividades no productivas presentes en la jornada laboral.

La distribución del % de tiempo productivo entre las tareas de mantenimiento evaluadas en los días de estudio, se utilizó para el cálculo del factor Cp, el cual se encuentra en el numeral 5.2 de este proyecto.

Listado de actividades

Luego de definir el objetivo del muestreo de trabajo, se realizó un análisis para determinar las actividades no productivas a evaluar en el estudio.

Para establecer cuáles eran dichas actividades, se indago con los líderes y supervisores de las cuadrillas y con el Coordinador de Mantenimiento Proactivo en Áreas; finalmente se determinaron las siguientes actividades:

- **A01: Entrada/Salida puerta principal- Desplazamiento al/del grupo.**
Esta actividad consiste en la entrada de los ejecutores del mantenimiento por la puerta principal de la GRB y su posterior desplazamiento a los sitios de cambio de ropa para inicio de turno. Al finalizar la jornada de trabajo se presenta esta actividad pero de forma inversa. Muchas veces, el tiempo de esta actividad se alarga debido a represamientos a la hora de ingreso, reuniones del sindicato en la puerta principal y/o falta de medios de transporte.
- **A02: Cambio en el vestier.**
Una vez los ejecutores han llegado a sus grupos de trabajo, deben proceder a cambiarse la ropa por prendas de trabajo obligatorias que cumplen con los requisitos de seguridad industrial y salud ocupacional. Algunas veces se presentan demoras debido a que es un espacio para el dialogo entre compañeros y el desayuno.

- **A03: Asistencia a reunión de inicio de turno y asignación de los trabajos.**

Todos los días antes de iniciar cualquier actividad, los ejecutores, supervisores y técnicos especialistas, se reúnen con su líder de cuadrilla para llevar a cabo una charla de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente. El líder asigna trabajos del día a día a los ejecutores. Esta actividad está planeada para un espacio máximo de media hora, pero en reiteradas ocasiones este tiempo se extiende debido a impuntualidad en el inicio de la reunión, falta de atención por parte de los ejecutores, el tema tratado resulta más extenso, entre otras causas.

- **A04: Desplazamiento del/al grupo de trabajo al/del área operativa.**

Consiste en todos los desplazamientos realizados por los ejecutores desde el grupo donde se reúnen hasta al área operativa de trabajo y viceversa sin importar el medio de transporte utilizado.

- **A05: Apertura y/o cierres de permisos de trabajo en las unidades operativas.**

Todo ejecutor de mantenimiento debe tener un permiso de trabajo por parte de la unidad operativa a intervenir para proceder a ejecutar las tareas de mantenimiento. Esta actividad la realiza el líder de cuadrilla una vez se haya generado la programación semanal. La gran mayoría de veces no se cumple esta función, por lo tanto, los ejecutores del mantenimiento deben gestionar y/o esperar la apertura del permiso de trabajo. Una vez se haya finalizado con las tareas de mantenimiento autorizadas, los ejecutores deben gestionar el cierre del permiso con el supervisor encargado de la unidad operativa intervenida.

- **A06: Preparación y suspensión del trabajo; alistamiento de herramientas y limpieza del sitio de trabajo.**

Consiste en aquellas actividades de alistamiento de herramientas que se encuentran en los diferentes grupos de trabajo, limpieza del sitio de

trabajo ya sea en campo o en taller y las acciones de pre-ejecución del trabajo y post- ejecución del trabajo, tales como verificación de completa normalidad en el entorno de trabajo, inspección visual del equipo a intervenir, entre otras. Todas estas actividades están enfocadas en la planeación del trabajo y prevención de accidentes de trabajo.

- **A07: Desplazamiento a/de la bodega de Materiales del/al sitio de trabajo o cualquier otro sitio.**

Una vez estén asignados los trabajos del día, los ejecutores en algunas ocasiones deben desplazarse a la bodega de materiales donde reciben los repuestos necesarios para ejecutar la tarea y posteriormente, ir a las unidades operativas u otro sitio. El desplazamiento puede ser mediante vehículos de transporte asignados a las cuadrillas, rutas de buses, servicio de *pool* que opera de forma similar a un taxi o simplemente desplazamiento a pie.

- **A08: Espera por servicio de transporte.**

Cuando el ejecutor no tiene un vehículo asignado para transportarse debe esperar por cualquier servicio de transporte ya sea servicio de *pool*, buseta, transporte de carga y/o transporte de las cuadrillas.

- **A09: Desplazamiento a/de Central de Herramientas del/al sitio de trabajo o cualquier otro sitio.**

Una vez estén asignados los trabajos del día, los ejecutores en algunas ocasiones deben desplazarse a la central de herramientas de la GRB donde reciben los implementos, equipos y/o herramientas necesarias para ejecutar la tarea para posteriormente ir a las unidades operativas u otro sitio. El desplazamiento puede ser mediante vehículos de transporte asignados a las cuadrillas, rutas de buses, servicio de *pool* o simplemente desplazamiento a pie.

- **A10: Espera por servicio de materiales.**

Luego de desplazarse a la bodega de materiales, los ejecutores son atendidos por el personal de la bodega. Por lo general, el servicio en la bodega de materiales es demorado debido a la sobrecarga de trabajo que allí se presenta.

- **A11: Espera por servicio de Herramientas.**

Luego de desplazarse a la central de herramientas, los ejecutores son atendidos por el personal disponible. Por lo general, en las horas de inicio y finalización de labores, el servicio de préstamo de herramientas se torna demorado dado el exceso de ejecutores en el sitio.

- **A12: Hora de almuerzo.**

En la jornada de trabajo, los ejecutores tienen derecho a una hora de almuerzo que está comprendida entre las 11 de la mañana hasta las 12 del mediodía.

Esta actividad empieza desde la llegada de los ejecutores al grupo o vestier en la jornada de la mañana, desplazamiento al casino (Si aplica), almuerzo, desplazamiento al grupo, breve descanso y va hasta el inicio de actividades en la jornada de la tarde. Esta actividad suele alargarse debido a las actividades pre y post almuerzo, el servicio del casino y los desplazamientos necesarios.

- **A13: Actividades por suplementos, contingencias y/u Ocio.**

Consiste en actividades como hidratación, descansos cortos por fatiga, idas al baño, entre otras actividades similares.

- **A14: Anormalidad en el turno de trabajo (Emergencias, Evacuaciones, *simulacros*).**

Consiste en todas las actividades anormales como emergencias en los sitios de trabajo, evacuaciones y los llamados *simulacros* que no son actividades que se presentan en el día a día, pero que en los últimos

años se han presentado con mayor frecuencia y por ende, inciden en las actividades no productivas del día a día.

- **A15: Ausentismo, Permisos laborales, o de otra índole.**

En la jornada laboral suelen presentarse permisos de trabajo que son autorizados por el líder de cuadrilla y no son registrados en el sistema de registro de tiempos. Estos permisos suelen darse de manera esporádica y no presentan una duración de más de medio turno de trabajo. Se incluyen en este estudio por sugerencia e interés del Coordinador de Mantenimiento Proactivo en Áreas.

- **A16: Espera por falta de trabajo.**

Consiste en aquellos momentos del día a día en los cuales, los ejecutores no realizan ninguna actividad productiva por motivos como: espera por falta de herramientas, materiales, culminación de tareas realizadas por las otras especialidades, soporte técnico, falta de procedimientos e instructivos, apoyo de operaciones, entre otros.

- **A17: Actividades productivas. Ejecución de las tareas de mantenimiento. (Programadas o No programadas); elaboración de procedimientos e instructivos.**

Incluye todas las actividades realizadas en el sitio de trabajo, elaboración de procedimientos e instructivos y aplicación de guías. Estas actividades son consideradas por los líderes del mantenimiento como las actividades que generan valor al proceso de ejecución.

Para el estudio, el % de tiempo causado por la última actividad mencionada (Actividades productivas) es el % de tiempo productivo TP y el % tiempo causado por las demás actividades mencionadas son el % de tiempo no productivo TNP.

Tamaño de la muestra.

Para determinar el tamaño de la muestra se debe definir el nivel de variabilidad, estimar el nivel de confianza y el margen de error del estudio.

El nivel de variabilidad se definió en base al último estudio de tiempos (Ver anexo9) realizado en el año 2006 por la estudiante en práctica María Catalina Fernández. En este estudio se definió el tiempo productivo de trabajo de la jornada de trabajo *pito*, el tiempo no productivo de trabajo y la distribución de este tiempo en las actividades no productivas que están presentes en la jornada de trabajo. Aunque algunas actividades no productivas que se mencionan en este estudio no fueron tomadas en cuenta en el estudio anterior, lo importante es tener una base para definir el nivel de variabilidad del tiempo productivo TP.

Con base en este estudio se determinó el tiempo promedio que duran las diferentes actividades, y se calculó el porcentaje de cada una de ellas sobre el tiempo total. De esta manera se obtuvo la *variabilidad positiva p* con un porcentaje del 64,81%, correspondiente a las actividades productivas de la jornada laboral y dado que *p* y *q* son complementarios, la *variabilidad negativa q* es igual al 35,18% que equivale a todas las actividades que no agregan valor al proceso (Ver tabla 3).

Tabla 3. Nivel de variabilidad del estudio de tiempos.

| DISTRIBUCION DEL TIEMPO | TIEMPO (Min) | % |
|---------------------------------|--------------|-------------|
| TIEMPO PRODUCTIVO DE TRABAJO | 350 | 64,81% |
| TIEMPO NO PRODUCTIVO DE TRABAJO | 190 | 35,18% |
| TIEMPO TOTAL JORNADA | 540 | 100% |

El nivel de confianza con el cual se realizó el estudio fue del 95 %. El margen de error aceptado para el estudio fue del 4%, con esto se puede decir que se tiene confianza en que 95 por ciento de las veces, la observación que se hizo, tendrá una exactitud de $\pm 4\%$.

Finalmente, se halló el tamaño de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Dónde:

- n es el tamaño de la muestra;
- Z es el nivel de confianza;
- p es la variabilidad positiva;
- q es la variabilidad negativa;
- E es la precisión o Margen de error.

El nivel de confianza se obtuvo a partir de la tabla de distribución normal estándar, pues la proporción correspondiente al porcentaje de confianza es el área simétrica bajo la curva normal que se toma como la confianza, y la intención es buscar el valor Z de la variable aleatoria que corresponda a tal área. En este caso, dado que el nivel de confianza estimado es del 95%, el valor Z según las tablas estadísticas de la distribución normal corresponde a 1.96.

Una vez realizados los respectivos cálculos se obtuvo un tamaño de muestra $n= 547.43$.

El estudio se llevó a cabo en un periodo de cinco (5) días en cada cuadrilla, con el fin de obtener información específica y más detallada en cada uno de los grupos de trabajo.

Por día de estudio correspondió un total de 110 observaciones o muestras aproximadamente.

Frecuencia de las observaciones

La jornada de trabajo evaluada a los ejecutores de mantenimiento de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en las Áreas inicia a las 7 a.m. y va hasta las 4 p.m., lo que equivale a 8 horas de trabajo y una hora de almuerzo.

Para tener seguridad de que las observaciones fueran totalmente aleatorias se utilizó la hoja de cálculo de Excel. Primero se generaron 110 números aleatorios mediante la función *aleatorio.entre ()* entre los números 7 y 15 que representan las nueve horas de la jornada laboral, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. Asignación de números a las horas de la jornada laboral.

| HORA | NUMERO ASIGNADO |
|---------------------|-----------------|
| 7:00 – 7:59 a.m. | 7 |
| 8:00 – 8:59 a.m. | 8 |
| 9:00 – 9:59 a.m. | 9 |
| 10:00 – 10:59 a.m. | 10 |
| 11:00 – 11:59 a.m. | 11 |
| 12:00 -- 12:59 a.m. | 12 |
| 13:00 – 13:59 p.m. | 13 |
| 14:00 – 14:59 p.m. | 14 |
| 15:00 – 15:59 p.m. | 15 |

Luego, se generaron 110 números aleatorios con la misma función, entre los números 1 y 59 que representan los 60 minutos de una hora de trabajo (Ver anexo 10).

Por último, se generaron las horas programadas (Ver anexo 11) utilizando la función *tiempo (hora aleatoria; minuto aleatorio; 0)*. De esta manera, se obtuvo las 110 observaciones de forma aleatoria de un día de estudio para una cuadrilla particular.

Toma de información.

Para realizar la medición del trabajo se requirió de la colaboración de 3 practicantes del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, encargados de

realizar las observaciones durante 5 días por cuadrilla. Para esto se realizó una capacitación de dos días sobre el muestreo de trabajo.

El formato utilizado para capturar los datos (Ver anexo 13) fue diseñado de tal forma que pudiera ser usado de manera práctica, y concreta. Además, se clasificaron las actividades no productivas en unos códigos de fácil memorización (Ver anexo 12).

Se consideró que el principal factor que incidía en la confianza y precisión de la medición era que los analistas se integraran a los grupos de trabajo como si fuesen un empleado más. Cada día, el líder de cuadrilla le asignaba el grupo, pareja o persona a estudiar a los practicantes SENA o al estudiante en práctica garantizando la aleatoriedad de las muestras.

La función de los observadores era esa, observar durante toda la jornada de trabajo desde el inicio del turno hasta la finalización de la jornada. Al finalizar el estudio de 5 días por cuadrilla los observadores entregaban los respectivos formatos diligenciados con los datos tomados durante los días de estudio.

5.1.3.2 Resultados del muestreo del trabajo.

La consolidación de todas las observaciones por cada cuadrilla en las diferentes actividades presentes en la jornada de trabajo, se pueden ver en el anexo 14. Las tareas ejecutadas en los días de estudio fueron analizadas en el numeral 5.2 del presente proyecto.

A partir de las 550 observaciones por cuadrillase obtuvieron los tiempos promedio y los porcentajes de distribución de las 17 actividades planteadas en el estudio sobre una jornada de 9 horas. Ver tabla 5.

De igual manera, se calculó el tiempo promedio para cada actividad en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas.

Tabla 5. Distribución porcentual de las actividades por cuadrillas y la coordinación de mantenimiento proactivo en áreas.

| CUADRILLA | CK1 | | CK2 | | CK3 | |
|------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
| ACTIVIDAD | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) |
| A01 | 3,1% | 17 | 2,3% | 13 | 2,4% | 13 |
| A02 | 4,9% | 27 | 4,9% | 26 | 5,4% | 29 |
| A03 | 5,6% | 30 | 7,8% | 42 | 5,4% | 29 |
| A04 | 5,8% | 31 | 4,9% | 26 | 5,1% | 27 |
| A05 | 8,4% | 45 | 7,2% | 39 | 8,4% | 45 |
| A06 | 5,5% | 29 | 6,9% | 37 | 8,4% | 45 |
| A07 | 2,0% | 11 | 2,9% | 16 | 1,1% | 6 |
| A08 | 1,1% | 6 | 1,3% | 7 | 1,3% | 7 |
| A09 | 1,6% | 9 | 1,8% | 10 | 0,7% | 4 |
| A10 | 1,8% | 10 | 2,2% | 12 | 2,5% | 14 |
| A11 | 1,1% | 6 | 1,1% | 6 | 0,5% | 3 |
| A12 | 15,8% | 85 | 11,4% | 61 | 17,1% | 92 |
| A13 | 1,8% | 10 | 1,6% | 9 | 1,3% | 7 |
| A14 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 |
| A15 | 1,3% | 7 | 2,7% | 15 | 2,4% | 13 |
| A16 | 1,6% | 9 | 2,9% | 16 | 1,8% | 10 |
| A17 | 38,5% | 208 | 38,1% | 206 | 36,3% | 196 |
| CUADRILLA | PQ1 | | PQ2 | | RF1 | |
| ACTIVIDAD | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) |
| A01 | 3,1% | 17 | 2,0% | 11 | 2,4% | 13 |
| A02 | 6,0% | 32 | 6,9% | 37 | 5,3% | 28 |
| A03 | 5,6% | 30 | 5,5% | 29 | 7,1% | 38 |
| A04 | 5,8% | 31 | 8,4% | 45 | 8,2% | 44 |
| A05 | 10,9% | 59 | 6,4% | 34 | 7,1% | 38 |

| | | | | | | |
|------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| A06 | 5,3% | 28 | 4,7% | 26 | 8,2% | 44 |
| A07 | 1,1% | 6 | 0,2% | 1 | 1,6% | 9 |
| A08 | 1,8% | 10 | 2,5% | 14 | 1,5% | 8 |
| A09 | 1,8% | 10 | 0,9% | 5 | 1,8% | 10 |
| A10 | 0,5% | 3 | 1,5% | 8 | 0,9% | 5 |
| A11 | 0,7% | 4 | 0,0% | 0 | 0,7% | 4 |
| A12 | 15,5% | 83 | 17,8% | 96 | 14,7% | 80 |
| A13 | 1,3% | 7 | 2,2% | 12 | 0,9% | 5 |
| A14 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 4,9% | 27 |
| A15 | 1,8% | 10 | 1,6% | 9 | 1,5% | 8 |
| A16 | 1,6% | 9 | 3,8% | 21 | 1,3% | 7 |
| A17 | 37,1% | 200 | 35,6% | 192 | 32,0% | 173 |
| CUADRILLA | RF3 | | MP1 | | MP2 | |
| ACTIVIDAD | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) |
| A01 | 2,4% | 13 | 2,0% | 11 | 2,0% | 11 |
| A02 | 4,5% | 25 | 4,9% | 27 | 6,2% | 33 |
| A03 | 8,7% | 47 | 7,6% | 41 | 7,6% | 41 |
| A04 | 8,4% | 45 | 9,5% | 51 | 7,3% | 39 |
| A05 | 8,0% | 43 | 5,1% | 27 | 5,5% | 29 |
| A06 | 3,8% | 21 | 8,7% | 47 | 8,5% | 46 |
| A07 | 0,9% | 5 | 2,2% | 12 | 2,2% | 12 |
| A08 | 1,5% | 8 | 2,9% | 16 | 2,9% | 16 |
| A09 | 0,0% | 0 | 1,1% | 6 | 1,1% | 6 |
| A10 | 2,0% | 11 | 1,1% | 6 | 1,1% | 6 |
| A11 | 0,0% | 0 | 0,5% | 3 | 0,5% | 3 |
| A12 | 17,6% | 95 | 12,4% | 67 | 13,3% | 72 |
| A13 | 1,3% | 7 | 2,0% | 11 | 2,2% | 12 |
| A14 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 |
| A15 | 1,1% | 6 | 0,9% | 5 | 1,6% | 9 |
| A16 | 2,0% | 11 | 0,0% | 0 | 0,7% | 4 |
| A17 | 37,8% | 204 | 39,1% | 211 | 37,3% | 201 |

| CUADRILLA | SI1 | | SI2 | | COORDINACION | |
|------------|-------|----------------|-------|----------------|--------------|----------------|
| ACTIVIDAD | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) |
| A01 | 2,5% | 14 | 3,6% | 20 | 2,5% | 14 |
| A02 | 5,1% | 27 | 6,5% | 35 | 5,5% | 30 |
| A03 | 6,5% | 35 | 8,7% | 47 | 6,9% | 37 |
| A04 | 9,5% | 51 | 7,5% | 40 | 7,3% | 39 |
| A05 | 4,9% | 27 | 6,2% | 33 | 7,1% | 38 |
| A06 | 2,7% | 15 | 5,1% | 27 | 6,2% | 33 |
| A07 | 0,0% | 0 | 1,1% | 6 | 1,4% | 7 |
| A08 | 0,7% | 4 | 4,0% | 22 | 2,0% | 11 |
| A09 | 0,7% | 4 | 1,5% | 8 | 1,2% | 6 |
| A10 | 0,0% | 0 | 1,5% | 8 | 1,4% | 7 |
| A11 | 0,4% | 2 | 0,9% | 5 | 0,6% | 3 |
| A12 | 14,7% | 80 | 12,7% | 69 | 14,8% | 80 |
| A13 | 0,0% | 0 | 1,3% | 7 | 1,4% | 8 |
| A14 | 8,5% | 46 | 0,0% | 0 | 1,2% | 7 |
| A15 | 0,0% | 0 | 1,3% | 7 | 1,5% | 8 |
| A16 | 1,6% | 9 | 1,8% | 10 | 1,7% | 9 |
| A17 | 42,0% | 227 | 36,4% | 196 | 37,3% | 202 |

De acuerdo a los resultados obtenidos, el % de tiempo de actividades no productivas (A01 hasta A16) y el % de tiempo de actividades productivas para cada cuadrilla y la coordinación son los siguientes:

Tabla 6. Distribución de las actividades productivas y no productivas.

| Actividad | PRODUCTIVA | | NO PRODUCTIVAS | | |
|---------------------|------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| | Cuadrilla | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) |
| CK1 | | 38,5% | 208 | 61,5% | 332 |
| CK2 | | 38,1% | 206 | 61,9% | 334 |
| CK3 | | 36,3% | 196 | 63,7% | 344 |
| PQ1 | | 37,1% | 200 | 62,9% | 340 |
| PQ2 | | 35,6% | 192 | 64,4% | 348 |
| MP1 | | 39,1% | 211 | 60,9% | 329 |
| MP2 | | 37,3% | 201 | 62,7% | 339 |
| RF1 | | 32,0% | 173 | 68,0% | 367 |
| RF3 | | 37,8% | 204 | 62,2% | 336 |
| SI1 | | 42,0% | 227 | 58,0% | 313 |
| SI2 | | 36,4% | 196 | 63,6% | 344 |
| COORDINACION | | 37,3% | 202 | 62,7% | 339 |

Para la jornada de trabajo *pito*, el tiempo productivo de trabajo para la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas en general es de 37,3%, que equivale a 202 minutos o 3 horas y 22 minutos.

5.1.3.3 Resultado del Tiempo productivo TP.

Antes de realizar el cálculo del Cu, se realizó una reunión con algunos líderes de cuadrilla y con el Coordinador para mostrar los resultados arrojados por la medición del trabajo.

Dados los resultados tan impactantes y para efectos del cálculo del indicador O.C.E., se planteó lo siguiente:

- El interés general de los líderes de la coordinación era evaluar el nivel de productividad del trabajo para la jornada *pito* haciendo énfasis en las 8 horas obligatorias de trabajo diario y no en la hora de almuerzo que disponen diariamente.

Aplicando esta premisa, se descontó de los resultados obtenidos en el muestreo de trabajo, 60 minutos (una hora de almuerzo) al tiempo causado por

las actividades no productivas, dando como resultado un tiempo promedio y un % de las actividades productivas y no productivas basados en una jornada de 8 horas (480 minutos).

Según esta modificación y para efectos del cálculo del factor Cu, el tiempo productivo TP es de 202 minutos o 3 horas y 22 minutos en promedio para la coordinación lo que representa un 42% (%TP).

Por lo tanto, el tiempo no productivo TNP es de 279 minutos o 4 horas y 39 minutos en promedio, lo que representa un 58% (%TNP).

Tabla 7. Distribución de las actividades productivas y no productivas exceptuando una hora de almuerzo en la jornada de trabajo.

| Actividad | PRODUCTIVA | | NO PRODUCTIVAS | |
|---------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| | % | Promedio (Min) | % | Promedio (Min) |
| CK1 | 43,4% | 208 | 56,6% | 272 |
| CK2 | 42,9% | 206 | 57,1% | 274 |
| CK3 | 40,9% | 196 | 59,1% | 284 |
| PQ1 | 41,7% | 200 | 58,3% | 280 |
| PQ2 | 40,1% | 192 | 59,9% | 288 |
| MP1 | 44,0% | 211 | 56,0% | 269 |
| MP2 | 41,9% | 201 | 58,1% | 279 |
| RF1 | 36,0% | 173 | 64,0% | 307 |
| RF3 | 42,5% | 204 | 57,5% | 276 |
| SI1 | 47,3% | 227 | 52,8% | 253 |
| SI2 | 40,9% | 196 | 59,1% | 284 |
| COORDINACION | 42,0% | 202 | 58,0% | 279 |

5.1.4 Resultado del factor Cu

Luego de realizar las estimaciones del tiempo total disponible (TTD), el tiempo total de ausencias (TTA) y el % de tiempo productivo de la jornada de trabajo (TP), se procedió a calcular el tiempo total productivo (TTP) mediante la siguiente formula:

$$TPT = \% TP * (TTD - TTA)$$

Dónde:

- %TP= 42%
- TTD= 155.472 horas.
- TTA= 8.904 horas.

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior, el TPT es de 61.558 horas para el primer semestre del año 2011.

Con este valor y con la siguiente ecuación, se procedió a calcular el valor del factor Cu.

$$Cu = \frac{\text{Tiempo productivo total}}{\text{Tiempo total disponible}} * 100 = \frac{TPT}{TTD} * 100$$

Dónde:

- TPT= 61.558 horas
- TTD= 155.472 horas

Reemplazando estos valores en la ecuación, **el factor Cu es de 39.59%.**

5.2 Calculo del factor utilización Cp.

5.2.1 Estimación del tiempo real de ejecución

Para dar inicio a la estimación del tiempo real de ejecución, se analizaron las principales características de las tareas de mantenimiento y se determinó lo siguiente:

- Las tareas de mantenimiento dependen exclusivamente del tipo de mantenimiento y del origen que generó la orden de trabajo.
- Las tareas de mantenimiento no son repetitivas.
- El tiempo planeado para ejecutar las tareas de mantenimiento depende de variables como el alcance de la orden de trabajo, el tipo de equipo a intervenir, experiencia de los ejecutores y experiencia del planeador.

La estimación del tiempo real de ejecución de las tareas de mantenimiento se realizó de manera simultánea al muestreo de trabajo. El procedimiento para estimar este tiempo fue el siguiente:

- Al inicio de las jornadas de trabajo que fueron evaluadas en el muestreo de trabajo, se indagaba con los líderes, supervisores y/o ejecutores de las cuadrillas, cuales ordenes de trabajo y específicamente cuales tareas iban a ser ejecutadas en esa jornada.
- Luego de identificadas las tareas de mantenimiento a evaluar, se indagaba sobre el nivel de avance que tenían las tareas, si hasta ahora iban a iniciar o si era continuación de labores de días anteriores. Además, se determinaba la cantidad de ejecutores que iban a realizar las tareas de mantenimiento. En el anexo 15, se detalla las órdenes de trabajo y las tareas de mantenimiento evaluadas en cada cuadrilla.
- En campo, se registraban las observaciones en el formato usado para el muestreo de trabajo. Las observaciones de actividades productivas (A17) se clasificaban según la tarea de mantenimiento que se estuviera ejecutando. Este registro era llevado en la columna *observaciones* del formato usado (Ver anexo 13).
- Por último, se consolidaron las observaciones en una hoja de cálculo de Excel y los tiempos de ejecución de las tareas de mantenimiento que fueron finalizadas en los días de estudio (Ver anexo 16). Una observación en el muestreo de trabajo equivale a 4,9 minutos o 0,082 horas.

5.2.2 Resultado del tiempo real de ejecución

Luego de realizar el procedimiento para estimar el tiempo real de ejecución de las tareas de mantenimiento, se obtuvieron los siguientes resultados. Ver tabla 8.

Tabla 8. Resultados tiempos de ejecución de las tareas de mantenimiento por cuadrilla.

| CUADRILLA | NUMERO DE EJECUTORES. | NUMERO DE OBSERVACIONES ACTIVIDAD PRODUCTIVA A17 | TIEMPO ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EVALUADAS (HORAS) | TIEMPO TOTAL REAL DE EJECUCION DE TRABAJOS. (HORAS) | NUMERO DE TAREAS EVALUADAS | | TIEMPO TOTAL PLANEADO (HORAS) | | TIEMPO REAL DE EJECUCION TAREAS CERRADAS (HORAS) |
|---------------------|-----------------------|--|--|---|----------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|--|
| | | | | | TAREAS CERRADAS | TAREAS ABIERTAS | TAREAS CERRADA | TAREAS ABIERTAS | |
| CK1 | 2 | 212 | 17,35 | 34,69 | 12 | 1 | 35 | 6 | 29,13 |
| CK2 | 2 | 211 | 17,26 | 34,53 | 7 | 1 | 32 | 10 | 27,82 |
| CK3 | 2 | 200 | 16,36 | 32,73 | 6 | 1 | 38 | 5 | 30,93 |
| MP1 | 2 | 215 | 17,59 | 35,18 | 10 | 0 | 43 | 0 | 35,18 |
| MP2 | 2 | 205 | 16,77 | 33,55 | 8 | 1 | 36 | 12 | 27,82 |
| PQ1 | 2 | 204 | 16,69 | 33,38 | 7 | 0 | 50 | 0 | 33,38 |
| PQ2 | 2 | 196 | 16,04 | 32,07 | 15 | 0 | 32 | 0 | 32,07 |
| RF1 | 2 | 176 | 14,40 | 28,80 | 5 | 1 | 25 | 16 | 20,62 |
| RF3 | 2 | 208 | 17,02 | 34,04 | 13 | 0 | 47 | 0 | 34,04 |
| SI1 | 2 | 231 | 18,90 | 37,80 | 8 | 1 | 31 | 24 | 26,18 |
| SI2 | 2 | 200 | 16,36 | 32,73 | 10 | 1 | 38 | 8 | 30,27 |
| Coordinación | | 2258 | 184,75 | 369,49 | 101,00 | 7,00 | 407,00 | 81,00 | 327,44 |

Fuente: Autor del proyecto.

5.2.3 Resultado del factor Cp.

Según las estimaciones realizadas y aplicando la siguiente ecuación, el resultado del factor Cp. es:

$$Cp = \frac{\text{Tiempo total tareas planificadas}}{\text{Tiempo total de trabajo ejecutada}} * 100$$

Dónde:

- El tiempo total de tareas planificadas es el total del tiempo planeado para las tareas que fueron cerradas durante los días de estudio para todas las cuadrillas de la coordinación, para un total de 407 horas hombre pertenecientes a 101 tareas de mantenimiento.
- El tiempo total de trabajo ejecutado es el total del tiempo estimado en los días del muestreo de trabajo para las tareas de mantenimiento evaluadas en todas las cuadrillas de la coordinación, para un total de 327,44 horas hombre pertenecientes a 101 tareas de mantenimiento.

$$Cp = \frac{407 \text{ (horas - hombre)}}{327,44 \text{ (horas - hombre)}} * 100$$

$$Cp = 124,29 \%$$

5.3 Estimación del factor CS&Q

En la actualidad, la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas no cuenta con un indicador en el sistema balanceado de indicadores de la GRB que mida el nivel de servicio y calidad de los procesos ejecutados por las cuadrillas de mantenimiento que la conforman.

En el sistema balanceado de indicadores existe un indicador que mide la calidad para el proceso de mantenimiento día a día en equipos rotativos realizado por todas las coordinaciones que conforman el Departamento de Mantenimiento, incluida la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas.

Este indicador mide la calidad desde un enfoque de reprocesos de los equipos rotativos.

En los últimos años, el Departamento de Mantenimiento ha diseñado e implementado un nuevo indicador de calidad, que a la fecha está en prueba piloto y no ha sido implementado en el sistema balanceado de indicadores. Este indicador mide el nivel de no conformidades en los procesos de mantenimiento desarrollados por el departamento de mantenimiento.

Dada la subjetividad de este factor dentro del indicador O.C.E y que la coordinación no cuenta con un indicador de calidad, se sostuvo una reunión con el coordinador de mantenimiento proactivo en áreas donde se estableció la siguiente condición:

- La Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas tiene un comportamiento en calidad igual al Departamento de Mantenimiento, por lo tanto los indicadores que miden la calidad en los procesos del mantenimiento día a día, reflejan los niveles de calidad en la Coordinación.

A partir de esta condición, se estimó el nivel del factor CS&Q para la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas tomando como base los indicadores de calidad en el Departamento de Mantenimiento. Para esto se recopiló información de los indicadores para el periodo del 01/ Enero hasta 30/ Junio del año 2011.

5.3.1 Estado del Indicador de Reprocesos de Equipos Rotativos.

Este indicador mide el valor porcentual de equipos rotativos que presentan una condición sub-estándar o fallan después de un trabajo de mantenimiento o entrega de un equipo nuevo por parte de proyectos, lo que genera sobrecostos por mano de obra y materiales.

El indicador tiene por objetivo asegurar la calidad del proceso de mantenimiento, comisionado y puesta en marcha de los equipos rotativos que entran en servicio.

La fórmula para calcular este indicador es la siguiente:

$$\text{Reproceso Equipo Rotativo} = \frac{\text{Numero de equipos que entran a condicion subestandar}}{\text{Total equipos rotativos entregados a operaciones}}$$

La meta definida para este indicador es del 3,9 % y el periodo de evaluación es mensual.

Para el periodo de evaluación que va del 01/ Enero hasta el 30/ Junio del año 2011, el resultado se puede ver en la siguiente figura:

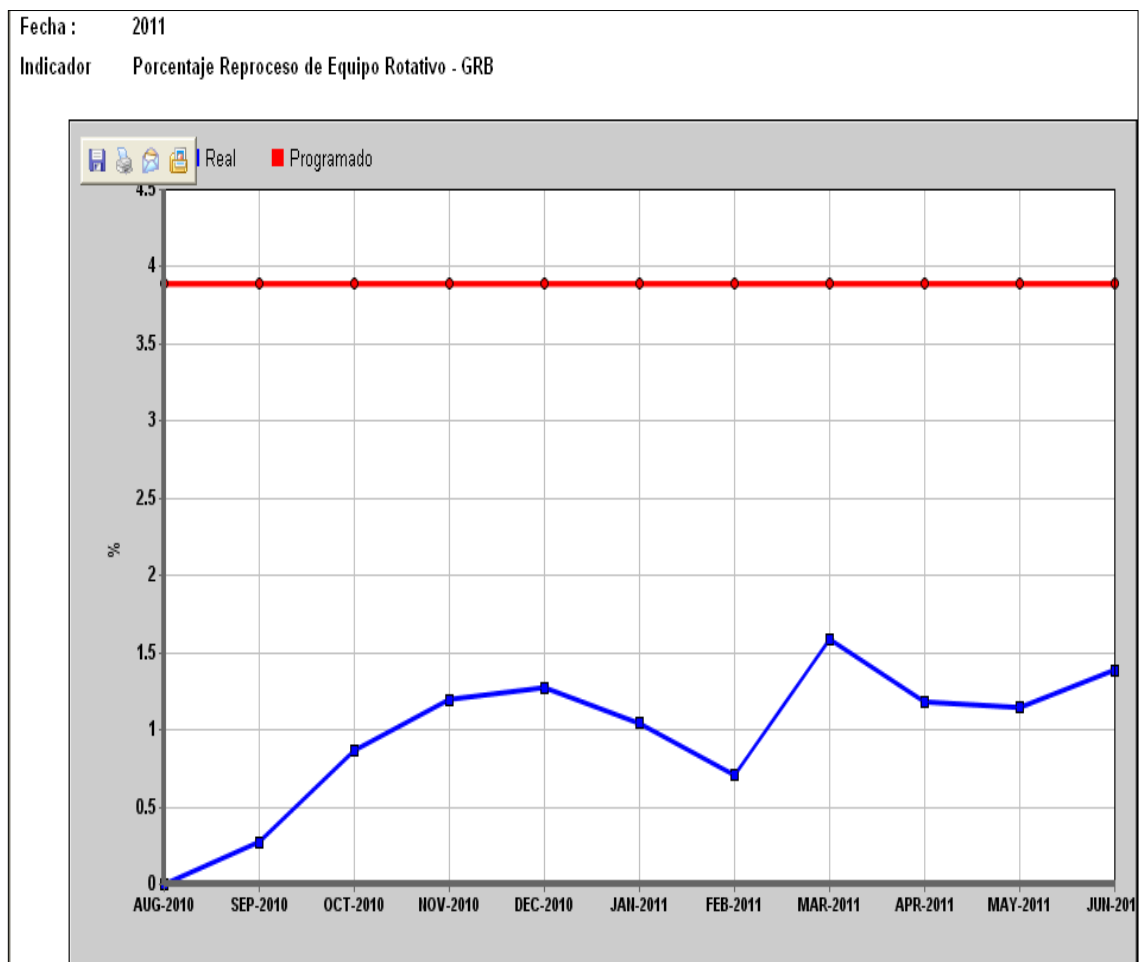


Figura 19. Comportamiento del indicador de reprocesos de equipo rotativo.

Fuente: RIS

Según la figura 19, el porcentaje de reprocesos de equipo rotativo para los seis primeros meses del año 2011 es de 1,18%, lo que representa que por cada 100 equipos rotativos intervenidos, 1,18 equipos tienen que entrar de nuevo al proceso de mantenimiento. Además, en este periodo se ha cumplido la meta definida con un nivel muy notorio.

5.3.2 Estado del Indicador de Conformidades del Proceso de Mantenimiento.

Este indicador mide el valor porcentual de la calidad del proceso de mantenimiento, mediante el reporte de las desviaciones al cumplimiento estándar de una tarea que generan sobrecostos por pérdida de productividad y/o materiales. Estas desviaciones están definidas en un listado diseñado y aprobado por los coordinadores de mantenimiento. Ver anexo 17.

Las conformidades del Proceso de Mantenimiento tienen por objetivo asegurar la calidad del proceso interno de mantenimiento, identificando y asegurando practicas no estandarizadas que generan retrasos y costos no planificados durante algunas de las etapas del proceso de mantenimiento.

El modelo matemático para calcular este indicador es el siguiente:

$$\text{Conformidad del Proceso} = 1 - \left(\frac{\sum \text{Desviaciones al Estandar}}{\# \text{Total de Posibles Desviaciones} \times \sum \text{Equipos con Desviacion del Estandar}} \right)$$

La meta para el indicador de conformidades del mantenimiento es de 95%, tiene una frecuencia de revisión mensual y es reportado y consolidado por la coordinación de calidad y talleres.

En la figura 20, se presentan los resultados obtenidos para el primer semestre del año 2011.

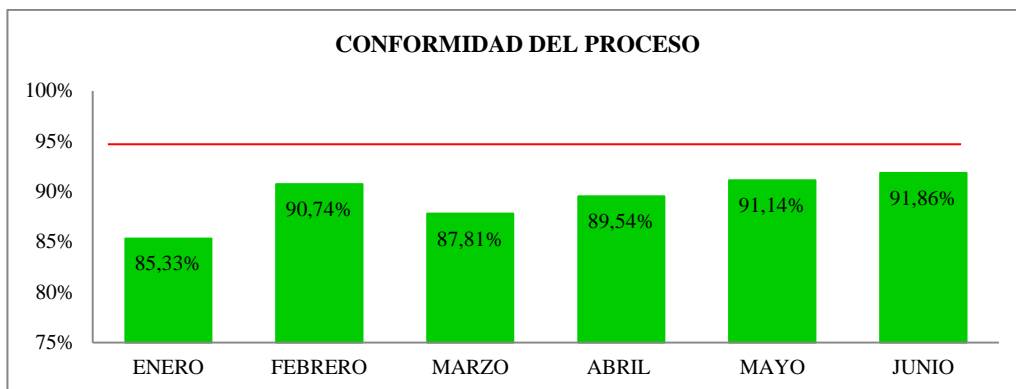


Figura 20. Comportamiento del indicador de conformidades del proceso

Fuente: Coordinación de Calidad y Talleres.

En los últimos 6 meses, no se ha cumplido con la meta establecida, que se ha visto reflejada en los elevados sobrecostos y pérdidas de horas hombre. En la figura 21, se presenta el porcentaje acumulado al mes de Junio del año 2011.

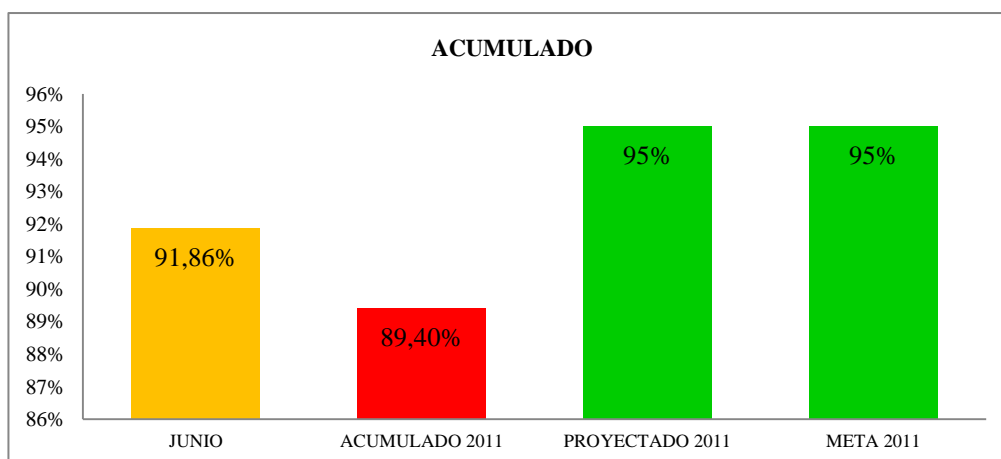


Figura 21. Porcentaje acumulado del indicador de conformidades del proceso.

Fuente: Coordinación de Calidad y Talleres.

5.3.3 Resultado del factor CS&Q

Luego de determinar el estado de los indicadores de calidad del proceso de mantenimiento día a día y partiendo del supuesto de subjetividad del factor CS&Q, se definió que el valor de este factor es el nivel de calidad de los indicadores evaluados, para el posterior cálculo del indicador O.C.E.

El nivel de calidad, según el indicador de reprocesos es:

$$CSQ = 100 - \text{Porcentaje de Reprocesos}$$

$$CSQ = 100 - 1,18 \% = 98,82\%$$

Según el indicador de conformidades de mantenimiento, el nivel del factor CS&Q es el valor acumulado al mes de Junio que equivale a **89,4%**. Los valores posibles para este factor se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 9. Valores del factor CS&Q.

| |
|--|
| Factor CS&Q |
| INDICADOR DE REPROCESOS DE EQUIPOS ROTATIVOS |
| 98,82% |
| INDICADOR DE CONFORMIDADES DE CALIDAD DEL MANTENIMIENTO |
| 89,4% |

Fuente: Autor del proyecto

5.4 Resultado del indicador O.C.E.

En la tabla 10, se presentan los resultados obtenidos de las diferentes estimaciones realizadas para determinar los valores de los factores que componen el indicador O.C.E.

Tabla 10. Resumen resultados indicador O.C.E

| Factor Cu | Factor Cp. | Factor CS&Q |
|-----------|------------|---|
| 39,59% | 124,29% | INDICADOR DE REPROCESOS DE EQUIPOS ROTATIVOS |
| | | 98,82% |
| | | INDICADOR DE CONFORMIDADES DE CALIDAD DEL MANTENIMIENTO |
| | | 89,40% |

Fuente: Autor.

Según estos resultados y con la aplicación de la siguiente ecuación, se obtuvo el nivel del indicador O.C.E en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas.

Nivel O.C.E con el factor CS&Q según el indicador de reprocesos.

$$O.C.E = Cu * Cp * Csq$$

$$O.C.E = 39,59\% * 124,29\% * 98,82\%$$

$$O.C.E = 48,62 \%$$

Nivel O.C.E con el factor CS&Q según el indicador de conformidades.

$$O.C.E = Cu * Cp * Csq$$

$$O.C.E = 39,59\% * 124,29\% * 89,4\%$$

$$O.C.E = 43,99 \%$$

El resultado obtenido del indicador O.C.E en las cuadrillas de mantenimiento, las clasifica en un grupo de trabajo de nivel medio (Ver numeral 3.1.2).

5.5 Análisis de los resultados del Indicador O.C.E

Para hacer un estudio más detallado del resultado del Indicador O.C.E, se analizó los factores Cu y Cp, haciendo énfasis en las principales causas que afectaron los resultados obtenidos.

5.5.1 Análisis resultados factor Cu.

Las principales causas que afectan o impactan el resultado de este factor son el tiempo total de ausencias TTA y el tiempo no productivo TNP en la jornada de trabajo.

Tiempo Total Ausencias TTA.

En el numeral 4.2.1.2 del presente proyecto se estimó la cantidad de horas de ausentismo por cualquier causa en 8904 horas hombre en el periodo de 01/ Enero al 30/ Junio del año 2011.

Esta cantidad de horas se clasificaron en los siguientes cinco grupos:

- Vacaciones: Tiempo de descanso que tienen los ejecutores otorgado por la ley y por acuerdos del sindicato.
- Accidentes de trabajo: Tiempo causado por accidentes ocurridos en las instalaciones de la GRB. Incluye el tiempo perdido por el accidente y posibles incapacidades.
- Permisos sindicales: Tiempo causado por el ejercicio de actividades sindicales.
- Permisos de salud y/o incapacidades: Tiempo perdido por ausencias generadas por problemas de salud o compromisos con especialistas de la salud.
- Otros permisos: Tiempo perdido por ausencias en permisos especiales, como representación en eventos académicos, culturales, deportivos entre otros motivos.

En la tabla 11 se presenta la distribución de los tiempos de ausencia en el periodo evaluado.

Tabla 11. Distribución tiempos ausencia.

| JUSTIFICACION | TIEMPO TOTAL (Hr) | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------------|
| | ENERO | FEBRE | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | TOTAL |
| Vacaciones | 2856 | 584 | 752 | 376 | 808 | 1048 | 6424 |
| Accidentes de trabajo | 144 | 0 | 104 | 128 | 216 | 40 | 632 |
| Permisos sindicales | 40 | 104 | 0 | 32 | 248 | 112 | 536 |
| Incapacidades/Permisos de salud | 88 | 176 | 368 | 112 | 200 | 312 | 1256 |
| Otros permisos | 8 | 0 | 48 | 0 | 0 | 0 | 56 |
| TOTAL MES | 3136 | 864 | 1272 | 648 | 1472 | 1512 | |
| TOTAL Horas | | | | | | | 8904 |

Fuente: Autor.

Según la figura 22, el motivo que ha generado mayor tiempo de ausencias son las vacaciones con un porcentaje del 72% que equivale a 6424 horas, seguido por las incapacidades y/o permisos de salud que representan el 14% del total, equivalente a 1256 horas.

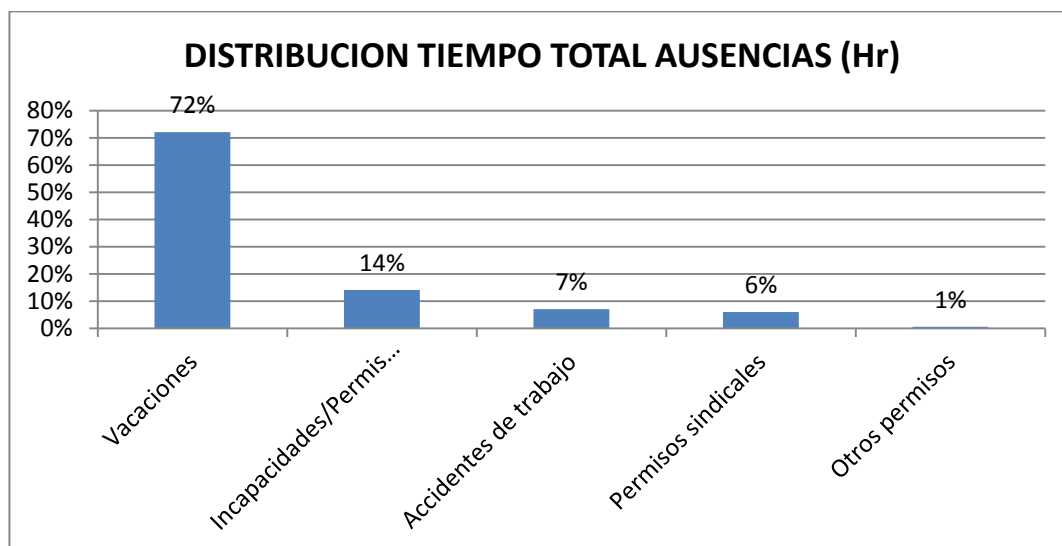


Figura 22. Distribución Porcentual del tiempo total ausentismo.

Fuente: Autor.

El tiempo causado por vacaciones pudo ser mayor, ya que los ejecutores tienen derecho a descansar 15 días hábiles de trabajo por año lo equivale a 120 horas por ejecutor. Si las vacaciones para los 158 ejecutores evaluados fueron distribuidas de manera uniforme en el tiempo, para el primer semestre del año 2011 el tiempo de ausencias por vacaciones debería ser de 9480 horas.

Esta diferencia tiene como principal motivo, que la gran mayoría de los trabajadores programa las vacaciones para el segundo semestre del año específicamente en Diciembre y por cada año de antigüedad en la empresa descansan un día de trabajo adicional.

En Ecopetrol mediante un acuerdo con el sindicato, los trabajadores tienen derecho a unos días de descanso adicional que dependen del número de años de antigüedad en la organización.

Tiempo total No productivo TNP.

En la medición del trabajo realizada en la jornada laboral *pito*, se obtuvo un resultado que sorprendió a algunos y a otros les comprobó lo que ya se intuía.

Para una jornada de 9 horas, 5 horas y 39 minutos en promedio, no agregan valor al proceso de ejecución del mantenimiento día a día realizado en toda la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas. Ver figura 23

El tiempo no productivo equivale al 62,7% del total del tiempo disponible en la jornada laboral. Este tiempo presento un incremento de alrededor de 28 puntos porcentuales en comparación con el estudio IV de tiempos realizado en el año 2006 (35,18% de tiempo productivo. Ver anexo 9).

Con el fin de establecer medidas que ayuden a mejorar o reducir el tiempo de improductividad, se realizó un análisis detallado de la distribución del tiempo no productivo en las actividades no productivas evaluadas para la Coordinación en general. En el anexo 18, se presentan las distribuciones porcentuales de las actividades no productivas para cada cuadrilla.

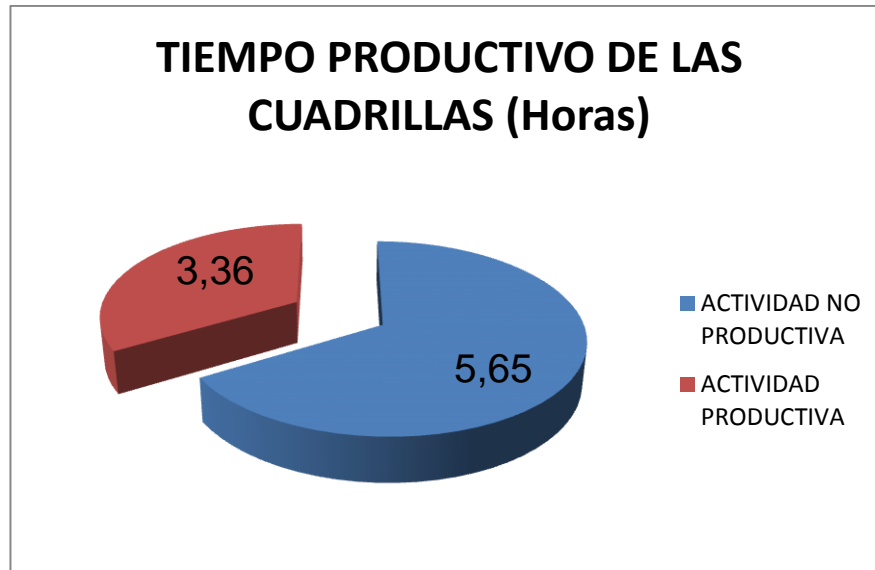


Figura 23. Tiempo total de productividad en las cuadrillas de mantenimiento.

En la figura 24 y la tabla 12 se resumen los porcentajes y el tiempo de distribución de las actividades no productivas para una jornada de 9 horas en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas.

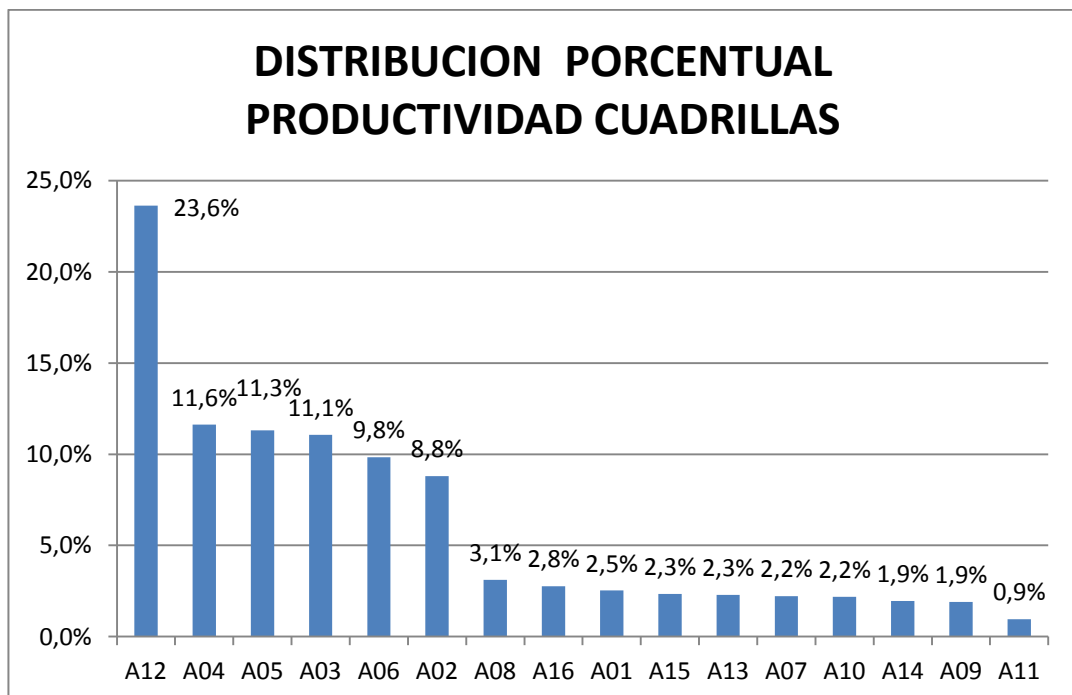


Figura 24. Distribución porcentual de las actividades no productivas en la Coordinación.

De las actividades no productivas presentes en la jornada de trabajo, 5 actividades representan el 67,4% del tiempo, que equivale a 228 minutos o 3,8 horas de tiempo que no agrega valor al proceso de ejecución del mantenimiento día a día.

La actividad no productiva más representativa es la A12 que representa la actividad del tiempo de almuerzo con un 23,6% del tiempo total no productivo que equivale a 80 minutos o 1,33 horas. Con este resultado se evidencia que los ejecutores exceden en un 33% el tiempo estipulado para realizar esta actividad que equivale a 20 minutos adicionales (Los ejecutores tienen derecho a 1 hora de almuerzo por jornada de trabajo).

Tabla 12. Distribución del tiempo de las actividades no productivas en la Coordinación.

| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|---|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12. Hora de almuerzo. | 23,6% | 1,33 | 80 |
| A04. Desplazamiento del/al grupo al/del área operativa. | 11,6% | 0,66 | 39 |
| A05. Apertura y/o cierres de permisos de trabajo en las unidades operativas. | 11,3% | 0,64 | 38 |
| A03. Asistencia a reunión de inicio de turno y asignación de los trabajos. | 11,1% | 0,62 | 37 |
| A06. Preparación y suspensión del trabajo; alistamiento de herramientas y limpieza del sitio | 9,8% | 0,55 | 33 |
| A02. Cambio en el vestier. (Inicio-Fin de turno) | 8,8% | 0,50 | 30 |
| A01. Entrada/Salida puerta principal-Desplazamiento al/del grupo. | 4,0% | 0,23 | 14 |
| A08. Espera por servicio de transporte. | 3,1% | 0,18 | 11 |
| A16. Espera por falta de trabajo. | 2,8% | 0,16 | 9 |
| A15. Ausentismo, Permisos laborales, o de otra índole. | 2,3% | 0,13 | 8 |

| | | | |
|--|------|------|---|
| A13. Actividades por suplementos, contingencias y/u Ocio. | 2,3% | 0,13 | 8 |
| A07. Desplazamiento a/de Materiales. | 2,2% | 0,12 | 7 |
| A10. Espera por servicio de materiales. | 2,2% | 0,12 | 7 |
| A14. Anormalidad en el turno de trabajo | 1,9% | 0,11 | 7 |
| A09. Desplazamiento a/de Central de Herramientas. | 1,9% | 0,11 | 6 |
| A11. Espera por servicio de Herramientas. | 0,9% | 0,05 | 3 |

A la actividad del almuerzo, siguen en orden la actividad A04- Desplazamientos del grupo al área operativa o viceversa con un 11,6% que equivale a 39 minutos o 0,66 horas, la actividad A05- Apertura y/o cierres de permisos de trabajo con un 11,3% equivalente a 38 minutos o 0,64 horas. La cuarta actividad representativa es la A03- Asistencia reunión inicio de turno con un 11,1% que representa 37 minutos o 0,62 horas y la quinta actividad representativa es la A06- Preparación y suspensión del trabajo con un 9,8% que equivale a 33 minutos o 0,55 horas de tiempo perdido de trabajo.

Las actividades de desplazamiento a las áreas operativas, Bodega de Materiales y Central de Herramientas (A04-A07-A09) y la actividad de espera por servicio de transporte representan el 18,8% del total de tiempo no productivo que equivale a 63 minutos o 1,05 horas, que demuestra las pésimas condiciones del parque automotor de las cuadrillas de mantenimiento y el ineficiente servicio de transporte que prestan los operadores de transporte interno de la GRB. Ver anexo 19.

Por último, las actividades que representan el menor porcentaje de tiempo no productivo son las actividades A09- Desplazamiento a/de central de herramientas y A11- Espera por servicio de herramientas con un 1,9% y 0,9% respectivamente. Este porcentaje se debe principalmente a la no periodicidad de estas actividades en el día a día de los ejecutores, las actividades de

búsqueda de herramientas en la Central de Herramientas de la GRB son realizadas por los líderes y/o supervisores de cuadrilla y tan solo en casos especiales o de necesidad, los ejecutores realizan estas actividades.

5.5.2 Análisis resultados factor Cp.

Según el estudio realizado en las cuadrillas de mantenimiento, el rendimiento en la ejecución de los trabajos es de un nivel muy superior con un 124,29% (Ver numeral 5.2.3) con respecto al rango de valores para el factor Cp que oscila entre 80% y 95%. (Ver numeral 3.1.2).

Para obtener este rendimiento en las cuadrillas de mantenimiento, se debe a alguna de las siguientes causas:

- Fallas en la planeación y programación de los tiempos para ejecutar los trabajos de mantenimiento.
- Habilidades técnicas y experiencia en la ejecución de los trabajos de mantenimiento.

Para determinar la causa que afecta este factor, se conformó un grupo de trabajo en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas al que se le presento los resultados obtenidos de la medición del trabajo. Con base en esto y mediante la técnica de lluvia de ideas, se encontró la causa raíz al principal factor que afecta este resultado.

Luego de varias reuniones y discusiones entre los miembros del grupo de trabajo se concluyó que la causa que afecto el resultado obtenido, es la presencia de fallas en la planeación y programación de los tiempos para ejecutar los trabajos de mantenimiento. A partir de esta conclusión, surgió la siguiente pregunta:

¿Por qué existen fallas en la planeación y programación de los tiempos para la ejecución de las tareas de mantenimiento?

Para hallar la respuesta se realizó un diagrama de Ishikawa que permite establecer la causa raíz que genera esta falla. Ver figura 25.

La causa raíz en las fallas de planeación y programación de tiempos para ejecución de trabajos se basa en no tener un estándar de tiempos de trabajo que aplique a la gran mayoría de tareas que se realizan en el mantenimiento de la GRB así como el no contar con un método de trabajo que permita determinar los estándares de forma dinámica y precisa.

Por lo tanto, los planeadores realizan sus funciones con base en la experiencia o conocimientos empíricos y no en tiempos reales de ejecución de los trabajos de mantenimiento.

5.6 Propuestas de mejora para elevar el nivel del Indicador O.C.E.

Una vez realizada la estimación del nivel actual del indicador O.C.E. en las cuadrillas de mantenimiento, se identifican diferentes situaciones susceptibles de mejora para las cuales se generan diferentes propuestas que buscan ser una base para el mejoramiento en la efectividad del trabajo. Ver Tabla 13.

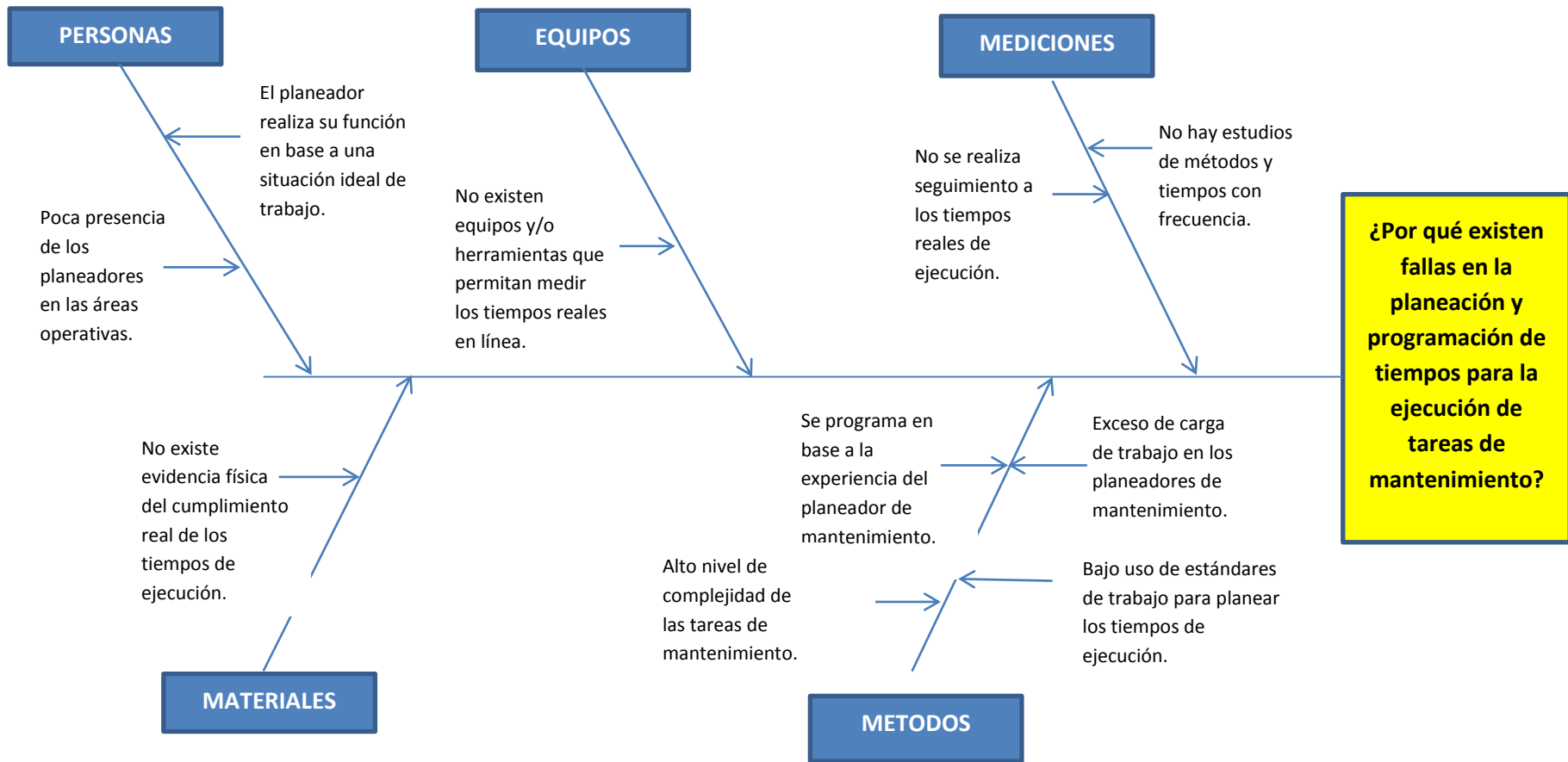


Figura 25. Diagrama de Ishikawa para las fallas de planeación y programación de los tiempos para ejecución de los trabajos.

Tabla 13. Propuestas para el mejoramiento del nivel O.C.E en las cuadrillas de mantenimiento.

| No. | ASPECTO SUSCEPTIBLE DE MEJORA | DESCRIPCION PROPUESTA | JUSTIFICACION PROPUESTA | BENEFICIO ESPERADO |
|------------|---|--|--|---|
| 1 | BAJO NIVEL DE EFECTIVIDAD TOTAL DE LOS TRABAJADORES DE MANTENIMIENTO. | Implantar la medición del O.C.E de forma periódica en todos los grupos de trabajo de mantenimiento, como una buena práctica para alcanzar la excelencia en el mantenimiento. | Desarrollar una buena práctica a través del tiempo, en el departamento de mantenimiento aun cuando el autor del proyecto no esté en la organización. | Hacer del indicador O.C.E una herramienta clave para definir y tomar acciones y/o estrategias de mejoramiento del proceso de mantenimiento día a día, que incrementen el nivel de efectividad de la mano de obra. |

| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| 2 | ELEVADOS TIEMPOS DE DESPLAZAMIENTO Y ESPERA POR SERVICIO DE TRANSPORTE. | Diseñar e implementar una estrategia para la adquisición y puesta en funcionamiento de vehículos para el transporte de personas y carga, que permita disminuir los tiempos de desplazamiento y faciliten el trabajo de los ejecutores del mantenimiento. | Cambiar el parque automotor del Departamento de Mantenimiento, el cual se encuentra en pésimas condiciones de funcionalidad, seguridad y capacidad de cobertura. | <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de tiempos de desplazamiento y espera por servicio de transporte. - Mayor cobertura de equipos de transporte a los ejecutores del mantenimiento. |
| 3 | PÉRDIDAS DE TIEMPO EN LA APERTURA Y CIERRE DE PERMISOS DE TRABAJO EN LAS UNIDADES OPERATIVAS. | Elaborar, documentar e implementar el procedimiento para la apertura y cierre de permisos de trabajo en las áreas operativas. | Establecer un método estandarizado que describa el proceso, responsables e indicadores de cumplimiento a la actividad de apertura y cierre de permisos de trabajo. | Reducción del tiempo causado por la actividad de apertura y cierre de permisos de trabajo. |

| No. | ASPECTO SUSCEPTIBLE DE MEJORA | DESCRIPCION PROPUESTA | JUSTIFICACION PROPUESTA | BENEFICIO ESPERADO |
|-----|--|---|---|---|
| 4 | DEMORAS EN LA EJECUCIÓN DE LA REUNION DE INICIO DE TURNO Y ASIGNACION DE TRABAJOS. | Elaborar, documentar e implementar el procedimiento para la ejecución de la reunión de inicio de turno en los grupos de trabajo de mantenimiento. | Establecer una metodología estandarizada que describa la estructura a seguir en la reunión de inicio de turno y asignación de tareas. | <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de un 46% del tiempo causado en esta actividad actualmente (37 a 20 minutos) - Hacer más efectiva y práctica la actividad de reunión de inicio de turno. |

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| 5 | <p>FALLAS EN LA PLANEACION Y PROGRAMACION DE TIEMPOS DE EJECUCION DE TAREAS DE MANTENIMIENTO; ALTO % DE TIEMPO NO PRODUCTIVO EN LA JORNADA LABORAL DE LOS EJECUTORES DEL MANTENIMIENTO.</p> | <p>Diseñar e implementar una estrategia para la adquisición y puesta en funcionamiento de herramientas tecnológicas tipo <i>PDA- PERSONAL DIGITAL ASSISTANT</i>- que permita registrar, almacenar y procesar información de tiempos de ejecución de tareas de mantenimiento y actividades no productivas del día a día de los ejecutores.</p> | <p>Establecer una herramienta de soporte en línea para el seguimiento y control de tiempos de los ejecutores del mantenimiento día a día.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de tiempos que no agregan valor al proceso de ejecución del mantenimiento día a día. - Seguimiento y control de la jornada laboral en los grupos de trabajo. - Estimación de tiempos estándares de ejecución de tareas de mantenimiento. |
|---|---|---|---|--|

| No. | ASPECTO SUSCEPTIBLE DE MEJORA | DESCRIPCION PROPUESTA | JUSTIFICACION PROPUESTA | BENEFICIO ESPERADO |
|-----|--|--|---|---|
| 6 | FALLAS EN LA PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN EN TAREAS TÍPICAS O COMUNES DE MANTENIMIENTO. | Realizar estudios de métodos y tiempos a las tareas de mantenimiento más representativas, rutinarias o de mayor repetición en las órdenes de trabajo de mantenimiento. | Establecer estándares de tiempo y métodos de trabajo a aquellas tareas que son comunes y necesarias en algunas órdenes de trabajo con el objetivo de asignar de una forma más eficiente los recursos de mano de obra. | Estimación de estándares de tiempo y de trabajo a las tareas rutinarias de mantenimiento. |

6. MEDICIÓN DE LOS TIEMPOS DE ESPERA DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS ROTATIVOS EN EL TALLER DE MECÁNICA DE CAMPO.

6.1 Descripción general del proceso de reparación de equipos rotativos en el taller de Mecánica de Campo.

El proceso de reparación de equipos rotativos en el taller de Mecánica de Campo está basado en las órdenes de trabajo de origen correctivo y/o predictivo, asignado a la especialidad de mecánica y que tiene como objetivo principal, recuperar y elevar las condiciones de funcionalidad mecánica y confiabilidad de los equipos rotativos, siendo estos uno de los tipos de activos de la GRB de mayor prioridad y necesidad para una óptima producción. Ver figura 12.

A principios del año 2011, se conformó un equipo de trabajo conformado por 18 mecánicos, un supervisor de mecánica, un técnico mecánico y un ingeniero mecánico, los cuales tienen por objetivo llevar al taller de mecánica de la GRB a la altura de los mejores en el ámbito nacional.

El subproceso de reparación de equipos rotativos empieza con la recepción de la programación semanal de los equipos a intervenir por parte del supervisor, de esta forma, se planea la asignación de recursos, se prioriza el trabajo y se gestionan los requerimientos necesarios para ejecutar las tareas.

Luego se reciben los equipos en el taller por el supervisor, los cuales son traídos por los ejecutores de las cuadrillas de la especialidad de mecánica. Posteriormente son entregados a los mecánicos del taller, los cuales desarman el equipo y lo pasan al lavado de partes (realizado por una empresa contratista).

Los mecánicos retoman el equipo para calibrarlo y definir el alcance real del trabajo. Posteriormente el equipo es entregado al taller de Máquinas donde realizan la recuperación mecánica de las partes afectadas, en algunas ocasiones esta actividad es realizada por talleres externos y si es el caso es entregado al taller de Sellos donde se reparan el sello mecánico de acuerdo con las especificaciones del fabricante que permita garantizar un adecuado sello a los equipos y evitar fugas al medio ambiente. El taller de Máquinas o de Sellos entrega las partes intervenidas al supervisor o técnico mecánico quien verifica si se cumplen con las especificaciones requeridas.

La fase final del proceso consiste en calibrar el equipo para armarlo, realizar su posterior armado y aplicar la prueba al sello mecánico y/o las pruebas mecánicas pertinentes. Después de verificar la funcionalidad del equipo y las especificaciones técnicas, es almacenado temporalmente para su posterior salida a las áreas operativas.

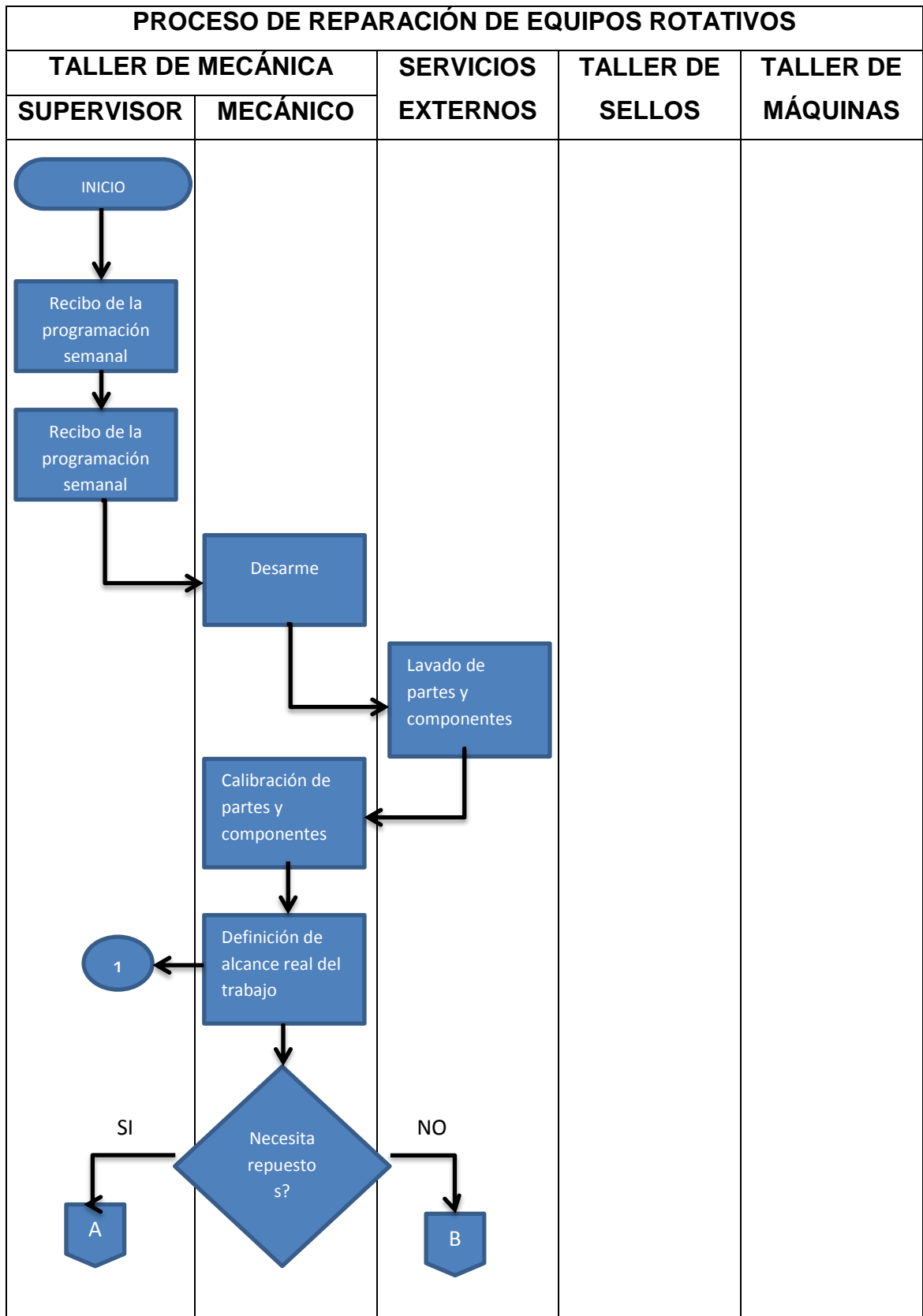
El equipo es entregado físicamente por el supervisor del taller al supervisor de mecánica de la cuadrilla a la cual pertenece el equipo, luego de verificar y revisar los documentos que soportan la reparación, efectuar la revisión visual, dar el visto bueno en el protocolo de entrega y la puesta del sello de garantía.

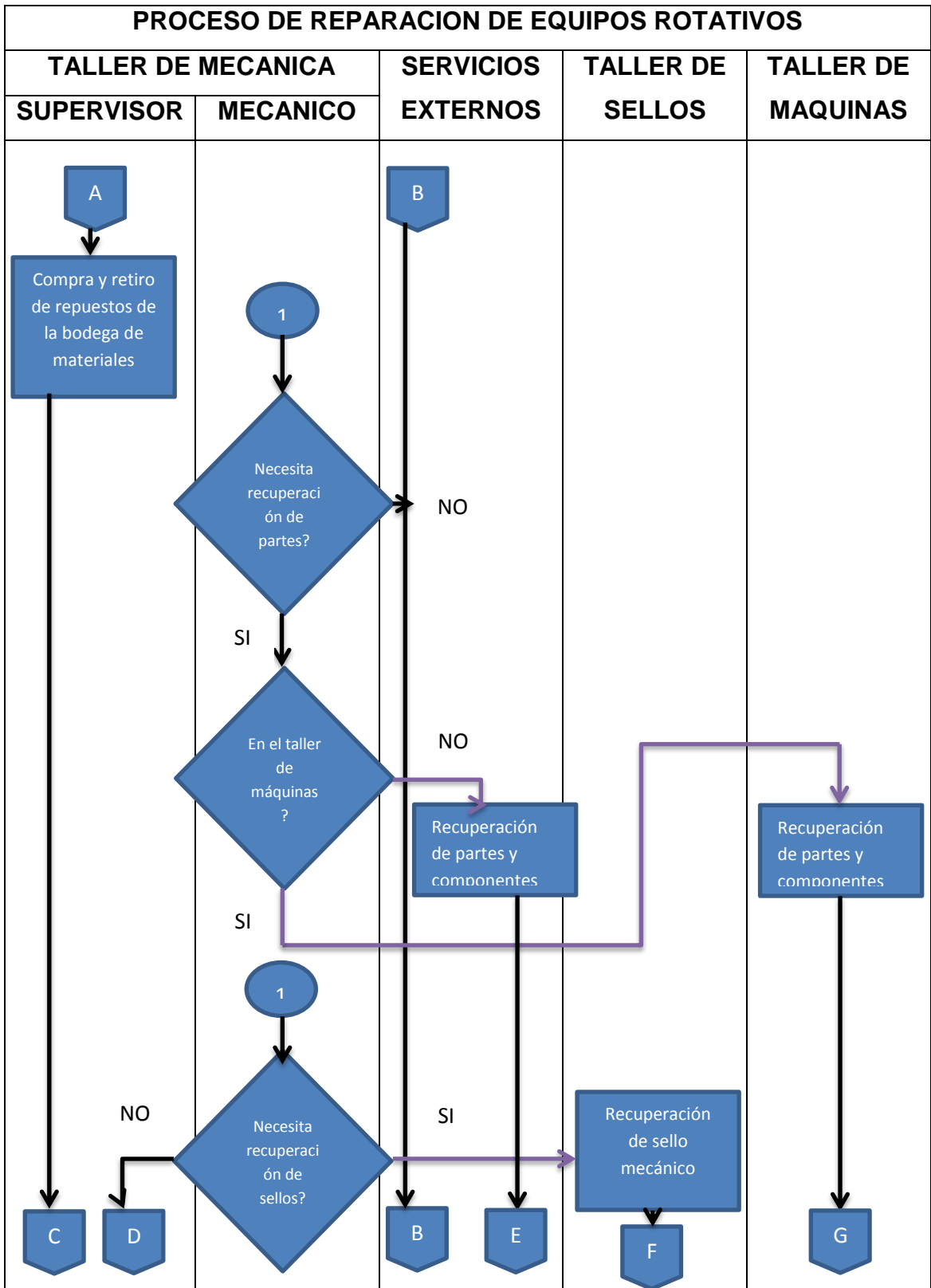
Por último, el supervisor o el ingeniero del taller de mecánica de campo cierran las tareas ejecutadas de las ordenes de trabajo para realizar su posterior análisis de los indicadores: tiempo medio para reparar TMPR y equipo rotativo confiable ERC y tomar las acciones mejorativas pertinentes.

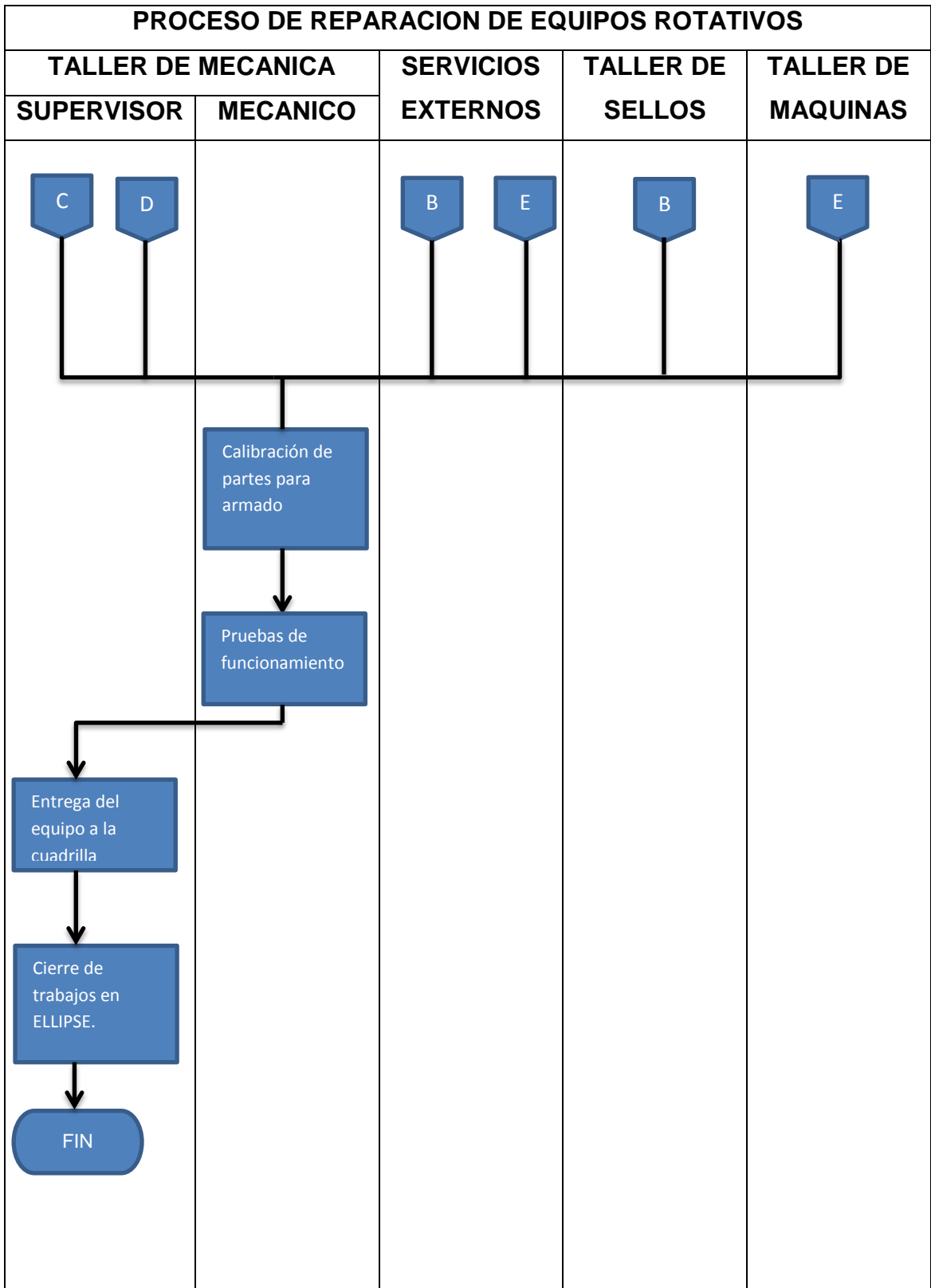
6.2 Diagrama de flujo del proceso de reparación de equipos rotativos.

En la figura 26, se presenta el diagrama de flujo del proceso de reparación de equipos rotativos y los responsables de cada tarea y/o actividad.

Figura 26. Diagrama de flujo del proceso de reparación de equipos rotativos.







Fuente: Autor del proyecto.

6.3 Desarrollo de la medición de los tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos.

Para integrar de manera sistémica el desarrollo de la medición de los tiempos de espera entre tareas de mantenimiento realizadas en el taller de Mecánica de Campo realizado en este proyecto se adjunta a continuación un diagrama resumen.

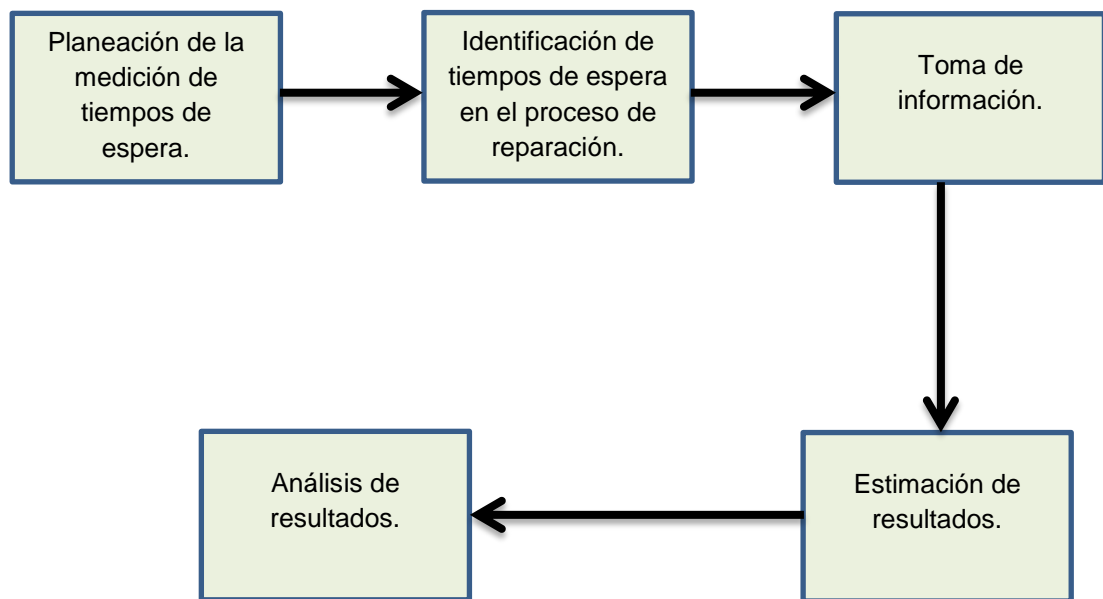


Figura 27. Diagrama de desarrollo de la medición de tiempos de espera entre tareas de mantenimiento en el taller de Mecánica de Campo.

Fuente: Autor del proyecto.

6.3.1 Objetivo de la medición.

La medición de tiempos realizada en el proceso de reparación de equipos rotativos en el taller de Mecánica de Campo, tiene como objetivo principal identificar las principales demoras y/o esperas y sus respectivos tiempos promedio, presentes entre las tareas de mantenimiento desarrolladas en el taller. Ver figura 28.

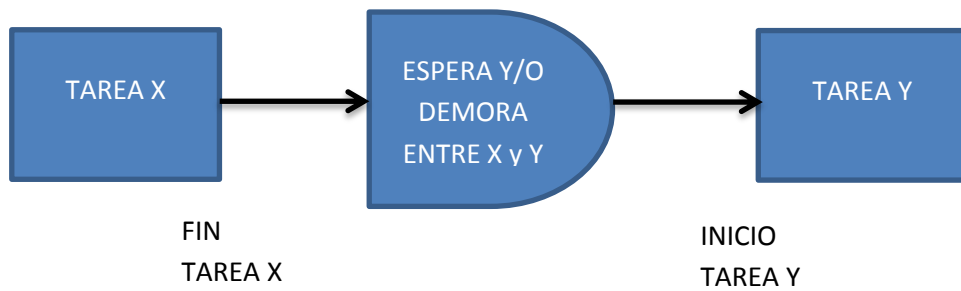


Figura 28. Objetivo de la medición del proceso de reparación en el taller.

6.3.2 Listado de tiempos de espera y/o demoras en el proceso.

Con el fin de determinar los principales tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos, se organizó una reunión con el supervisor, el ingeniero y el técnico especialista adscritos al taller y se definieron los siguientes tiempos de espera. Ver tabla 14.

Tabla 14. Tiempos de espera y/o demoras presentes en el proceso de reparación de equipos rotativos.

| PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS | | | |
|--|---|---|---|
| ESPERA | NOMBRE ESPERA | Desde... | Hasta... |
| A | Espera de almacenamiento en entrada o espera por ejecución de tarea de desarme. | Recibir equipo rotativo en taller de Mecánica de Campo. | Iniciar tarea de desarme de equipo por parte de un mecánico. |
| B | Espera por ejecución de tarea de lavado de partes y/o componentes del equipo. | Culminación de tarea de desarme del equipo. | Iniciar tarea de lavado del equipo por parte de la contratista encargada. |

| | | | |
|-----------|--|--|--|
| C | Espera por ejecución de tareas de calibración de partes y componentes; definición de alcance real. | Finalización de tarea de lavado de partes. | Iniciar tareas de calibración de partes y diagnóstico del alcance real del trabajo. |
| D* | Espera por sellos mecánicos y/o espera por repuestos y materiales. | Culminación de tareas de calibración y definición de alcance real del trabajo. | Finalización tarea de recuperación de sello en el taller de sellos y/o entrega de repuestos al mecánico por parte del supervisor del taller. |
| E* | Espera por servicio de recuperación de partes y/o componentes. | Culminación de tareas de calibración y definición de alcance real del trabajo. | Finalización tarea de recuperación de partes en el taller de Máquinas y Herramientas. |
| F | Espera por ejecución de tareas de armado del equipo. | Finalización de tareas de recuperación de sello, espera por repuestos o recuperación de partes. (Actividad que termine de última). | Iniciar tareas de calibración de partes para armado y armado del equipo y sus componentes. |

| PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS | | | |
|--|--|--|--|
| ESPERA | NOMBRE ESPERA | Desde... | Hasta... |
| G | Espera por ejecución de tarea de pruebas de funcionamiento y calidad de la reparación. | Culminación de tareas de armado del equipo. | Iniciar tarea de prueba de funcionamiento y calidad del equipo. |
| H | Espera en almacenamiento de salida o espera por retiro del equipo por la cuadrilla respectiva. | Finalización de tarea de prueba de funcionamiento y calidad. | Retirar el equipo rotativo intervenido por parte de la cuadrilla respectiva. |

**Generalmente las esperas D y E se generan de forma simultánea, pero se midieron de forma independiente con el fin de establecer la que causa más tiempo. Además, estos tiempos incluyen el tiempo de ejecución de las tareas de recuperación de sellos y/o componentes pero que para el taller de mecánica son considerados tiempos de espera.*

6.3.3 Toma de datos.

Este procedimiento fue realizado en varias etapas, dado que la Coordinación de Talleres no realizaba esta medición en el proceso. Además, en el taller se encontraban gran cantidad de equipos almacenados y no se sabía exactamente en qué fase del proceso se encontraban, ni cuánto tiempo llevaban en el taller.

Las etapas que se realizaron fueron las siguientes:

- Identificación de los equipos rotativos que se encontraban en el taller de mecánica de campo; especificar en qué fase del proceso estaban e

indagar las fechas probables de entrada al taller. Para esto, se indago con los líderes y supervisores de mecánica de cada cuadrilla.

- Elaboración de una plantilla en *Excel* donde se pueden registrar los equipos rotativos que están, que entran o que salen del taller, identificar plenamente en qué fase del proceso se encuentran y estimar los tiempos promedio de cada espera. Ver anexo 20.
- Captura de la información mediante presencia constante en el taller de mecánica y colaboración del supervisor y los mecánicos.

6.3.4 Resultados de los tiempos de espera del proceso de reparación.

Luego de realizar la medición de tiempos en un periodo de tres meses (01/Abril a 30/Junio del año 2011) para los equipos rotativos que se encontraban y que progresivamente entraban en el taller de Mecánica de Campo, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 15. Tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos.

| PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS | | | |
|---|---|-------------------------------|----------|
| ESPERA | NOMBRE ESPERA | Espera promedio (Días) | % |
| A | Espera de almacenamiento en entrada o espera por ejecución de tarea de desarme. | 5,9 | 17% |
| B | Espera por ejecución de tarea de lavado de partes y/o componentes del equipo | 2,19 | 6% |
| C | Espera por ejecución de tareas de calibración de partes y componentes y definición de alcance real. | 2,11 | 6% |

| | | | |
|--------------|---|--------------|-------------|
| D | Espera por sellos mecánicos y/o espera por repuestos y materiales. | 8,21 | 24% |
| E | Espera por servicio de recuperación de partes y/o componentes | 9,27 | 27% |
| F | Espera por ejecución de tareas de armado del equipo | 2,26 | 7% |
| G | Espera por ejecución de tarea de pruebas de funcionamiento y calidad de la reparación. | 0,49 | 1% |
| H | Espera en almacenamiento de salida o espera por retiro del equipo por la cuadrilla respectiva | 4,1 | 12% |
| TOTAL | | 34,53 | 100% |

6.3.5 Análisis de resultados de los tiempos de espera.

En el proceso de reparación de equipos rotativos realizado en el taller de Mecánica de Campo, las esperas E y D representan el 51% de las esperas (Ver figura 29), la medición arroja que en promedio la espera E hay 9,27 días y en la espera D hay 8,21 días.

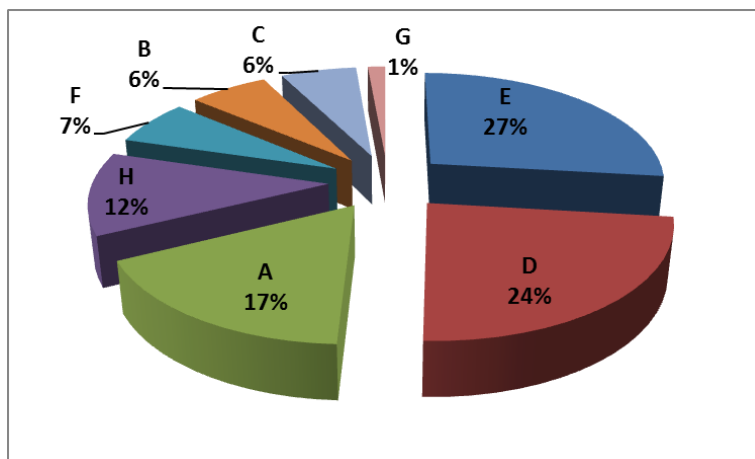


Figura 29. Tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos.

La principal causa que afecto el resultado de las esperas E y D, es que estos incluyen el tiempo causado por la ejecución de los trabajos en el taller de Máquinas y el taller de Sellos respectivamente.

Después de las esperas E y D, sigue en orden la espera A, que representa el 17% y la espera H con un 12% del total de tiempos de espera que equivalen a 10 días.

Por último, la espera G es la menos representativa de las esperas del proceso de reparación con un 1% que equivale a 0,49 días. Esto se debe a que la tarea de armado y la tarea de pruebas de funcionamiento en reiteradas ocasiones se realizan de forma simultánea.

Los tiempos de espera son los tiempos que no agregan valor al proceso de reparación de equipos rotativos y que representan el 84% del tiempo promedio que permanecen los equipos en el taller (41 días). Ver figura 30.

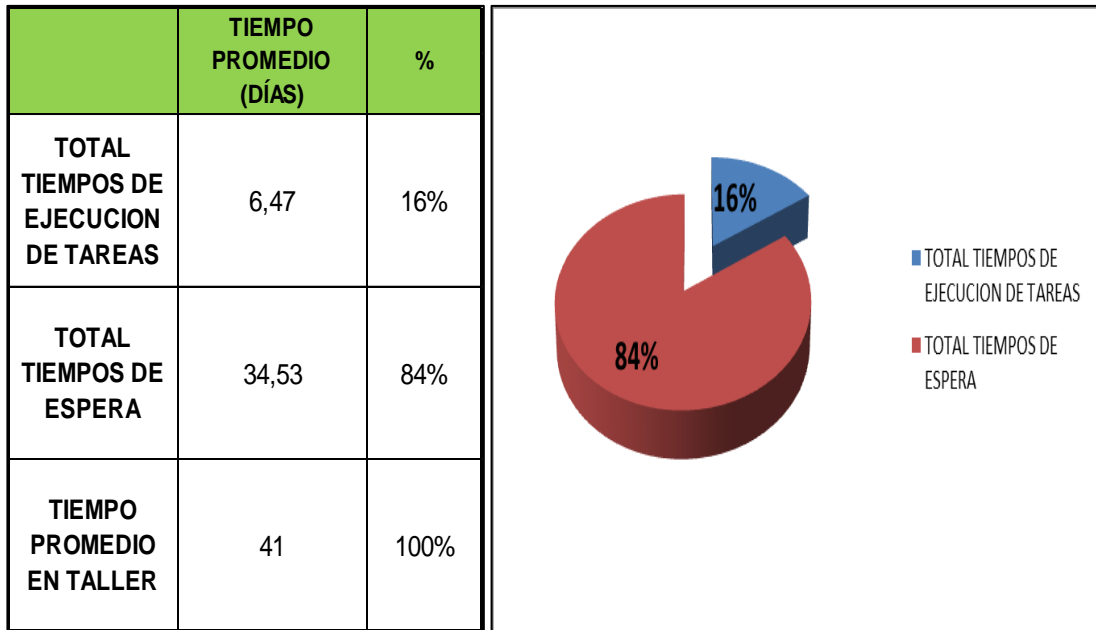


Figura 30. Distribución porcentual del tiempo medio de los equipos en el taller.

7. MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE EQUIPOS ROTATIVOS EN EL TALLER DE MECÁNICA DE CAMPO.

7.1. Implementación de la estrategia cinco eses como base para el mejoramiento del taller de Mecánica de Campo.

La estrategia cinco eses debe ser un paso fundamental dentro de un programa de mejoramiento de procesos de una organización sin importar su tamaño, con el fin de sensibilizar al personal involucrado en los cambios y por tanto, minimizar su resistencia al cambio.

Un taller de Mecánica de Campo limpio, ordenado y seguro será el punto de partida y ejemplo a seguir para los demás talleres e instalaciones que hacen parte del Departamento de Mantenimiento, para prestar así, un servicio de mantenimiento eficaz, eficiente y efectivo a todas las unidades de negocio que conforman la Gerencia Refinería de Barrancabermeja.

Al comienzo de la práctica industrial el taller de Mecánica de Campo era catalogado por la gran mayoría de los trabajadores de la GRB, como el taller más sucio y desordenado; por tanto con un inminente riesgo de accidentes.

El estudiante en práctica concluyó y propuso que era posible disminuir y eliminar esta percepción mediante la implementación de un programa 5´S en el taller de mecánica de campo.

7.1.1 Diagnóstico del cumplimiento de la Auditoria de Orden y Aseo en áreas operativas.

Las auditorias de Orden y Aseo en las áreas operativas se realizan sin previo aviso cada mes, esta auditoria se basa en un formato de lista de chequeo (Ver anexo 21) y se cuantifica en una hoja de cálculo según el puntaje de cumplimiento.

El formato de auditoria contiene 15 secciones a evaluar, y son:

1. Material superfluo.
2. Derrames/ escapes.
3. Escombros y basuras.
4. Cuarto de control.
5. Bodega o área de almacenamiento.
6. Instrumentos/ eléctricos (campo).
7. Mangueras.
8. Baños.
9. Equipos de emergencia.
10. Iluminación y ventilación.
11. Pasillos y áreas de acceso.
12. Cuarto de breakers.
13. Protección industrial.
14. Zona verde.
15. Recomendaciones reaseguradores.

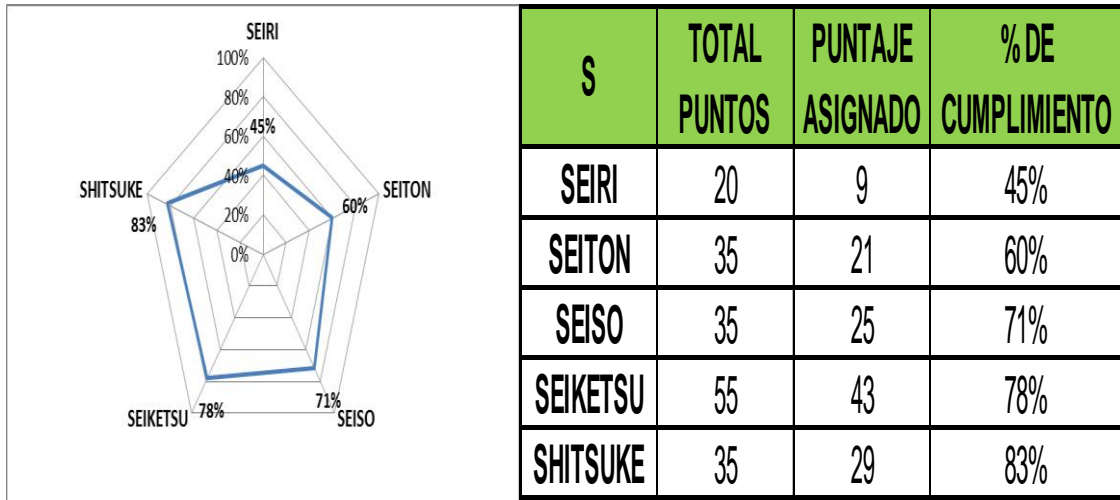
Para la auditoria de orden y aseo en el taller de mecánica de campo se excluye la evaluación de las secciones 2, 4, 6, 12 ,15 ya que estas secciones son propias de las plantas operativas de refinación del crudo.

Para el diagnóstico de las cinco eses se utilizó un cuestionario (Ver anexo 22) con preguntas que nos podrían dar información para cada S, en el que se asignan valores de acuerdo a una escala entre 1 y 5, donde 5 indica que el aspecto se cumple y 1 que el aspecto no se cumple.

Para aplicar la encuesta, se reunió al personal del área operativa, al Supervisor, Técnico e Ingeniero del Taller de Mecánica y se ofreció una capacitación inicial de las 5'S.

En la tabla 16 se realiza un resumen de los resultados obtenidos por la encuesta en todas las áreas del taller de Mecánica de Campo.

Tabla 16. Resumen de los resultados obtenidos en la encuesta de las 5'S



Luego de revisar el resumen del cumplimiento de las 5'S y a partir de los resultados obtenidos, se realizó el siguiente análisis:

1. Seiri (Clasificar): En base a los datos recolectados, la primera S es la de menor cumplimiento con un 45% y las principales causas que afectan este cumplimiento son las siguientes:

- En las diferentes áreas del taller de mecánica, se encuentran elementos como materiales, partes de equipos, herramientas para pruebas, mangueras entre otros, generando riesgos de accidente, retrasos en el proceso, pérdidas de partes y/o herramientas. Ver figura 31.
- Las herramientas ubicadas en los bancos de trabajo y en las cajas de herramientas personales no están clasificadas según la frecuencia de uso y además se encuentran elementos de poco uso como tornillos, tuercas, recipientes, entre otros.



Figura 31. Ubicación de elementos en el taller de mecánica.

2. Seiton (Ordenar): la segunda S presenta un cumplimiento del 60% en la evaluación realizada a todas las áreas del taller.

En general, el taller presenta deficiencias en el manejo de los residuos sólidos generados en el proceso debido a que la GRB no contaba en ese momento con un contratista para ejecutar dichas labores.



Figura 32. Manejo de residuos sólidos en el taller.

Por otra parte, las cajas de herramientas de los mecánicos no cuentan con un sitio específico donde deban dejar estos elementos, generando desordenes en el taller y pérdidas de las mismas.



Figura 33. Ubicación de las cajas de herramientas personales.

3. Seiso (Limpieza): A pesar de que el taller de mecánica no contaba con personal para realizar labores de aseo y limpieza presenta un cumplimiento en esta S del 71%. Esto se debe principalmente a las siguientes causas:

- Los pasillos, los bancos de trabajo y el área de lavado de partes se encuentran sucios, húmedos, y con residuos de crudo
- Aunque el departamento de mantenimiento debe recibir los equipos libres de residuos de crudo o de cualquier residuo sólido de las unidades operativas, frecuentemente los equipos llegan al taller impregnados en gran cantidad con residuos, lo que genera en la entrada del taller un aspecto de suciedad elevado y muy notorio. Ver figura 34.

4. Seiketsu (Bienestar): Esta S presenta un cumplimiento del 78% y se debe principalmente a:

- Las delimitaciones de las diferentes zonas de trabajo del taller de mecánica de campo como los bancos de trabajo, el área de lavado de partes y los pasillos, presentan un desgaste bastante alto y en algunas zonas no están delimitadas apropiadamente. Ver figura 35.



Figura 34. Entrada principal del taller de Mecánica de Campo.

- En el área de lavado se genera mucho ruido con el funcionamiento de la máquina de lavado pero los operarios de esta herramienta y los mecánicos del taller no usan los elementos de protección auditiva.
- En reiteradas ocasiones el personal del taller consume bebidas o comidas en los sitios de trabajo.



Figura 35. Delimitaciones de las zonas del taller de mecánica.

Para mantener los logros alcanzados en la aplicación de las tres primeras "S" no solo se necesitan valoraciones periódicas sino se necesita un entorno seguro y ordenado.

Ecopetrol brinda a sus empleados y contratistas todas las herramientas, elementos de protección personal, capacitaciones, procedimientos y guías para generar todas las condiciones para preservar la salud, la seguridad, el orden y la higiene durante la realización de los trabajos.

Para Ecopetrol lo más importante es la seguridad y la salud de sus funcionarios y contratistas así como el cuidado del medio ambiente; por esto la organización implemento el sistema de gestión *HSE- Health, Security and Environment*.

5. Shitsuke (Disciplina): La quinta S es la de mejor cumplimiento con un 83 %, la cual presenta la siguiente falencia:

- En el taller de mecánica de campo ni en ningún otro taller del departamento de mantenimiento se tienen programadas jornadas de orden y aseo debido, a que este tema en la cultura de los trabajadores es de estricto cumplimiento de los contratistas encargados.

Cabe resaltar que todos los funcionarios del taller de mecánica y de la GRB tienen una cultura de seguimiento y cumplimiento de los procedimientos, reglas, instrucciones, guías, normas y políticas corporativas como base para el desarrollo de las competencias organizacionales

Se pueden obtener los beneficios esperados con las primeras “S” a través del tiempo, si se logra crear un entorno seguro y de respeto a las normas establecidas, para lo cual, es necesario generar una cultura del autocontrol dentro del taller de mecánica de campo.

7.1.2. Propuestas de mejora

SEIRI (CLASIFICAR)

- Capacitar al personal del taller y los contratistas de lavado para que seleccionen mediante una lista de chequeo los elementos de mayor uso y el resto, los almacenen en la bodega de herramientas o los desechen.

SEITON (ORDENAR)

- En la bodega de herramientas, renovar la demarcación de las áreas y ubicar las herramientas de acuerdo a su rotación.
- Adecuar un sitio en donde los mecánicos del taller puedan ubicar sus cajas de herramientas después de la jornada laboral.
- Adecuar un sitio o punto ecológico en donde los mecánicos del taller puedan dejar los residuos generados en las actividades del taller después de la jornada laboral.

SEISO (LIMPIAR)

- Capacitar a todo el personal del taller de mecánica en cuanto a las buenas prácticas que se deben realizar para evitar la contaminación de las instalaciones.
- Asegurar el cumplimiento del procedimiento de equipos limpios, con el fin de minimizar el riesgo de contaminación y suciedad de las instalaciones.
- Establecer un horario al final de la jornada laboral para que el personal pueda dejar ordenado y limpio su lugar de trabajo, con el fin de crear cultura de limpieza y mantenerlo dentro del grupo de trabajo.
- Establecer un programa de jornadas de orden y aseo con el fin de eliminar los residuos y suciedad.

SEIKETSU (BIENESTAR)

- Capacitar al personal del taller en especial a los trabajadores del área de lavado, sobre el uso de los elementos de protección auditiva y los riesgos a la exposición de niveles altos de ruido.
- Delimitar las áreas de trabajo, los pasillos y los bancos de trabajo asegurando, las zonas de riesgo y las rutas de evacuación del taller.

SHITSUKE (DISCIPLINA)

Con el fin de asegurar el establecimiento permanente de esta estrategia, su control y mejora continua se propuso:

- Proponer como acción de mejora a la Coordinación de mantenimiento proactivo en áreas, la obtención de una calificación excelente en la auditoria de orden y aseo en áreas operativas mediante la implementación de la metodología de las 5´S.
- Realizar evaluaciones periódicas de la estrategia 5´S con el fin de mantener siempre presente en el personal, la cultura de orden y aseo.

7.1.3 Implementación de las propuestas de mejora de la estrategia 5´S.

En la tabla 17 se registra el plan de acción utilizado para la implementación de la estrategia 5´S y la obtención de la calificación excelente en la auditoria de orden y aseo por la Dirección HSE y Gestión Social.

Tabla 17. Plan de acción para la implementación de la estrategia 5´S

| ACTIVIDAD | FECHA | Quien lo hace? | OBSERVACIÓN |
|---|------------------|-----------------------|--------------------|
| Recopilación de la información general, conceptos de la estrategia y de los requerimientos de la auditoria de orden y aseo. | Abril 15 de 2011 | Autor del proyecto | OK |

| | | | |
|---|------------------|--|---|
| Elaboración del cronograma de actividades | Mayo 02 de 2011 | Ingeniero y Supervisor del taller/ Autor del proyecto | OK |
| Proponer como acción de mejora a la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas, la obtención de la calificación excelente en la auditoria de orden y aseo, mediante la implementación de las 5´S. | Mayo 09 de 2011 | Ingeniero y Supervisor del taller/ Autor del proyecto | OK |
| Diagnóstico y retroalimentación del programa. | Junio 06 de 2011 | Autor del proyecto | OK. Se realizó mediante observación directa y encuesta. |
| Capacitación del personal sobre técnica de 5´S. | Junio 01 de 2011 | Ingeniero y Supervisor del taller/ Autor del proyecto | OK. |
| Adecuación de un sitio en donde los mecánicos del taller puedan ubicar sus cajas de herramientas después de la jornada laboral. | Junio 21 de 2011 | Supervisor del taller/ Mecánicos | OK. Ver figura 36 |

| ACTIVIDAD | FECHA | Quien lo hace? | OBSERVACIÓN |
|---|--|---|---|
| Adecuación de un sitio o punto ecológico en donde los mecánicos del taller puedan dejar los residuos generados en las actividades del taller después de la jornada laboral. | Julio 01 de 2011 | Supervisor del taller/ Contratista encargados del aseo | OK. Se celebró el contrato de aseo con una empresa de la región. |
| Renovar demarcación de las diferentes áreas del taller. | Julio 06 de 2011 | Contratista encargado. | OK. Ver figura 37 |
| Implementación propuestas de orden y aseo en el taller y en los equipos. | Junio 03 de 2011 | Supervisor y mecánicos del taller/ Contratista encargados del aseo | OK. Ver figura 38 |
| Auditoria interna para evaluar las mejoras. | Julio 15 de 2011 | Autor del proyecto/ Supervisor del taller | OK. Se realizó una evaluación al final de la práctica. Ver figura 39. |
| Retroalimentación al personal del taller del resultado de la auditoria. | Cualquier día después de cada auditoria interna. | Ingeniero y Supervisor del taller/ Autor del proyecto | Dada la dificultad del trabajo y la disponibilidad de los mecánicos, no se pudo realizar en el periodo de la práctica del autor del proyecto. |

| | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------|--|
| Seguimiento y evaluación del programa | Cualquier día cada tres meses. | Dirección de HSE | Al finalizar la práctica, no se tenía planeada la auditoria al taller de mecánica. |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------|--|



Figura 36. Adecuación sitio para almacenar cajas de herramientas.



Figura 37. Demarcación del taller de Mecánica de Campo.



Figura 38. Implementación jornadas de aseo y orden en el taller.

El autor del proyecto realizo una auditoría o evaluación para promover, enseñar y controlar la cultura de limpieza y orden en el taller mediante la lista de chequeo de 5'S (Ver anexo 22). Los resultados se pueden ver en la figura siguiente:

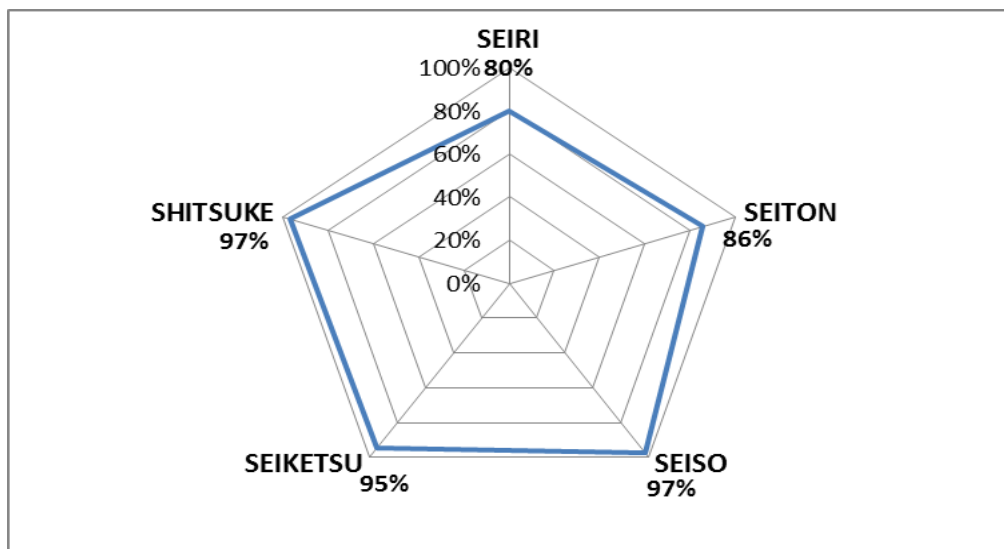


Figura 39. Resultados auditoria interna para evaluar las mejoras.

7.1.4 Beneficios logrados

A partir de la auditoria interna realizada por el autor del proyecto mediante la lista de chequeo y realizando un análisis a cada una de las eses, se concluyó que los beneficios logrados son:

- Según el nivel de cumplimiento de la S de Shitsuke (Disciplina) permite afirmar que se creó una cultura de cuidado por el taller de mecánica y su personal.
- De acuerdo al nivel de cumplimiento de las tres primeras eses (Seiri, Seiton, Seiso) se hizo del lugar de trabajo un sitio acogedor y agradable para el personal de mantenimiento.
- Se Mejoró el nivel de seguridad, salud e higiene del personal del taller de Mecánica de Campo evidenciado en el incremento porcentual del cumplimiento de la S de Seiketsu.
- A partir del incremento en el nivel de cumplimiento en el programa de 5´S y su cercanía al cumplimiento total, se crearon las condiciones requeridas para obtener una calificación excelente en la auditoria de orden y aseo realizada por la dirección de HSE y gestión social.

7.2 Diseño e implementación del tablero de control de tiempos en el taller de Mecánica de Campo.

Descripción de la mejora: Implementar una herramienta visual y práctica que permita visualizar y ubicar de forma presencial los equipos rotativos que se encuentran en el taller de mecánica por cualquier funcionario de la organización interesado en esta información.

Se propuso implementar un tablero de control de tiempos que inicialmente se probó durante tres meses en el taller con el fin de:

- Registrar de una manera más eficaz y efectiva los tiempos del taller.
- Planear eficientemente los trabajos de mantenimiento en el taller.

- Hallar las causas de tiempos inactivos.
- Hallar la capacidad disponible y la capacidad utilizada del recurso de mano de obra en el taller.

Los tiempos de espera o de inactividad son los mismos que fueron analizados en el numeral 6.3.2 del presente proyecto. Una vez establecidos las causas de tiempos de espera y mediante una práctica de lluvia de ideas con el grupo de trabajo del taller, se diseñó el tablero de control de tiempos (Ver figura 40) y la tarjeta del equipo (Ver figura 41) donde se especifican características primordiales como:

- Nombre del equipo
- Unidad operativa a la que pertenece
- Tipo de orden de trabajo
- Alcance de la orden de trabajo
- Tareas de mantenimiento a ejecutar

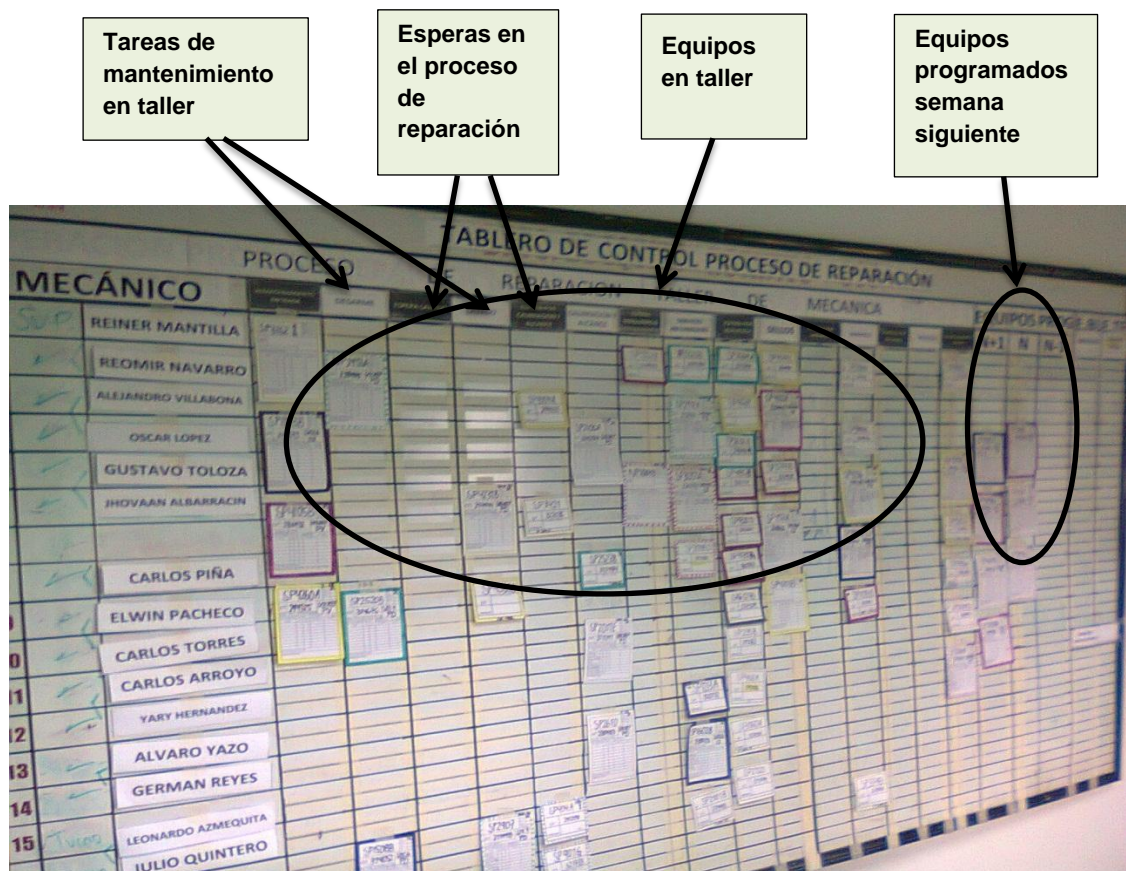


Figura 40. Tablero de control de tiempos en el taller

El encargado de registrar los movimientos de los equipos en el taller en el periodo de prueba, es el autor del proyecto, pero el objetivo final es que el supervisor y cada mecánico del taller realicen los movimientos como parte integral de una cultura de autocontrol.

The image shows a workshop equipment card with the following fields and data:

- Identificación del equipo y la unidad operativa a la que pertenece:** SP4112A
- Prioridad de la orden de trabajo:** EMERG. (marked with an 'X')
- Tipo de origen de mantenimiento:** CO
- Numero de orden de trabajo y alcance:** OT 337943
- Tareas de mantenimiento a realizar en el taller:** Recuperar confiabilidad.
- Fecha de entrada y salida del equipo en el taller:** FECHA INGRESO TALLER: 19/06/11.
- Table of tasks:**

| TAREA | TR | REP. | T.P. | F&H INICIO | F&H FIN |
|------------|----|------|------|-------------|-------------|
| Desmontaje | X | | | 20/06 06:00 | 21/06 05:00 |
| Lavado | X | | | 21/06 08:00 | 21/06 13:00 |
| C&A | X | | | 22/06 21:00 | 22/06 05:00 |
| M&H | X | | | 23/06 10:00 | |
- Fecha de salida del taller:** FECHA SALIDA TALLER:
- OBSERVACIONES:**

Figura 41. Tarjeta del equipo en taller.

Justificación: No hay un control eficiente de los tiempos en el taller que permita saber a la organización, las causas de tiempos de espera; ni la ubicación física de los equipos en el taller de Mecánica de Campo.

Beneficios obtenidos: El principal beneficio obtenido fue la reducción del tiempo medio de permanencia de los equipos en el taller, un aumento en el porcentaje de disponibilidad de equipos rotativos en las unidades operativas y una mejor estimación de los tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos realizado en el taller de Mecánica de Campo.

8. CONCLUSIONES

- El desarrollo del proyecto en la GERENCIA REFINERIA BARRANCABERMEJA, fue una excelente oportunidad para confrontar los conocimientos adquiridos en la formación universitaria con la realidad del mundo empresarial, lo que permitió definir la metodología y la aplicación de las herramientas requeridas, propias en la Ingeniería Industrial que debían aplicarse para culminar con éxito el proyecto emprendido.
- Mediante la aplicación de la técnica de muestreo de trabajo se realizó la medición del tiempo productivo de la jornada laboral *pito* en las cuadrillas de mantenimiento, estudio que permitió dar a conocer el incremento de 28 puntos porcentuales del tiempo no productivo respecto del IV Estudio de Tiempos realizado en el año 2006 e identificar la distribución del porcentaje total en las actividades no productivas que lo conforman.
- La medición del indicador *Overall Craftsmen Effectiveness* en las cuadrillas de mantenimiento fue la prueba piloto para implantar una buena práctica en el mantenimiento que permitió identificar falencias y sus causas en el trabajo del día a día, en la gestión del proceso de ejecución, en la planeación y programación de horas de trabajo y en los métodos para medir la calidad pero ante todo servir de guía para el mejoramiento total del proceso de mantenimiento día a día en la GRB.
- Con la información producto de la medición del indicador O.C.E. se pudo proponer estrategias y/o acciones encaminadas al mejoramiento del proceso de mantenimiento día a día en la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas.
- Las propuestas de mejoramiento descritas en el trabajo de grado van dirigidas a atacar las actividades críticas del día a día en las cuadrillas de mantenimiento y la planeación y programación de horas de trabajo a las tareas de mantenimiento, buscando incrementar el nivel de efectividad del trabajo en el proceso de mantenimiento, resultado que se obtiene a través

de los ejecutores, supervisores, líderes y directivos del mantenimiento y de la GRB.

- De acuerdo a la medición de tiempos de espera en el proceso de reparación de equipos rotativos en el taller de Mecánica de Campo, se identificó como cuellos de botella en el proceso los servicios prestados por los talleres de Máquinas y Herramientas y Sellos lo que evidenció la falta de recursos de mano de obra y/o fallas en la planeación y programación de tareas de mantenimiento entre los talleres involucrados.
- Mediante la implantación de una metodología básica en el mejoramiento de procesos como la estrategia 5´S, se puede obtener la calificación excelente en la Auditoria de Orden y Aseo realizada por la Dirección de HSE y Gestión Social, aumentando el nivel de seguridad, salud, higiene y ambiente de trabajo del taller de Mecánica de Campoy asegurando prácticas de trabajo limpias y ordenadas proporcionando así un aspecto diferenciador respecto a los demás talleres de la organización y del sector.

9. RECOMENDACIONES

- Implantar la medición del indicador *Overall Craftsmen Effectiveness* de forma periódica en todas las unidades del Departamento de Mantenimiento, como una buena práctica para alcanzar la excelencia en el mantenimiento.
- Se recomienda al Departamento de Mantenimiento diseñar e implementar las propuestas generadas en el presente proyecto con el objetivo de mejorar el nivel actual del indicador *Overall Craftsmen Effectiveness* de las cuadrillas de mantenimiento de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo en Áreas.
- Dado que la estimación del nivel del indicador O.C.E en las cuadrillas de mantenimiento fue realizada en el primer semestre del año, se recomienda realizar una nueva medición de este indicador en los mismos grupos de trabajo en el segundo semestre del año, con el fin de determinar alguna

incidencia o variación en el resultado de acuerdo al periodo de tiempo en el que se realice la estimación.

- La Coordinación de Planeación y Programación del Mantenimiento debe realizar un análisis de capacidad del recurso de mano de obra con el objetivo de pronosticar el cumplimiento de los planes de mantenimiento del próximo año y de esta forma tomar las estrategias y/o acciones necesarias para alcanzar este objetivo e impedir el crecimiento del Back log de mantenimiento.
- Diseñar y desarrollar un plan de acción por parte de todas las unidades involucradas en la Función Mantenimiento de la GRB, para implementar de forma completa e integral el proceso de mejoramiento *Continuous Reliability Improvement – CRI* con el objetivo de alcanzar la excelencia en la función de mantenimiento de la Gerencia Refinería Barrancabermeja.
- La motivación es un factor importante para el desarrollo efectivo del proceso de ejecución del mantenimiento, por lo tanto, se recomienda establecer nuevos programas y/o fortalecer los programas existentes de capacitación e incentivos al personal ejecutor del mantenimiento por parte del Departamento de Mantenimiento, con la finalidad de dar continuidad a este proceso de mejoramiento emprendido con este proyecto.
- Se recomienda dar continuidad con el proceso de mejoramiento en el recurso de mano de obra del proceso de mantenimiento, mediante la creación de nuevos proyectos por parte de los siguientes practicantes y/o ingenieros del Departamento de Mantenimiento, debido a que este proyecto fue la base inicial de un largo proceso de mejoramiento.

10. BIBLIOGRAFIA

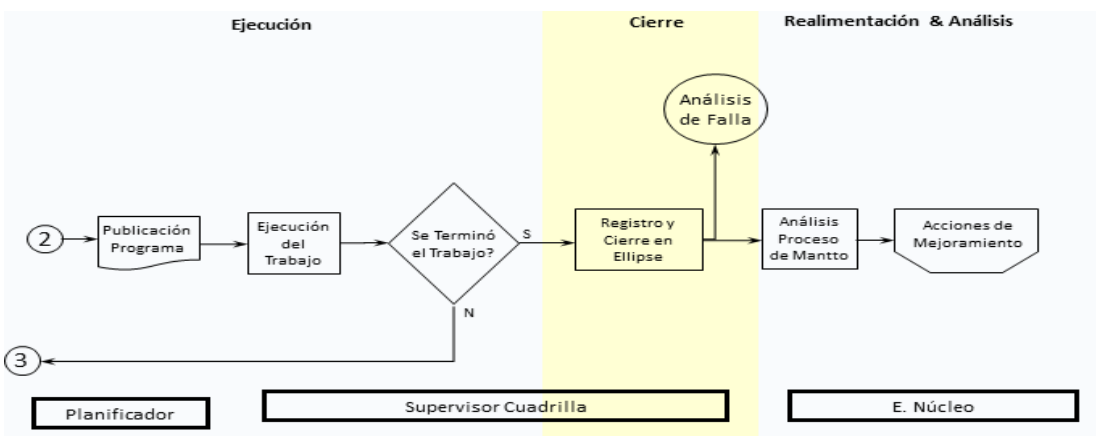
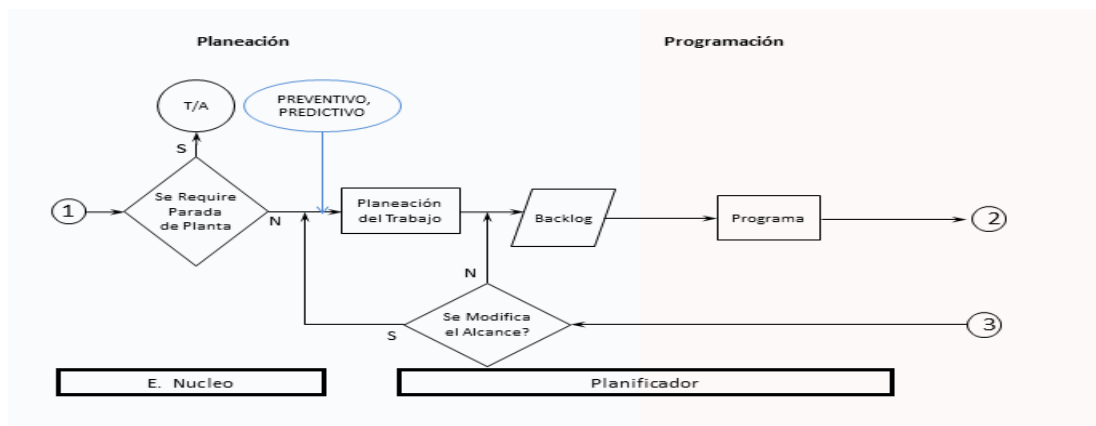
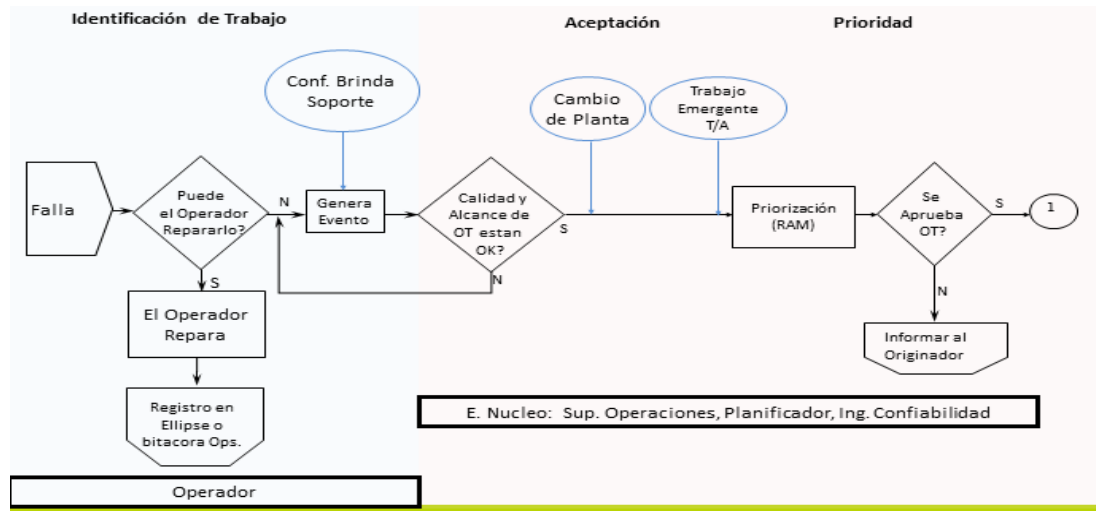
- CHASE, Richard- Aquilino, Nicholas – Jacobs, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Mc Graw Hill, 1997.
- KANAWATY, George. Introducción Al Estudio Del Trabajo. 4 ed. México. Limusa, 1996.
- NIEBEL, Benjamin y Freivalds A. Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares Y Diseños Del Trabajo, 11 ed. Mexico. Alfaomega, 2004.
- ORTIZ P, Néstor R. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. Bucaramanga. Publicaciones UIS, 1999.
- PETERS, Ralph W. Maximizing The Value Of Facilities Management Operations. The Maintenance Excellence Institute, 2001.
- The Maintenance Excellence Institute. [En línea]. Página Web Versión HTML, 2011. Disponible en Internet: <<http://www.pride-in-maintenance.com/>>.
- Ecopetrol. [En línea]. Página Web Versión HTML, 2011. Disponible en Internet: <<http://www.ecopetrol.com.co/splash.aspx>>.
- IRIS. Intranet Ecopetrol S.A.
- PROGRAMAS ECOPETROL S.A
 - RIS (Refinery Information System)
 - ELLIPSE.
 - SAP.
- Datos e información suministrada por la Empresa.

ANEXOS

Anexo 1. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

| ecccPETROL | | CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO: MANTENIMIENTO | | Versión: 1 | Página: 1 de |
|--|--|--|------------------------|---|---|
| MACROPROCESO | DOWNSTREAM - REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA | RESPONSABLE DEL PROCESO | Gerentes de Refinerías | | |
| DEFINICIÓN DEL PROCESO | | ALCANCE | | | |
| Conjunto de actividades encaminadas a mantener y mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la infraestructura productiva | | Comprende la ejecución de los programas de mantenimiento diario preventivo, por condición y correctivo, mantenimiento con parada de planta y la administración de las herramientas necesarias para dichos programas. | | | |
| OBJETIVOS E INDICADORES DEL PROCESO | | | | | |
| OBJETIVO | INDICADOR | TIPO DE INDICADOR | FRECUENCIA | RESPONSABLE | |
| Alcanzar y sostener la excelencia en las operaciones, incluyendo estándares HSE clase mundo. | Confiabilidad Operacional (en GRB incluye Petroquímica) | Eficiencia | Mensual | Vicepresidente de Refinación y Petroquímica | |
| | Frecuencia de Accidentalidad | Efectividad | Mensual | Vicepresidente de Refinación y Petroquímica | |
| | Costo Caja de Refinación | Eficiencia | Mensual | Vicepresidente de Refinación y Petroquímica | |
| DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | | | | | |
| PROVEEDORES | ENTRADAS | SUBPROCESO | | PRODUCTOS | CLIENTES |
| Proceso de Operación de Plantas | Órdenes de Trabajo | MANTENIMIENTO REACTIVO *Herramientas *Repuestos | | Equipos intervenidos | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso Planeación de la Producción | Acciones Correctivas y/o Preventivas Acciones de Mejora | | | Items Solicitados | Proceso de Operación de Plantas Proceso de Mantenimiento |
| Proceso Planeación de la Producción | Acciones Correctivas y/o Preventivas Acciones de Mejora | ADMINISTRACIÓN DE HERRAMIENTAS, BODEGA E INVENTARIO *Requisición *Herramientas | | Items Solicitados | Proceso de Operación de Plantas Proceso de Soporte Técnico |
| Proceso de Operación de Plantas | Solicitudes | | | Equipos intervenidos | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso de Mantenimiento | Solicitudes | MANTENIMIENTO PROACTIVO *Herramientas *Repuestos | | Informe de Mantenimiento | Proceso de Soporte Técnico |
| Proceso de Soporte Técnico | Alcance de Mantenimiento Análisis de Causa Raíz Diagnóstico de Equipos | | | Certificados de Calibración | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso de Soporte Técnico | Patrones Secundarios Certificados | MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA | | Recomendaciones de Calibración y Ajuste de Puntos de Medición | Proceso Planeación de la Producción |
| Proceso Planeación de la Producción | Necesidades Sistemáticas y Extraordinarias de Calibración | | | Verificaciones de Estado de Calibración | Proceso de Operación de Plantas |
| Macroproceso de Tecnología y Conocimiento | Diagnósticos | MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA | | Plan de Parada de Plantas | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso Planeación de la Producción | Acciones Correctivas y/o Preventivas Acciones de Mejora | | | Plan de Parada de Plantas | Macroproceso de Gestión de Proyecto |
| Proceso Planeación de la Producción | Plan de Mantenimiento Ajustes del Plan de Mantenimiento | MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA | | Servicios de Mantenimiento | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso de Soporte Técnico | Diagnóstico de equipos | | | Plantas listas para Operar | Proceso de Operación de Plantas |
| Macroproceso de Tecnología y Conocimiento | Diagnósticos | MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA | | Servicios de Mantenimiento | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso Planeación de la Producción | Acciones Correctivas y/o Preventivas Acciones de Mejora | | | Plantas listas para Operar | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso de Operación de Plantas | Plantas para Mantenimiento | MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA | | Servicios de Mantenimiento | Proceso de Operación de Plantas |
| Proceso de Operación de Plantas | Plantas para Mantenimiento | | | Plantas listas para Operar | Proceso de Operación de Plantas |

Anexo 2. DIAGRAMA DE FLUJO METODOLOGÍA PS&O ECOPETROL S.A



Fuentes de Trabajo

El operador, técnico o inspector, mediante la identificación y descripción detallada del trabajo, determina la generación o no de una orden de trabajo.

Tipos de identificación:

- Trabajo Menor
- Trabajo Reactivo
- Trabajo de inspección
- Trabajo Programado
- Trabajo de Emergencia

Aceptación, rechazo o cancelación de las solicitudes de trabajo

El Planificador/Coordinador de Mantenimiento y el representante de Operaciones deben cuestionar si se acepta o no una solicitud de trabajo. Una vez se ha aceptado una solicitud de trabajo se convierte en una orden de trabajo.

Revisión de la Orden de Trabajo

Se realiza una revisión detallada de la orden de trabajo para proporcionar la mayor cantidad de información válida que sea posible a la persona(s) que van a ejecutar el trabajo.

Prioridad provisional y asignación de recursos

Es en esta etapa donde se realiza la priorización provisional y la asignación de recursos para un trabajo en particular.

Priorización Provisional:

- **Alta** (H) Para comenzar de inmediato o por lo menos en el siguiente turno (trabajo de emergencia).
- **Media** (M) Para comenzar según priorización semanal.
- **Baja** (L, N) según priorización semanal.

Recursos:

- Técnicos de Mantenimiento.

- Técnicos Operativos.
- Contratistas.
- Departamentos de soporte.

Borrador del programa

En esta etapa, se consideran las prioridades del trabajo en forma colectiva, junto con todos los trabajos que se encuentran pendientes de realizar (backlog). Luego se aplica la optimización de recursos y se *esboza el programa*.

Planes de mantenimiento y reuniones de revisión

La ejecución exitosa de un plan requiere de revisiones regulares con todas las partes interesadas. Es importante el control de estas revisiones, y requiere de definición, Ej., preparación de listas de acción para asegurar que se puedan lograr planes de largo plazo. Una planeación exitosa tiene las siguientes visiones y revisiones:

| | |
|------------------|---------------------|
| Plan Anual | Revisión trimestral |
| Plan a 90 días | Revisión mensual |
| Plana 14 días | Revisión semanal |
| Trabajos diarios | Revisión diaria |

Realización del plan

Después de las reuniones de revisión, se finalizan los planes y las listas de trabajo, se pueden emitir a los Técnicos, a Operaciones y a los Contratistas.

Cierre del trabajo

Para un mejoramiento continuo y un análisis de tendencias, es esencial que los trabajos finalizados se cierren adecuada y oportunamente en el ambiente Ellipse.

Entorno de trabajo

El entorno de trabajo, la ubicación geográfica, el equipo y el acceso a los sistemas juega un papel importante en el aumento al máximo de la eficiencia y la motivación.

Definición de los roles

Todas las personas clave que contribuyan al ciclo de mantenimiento deben entender claramente sus roles y apreciar los roles de las personas con las cuales interactúan.

Las refinerías de alto desempeño y de clase mundial como Ecopetrol, han adoptado el uso de un sistema computarizado para la gestión de mantenimiento como una herramienta eficiente para gestionar el flujo de trabajo de mantenimiento de la manera más efectiva.

Anexo 3. COMPLEMENTO MARCO TEORICO

1. Muestreo del trabajo.

“El muestreo de trabajo es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad”¹⁴.

Resulta casi imposible o impráctico llevar a cabo mediciones sobre toda una población para determinar tiempos productivos o no productivos, por lo que una buena solución a esta problemática es la aplicación de la técnica de muestreo de trabajo.

Esta técnica mide un subconjunto de la población la cual es denominada *muestra* de forma aleatoria, con el objetivo de que dicha muestra refleje la situación real, con un determinado margen de error por exceso o por defecto.

Sin embargo, para que estas mediciones tengan validez y confianza, es necesario que la muestra posea algunas características específicas que permitan generalizar los resultados hacia el total de la población. Estas características tienen que ver principalmente con el tamaño de la muestra y con la manera de obtenerla.

Gracias a este método se puede calcular el porcentaje de tiempo productivo en relación con el de espera, analizar las causas de tiempo improductivo y determinar el porcentaje de tiempo dedicado por un trabajador, grupo de trabajadores o máquina, a determinado elemento de trabajo.

1.1 Ventajas del método de muestreo de trabajo.

¹⁴ Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Cuarta Edición Revisada. Editorial Limusa, México, 1998. Pag.257.

- No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.
- El tiempo de trabajo de oficina disminuye.
- El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor.
- El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas.
- Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

1.2 Planeación del Muestreo del trabajo.

Antes de llevar a cabo las observaciones es importante plantear el objetivo del muestreo de trabajo. El objetivo más simple, es determinar si una máquina esta parada o está en marcha. Pero también se puede ampliar las observaciones con el objetivo de determinar las causas de que la máquina esté parada o establecer el porcentaje de tiempo dedicado a cada actividad cuando la máquina este en marcha.

Dependiendo del objetivo del estudio se debe efectuar una estimación preliminar de las actividades (en caso de que no exista estudio realizado previamente), de las que se desea obtener información.

Una vez hechas las estimaciones, se debe determinar la exactitud deseada de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones utilizando números aleatorios.

El siguiente paso será diseñar el formato para recopilar la información del muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos. El mejoramiento debe ser

un proceso continuo y el porcentaje de tiempo improductivo tiene que disminuir. Uno de los objetos del muestreo de trabajo es determinar áreas de actividad que podrían ser mejoradas.

1.3 Estimación del tamaño de la muestra.

Para estimar el tamaño de la muestra se deben tomar en cuenta tres factores:

- *Nivel de confianza* con el cual se quiere generalizar los datos de la muestra hacia la población total.
- *Margen de error* que se pretende aceptar al momento de dar resultados.
- *El nivel de variabilidad* que se estima para comprobar la hipótesis.

El *nivel de confianza* es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en el muestreo de trabajo, el nivel de confianza más utilizado es el de 95%.

El margen de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar una hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, la muestra es del mismo tamaño que la población. Sin embargo, conviene correr un cierto riesgo de equivocarse. Comúnmente se aceptan entre el 3% y el 6% como error, tomando en cuenta que no son complementarios la confianza y el error.

La *variabilidad* es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o

en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina *variabilidad positiva* y se denota por p , y el porcentaje con el que se rechazó la hipótesis es la *variabilidad negativa*, denotada por q .

Hay que considerar que p y q son complementarios, es decir, que su suma es igual a la unidad: $p+q=1$. Además, cuando se habla de la máxima variabilidad, en el caso de no existir antecedentes sobre la investigación (no hay estudios anteriores o no se pudo aplicar una prueba previa), entonces los valores de variabilidad es $p=q=0.5$.

Una vez que se han determinado estos tres factores, se puede calcular el tamaño de la muestra cómo se expone a continuación.

Para una población de alrededor de 10,000 casos, o mínimamente esa cantidad, la manera de calcular el tamaño de la muestra se da a través de las siguientes fórmulas.

Existen dos fórmulas, siendo la primera la que se aplica en el caso de que *no se conozca con precisión el tamaño de la población*, y es:

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

Dónde:

- n es el tamaño de la muestra;
- Z es el nivel de confianza;
- p es la variabilidad positiva;
- q es la variabilidad negativa;
- E es la precisión o Margen de error.

El nivel de confianza se obtiene a partir de la distribución normal estándar, pues la proporción correspondiente al porcentaje de confianza es el área

simétrica bajo la curva normal que se toma como la confianza, y la intención es buscar el valor Z de la variable aleatoria que corresponda a tal área.

En el caso de que **se conozca el tamaño de la población** entonces se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Dónde:

- n es el tamaño de la muestra;
- Z es el nivel de confianza;
- p es la variabilidad positiva;
- q es la variabilidad negativa;
- N es el tamaño de la población;
- E es la precisión o el error.

La ventaja sobre la primera fórmula es que al conocer exactamente el tamaño de la población, el tamaño de la muestra resulta con mayor precisión y se puede, incluso ahorrarse recursos y tiempo para la aplicación y desarrollo de una investigación.

Para que las conclusiones de la teoría del muestreo y de la inferencia estadística sean válidas, las muestras deben ser representativas de la población.

2. Estrategia Cinco Eses

Se conocen como estrategia 5'S porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno

y seguro donde trabajar. Estas cinco acciones son Clasificar (Seiri), Orden (Seiton), Limpieza (Seiso), Bienestar (Seiketsu) y Disciplina (Shitsuke).

Cuando nuestro entorno de trabajo esta desorganizado y sin limpieza perdemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce, por eso esta herramienta es un principio básico de mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente.

2.1 Implementación de la estrategia 5´S¹⁵

La siguiente es una guía muy general que muestra el orden que podría implementarse en un programa 5´S:

- PASO 1: Realizar un diagnóstico de la situación actual en cuanto a la cultura organizacional.
- PASO 2: Diseñar mecanismos que permitan combatir la resistencia al cambio.
- PASO 3: Crear una estructura de apoyo para que coordine la ejecución de la estrategia.
- PASO 4: Capacitar al personal sobre las 5´S.
- PASO 5: Diseñar un cronograma de actividades para implementar la estrategia.
- PASO 6: Poner en marcha la estrategia, iniciando con la primera S, luego con la segunda y posteriormente con la tercera S.
- PASO 7: Las dos últimas S, se ejecutan como complemento permanente de las tres primeras S.

3. Mejoramiento de procesos

En todas las empresas sean de bienes o servicios siempre va a existir un proceso o subproceso que mejorar. El continuo movimiento y crecimiento de la

¹⁵ Ortiz P. Néstor Raúl, Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS.1999 Pág.35

demanda de la Coordinación hace que este se modifique y busque disminuir tiempos improductivos y nuevos métodos de trabajo. La mejora de procesos significa, compromiso y aporte de todos los miembros de la organización para obtener un avance significativo en los distintos procesos donde se implementó la mejora y así poder justificarlos mediante indicadores de gestión.

Para establecer una metodología clara, se debe formular una secuencia de pasos para la mejora:

- Definir el problema de acuerdo a los objetivos planteados.
- Establecer mecanismos de medición según la naturaleza del problema.
- Identificar las causas que originan el problema, determinando cual es la más relevante, estableciendo posibles soluciones y tomar la opción más adecuada, por medio del análisis de los datos obtenidos.
- Establecer los planes de acción e implementar la mejora.
- Controlar la mejora del proceso efectuando los ajustes necesarios por medio de un monitoreo constante.

Para que los pasos anteriormente mencionados tengan solidez en su análisis y monitoreo, es necesario recurrir a herramientas de mejora como: Diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, histogramas y/o lluvia de ideas.

Anexo 4. CANTIDAD DE EQUIPO ROTATIVOS Y ESTATICOS EN LA GRB.

| DEPARTAMENTO | CLASE DE EQUIPO | # EQUIPOS ACTIVOS |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Petroquímica | AGITACION | 13 |
| | COMPRESION DE AIRE | 22 |
| | COMPRESION DE GAS | 10 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 198 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 8 |
| | EXTRUSION | 8 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 74 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 1 |
| | Total | 334 |
| Control y Gestión ambiental | AGITACION | 16 |
| | COMPONENTE (POR MIGRACION) | 9 |
| | COMPRESION DE AIRE | 9 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 93 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 8 |
| | Total | 135 |
| Materias Primas | AGITACION | 29 |
| | COMPRESION DE AIRE | 6 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 193 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 6 |
| | Total | 234 |
| CRACKING III | AGITACION | 2 |
| | COMPONENTE (POR MIGRACION) | 1 |

| | | |
|----------------------|-----------------------|------------|
| | COMPRESION DE AIRE | 3 |
| | COMPRESION DE GAS | 6 |
| | EQUIPO CIB <NO USAR> | 2 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 161 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 45 |
| | MISCELANEO ELECTRICO | 1 |
| | Total | 221 |
| Parafinas y Fenol | AGITACION | 16 |
| | COMPRESION DE GAS | 4 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 159 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 4 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 27 |
| | Total | 210 |
| Refinación de Crudos | AGITACION | 2 |
| | COMPRESION DE AIRE | 3 |
| | COMPRESION DE GAS | 7 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 326 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 50 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 1 |
| | SISTEMA DE BOMBEO | 15 |
| | Total | 404 |
| Refinación de Fondos | COMPRESION DE GAS | 7 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 97 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 12 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 1 |
| | Total | 117 |

| | | |
|----------------------------------|------------------------------------|------------|
| Servicios Industriales Balance | AGITACION | 6 |
| | COMPONENTE (POR MIGRACION) | 2 |
| | COMPRESION DE AIRE | 4 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 128 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 41 |
| | GENERACION ELECTRICA | 4 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 2 |
| | Total | 187 |
| Servicios Industriales Refinería | AGITACION | 14 |
| | COMPRESION DE AIRE | 11 |
| | COMPRESION DE GAS | 1 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 185 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 46 |
| | GENERACION ELECTRICA | 39 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 3 |
| | MISCELANEOS TRANSFERENCIA DE CALOR | 1 |
| | SISTEMA DE BOMBEO | 2 |
| | Total | 302 |
| CRACKING I | AGITACION | 1 |
| | COMPRESION DE AIRE | 6 |
| | COMPRESION DE GAS | 15 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 218 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 21 |
| | SISTEMA DE BOMBEO | 5 |
| | Total | 266 |

| | | |
|-------------|----------------------------|------------|
| CRACKING II | AGITACION | 3 |
| | COMPONENTE (POR MIGRACION) | 1 |
| | COMPRESION DE AIRE | 8 |
| | COMPRESION DE GAS | 6 |
| | EQUIPO DE BOMBEO | 194 |
| | EQUIPO DE VENTILACION | 46 |
| | SISTEMA DE BOMBEO | 2 |
| | Total | 260 |
| Total | | 2670 |

EQUIPOS ESTATICOS

| DEPARTAMENTO | CLASE DE EQUIPO | # Equipos Activos |
|-----------------------------|---|-------------------|
| Petroquímica | CONDENSADORES | 15 |
| | ENFRIAMIENTO CON AIRE | 4 |
| | EYECTORES | 4 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 171 |
| | MISCELANEO ROTATIVO | 4 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 33 |
| Total | | 231 |
| Control y gestión ambiental | EYECTORES | 2 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 5 |
| | MISCELANEOS DE RECIPIENTES | 1 |
| | MISCELANEOS TRANSFERENCIA DE CALOR | 2 |

| | | |
|-----------------------------|---|------------|
| Total | | 10 |
| Materias Primas | EYECTORES | 3 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 12 |
| | MISCELANEOS TRANSFERENCIA DE CALOR | 10 |
| Total | | 25 |
| CRACKING III | CONDENSADORES | 43 |
| | EYECTORES | 15 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 134 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 18 |
| Total | | 210 |
| Parafinas Y Fenol | CONDENSADORES | 4 |
| | EYECTORES | 19 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 129 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 12 |
| Total | | 164 |
| Refinación de Crudos | ENFRIAMIENTO CON AIRE | 38 |
| | EYECTORES | 32 |
| | HORNOS | 5 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 323 |
| | MISCELANEOS DE RECIPIENTES | 1 |
| | MISCELANEOS TRANSFERENCIA DE CALOR | 1 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 49 |
| Total | | 449 |

| | | |
|---|---|------------|
| Refinación de Fondos | ENFRIAMIENTO CON AIRE | 8 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 144 |
| | MISCELANEOS DE RECIPIENTES | 2 |
| | MISCELANEOS TRANSFERENCIA DE CALOR | 1 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 31 |
| Total | | 186 |
| Servicios Industriales Balance | COMPONENTE (POR MIGRACION) | 2 |
| | ENFRIAMIENTO CON AIRE | 3 |
| | EQUIPO CIB <NO USAR> | 11 |
| | EYECTORES | 14 |
| | GENERADOR DE VACIO | 2 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 62 |
| Total | | 94 |
| Servicios Industriales Refinería | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 90 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 2 |
| Total | | 92 |
| CRACKING I | COMPONENTE (POR MIGRACION) | 2 |
| | CONDENSADORES | 25 |
| | ENFRIAMIENTO CON AIRE | 14 |
| | EYECTORES | 39 |
| | GENERACION DE VAPOR | 5 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 251 |
| | MISCELANEOS TRANSFERENCIA DE CALOR | 1 |

| | | |
|----------------------|---|-------------|
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 27 |
| Total | | 364 |
| CRACKING II | CALENTADOR DE CARGA | 7 |
| | COMPONENTE (POR MIGRACION) | 1 |
| | CONDENSADORES | 72 |
| | EYECTORES | 16 |
| | INTERCAMBIADORES DE CALOR DE TUBO Y CASCO | 143 |
| | MISCELANEOS TRANSFERENCIA DE CALOR | 4 |
| | UNIDAD PRODUCTIVA | 6 |
| | VASIJAS/TAMBORES | 2 |
| Total | | 251 |
| Total General | | 2076 |

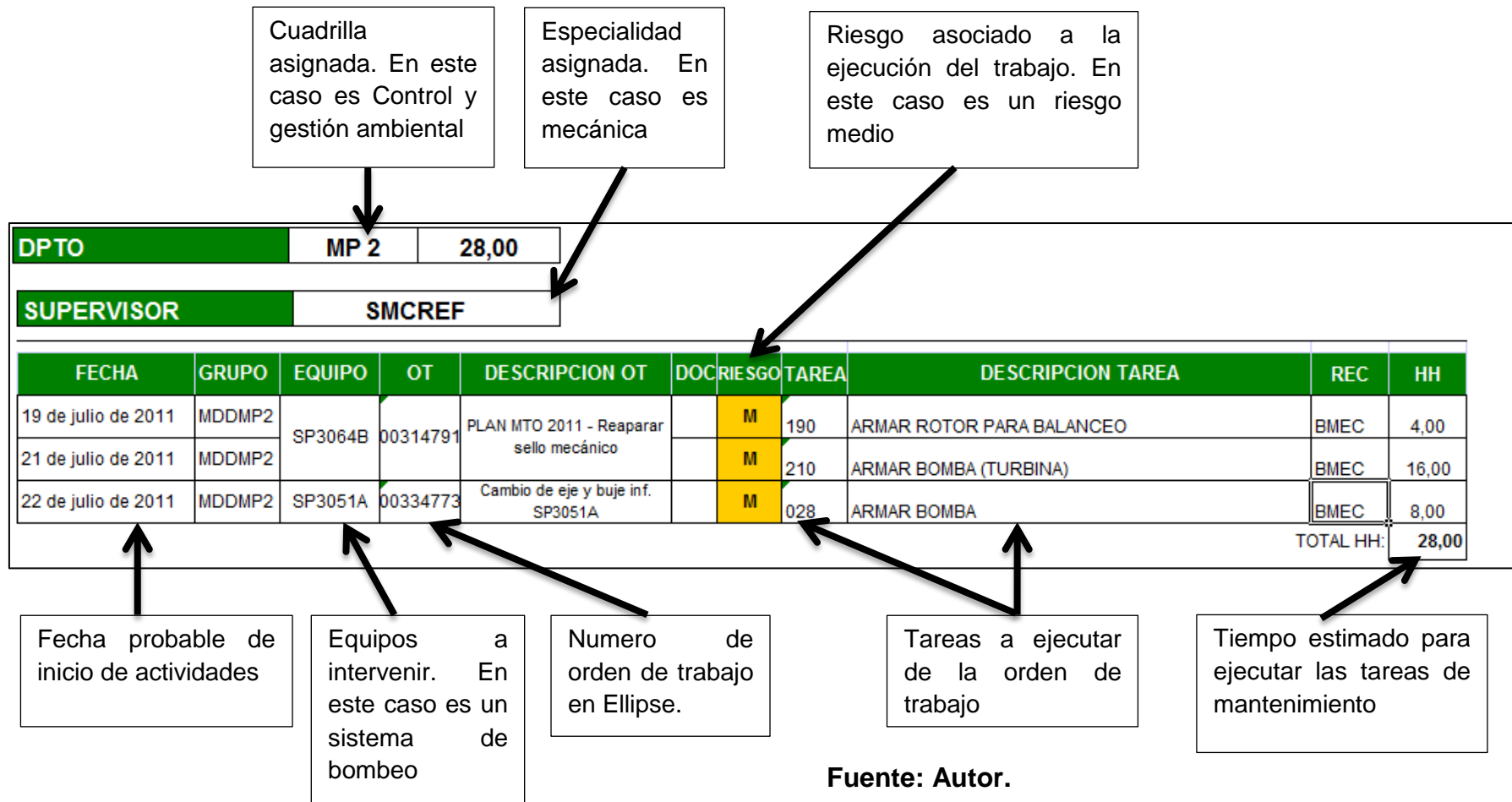
Fuente: RIS.

Anexo 5. TALENTO HUMANO DE LA COORDINACION DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN AREAS

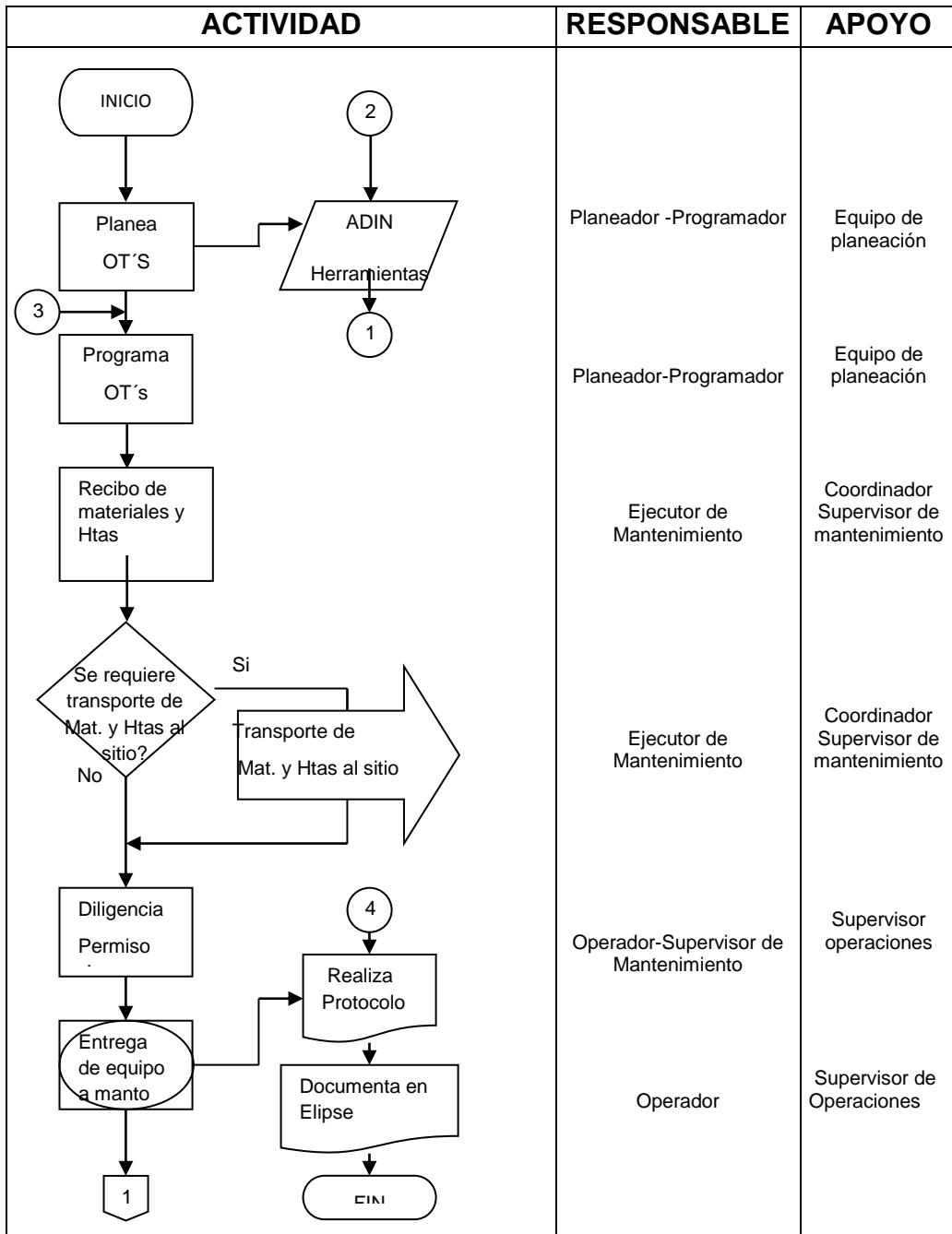
| CARGO | CK1 | CK2 | CK3 | MP1 | MP2 | PQ1 | PQ2 | RF1 | RF3 | SI1 | SI2 | TALLER |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| COORDINADOR | 1 | | | | | | | | | | | |
| LIDER | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SUPERVISOR O TECNICO | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| EJECUTORES MECANICA | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 18 |
| EJECUTORES METALMECANICA | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 10 | 3 | 6 | 4 | 0 |
| EJECUTORES ELECTRICIDAD | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 0 |
| EJECUTORES INSTRUMENTACION | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 |

Fuente: Autor

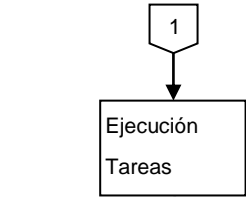

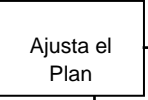
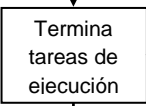
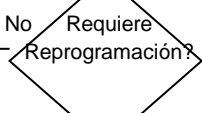
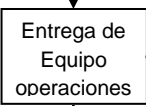
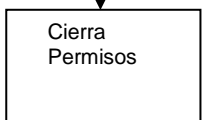
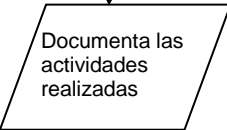

Anexo 6. EJEMPLO DE LA PROGRAMACION SEMANAL DE MANTENIMIENTO



**Anexo 7. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE EJECUCION DEL
MANTENIMIENTO DÍA A DÍA**



Fuente: Procedimiento para el proceso de ejecución GRB.

| ACTIVIDAD | RESPONSABLE | APOYO |
|---|------------------------------------|---|
|  <pre> graph TD Start([1]) --> A[Ejecución Tareas] A --> B{Alcance del plan esta OK?} B -- Si --> C[Termina tareas de ejecución] B -- No --> D[Ajusta el Plan] D --> E{Requiere Reprogramación?} E -- Si --> F([3]) E -- No --> C C --> G[Entrega de Equipo operaciones] G --> H[Cierra Permisos] H --> I[/Documenta las actividades realizadas/] I --> J([FIN]) </pre> | Ejecutor de Mantenimiento | Coordinador Supervisor de mantenimiento |
|  | Ejecutor de Mantenimiento | Coordinador Supervisor de mantenimiento |
|  | Ejecutor de Mantenimiento | Coordinador Supervisor de mantenimiento |
|  | Ejecutor de Mantenimiento | Coordinador Supervisor de mantenimiento |
|  | Ejecutor de Mantenimiento | Coordinador Supervisor de mantenimiento |
|  | Ejecutor de Mantenimiento | Coordinador Supervisor de mantenimiento |
|  | Operador-Ejecutor de Mantenimiento | Supervisor de operaciones |
|  | Ejecutor de Mantenimiento | Coordinador Supervisor de mantenimiento |
|  | | |

Fuente: Procedimiento para el proceso de ejecución GRB.

Anexo 8. REPORTE DE AUSENCIAS DEL GESTOR DE TIEMPOS

| | B | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|------------|------------|------------|----|---------------|---------------------------|-------------|--|---|
| | Nombre | Válido de | Válido a | TB | TURNO LIBRE | justificacion | TOTAL HORAS | OBSERVACIONES | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | JHERSON | 18.01.2011 | 25.01.2011 | MA | 7am/16pm Mtto | Enf 100% NO Prof/O. Comun | 48 | | |
| 5 | RAUL | 19.01.2011 | 19.01.2011 | MI | 7am/16pm Mtto | Disf. Compensatorio | 8 | | |
| 6 | RAUL | 26.01.2011 | 26.01.2011 | MI | 7am/16pm Mtto | Disf. Compensatorio | 8 | | |
| 7 | RAUL | 09.02.2011 | 09.02.2011 | MI | 7am/16pm Mtto | Disf. Compensatorio | 8 | | |
| 8 | EDUARDO | 15.01.2011 | 21.01.2011 | SA | Pito Descanso | Antiguedad en tiempo | 40 | | |
| 9 | LORENZO | 10.01.2011 | 16.01.2011 | LU | 6am/16:30pm | Antiguedad en tiempo | 32 | | |
| 10 | LORENZO | 16.02.2011 | 17.02.2011 | MI | 6am/16:30pm | Disf. Compensatorio | 16 | SE DESCARGAN COMPENSADOS DE AÑOS ANTERIORES,... | |
| 11 | JESUS | 03.02.2011 | 04.02.2011 | JU | 7am/16pm Mtto | Permiso Remunerado | 16 | OFICIO DE LA USO JUNTA DIRECTIVA NACIONAL CON FECHA 26 DE ENERO DE 2011, | |
| 12 | LUIS | 08.01.2011 | 26.01.2011 | SA | Pito Descanso | Antiguedad en tiempo | 96 | | |
| 13 | LUIS | 10.02.2011 | 11.02.2011 | JU | 7am/16pm Mtto | Permiso Especial de Salud | 16 | | |
| 14 | JORGE | 17.01.2011 | 02.02.2011 | LU | 7am/16pm Mtto | Disf. Vacac. Dias Habiles | 104 | | |
| 15 | JORGE | 03.02.2011 | 19.02.2011 | JU | 7am/16pm Mtto | Antiguedad en tiempo | 96 | | |
| 16 | JORGE | 21.02.2011 | 21.02.2011 | LU | 7am/16pm Mtto | Disf. Compensatorio | 8 | SE DESCARGAN COMPENSADOS DE AÑOS ANTERIORES,... | |
| 17 | JHON | 31.01.2011 | 16.02.2011 | LU | 7am/16pm Mtto | Disf Vacac. Suspend D Hab | 104 | | |
| 18 | JHON | 17.02.2011 | 22.02.2011 | JU | 7am/16pm Mtto | Disf Antigued Suspendida | 32 | | |
| 19 | RIDCHARD | 17.01.2011 | 02.02.2011 | LU | 7am/16pm Mtto | Disf. Vacac. Dias Habiles | 104 | | |
| 20 | RIDCHARD | 03.02.2011 | 18.02.2011 | JU | 7am/16pm Mtto | Antiguedad en tiempo | 96 | | |
| 21 | RIDCHARD | 21.02.2011 | 22.02.2011 | LU | 7am/16pm Mtto | Disf. Compensatorio | 16 | SE DESCARGAN COMPENSADOS DE AÑOS ANTERIORES,... | |
| 22 | NEPOMUCENO | 16.02.2011 | 16.02.2011 | MI | 7am/16pm Mtto | Disf. Compensatorio | 8 | SE DESCARGAN COMPENSADOS DE AÑOS ANTERIORES,... | |
| 23 | JAIRO | 17.01.2011 | 02.02.2011 | LU | 7am/16pm Mtto | Disf. Vacac. Dias Habiles | 104 | | |
| 24 | JAIRO | 03.02.2011 | 05.02.2011 | JU | 7am/16pm Mtto | Antiguedad en tiempo | 16 | | |
| 25 | ALEJANDRO | 08.01.2011 | 20.01.2011 | SA | Pito Descanso | Antiguedad en tiempo | 64 | | |
| 26 | REOMIR | 03.01.2011 | 20.01.2011 | LU | 7am/16pm Mtto | Disf. Vacac. Dias Habiles | 104 | | |

Fuente: Gestor de tiempos.

Anexo 9. ESTUDIO IV DE TIEMPOS EN MANTENIMIENTO.

1. Cuadro resumen resultados estudio IV de tiempos.

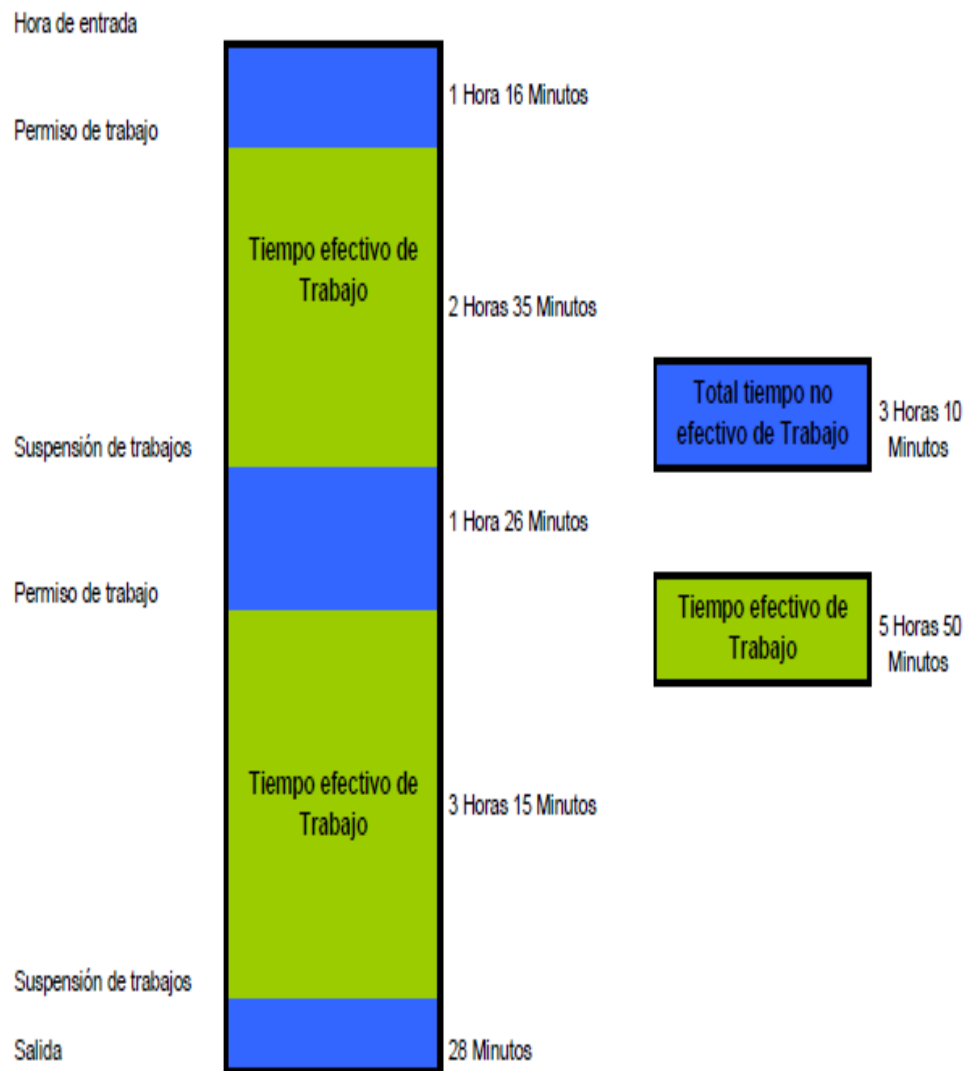
| PROCESOS | ACTIVIDADES | TIEMPO ACTUAL MTTO RF | TIEMPO ACTUAL MTTO CK | TIEMPO ACTUAL MTTO SI | TIEMPO ACTUAL MTTO MP | TIEMPO ACTUAL MTTO Pq | TIEMPO ACTUAL TALLERES | TIEMPO PROMEDIO JORNADA | TIEMPO PROMEDIO JORNADA ACTUAL AUDITORIA | |
|----------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--|-------------|
| REUSO TIEMPO EFECTIVO DE TRABAJO | Hora de entrada en puerta principal | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 5 | |
| | Cambio en vestieres | 10 | 5 | 10 | 15 | 10 | 10 | 8 | 10 | |
| | Desayuno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | |
| | Charra de seguridad y asignación de trabajos | 15 | 5 | 15 | 10 | 10 | 10 | 14 | 11 | |
| | Busqueda de herramientas | 15 | 10 | 10 | 10 | 12 | 10 | 15 | 11 | |
| | Desplazamiento a las áreas | 10 | 20 | 10 | 10 | 8 | 8 | 12 | 11 | |
| | Falta de permisos de trabajos | 25 | 35 | 20 | 25 | 20 | 40 | 36 | 28 | |
| | Tiempo efectivo de trabajo en la Mañana | 156 | 145 | 155 | 157 | 165 | 152 | 192 | 155 | |
| | Suspensión de trabajos | 5 | 10 | 7 | 5 | 7 | 5 | 13 | 7 | |
| | Salida hacia áreas de | 8 | 12 | 10 | 10 | 10 | 9 | 11 | 10 | |
| | Preparativos para irse a Almorzar | 10 | 5 | 6 | 5 | 7 | 6 | 8 | 7 | |
| | Desplazamiento al casino | 6 | 8 | 7 | 8 | 6 | 5 | 10 | 7 | |
| | Almuerzo (Fila-Sale del casino) | 30 | 35 | 30 | 25 | 30 | 25 | 24 | 29 | |
| | Ocio | 5 | 5 | 15 | 15 | 10 | 15 | 26 | 11 | |
| | Desplazamiento a las áreas | 6 | 10 | 10 | 7 | 8 | 6 | 10 | 8 | |
| | Preparación del área de trabajo | 8 | 6 | 8 | 5 | 6 | 10 | 8 | 7 | |
| | Falta de Permisos de trabajo | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | | 2 | |
| | Tiempo efectivo de trabajo en la Tarde | 195 | 196 | 191 | 200 | 198 | 191 | 101 | 195 | |
| | Suspensión de trabajos, cierres de permisos | 8 | 6 | 5 | 6 | 7 | 12 | 14 | 7 | |
| | Desplazamiento a vestieres | 8 | 9 | 6 | 5 | 6 | 8 | 8 | 7 | |
| | Cambio en vestieres | 10 | 8 | 10 | 7 | 10 | 8 | 9 | 9 | |
| | Salida | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | |
| | Total tiempo de trabajo diario | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | 540 | |
| | Total tiempo efectivo de trabajo | 351 | 341 | 346 | 357 | 363 | 343 | 293 | 350 | |
| | DIFERENCIA | | | | | | | | | 57 |
| | | | | | | | | | | 5,84 |

2. Distribución porcentual de las actividades no productivas ordenadas según el tiempo promedio que demoran cada una.

| Actividades | Identificación | Promedio | Porcentaje | Acumulado |
|--|----------------|----------|------------|-----------|
| Almuerzo (Fila-Sale del casino) | L | 29,17 | 15% | 15% |
| Falta de permisos de trabajo | G | 27,50 | 14% | 30% |
| Búsqueda de herramientas | E | 11,17 | 6% | 36% |
| Desplazamiento a las áreas (mañana) | F | 11,00 | 6% | 42% |
| Charla de seguridad y asignación de trabajos | D | 10,83 | 6% | 47% |
| Ocio | M | 10,83 | 6% | 53% |
| Cambio en vestieres (mañana) | B | 10,00 | 5% | 58% |
| Salida hacia áreas de mantenimiento | I | 9,83 | 5% | 63% |
| Cambio en vestieres (tarde) | S | 8,83 | 5% | 68% |
| Desplazamiento a las áreas (tarde) | N | 7,83 | 4% | 72% |
| Suspensión de trabajos, cierres de permisos | Q | 7,33 | 4% | 76% |
| Preparación del área de trabajo | O | 7,17 | 4% | 80% |
| Desplazamiento a vestieres | R | 7,00 | 4% | 83% |
| Desplazamiento a casino | K | 6,67 | 4% | 87% |
| Suspensión de trabajos (mañana) | H | 6,50 | 3% | 90% |
| Preparativos para irse a almorzar | J | 6,50 | 3% | 94% |
| Hora de entrada en puerta principal | A | 5,00 | 3% | 96% |
| Salida | T | 5,00 | 3% | 99% |
| Falta permisos de trabajo (tarde) | P | 1,67 | 1% | 100% |
| Desayuno | C | 0,00 | 0% | 100% |

Fuente: María Catalina Fernández Ruiz

3. Tiempo Efectivo de trabajo para el personal de mantenimiento.



Fuente: María Catalina Fernández Ruiz

Anexo 10. HOJA DE CÁLCULO PARA GENERAR LOS NUMEROS ALEATORIOS.

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following data in the spreadsheet:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|---|---|----------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | N. ALEATORIO 1 | N. ALEATORIO 2 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | 13 | 50 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | 8 | 22 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | 10 | 33 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | 10 | 40 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | 15 | 7 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | 14 | 34 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | 15 | 17 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | 10 | 34 | | | | | | | | | | |
| 14 | | | 7 | 42 | | | | | | | | | | |
| 15 | | | 10 | 46 | | | | | | | | | | |
| 16 | | | 15 | 6 | | | | | | | | | | |
| 17 | | | 10 | 4 | | | | | | | | | | |
| 18 | | | 14 | 39 | | | | | | | | | | |
| 19 | | | 9 | 44 | | | | | | | | | | |
| 20 | | | 7 | 42 | | | | | | | | | | |
| 21 | | | 8 | 45 | | | | | | | | | | |
| 22 | | | 13 | 50 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | 9 | 7 | | | | | | | | | | |
| 24 | | | 8 | 1 | | | | | | | | | | |
| 25 | | | 13 | 22 | | | | | | | | | | |

The formula bar shows the formula: `=ALEATORIO.ENTRE(1;59)`

Callout box text:
Función utilizada para generar números aleatorios.
El número aleatorio 1 genera las horas y el número aleatorio 2 los minutos.

Anexo 11. HOJA DE CÁLCULO PARA GENERAR LAS OBSERVACIONES ALEATORIAS.


Función utilizada para generar las observaciones aleatorias.

| DIA 1. | | | DIA 2. | | |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| N. ALEATORIO 1 | N. ALEATORIO 2 | HORA PROGRAMADA | N. ALEATORIO 1 | N. ALEATORIO 2 | HORA PROGRAMADA |
| 7 | 3 | 07:03:00 a.m. | 7 | 5 | 07:05:00 a.m. |
| 7 | 8 | 07:08:00 a.m. | 7 | 11 | 07:11:00 a.m. |
| 7 | 11 | 07:11:00 a.m. | 7 | 17 | 07:17:00 a.m. |
| 7 | 15 | 07:15:00 a.m. | 7 | 23 | 07:23:00 a.m. |
| 7 | 20 | 07:20:00 a.m. | 7 | 29 | 07:29:00 a.m. |
| 7 | 23 | 07:23:00 a.m. | 7 | 35 | 07:35:00 a.m. |
| 7 | 33 | 07:33:00 a.m. | 7 | 41 | 07:41:00 a.m. |
| 7 | 46 | 07:46:00 a.m. | 7 | 48 | 07:48:00 a.m. |
| 7 | 51 | 07:51:00 a.m. | 7 | 54 | 07:54:00 a.m. |
| 7 | 59 | 07:59:00 a.m. | 8 | 3 | 08:03:00 a.m. |
| 7 | 3 | 07:03:00 a.m. | 8 | 8 | 08:08:00 a.m. |
| 7 | 8 | 07:08:00 a.m. | 8 | 13 | 08:13:00 a.m. |
| 8 | 12 | 08:12:00 a.m. | 8 | 18 | 08:18:00 a.m. |
| 8 | 15 | 08:15:00 a.m. | 8 | 23 | 08:23:00 a.m. |
| 8 | 19 | 08:19:00 a.m. | 8 | 28 | 08:28:00 a.m. |
| 8 | 23 | 08:23:00 a.m. | 8 | 33 | 08:33:00 a.m. |

Anexo 12. CODIFICACION ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS JORNADA DE TRABAJO.

| ACTIVIDAD | DESCRIPCION ACTIVIDADES DIA A DIA | |
|------------------|---|-----------------------------------|
| A01 | Entrada/Salida puerta principal- Desplazamiento al/del grupo. | ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS |
| A02 | Cambio en el vestier. (Inicio-Fin de turno) | |
| A03 | Asistencia a reunión de inicio de turno y asignación de los trabajos. | |
| A04 | Desplazamiento del/al grupo al/del área operativa. | |
| A05 | Apertura y/o cierres de permisos de trabajo en las unidades operativas. | |
| A06 | Preparación y suspensión del trabajo; alistamiento de herramientas y limpieza del sitio de trabajo. | |
| A07 | Desplazamiento a/de Materiales. | |
| A08 | Espera por servicio de transporte. | |
| A09 | Desplazamiento a/de Central de Herramientas. | |
| A10 | Espera por servicio de materiales. | |
| A11 | Espera por servicio de Herramientas. | |
| A12 | Hora de almuerzo. | |
| A13 | Actividades por suplementos, contingencias y/u Ocio. | |
| A14 | Anormalidad en el turno de trabajo (Emergencias, Evacuaciones, "SIMULACROS". | |
| A15 | Ausentismo, Permisos laborales, o de otra índole. | |
| A16 | Espera por falta de trabajo. | |
| A17 | Ejecución de las tareas de mantenimiento. (Programadas o No programadas); elaboración de procedimientos e instructivos. | ACTIVIDAD PRODUCTIV A |

Anexo 13. FORMATO DE SEGUIMIENTO DIARIO A LOS EJECUTORES.

| GERENCIA REFINERIA BARRANCABERMEJA | | | | | | | | | | | |
|---|-------|--------|---------------|----|-------|--------|---------------|-------------|-------|--------|---------------|
| DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | |
| COORDINACION DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS AREAS. | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | DILIGENCIO: | | DIA: | |
| | | | | | | | | FECHA: | | | |
| | | | | | | | | CUADRILLA: | | GRUPO: | |
| Nº | H.P. | ACTIV. | OBSERVACIONES | Nº | H.P. | ACTIV. | OBSERVACIONES | Nº | H.P. | ACTIV. | OBSERVACIONES |
| 1 | 07:00 | | | 38 | 10:10 | | | 75 | 13:19 | | |
| 2 | 07:05 | | | 39 | 10:15 | | | 76 | 13:24 | | |
| 3 | 07:10 | | | 40 | 10:20 | | | 77 | 13:29 | | |
| 4 | 07:15 | | | 41 | 10:25 | | | 78 | 13:34 | | |
| 5 | 07:20 | | | 42 | 10:30 | | | 79 | 13:39 | | |
| 6 | 07:25 | | | 43 | 10:35 | | | 80 | 13:44 | | |
| 7 | 07:30 | | | 44 | 10:40 | | | 81 | 13:49 | | |
| 8 | 07:35 | | | 45 | 10:45 | | | 82 | 13:54 | | |
| 9 | 07:40 | | | 46 | 10:50 | | | 83 | 13:59 | | |
| 10 | 07:45 | | | 47 | 10:55 | | | 84 | 14:04 | | |
| 11 | 07:50 | | | 48 | 11:00 | | | 85 | 14:09 | | |
| 12 | 07:55 | | | 49 | 11:05 | | | 86 | 14:14 | | |
| 13 | 08:00 | | | 50 | 11:10 | | | 87 | 14:19 | | |
| 14 | 08:05 | | | 51 | 11:15 | | | 88 | 14:24 | | |
| 15 | 08:10 | | | 52 | 11:20 | | | 89 | 14:29 | | |
| 16 | 08:15 | | | 53 | 11:25 | | | 90 | 14:34 | | |
| 17 | 08:20 | | | 54 | 11:30 | | | 91 | 14:39 | | |
| 18 | 08:25 | | | 55 | 11:35 | | | 92 | 14:44 | | |
| 19 | 08:30 | | | 56 | 11:40 | | | 93 | 14:49 | | |
| 20 | 08:35 | | | 57 | 11:45 | | | 94 | 14:54 | | |
| 21 | 08:40 | | | 58 | 11:50 | | | 95 | 14:59 | | |
| 22 | 08:45 | | | 59 | 11:55 | | | 96 | 15:04 | | |
| 23 | 08:50 | | | 60 | 12:00 | | | 97 | 15:09 | | |

| | | | | | | | | |
|-----------|-------|--|-----------|-------|--|----------------|-------|--|
| 24 | 08:55 | | 61 | 12:05 | | 98 | 15:14 | |
| 25 | 09:00 | | 62 | 12:10 | | 99 | 15:19 | |
| 26 | 09:05 | | 63 | 12:15 | | 100 | 15:24 | |
| 27 | 09:10 | | 64 | 12:20 | | 101 | 15:29 | |
| 28 | 09:15 | | 65 | 12:25 | | 102 | 15:34 | |
| 29 | 09:20 | | 66 | 12:30 | | 103 | 15:39 | |
| 30 | 09:25 | | 67 | 12:35 | | 104 | 15:44 | |
| 31 | 09:30 | | 68 | 12:40 | | 105 | 15:47 | |
| 32 | 09:35 | | 69 | 12:45 | | 106 | 15:50 | |
| 33 | 09:40 | | 70 | 12:50 | | 107 | 15:53 | |
| 34 | 09:45 | | 71 | 12:55 | | 108 | 15:56 | |
| 35 | 09:50 | | 72 | 13:00 | | 109 | 15:59 | |
| 36 | 09:55 | | 73 | 13:05 | | 110 | 16:00 | |
| 37 | 10:00 | | 74 | 13:10 | | INFO ADICIONAL | | |

Anexo 14. CONSOLIDACION OBSERVACIONES POR CUADRILLA.

| UNIDAD | Cracking I | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|------|------|------|------|--------------------|----------|-------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | |
| A01 | 4 | 2 | 3 | 5 | 3 | 3 | 1 | 0,28 | 17 | 3,1% | 6,1% |
| A02 | 7 | 3 | 5 | 7 | 5 | 5 | 2 | 0,44 | 27 | 4,9% | 9,8% |
| A03 | 2 | 8 | 6 | 5 | 10 | 6 | 3 | 0,51 | 30 | 5,6% | 11,2% |
| A04 | 5 | 8 | 8 | 4 | 7 | 6 | 2 | 0,52 | 31 | 5,8% | 11,6% |
| A05 | 12 | 3 | 8 | 13 | 10 | 9 | 4 | 0,75 | 45 | 8,4% | 16,6% |
| A06 | 2 | 7 | 6 | 7 | 8 | 6 | 2 | 0,49 | 29 | 5,5% | 10,8% |
| A07 | 0 | 2 | 1 | 3 | 5 | 2 | 2 | 0,18 | 11 | 2,0% | 4,0% |
| A08 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,2% |
| A09 | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 2 | 2 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,3% |
| A10 | 0 | 4 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,6% |
| A11 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,2% |
| A12 | 21 | 19 | 20 | 14 | 13 | 17 | 4 | 1,42 | 85 | 15,8% | 9,3% |
| A13 | 0 | 4 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,6% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 2 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,5% |
| A16 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,3% |
| A17 | 40 | 50 | 45 | 41 | 36 | 42 | 5 | 3,47 | 208 | 38,5% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD | Cracking II | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|------|------|------|------|--------------------|----------|-------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | |
| A01 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 0,21 | 13 | 2,3% | 4,6% |
| A02 | 7 | 5 | 5 | 6 | 4 | 5 | 1 | 0,44 | 26 | 4,9% | 9,6% |
| A03 | 10 | 7 | 10 | 7 | 9 | 9 | 2 | 0,70 | 42 | 7,8% | 15,3% |
| A04 | 5 | 4 | 7 | 4 | 7 | 5 | 2 | 0,44 | 26 | 4,9% | 9,6% |
| A05 | 10 | 6 | 10 | 4 | 10 | 8 | 3 | 0,65 | 39 | 7,2% | 14,2% |
| A06 | 8 | 5 | 8 | 10 | 7 | 8 | 2 | 0,62 | 37 | 6,9% | 13,5% |
| A07 | 6 | 5 | 5 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0,26 | 16 | 2,9% | 5,7% |
| A08 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,5% |
| A09 | 0 | 2 | 5 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,6% |
| A10 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0,20 | 12 | 2,2% | 4,3% |
| A11 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,1% |
| A12 | 10 | 13 | 13 | 16 | 11 | 13 | 2 | 1,02 | 61 | 11,4% | 0,5% |
| A13 | 0 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,2% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A15 | 0 | 0 | 5 | 0 | 10 | 3 | 4 | 0,24 | 15 | 2,7% | 5,3% |
| A16 | 0 | 7 | | 0 | 6 | 3 | 4 | 0,26 | 16 | 2,9% | 5,8% |
| A17 | 45 | 40 | 36 | 49 | 41 | 42 | 5 | 3,43 | 206 | 38,1% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 111 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD | Cracking III | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|------|------|------|------|-----------------------|----------|-------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|--|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. | |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | | |
| A01 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 0,28 | 17 | 3,1% | 6,1% | |
| A02 | 5 | 9 | 5 | 6 | 5 | 5 | 2 | 0,44 | 27 | 4,9% | 9,8% | |
| A03 | 5 | 6 | 9 | 4 | 6 | 6 | 3 | 0,51 | 30 | 5,6% | 11,2% | |
| A04 | 5 | 8 | 4 | 7 | 4 | 6 | 2 | 0,52 | 31 | 5,8% | 11,6% | |
| A05 | 11 | 10 | 11 | 7 | 7 | 9 | 4 | 0,75 | 45 | 8,4% | 16,6% | |
| A06 | 15 | 8 | 9 | 10 | 4 | 6 | 2 | 0,49 | 29 | 5,5% | 10,8% | |
| A07 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0,18 | 11 | 2,0% | 4,0% | |
| A08 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,2% | |
| A09 | 1 | 0 | | 0 | 2 | 2 | 2 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,3% | |
| A10 | 0 | 0 | 4 | 0 | 10 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,6% | |
| A11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,2% | |
| A12 | 24 | 21 | 17 | 17 | 15 | 17 | 4 | 1,42 | 85 | 15,8% | 9,3% | |
| A13 | 0 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,6% | |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% | |
| A15 | 0 | 0 | 6 | 3 | 4 | 1 | 2 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,5% | |
| A16 | 3 | 0 | 2 | 0 | 5 | 2 | 4 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,3% | |
| A17 | 35 | 42 | 34 | 50 | 39 | 42 | 5 | 3,47 | 208 | 38,5% | | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | | |

| UNIDAD | Materias Primas MP1 | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------|------|------|------|------|--------------------|----------|-------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | |
| A01 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0,18 | 11 | 2,0% | 4,0% |
| A02 | 7 | 6 | 4 | 5 | 5 | 5 | 1 | 0,44 | 27 | 4,9% | 9,9% |
| A03 | 8 | 10 | 8 | 10 | 6 | 8 | 2 | 0,69 | 41 | 7,6% | 15,3% |
| A04 | 12 | 10 | 15 | 7 | 8 | 10 | 3 | 0,85 | 51 | 9,5% | 19,0% |
| A05 | 3 | 1 | 6 | 10 | 8 | 6 | 4 | 0,46 | 27 | 5,1% | 10,2% |
| A06 | 14 | 9 | 11 | 8 | 6 | 10 | 3 | 0,79 | 47 | 8,7% | 17,5% |
| A07 | 0 | 6 | 0 | 5 | 1 | 2 | 3 | 0,20 | 12 | 2,2% | 4,4% |
| A08 | 7 | 0 | 7 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0,26 | 16 | 2,9% | 5,8% |
| A09 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,2% |
| A10 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,2% |
| A11 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,05 | 3 | 0,5% | 1,1% |
| A12 | 11 | 10 | 14 | 13 | 20 | 14 | 4 | 1,11 | 67 | 12,4% | 2,5% |
| A13 | 0 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0,18 | 11 | 2,0% | 4,0% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A15 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 1 | 2 | 0,08 | 5 | 0,9% | 1,8% |
| A16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A17 | 46 | 48 | 40 | 36 | 45 | 43 | 5 | 3,52 | 211 | 39,1% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD | Control y gestión ambiental MP2 | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------------|------|------|------|------|-----------------------|----------|-------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|--|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. | |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | | |
| A01 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0,18 | 11 | 2,0% | 3,9% | |
| A02 | 7 | 8 | 4 | 6 | 9 | 7 | 2 | 0,56 | 33 | 6,2% | 12,0% | |
| A03 | 8 | 10 | 8 | 10 | 6 | 8 | 2 | 0,69 | 41 | 7,6% | 14,8% | |
| A04 | 5 | 10 | 12 | 7 | 6 | 8 | 3 | 0,65 | 39 | 7,3% | 14,1% | |
| A05 | 4 | 5 | 3 | 10 | 8 | 6 | 3 | 0,49 | 29 | 5,5% | 10,6% | |
| A06 | 14 | 7 | 13 | 7 | 6 | 9 | 4 | 0,77 | 46 | 8,5% | 16,6% | |
| A07 | 0 | 6 | 0 | 5 | 1 | 2 | 3 | 0,20 | 12 | 2,2% | 4,2% | |
| A08 | 7 | 0 | 7 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0,26 | 16 | 2,9% | 5,6% | |
| A09 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,1% | |
| A10 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,1% | |
| A11 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,05 | 3 | 0,5% | 1,1% | |
| A12 | 16 | 10 | 14 | 13 | 20 | 15 | 4 | 1,19 | 72 | 13,3% | 4,2% | |
| A13 | 1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0,20 | 12 | 2,2% | 4,2% | |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% | |
| A15 | 0 | 0 | 4 | 5 | 0 | 2 | 2 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,2% | |
| A16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 | 0,07 | 4 | 0,7% | 1,4% | |
| A17 | 46 | 44 | 40 | 36 | 39 | 41 | 4 | 3,35 | 201 | 37,3% | | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | | |

| UNIDAD | Parafinas y fenol PQ1 | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|------|------|------|------|-----------|----------|--------|--------|---------|--------|--|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO | | TIEMPO | TIEMPO | % TOTAL | % DEL | |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | ACTIVIDAD | σ | TOTAL | TOTAL | JORNADA | TIEMPO | |
| | | | | | | (HR) | | MIN | | IMPROD. | | |
| A01 | 2 | 7 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 0,28 | 17 | 3,1% | 6,0% | |
| A02 | 7 | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 1 | 0,54 | 32 | 6,0% | 11,6% | |
| A03 | 10 | 7 | 6 | 2 | 6 | 6 | 3 | 0,51 | 30 | 5,6% | 10,9% | |
| A04 | 5 | 8 | 7 | 5 | 7 | 6 | 1 | 0,52 | 31 | 5,8% | 11,2% | |
| A05 | 21 | 9 | 6 | 12 | 12 | 12 | 6 | 0,98 | 59 | 10,9% | 21,1% | |
| A06 | 10 | 7 | 4 | 2 | 6 | 6 | 3 | 0,47 | 28 | 5,3% | 10,2% | |
| A07 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,1% | |
| A08 | 3 | 0 | 4 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,5% | |
| A09 | 3 | 4 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,5% | |
| A10 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0,05 | 3 | 0,5% | 1,1% | |
| A11 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,07 | 4 | 0,7% | 1,4% | |
| A12 | 16 | 17 | 14 | 21 | 17 | 17 | 3 | 1,39 | 83 | 15,5% | 8,4% | |
| A13 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,5% | |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% | |
| A15 | 0 | 3 | 5 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,5% | |
| A16 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 2 | 4 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,2% | |
| A17 | 30 | 37 | 56 | 40 | 41 | 41 | 10 | 3,34 | 200 | 37,1% | | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | | |

| Petroquímica PQ2 | | | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|-----------|----------|--------|--------|---------|--------|
| UNIDAD | | | | | | | | | | | |
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO | | TIEMPO | TIEMPO | % TOTAL | % DEL |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | ACTIVIDAD | σ | TOTAL | TOTAL | JORNADA | TIEMPO |
| | | | | | | (HR) | | MIN | | IMPROD. | |
| A01 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0,18 | 11 | 2,0% | 3,8% |
| A02 | 7 | 7 | 10 | 6 | 8 | 8 | 2 | 0,62 | 37 | 6,9% | 13,0% |
| A03 | 4 | 4 | 5 | 6 | 11 | 6 | 3 | 0,49 | 29 | 5,5% | 10,2% |
| A04 | 10 | 10 | 8 | 7 | 11 | 9 | 2 | 0,75 | 45 | 8,4% | 15,7% |
| A05 | 6 | 8 | 10 | 6 | 5 | 7 | 2 | 0,57 | 34 | 6,4% | 11,9% |
| A06 | 8 | 2 | 6 | 4 | 6 | 5 | 2 | 0,43 | 26 | 4,7% | 8,9% |
| A07 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | 1 | 0,2% | 0,3% |
| A08 | 1 | 6 | 3 | 4 | 0 | 3 | 2 | 0,23 | 14 | 2,5% | 4,8% |
| A09 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0,08 | 5 | 0,9% | 1,7% |
| A10 | 1 | 2 | 2 | 3 | 0 | 2 | 1 | 0,13 | 8 | 1,5% | 2,7% |
| A11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A12 | 25 | 20 | 19 | 18 | 16 | 20 | 3 | 1,60 | 96 | 17,8% | 12,6% |
| A13 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0,20 | 12 | 2,2% | 4,1% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A15 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 2 | 2 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,1% |
| A16 | 11 | 4 | 6 | 0 | 0 | 4 | 5 | 0,34 | 21 | 3,8% | 7,2% |
| A17 | 31 | 39 | 37 | 45 | 44 | 39 | 6 | 3,21 | 192 | 35,6% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD | Refinación de crudos RF1 | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------|------|------|------|------|--------------------|----------|-------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | |
| A01 | 2 | 1 | 6 | 1 | 3 | 3 | 2 | 0,21 | 13 | 2,4% | 4,2% |
| A02 | 5 | 6 | 7 | 3 | 8 | 6 | 2 | 0,47 | 28 | 5,3% | 9,3% |
| A03 | 10 | 8 | 3 | 9 | 9 | 8 | 3 | 0,64 | 38 | 7,1% | 12,5% |
| A04 | 8 | 12 | 12 | 8 | 5 | 9 | 3 | 0,74 | 44 | 8,2% | 14,4% |
| A05 | 12 | 13 | 8 | 6 | 0 | 8 | 5 | 0,64 | 38 | 7,1% | 12,5% |
| A06 | 12 | 9 | 5 | 14 | 5 | 9 | 4 | 0,74 | 44 | 8,2% | 14,4% |
| A07 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 2 | 3 | 0,15 | 9 | 1,6% | 2,9% |
| A08 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0,13 | 8 | 1,5% | 2,6% |
| A09 | 7 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,2% |
| A10 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0,08 | 5 | 0,9% | 1,6% |
| A11 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,07 | 4 | 0,7% | 1,3% |
| A12 | 9 | 18 | 17 | 20 | 17 | 16 | 4 | 1,33 | 80 | 14,7% | 6,4% |
| A13 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,08 | 5 | 0,9% | 1,6% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 7 | 20 | 5 | 9 | 0,44 | 27 | 4,9% | 8,6% |
| A15 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0,13 | 8 | 1,5% | 2,6% |
| A16 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,2% |
| A17 | 36 | 32 | 34 | 35 | 39 | 35 | 3 | 2,88 | 173 | 32,0% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD | Refinación de fondos RF3 | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------|------|------|------|------|-----------------------|----------|-------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | |
| A01 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0,21 | 13 | 2,4% | 4,6% |
| A02 | 4 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 | 1 | 0,41 | 25 | 4,5% | 8,9% |
| A03 | 4 | 10 | 13 | 9 | 12 | 10 | 4 | 0,79 | 47 | 8,7% | 17,1% |
| A04 | 13 | 8 | 6 | 9 | 10 | 9 | 3 | 0,75 | 45 | 8,4% | 16,4% |
| A05 | 11 | 16 | 1 | 10 | 6 | 9 | 6 | 0,72 | 43 | 8,0% | 15,7% |
| A06 | 1 | 5 | 5 | 4 | 6 | 4 | 2 | 0,34 | 21 | 3,8% | 7,5% |
| A07 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0,08 | 5 | 0,9% | 1,8% |
| A08 | 3 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0,13 | 8 | 1,5% | 2,8% |
| A09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A10 | 0 | 0 | 8 | 3 | 0 | 2 | 3 | 0,18 | 11 | 2,0% | 3,9% |
| A11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A12 | 17 | 22 | 19 | 20 | 19 | 19 | 2 | 1,59 | 95 | 17,6% | 12,8% |
| A13 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,5% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A15 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,1% |
| A16 | 0 | 0 | 8 | 3 | 0 | 2 | 3 | 0,18 | 11 | 2,0% | 3,9% |
| A17 | 50 | 40 | 31 | 40 | 47 | 42 | 7 | 3,40 | 204 | 37,8% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD | Servicios Industriales Refinería SI1 | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------------------|------|------|------|------|-----------------------|----------|-------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | |
| A01 | 3 | 5 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0,23 | 14 | 2,5% | 5,4% |
| A02 | 8 | 6 | 5 | 5 | 4 | 6 | 2 | 0,46 | 27 | 5,1% | 10,9% |
| A03 | 7 | 6 | 6 | 8 | 9 | 7 | 1 | 0,59 | 35 | 6,5% | 14,0% |
| A04 | 6 | 18 | 11 | 11 | 6 | 10 | 5 | 0,85 | 51 | 9,5% | 20,2% |
| A05 | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 | 5 | 1 | 0,44 | 27 | 4,9% | 10,5% |
| A06 | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 0,25 | 15 | 2,7% | 5,8% |
| A07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A08 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,07 | 4 | 0,7% | 1,6% |
| A09 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 1 | 2 | 0,07 | 4 | 0,7% | 1,6% |
| A10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A11 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0,03 | 2 | 0,4% | 0,8% |
| A12 | 17 | 14 | 14 | 16 | 20 | 16 | 2 | 1,33 | 80 | 14,7% | 7,7% |
| A13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 7 | 40 | 9 | 17 | 0,77 | 46 | 8,5% | 18,2% |
| A15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A16 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0,15 | 9 | 1,6% | 3,5% |
| A17 | 62 | 43 | 57 | 46 | 23 | 46 | 15 | 3,78 | 227 | 42,0% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD | Servicios Industriales Balance SI2 | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|------|------|------|------|--------------------|----------|-------------------|------------------|-----------------|----------------------|
| ESPECIALIDAD | | | | | | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | DIA1 | DIA2 | DIA3 | DIA4 | DIA5 | | | | | | |
| A01 | 6 | 2 | 4 | 5 | 3 | 4 | 2 | 0,33 | 20 | 3,6% | 6,9% |
| A02 | 7 | 8 | 5 | 8 | 8 | 7 | 1 | 0,59 | 35 | 6,5% | 12,5% |
| A03 | 10 | 12 | 8 | 10 | 8 | 10 | 2 | 0,79 | 47 | 8,7% | 16,6% |
| A04 | 8 | 8 | 10 | 7 | 8 | 8 | 1 | 0,67 | 40 | 7,5% | 14,2% |
| A05 | 10 | 5 | 5 | 7 | 7 | 7 | 2 | 0,56 | 33 | 6,2% | 11,8% |
| A06 | 3 | 6 | 8 | 6 | 5 | 6 | 2 | 0,46 | 27 | 5,1% | 9,7% |
| A07 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 1 | 2 | 0,10 | 6 | 1,1% | 2,1% |
| A08 | 5 | 3 | 8 | 2 | 4 | 4 | 2 | 0,36 | 22 | 4,0% | 7,6% |
| A09 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0,13 | 8 | 1,5% | 2,8% |
| A10 | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0,13 | 8 | 1,5% | 2,8% |
| A11 | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0,08 | 5 | 0,9% | 1,7% |
| A12 | 12 | 17 | 15 | 12 | 14 | 14 | 2 | 1,15 | 69 | 12,7% | 3,1% |
| A13 | 1 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,4% |
| A14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | 0,0% |
| A15 | 1 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0,11 | 7 | 1,3% | 2,4% |
| A16 | 5 | 2 | 0 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0,16 | 10 | 1,8% | 3,5% |
| A17 | 36 | 39 | 40 | 41 | 44 | 40 | 3 | 3,27 | 196 | 36,4% | |
| | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 0 | 9,00 | 540 | 100,0% | |

| UNIDAD Coordinación Mantenimiento Proactivo en Áreas | | | | | | |
|---|---------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| ESPECIALIDAD | PROMEDIO ACTIVIDAD | σ | TIEMPO TOTAL (HR) | TIEMPO TOTAL MIN | % TOTAL JORNADA | % DEL TIEMPO IMPROD. |
| ACTIVIDAD | | | | | | |
| A01 | 3 | 1 | 0,23 | 14 | 2,5% | 4,9% |
| A02 | 6 | 2 | 0,50 | 30 | 5,5% | 10,7% |
| A03 | 8 | 3 | 0,62 | 37 | 6,9% | 13,4% |
| A04 | 8 | 3 | 0,66 | 39 | 7,3% | 14,1% |
| A05 | 8 | 4 | 0,64 | 38 | 7,1% | 13,7% |
| A06 | 7 | 3 | 0,55 | 33 | 6,2% | 11,9% |
| A07 | 2 | 2 | 0,12 | 7 | 1,4% | 2,7% |
| A08 | 2 | 2 | 0,18 | 11 | 2,0% | 3,8% |
| A09 | 1 | 2 | 0,11 | 6 | 1,2% | 2,3% |
| A10 | 2 | 2 | 0,12 | 7 | 1,4% | 2,7% |
| A11 | 1 | 1 | 0,05 | 3 | 0,6% | 1,2% |
| A12 | 16 | 4 | 1,33 | 80 | 14,8% | 7,2% |
| A13 | 2 | 1 | 0,13 | 8 | 1,4% | 2,8% |
| A14 | 1 | 6 | 0,11 | 7 | 1,2% | 2,4% |
| A15 | 2 | 2 | 0,13 | 8 | 1,5% | 2,8% |
| A16 | 2 | 3 | 0,16 | 9 | 1,7% | 3,4% |
| A17 | 41 | 7 | 3,36 | 202 | 37,3% | |
| TOTAL | 110 | 0 | 9,00 | 540 | | |

Anexo 15. LISTADO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO EVALUADAS POR CUADRILLA.

| UNIDAD | ORDEN DE TRABAJO | DESCRIPCION OT | NUMERO DE TAREA | DESCRIPCION TAREA | TIEMPO PLANEADO (Horas-Hombre) | ESPECIALIDAD |
|------------|------------------|-----------------|-----------------|---|--------------------------------|-----------------|
| CK1 | 332908 | LIMPIEZA FILTRO | 10 | SOLICITAR PERMISO,VALIDAR ATS, VER J | 4 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 20 | COMPRA DE MAT/ REQ# C48159 | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 30 | ALISTAMIENTO, HERRAMIENTAS Y MAT/ VER J | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 40 | RET/ REVESTIMIENTO EN TAPA FILTRO | 1 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 50 | DESACOPLAR TAPA FILTRO/ 30"x300, VER J | 4 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 60 | RET/ ELEMENTO FILTRANTE | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 70 | LIMPIAR,VAPORIZAR ELEMENTO FILTRANTE | 2 | METALISTAS-SMT5 |

| | | | | | | | |
|------------|---------------|---------------------------------------|----|--|-------------------------------------|-----------------|---------------|
| | | | 80 | ACOPLAR TAPA FILTRO/ 30"x300, VER J | 2 | METALISTAS-SMT5 | |
| | | | 90 | TRANSP/ELEMENTO FILTRANTE A TALLER | 2 | METALISTAS-SMT5 | |
| | 327896 | LIMPIEZA FILTRO | 16 | SOLTAR SUCCION/DESCARGA LINEAS SELLO | 8 | METALISTAS-SMT5 | |
| | | | 17 | REVISAR PARALELIS/SOPORTE TUBERIA | 2 | METALISTAS-SMT5 | |
| | | | 18 | LIMPIAR FILTRO DE SUCCION A LA BOMBA | 4 | METALISTAS-SMT5 | |
| | | | 21 | RETIRAR BOMBA Y TRANSPORT. AL TALLER | 6 | METALISTAS-SMT5 | |
| CK2 | 314004 | PLAN DE MTTTO 2011 REPARACION SP4207A | 1 | SOLICITAR PERMISO\3 QUE'S/LLENAR PROTO | 2 | MECANICA-SMC5 | |
| | | | | 3 | LIMPIAR AREA DE TRABAJO | 2 | MECANICA-SMC5 |
| | | | | 5 | REVISAR ALINEAMIENTO/VERIFICAR DBSE | 2 | MECANICA-SMC5 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|---------------------------------|----|--|----|-----------------|
| | | | 6 | RETIRAR AISLAMIENTO TERMICO | 4 | MECANICA-SMC5 |
| | | | 10 | DESACOPLAR Y DESANCLAR BOMBA | 2 | MECANICA-SMC5 |
| | | | 20 | DESARMAR BOMBA Y PASAR A LAVADO | 16 | MECANICA-SMC5 |
| | | | 22 | LIMPIEZA DE PARTES | 4 | MECANICA-SMC5 |
| | | | 23 | CALIBRAR PARTES (DESARM)LLENAR FORMAT | 10 | MECANICA-SMC5 |
| CK3 | 326935 | REPARACION GENERAL BOMBA SP509C | 2 | RETIRAR AISLAMIENTO BOMBA/SUCC/DESCAR | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 4 | DESCON.TUBERIA SUC.DESC.ENFRIA.SELLO/LUB | 10 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 5 | REV.TUBER.PARALELISMO SOPORTES/CORRIG | 6 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 7 | RETIRAR BOMBA Y LLEVAR AL TALLER | 6 | METALISTAS-SMT5 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|---------------------------------------|----|--|---|---------------------|
| | | | 9 | INSTALAR BRIDAS CIEGAS SUCC/DESCARGA. | 6 | METALISTAS- SMT5 |
| | | | 10 | LIMPIAR FILTRO DE SUCCION | 8 | METALISTAS- SMT5 |
| | | | 17 | TRABAJOS DE SOLDADURA | 5 | METALISTAS- SMT5 |
| MP1 | 337952 | INSTALACION BOMBA PORTATIL EN K800 | 1 | SOLICITAR PERMISO, VALIDAR ATS | 3 | METALISTA- SMT3 |
| | | | 5 | ALISTAMIENTO MAQUINA Y HERRAMIENTAS | 2 | METALISTA- SMT3 |
| | | | 20 | VERIFICAR ESTADO DE BOMBA | 4 | MECANICA- SMC3 |
| | | | 30 | IZAR, TRANSP/ BOMBA | 4 | METALISTA- SMT3 |
| | | | 50 | INSTALAR BOMBA EN K-800 | 4 | METALISTA- SMT3 |
| | | | 60 | ACOP/ MANGUERAS SUCCION EN K- 800 | 2 | METALISTA- SMT3 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|----------------------------------|-----|-------------------------------------|---|-------------------|
| | | | 70 | ACOPLAR LINEAS EN DESCARGA DE BOMBA | 8 | METALISTA-SMT3 |
| | | | 80 | REALINEAR,AJUSTAR BOMBA | 6 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 90 | ENERGIZAR ELECTRICAMENTE | 8 | ELECTRICO-SEL3 |
| | | | 100 | ENTREGAR A OPER/ CERRAR PERMISO | 2 | METALISTA-SMT3 |
| MP2 | 336230 | CALIBRACION TX NIVEL FOSA DIAPAC | 1 | Solicitar permiso y realizar ATS | 1 | INSTRUMENTOS-SEI3 |
| | | | 2 | Mantenimiento a tubo de inmersión | 4 | INSTRUMENTOS-SEI3 |
| | | | 3 | Mantenimiento a reg conoflow/ RO. | 2 | INSTRUMENTOS-SEI3 |
| | | | 4 | Verificar curva de calibración LT | 2 | INSTRUMENTOS-SEI3 |
| | | | 5 | Probar y entregar a operaciones | 1 | INSTRUMENTOS-SEI3 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|---|----|--|----|-----------------|
| | | | 15 | VERIFICAR ESTADO POLEAS, ACOPLER | 4 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 20 | VERIFICAR ESTADO DE COJINETES | 8 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 25 | REPARAR SISTEMA COJINETE | 14 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 30 | ACOPLAR SISTEMA REDUC BOMBA | 12 | MECANICA-SMC3 |
| | 333615 | CAMBIO DE RODAMIENTOS COJINETE SUPERIOR SP3031A | | | | |
| | | | 5 | RETIRAR MATERIALES:REQ# G47222. | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 10 | VALORAR RIESGOS;ELABORAR ATS;OPERACIONES | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 12 | TOMAR MEDIDAS EN CAMPO; SE-1227A. | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 20 | CORTAR NIPLES;PREFABRICAR SPOOL;GRAPA. | 18 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 25 | INSTALAR GRAPA EN LINEA DE AGUA ENFRIAM. | 12 | METALISTAS-SMT5 |
| PQ1 | 331528 | Corregir esca H2O enfriam salida SE1127 | | | | |

| | | | | | | |
|------------|---------------|--|----|--|----|-----------------|
| | | | 30 | INSTALAR SPOOL;APRETAR ESPARRAGOS. | 12 | METALISTAS-SMT5 |
| | | | 40 | ASEAR EL AREA;ENTREGAR A OPERACIONES: | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| PQ2 | 335901 | RCM-PREVENTIVO A TURBINAS C/12 MESES SP1405B | 1 | SOLICITAR PERMISO Y REVISAR ATS | 2 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 3 | DILIGENCIAR PROTOCOLO DE CUSTODIA MANTTO | 2 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 5 | DESACOPLAR TURBINA | 2 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 6 | REVISAR Y CALIBRAR JUEGO AXIAL | 1 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 8 | REVISAR SISTEMA DE LUBRICACION | 2 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 9 | RETIRAR GOBERNADOR-LLEVAR A LAPPING | 1 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 10 | REVISAR/LAVAR CAJA DE BALINERAS | 2 | MECANICA-SMC3 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|---------------------------------|----|--|---|---------------|
| | | | 11 | REVISAR CARBONES | 2 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 20 | REVISAR PALANCAS Y SISTEMA D GOBERNACION | 6 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 21 | REVISAR ALINEACION | 2 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 22 | LLEVAR GOBERNADOR A PLANTA-INSTALAR | 1 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 25 | PROBAR VELOCIDAD DE DISPARO A TURBINA | 4 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 28 | REALIZAR ORDEN Y ASEO AL AREA | 1 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 30 | ACOPLAR Y ENTREGAR EQUIPO A OPERACIONES | 2 | MECANICA-SMC3 |
| | | | 35 | DILIDENCIAR PROTOCOLO DE CUSTODIA MANTTO | 2 | MECANICA-SMC3 |
| RF1 | 316630 | SP2022D RECUPERAR CONFIABILIDAD | 30 | ANCLAR Y ALINEAR EQUIPO MET. REVERSO | 8 | MECANICA-SMC3 |

| | | | | | | |
|---|---------------|--|--|---|--|--------------------|
| | 313800 | PDM-2011. P233A CAMBIO ROD/ REPARAR SELL | 150 | ANCLAR Y ALINEAR EQUIPO MET. REVERSO | 10 | MECANICA- SMC3 |
| | | | 165 | ACOPLAR/INSTALAR GUARDACOPLE/LUBRICAR | 4 | MECANICA- SMC3 |
| | | | 175 | PROBAR Y ENTREGAR A OPERACIONES | 2 | MECANICA- SMC3 |
| | 331596 | Revisar/Calibrar/Lubricar Chumaceras | 22 | LLEVAR GOBERNADOR A PLANTA- INSTALAR | 1 | MECANICA- SMC3 |
| | | | 65 | ARMAR VALVULA TRIP | 16 | MECANICA- SMC3 |
| | RF3 | 333658 | Rev ctos alum area ventiladores LP1-2 | 2 | Rev cto control-encendido/realizar matto | 2 |
| 3 | | | | Encender Alumbr/Identificar lamp en falla | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| 4 | | | | Desenergizar/Tarjetear/Bloquear/ | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| 5 | | | | Reparar Lamp/Cambiar Elementos | 32 | ELECTRICA- SEL4 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|---|---|---|---|--------------------|
| | 314692 | PLAN MTO 2011- CAMBIO ROD BOMBA SP2658A | 4 | DESENERGIZAR/APLICAR SAS/MEGEAR | 2 | ELECTRICA- SEL4 |
| | 324555 | REVISAR PULSADOR SP2656A | 2 | APLICAR SAES | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| | | | 3 | MANTTO PULSADOR-LIMPIAR- REAPRETAR | 2 | ELECTRICA- SEL4 |
| | | | 4 | PRUEBAS AISLAMIENTO-CONECTAR- ENCINTAR | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| | | | 5 | INSTALAR TAPA-SELLAR | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| | | | 6 | MANTTO A LINEA DE TIERRA | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| | | | 7 | RETIRAR SAES | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| | | | 8 | PROBAR /ENTREGAR A OPERACIONES/PROTOCOLO | 1 | ELECTRICA- SEL4 |
| SI1 | 335162 | MP810B - falla Ais Cable/ Moto -Corregir | 1 | SOLICITAR PERMISO/VALIDAR ATS | 2 | ELECTRICA- SEL4 |

| | | | | | | |
|------------|---------------|---|-----|--|----|-----------------|
| | | | 5 | DESENERGIZAR/TARGETEAR/BLOQUEAR(SAS) | 1 | ELECTRICA-SEL4 |
| | | | 10 | MARQUILLAR/DESCONECTAR ELECTRICAM/AISLAR | 6 | ELECTRICA-SEL4 |
| | | | 50 | CONECTAR/ENERGIZAR/PROBAR EN VACIO | 6 | ELECTRICA-SEL4 |
| | | | 60 | RETIRAR SAS/ENERGIZAR/ENTREGAR EQUIPO | 2 | ELECTRICA-SEL4 |
| | 311215 | PLAN MTO2011-CAMBIO DE RODAMIENTOSSP801M | 400 | CONECTAR ENERGIZAR MOTOR RETIRAR (SAS) | 8 | ELECTRICA-SEL4 |
| | 312305 | REEMPLAZAR TABLERO TRANSFERENCIA | 13 | Analizar riesgos/Solicitar permiso | 2 | ELECTRICA-SEL4 |
| | | | 14 | Aplicar SAES TR-2/Retirar tapas | 4 | ELECTRICA-SEL4 |
| | | | 17 | Definir ruta/Tender aliment provicional | 24 | ELECTRICA-SEL4 |
| SI2 | 333711 | CORRECCION ESCAPE EN LINEA DE VENDEO 2" SDH2951 | 10 | SOLICITAR PERMISO Y ATS | 1 | METALISTAS-SMT5 |

| | | | | | |
|---------------|---|-----|---|----|-----------------|
| | | 20 | VERIFICAR ESCAPE | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | 40 | CONFIRMAR BLOQUEO VAL.CORRECCION ESCAPE | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | 50 | TOMAR MEDIDAS EN CAMPO | 4 | METALISTAS-SMT5 |
| | | 100 | ASEO AREA Y CIERRE DEL PERMISO | 1 | METALISTAS-SMT5 |
| | | 101 | FABRICAR CAÑUELA | 4 | METALISTAS-SMT5 |
| | | 105 | SOLDAR, INSTALAR CAÑUELA | 16 | METALISTAS-SMT5 |
| 256897 | Instalacion de tomamuestras de gas SD2953 | 10 | COMPRA DE MATERIAL, REQ# | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | 20 | SOLICITAR PERMISO,VALIDAR ATS | 2 | METALISTAS-SMT5 |
| | | 30 | VISITAR EL AREA, MEDIR, VER J | 4 | METALISTAS-SMT5 |

| | | | | | | |
|--|--|--|----|-------------------------------|---|-----------------|
| | | | 40 | PREFABRICAR SOPORTE Y BANDEJA | 8 | METALISTAS-SMT5 |
|--|--|--|----|-------------------------------|---|-----------------|

Fuente: Elipse.

Anexo 16. CONSOLIDACION OBSERVACIONES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS A17 Y ESTIMACION TIEMPOS TAREAS DE MANTENIMIENTO.

| UNIDAD | ACTIVIDAD PRODUCTIVA-A17 | | TIEMPO PLANEADO (Horas) | NUMERO EJECUTORES TAREA | TAREA CERRADA | TAREA ABIERTA | NUMERO DE OBSERVACIONES MUESTREO | TIEMPO EJECUCION TAREA | | RENDIMIENTO TAREA (%) |
|--------|--------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------------------------|------------------------|-------|-----------------------|
| | ORDEN DE TRABAJO | NUMERO DE TAREA | | | | | | Minutos | Horas | |
| CK1 | 332908 | 10 | 4 | 2 | x | | 20 | 196 | 3,27 | 122% |
| | | 20 | 2 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | | 30 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 40 | 1 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 102% |
| | | 50 | 4 | 2 | x | | 20 | 196 | 3,27 | 122% |
| | | 60 | 2 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | | 70 | 2 | 2 | x | | 9 | 88 | 1,47 | 136% |
| | | 80 | 2 | 2 | x | | 12 | 118 | 1,96 | 102% |
| | | 90 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | 327896 | 16 | 8 | 2 | x | | 39 | 383 | 6,38 | 125% |
| | | 17 | 2 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | | 18 | 4 | 2 | x | | 20 | 196 | 3,27 | 122% |
| | | 21 | 6 | 2 | | x | 34 | 334 | 5,56 | 108% |
| CK2 | 314004 | 1 | 2 | 2 | x | | 12 | 118 | 1,96 | 102% |
| | | 3 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 5 | 2 | 2 | x | | 7 | 69 | 1,15 | 175% |

| | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|------------|------|---|---|---|----|-----|-------|------|
| | | 6 | 4 | 2 | x | | 22 | 216 | 3,60 | 111% |
| | | 10 | 2 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | | 20 | 16 | 2 | x | | 85 | 835 | 13,91 | 115% |
| | | 22 | 4 | 2 | x | | 23 | 226 | 3,76 | 106% |
| | | 23 | 10 | 2 | | x | 41 | 403 | 6,71 | 149% |
| CK3 | 326935 | 2 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 4 | 10 | 2 | x | | 45 | 442 | 7,36 | 136% |
| | | 5 | 6 | 2 | x | | 25 | 245 | 4,09 | 147% |
| | | 7 | 6 | 2 | x | | 30 | 295 | 4,91 | 122% |
| | | 9 | 6 | 2 | x | | 32 | 314 | 5,24 | 115% |
| | | 10 | 8 | 2 | x | | 46 | 452 | 7,53 | 106% |
| | | 17 | 5 | 2 | | x | 11 | 108 | 1,80 | 278% |
| MP1 | 337952 | 1 | 3 | 2 | x | | 16 | 157 | 2,62 | 115% |
| | | 5 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 20 | 4 | 2 | x | | 21 | 206 | 3,44 | 116% |
| | | 30 | 4 | 2 | x | | 23 | 226 | 3,76 | 106% |
| | | 50 | 4 | 2 | x | | 22 | 216 | 3,60 | 111% |
| | | 60 | 2 | 2 | x | | 9 | 88 | 1,47 | 136% |
| | | 70 | 8 | 2 | x | | 40 | 393 | 6,55 | 122% |
| | | 80 | 6 | 2 | x | | 18 | 177 | 2,95 | 204% |
| | | 90 | 8 | 2 | x | | 46 | 452 | 7,53 | 106% |
| | | 100 | 2 | 2 | x | | 9 | 88 | 1,47 | 136% |
| MP2 | 336230 | 1 | 1,00 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 2 | 4,00 | 2 | x | | 21 | 206 | 3,44 | 116% |
| | | 3 | 2,00 | 2 | x | | 9 | 88 | 1,47 | 136% |
| | | 4 | 2,00 | 2 | x | | 9 | 88 | 1,47 | 136% |


| | | | | | | | | | | |
|-----|--------|----|-------|---|---|---|----|-----|-------|------|
| | 333615 | 5 | 1,00 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 15 | 4,00 | 2 | x | | 21 | 206 | 3,44 | 116% |
| | | 20 | 8,00 | 2 | x | | 35 | 344 | 5,73 | 140% |
| | | 25 | 14,00 | 2 | x | | 65 | 638 | 10,64 | 132% |
| | | 30 | 12,00 | 2 | | x | 35 | 344 | 5,73 | 210% |
| PQ1 | 331528 | 5 | 2 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 244% |
| | | 10 | 2 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | | 12 | 2 | 2 | x | | 9 | 88 | 1,47 | 136% |
| | | 20 | 18 | 2 | x | | 78 | 766 | 12,76 | 141% |
| | | 25 | 12 | 2 | x | | 54 | 530 | 8,84 | 136% |
| | | 30 | 12 | 2 | x | | 42 | 412 | 6,87 | 175% |
| | | 40 | 2 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 204% |
| PQ2 | 335901 | 1 | 2,00 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 3 | 2,00 | 2 | x | | 12 | 118 | 1,96 | 102% |
| | | 5 | 2,00 | 2 | x | | 13 | 128 | 2,13 | 94% |
| | | 6 | 1,00 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 102% |
| | | 8 | 2,00 | 2 | x | | 15 | 147 | 2,45 | 81% |
| | | 9 | 1,00 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 10 | 2,00 | 2 | x | | 14 | 137 | 2,29 | 87% |
| | | 11 | 2,00 | 2 | x | | 14 | 137 | 2,29 | 87% |
| | | 20 | 6,00 | 2 | x | | 35 | 344 | 5,73 | 105% |
| | | 21 | 2,00 | 2 | x | | 12 | 118 | 1,96 | 102% |
| | | 22 | 1,00 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 25 | 4,00 | 2 | x | | 24 | 236 | 3,93 | 102% |
| | | 28 | 1,00 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 102% |
| | | 30 | 2,00 | 2 | x | | 12 | 118 | 1,96 | 102% |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|------|---|---|---|-----|------|-------|------|
| | | 35 | 2,00 | 2 | x | | 12 | 118 | 1,96 | 102% |
| RF1 | 316630 | 30 | 8,00 | 2 | x | | 40 | 393 | 6,55 | 122% |
| | 313800 | 150 | 10 | 2 | x | | 50 | 491 | 8,18 | 122% |
| | | 165 | 4 | 2 | x | | 22 | 216 | 3,60 | 111% |
| | | 175 | 2 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | 331596 | 22 | 1 | 2 | x | | 4 | 39 | 0,65 | 153% |
| | | 65 | 16 | 2 | x | x | 50 | 491 | 8,18 | 196% |
| RF3 | 333658 | 2 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 3 | 1 | 2 | x | | 3 | 29 | 0,49 | 204% |
| | | 4 | 1 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 102% |
| | | 5 | 32 | 2 | x | | 128 | 1257 | 20,95 | 153% |
| | | 4 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | 314692 | 1 | 1 | 2 | x | | 4 | 39 | 0,65 | 153% |
| | 324555 | 2 | 1 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 3 | 2 | 2 | x | | 12 | 118 | 1,96 | 102% |
| | | 4 | 1 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 5 | 1 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 102% |
| | | 6 | 1 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 102% |
| | | 7 | 1 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 8 | 1 | 2 | x | | 6 | 59 | 0,98 | 102% |
| | SI1 | 335162 | 1 | 2 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 |
| 5 | | | 1 | 2 | x | | 4 | 39 | 0,65 | 153% |
| 10 | | | 6 | 2 | x | | 35 | 344 | 5,73 | 105% |
| 50 | | | 6 | 2 | x | | 25 | 245 | 4,09 | 147% |
| 60 | | | 2 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| 311215 | | 400 | 8 | 2 | x | | 43 | 422 | 7,04 | 114% |

| | | | | | | | | | | |
|------------|---------------|------------|-------|---|---|---|----|-----|-------|------|
| | 312305 | 13 | 2 | 2 | x | | 9 | 88 | 1,47 | 136% |
| | | 14 | 4 | 2 | x | | 23 | 226 | 3,76 | 106% |
| | | 17 | 24 | 2 | | x | 71 | 697 | 11,62 | 207% |
| SI2 | 333711 | 10 | 1,00 | 2 | x | | 5 | 49 | 0,82 | 122% |
| | | 20 | 2,00 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 40 | 2,00 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | | 50 | 4,00 | 2 | x | | 21 | 206 | 3,44 | 116% |
| | | 100 | 1,00 | 2 | x | | 3 | 29 | 0,49 | 204% |
| | | 101 | 4,00 | 2 | x | | 22 | 216 | 3,60 | 111% |
| | | 105 | 16,00 | 2 | x | | 76 | 746 | 12,44 | 129% |
| | 256897 | 10 | 2,00 | 2 | x | | 11 | 108 | 1,80 | 111% |
| | | 20 | 2,00 | 2 | x | | 10 | 98 | 1,64 | 122% |
| | | 30 | 4,00 | 2 | x | | 16 | 157 | 2,62 | 153% |
| | | 40 | 8,00 | 2 | | x | 15 | 147 | 2,45 | 326% |

Fuente: Autor.

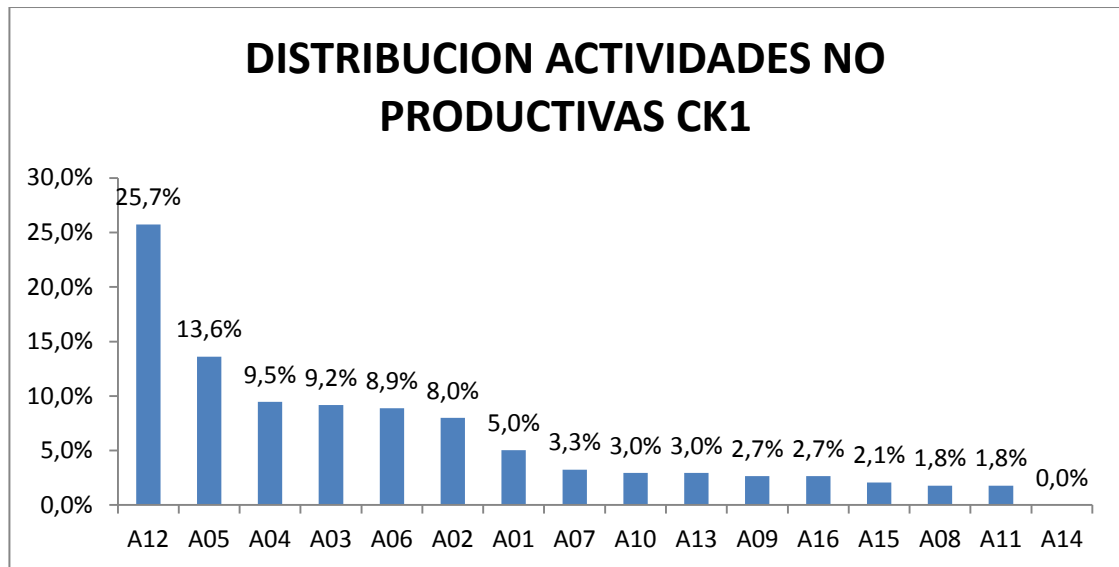
**Anexo 17. LISTADO NO CONFORMIDADES PROCESO DE
MANTENIMIENTO.**

|  COORDINACION DE CALIDAD Y TALLERES | | |
|---|---|----------------|
| PERDIDAS DE PRODUCTIVIDAD DE NO CALIDAD | | |
| No. EQUIPO | | Equipo |
| DESCRIPCION | | |
| 0. CAMBIO DE CUSTODIA OPERACIONES A MANTENIMIENTO | | T.PROM. |
| 1 | Cambio de Estado a MT/MC | |
| 2 | Priorización de equipo | |
| 3 | Gestión de permisos | |
| 4 | Entrega de Equipo a Mantenimiento | |
| 5 | Disponibilidad de recursos y herramientas | |
| 6 | Mantenibilidad en Planta | |
| 7 | Facilidades de descontaminación en planta | |
| 8 | Procedimiento de desmontaje | |
| 1. RECIBO EN TALLER | | |
| 9 | Equipo contaminado de planta | |
| 10 | Protocolo de desmontaje /cambio de custodia | |
| 11 | Transporte inadecuado | |
| 2. ALMACENAMIENTO TEMPORAL | | |
| 12 | Rotulación y/o identificación | |
| 3. DESARMADO | | |
| 13 | Instructivo y/o procedimiento de desarme | |
| 14 | Aseguramiento de partes | |
| 15 | Herramienta adecuada de trabajo | |
| 4. CALIBRACION DE PARTES | | |
| 16 | Metrología | |
| 17 | Formato de calibración | |
| 18 | Equipos de medición patronados | |
| 5. DEFINICION DE ALCANCE MANTENIMIENTO | | |
| 19 | Recomendación parte técnica | |
| 20 | Alcance deficiente e inadecuado | |

| | | |
|---|---|--|
| 21 | Planos / información del fabricante | |
| 6. ARMADO | | |
| 22 | Instructivo y/o procedimientos de armado | |
| 23 | Disponibilidad de repuestos | |
| 24 | Herramienta adecuada de trabajo | |
| 25 | Diligenciamiento Formato de calibración | |
| 26 | Errores metrológicos | |
| 7. PINTURA Y EMBALAJE | | |
| 27 | Aseguramiento Fabrica Visual | |
| 8. TRANSPORTE | | |
| 28 | Transporte e Izaje inadecuado | |
| 9. MONTAJE | | |
| 29 | Procedimiento de montaje Y/O PREVENTIVO | |
| 30 | Disponibilidad de recursos y herramientas | |
| 10. CAMBIO DE CUSTODIA MANTENIMIENTO A OPERACIONES | | |
| 31 | Protocolo cambio de custodia. | |
| 32 | Estado actual por mantenimiento | |
| TOTAL | NUMERO DE NO CORFORMIDADES | |
| | TIEMPO EN HORAS DE NO CALIDAD | |

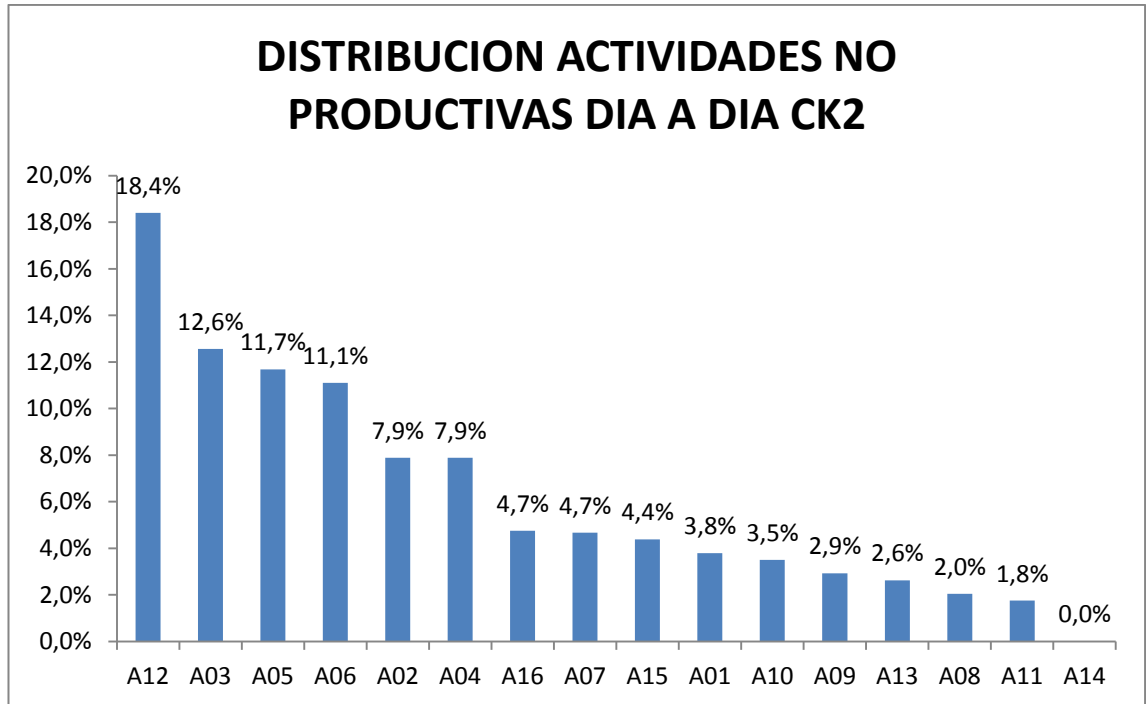
Anexo 18. DISTRIBUCIONES PORCENTUALES DE LAS ACTIVIDADES NO PRODUCTIVAS POR CUADRILLA DE MANTENIMIENTO.

CUADRILLA DE CRACKING I



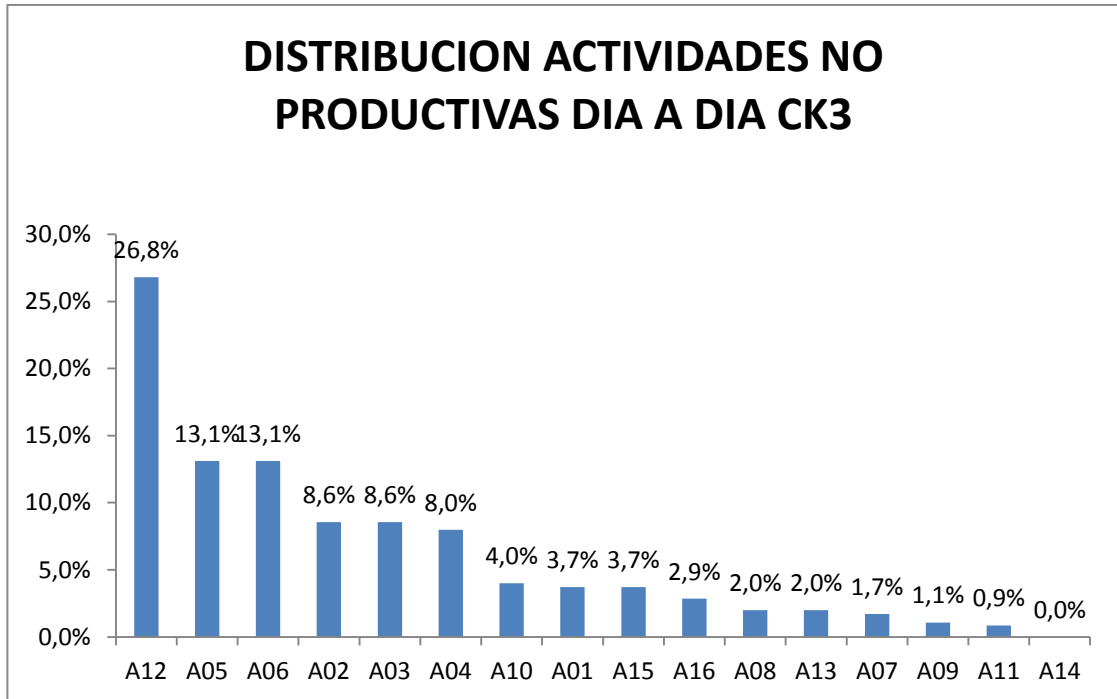
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 25,7% | 1,42 | 85 |
| A05 | 13,6% | 0,75 | 45 |
| A04 | 9,5% | 0,52 | 31 |
| A03 | 9,2% | 0,51 | 30 |
| A06 | 8,9% | 0,49 | 29 |
| A02 | 8,0% | 0,44 | 27 |
| A01 | 5,0% | 0,28 | 17 |
| A07 | 3,3% | 0,18 | 11 |
| A10 | 3,0% | 0,16 | 10 |
| A13 | 3,0% | 0,16 | 10 |
| A09 | 2,7% | 0,15 | 9 |
| A16 | 2,7% | 0,15 | 9 |
| A15 | 2,1% | 0,11 | 7 |
| A08 | 1,8% | 0,10 | 6 |
| A11 | 1,8% | 0,10 | 6 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE CRACKING II



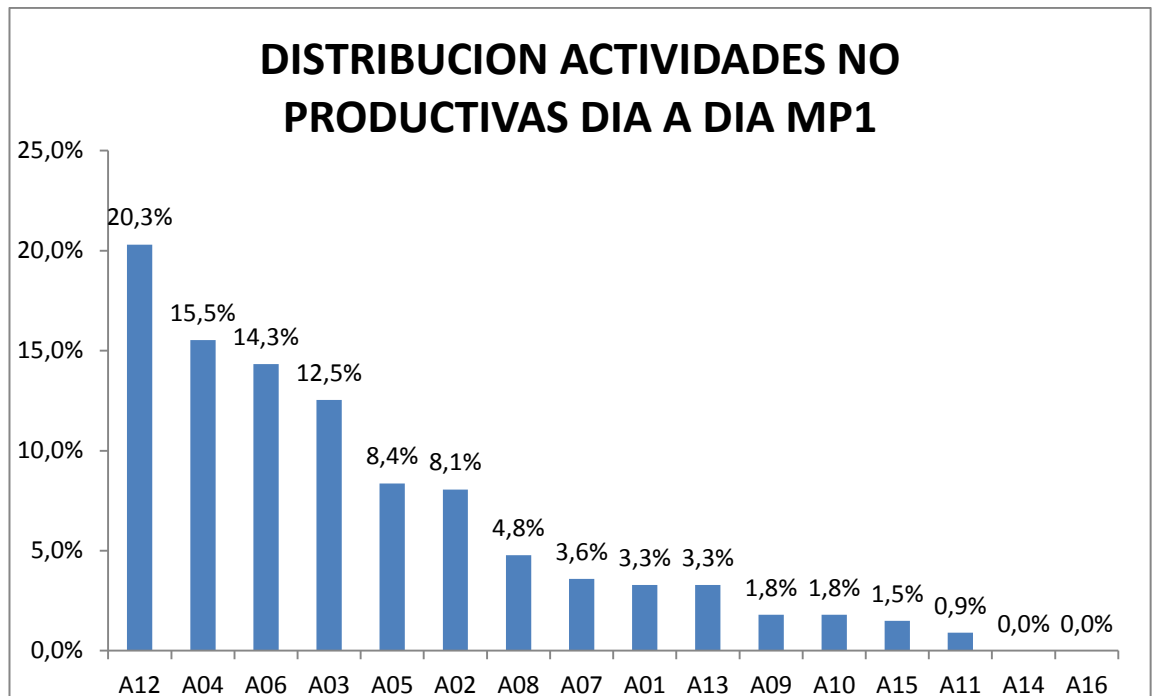
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 18,4% | 1,02 | 61 |
| A03 | 12,6% | 0,70 | 42 |
| A05 | 11,7% | 0,65 | 39 |
| A06 | 11,1% | 0,62 | 37 |
| A02 | 7,9% | 0,44 | 26 |
| A04 | 7,9% | 0,44 | 26 |
| A16 | 4,7% | 0,26 | 16 |
| A07 | 4,7% | 0,26 | 16 |
| A15 | 4,4% | 0,24 | 15 |
| A01 | 3,8% | 0,21 | 13 |
| A10 | 3,5% | 0,20 | 12 |
| A09 | 2,9% | 0,16 | 10 |
| A13 | 2,6% | 0,15 | 9 |
| A08 | 2,0% | 0,11 | 7 |
| A11 | 1,8% | 0,10 | 6 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE CRACKING III



| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 26,8% | 1,54 | 92 |
| A05 | 13,1% | 0,75 | 45 |
| A06 | 13,1% | 0,75 | 45 |
| A02 | 8,6% | 0,49 | 29 |
| A03 | 8,6% | 0,49 | 29 |
| A04 | 8,0% | 0,46 | 27 |
| A10 | 4,0% | 0,23 | 14 |
| A01 | 3,7% | 0,21 | 13 |
| A15 | 3,7% | 0,21 | 13 |
| A16 | 2,9% | 0,16 | 10 |
| A08 | 2,0% | 0,11 | 7 |
| A13 | 2,0% | 0,11 | 7 |
| A07 | 1,7% | 0,10 | 6 |
| A09 | 1,1% | 0,06 | 4 |
| A11 | 0,9% | 0,05 | 3 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE MATERIAS PRIMAS



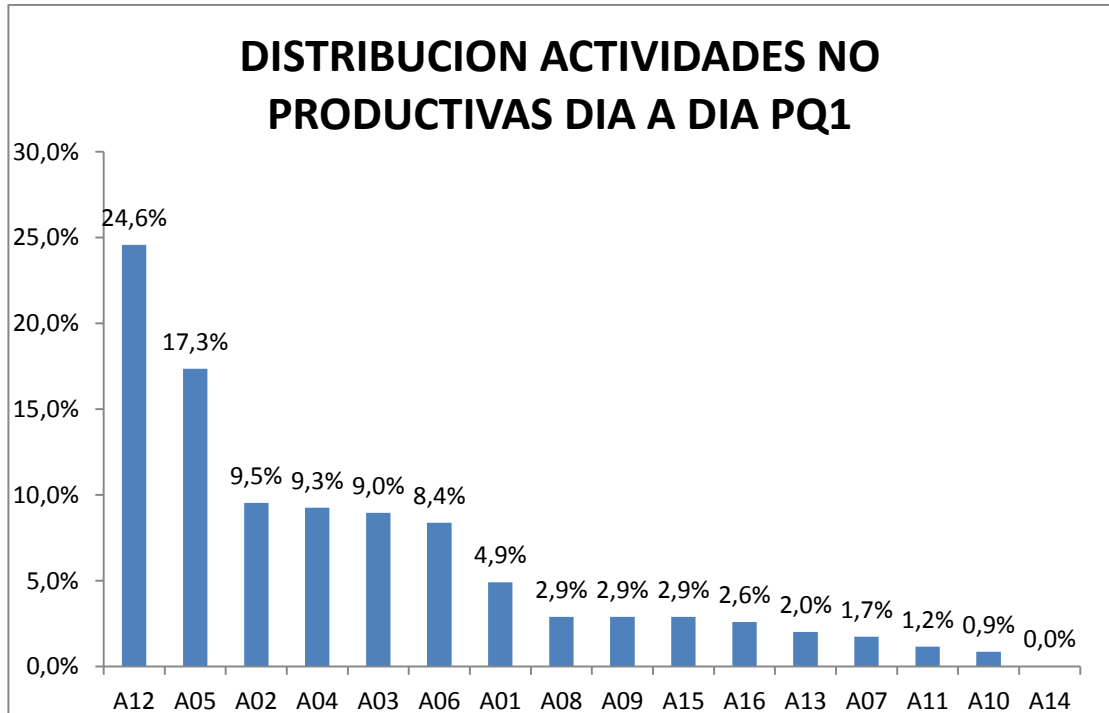
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 20,3% | 1,11 | 67 |
| A04 | 15,5% | 0,85 | 51 |
| A06 | 14,3% | 0,79 | 47 |
| A03 | 12,5% | 0,69 | 41 |
| A05 | 8,4% | 0,46 | 27 |
| A02 | 8,1% | 0,44 | 27 |
| A08 | 4,8% | 0,26 | 16 |
| A07 | 3,6% | 0,20 | 12 |
| A01 | 3,3% | 0,18 | 11 |
| A13 | 3,3% | 0,18 | 11 |
| A09 | 1,8% | 0,10 | 6 |
| A10 | 1,8% | 0,10 | 6 |
| A15 | 1,5% | 0,08 | 5 |
| A11 | 0,9% | 0,05 | 3 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |
| A16 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE CONTROL Y GESTION AMBIENTAL



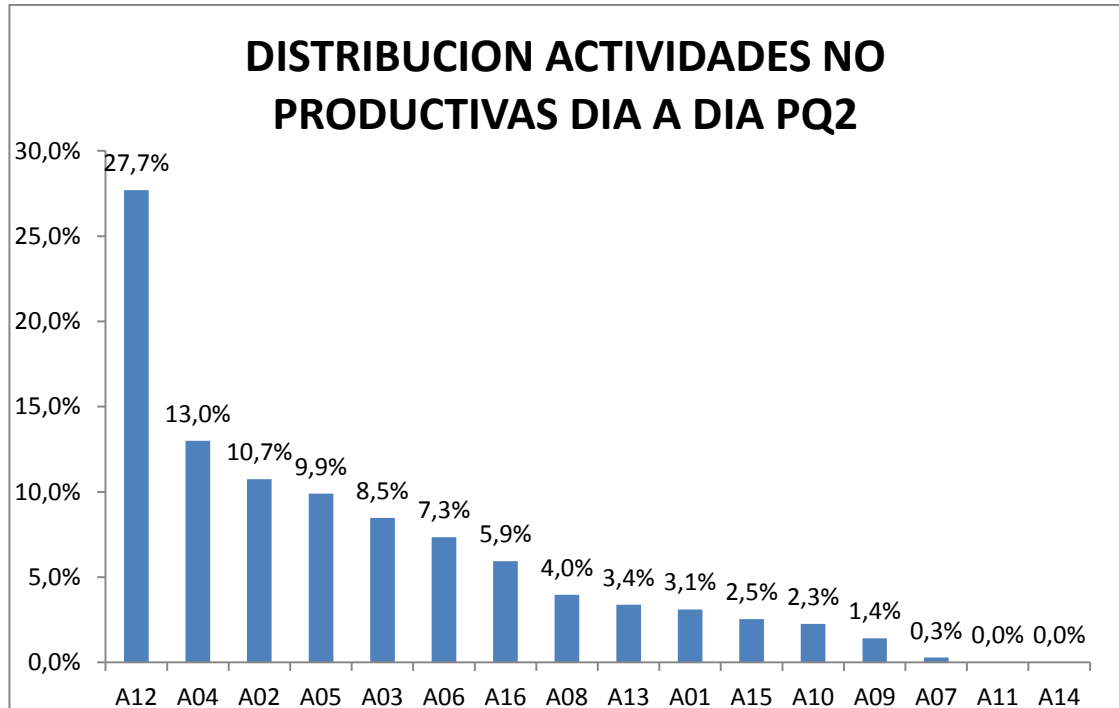
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 21,1% | 1,19 | 72 |
| A06 | 13,6% | 0,77 | 46 |
| A03 | 12,2% | 0,69 | 41 |
| A04 | 11,6% | 0,65 | 39 |
| A02 | 9,8% | 0,56 | 33 |
| A05 | 8,7% | 0,49 | 29 |
| A08 | 4,6% | 0,26 | 16 |
| A07 | 3,5% | 0,20 | 12 |
| A13 | 3,5% | 0,20 | 12 |
| A01 | 3,2% | 0,18 | 11 |
| A15 | 2,6% | 0,15 | 9 |
| A09 | 1,7% | 0,10 | 6 |
| A10 | 1,7% | 0,10 | 6 |
| A16 | 1,2% | 0,07 | 4 |
| A11 | 0,9% | 0,05 | 3 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE PARAFINAS Y FENOL



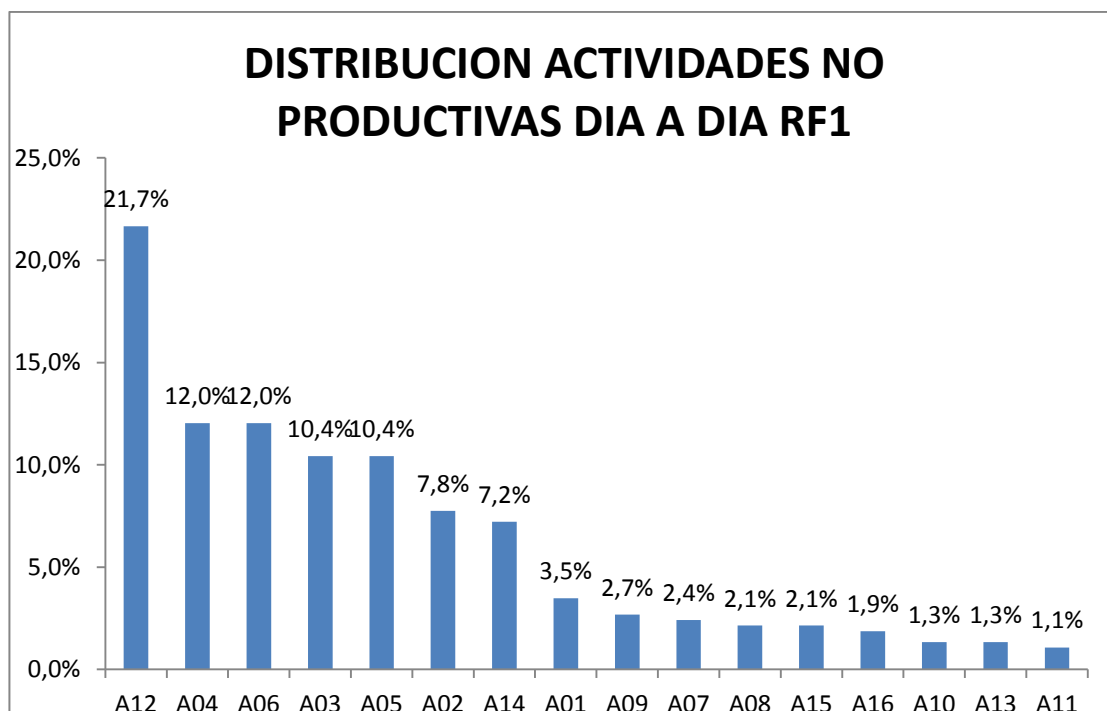
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 24,6% | 1,39 | 83 |
| A05 | 17,3% | 0,98 | 59 |
| A02 | 9,5% | 0,54 | 32 |
| A04 | 9,3% | 0,52 | 31 |
| A03 | 9,0% | 0,51 | 30 |
| A06 | 8,4% | 0,47 | 28 |
| A01 | 4,9% | 0,28 | 17 |
| A08 | 2,9% | 0,16 | 10 |
| A09 | 2,9% | 0,16 | 10 |
| A15 | 2,9% | 0,16 | 10 |
| A16 | 2,6% | 0,15 | 9 |
| A13 | 2,0% | 0,11 | 7 |
| A07 | 1,7% | 0,10 | 6 |
| A11 | 1,2% | 0,07 | 4 |
| A10 | 0,9% | 0,05 | 3 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE PETROQUIMICA



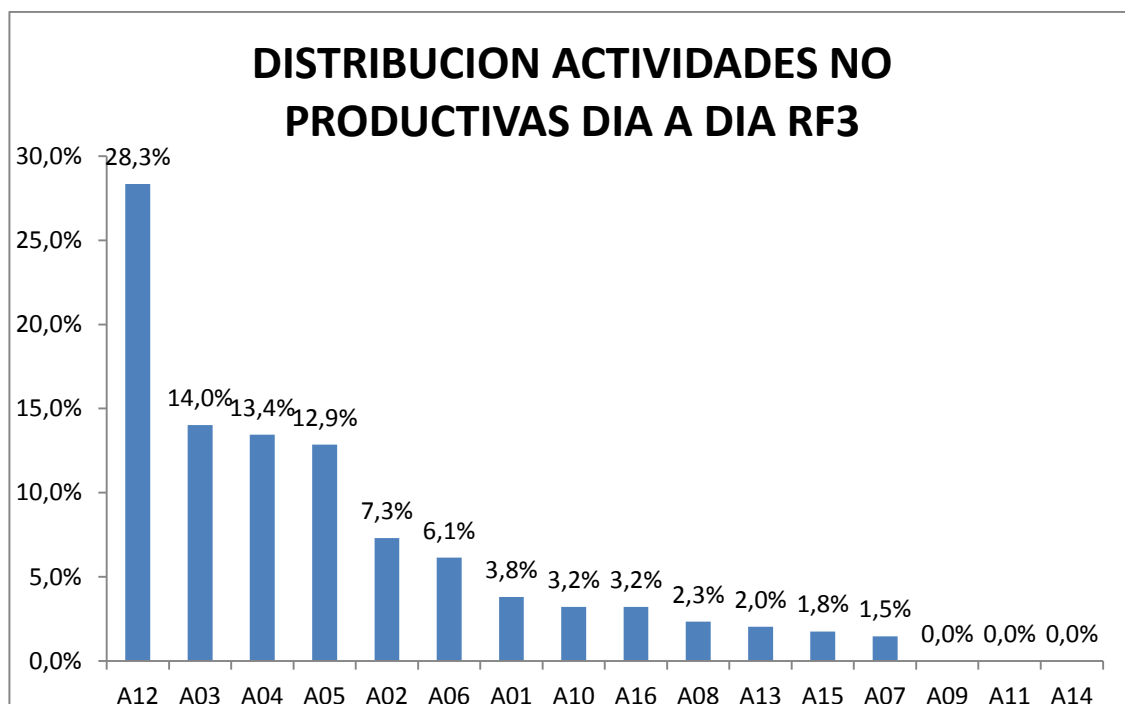
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 27,7% | 1,57 | 94 |
| A04 | 13,0% | 0,74 | 44 |
| A02 | 10,7% | 0,61 | 36 |
| A05 | 9,9% | 0,56 | 34 |
| A03 | 8,5% | 0,48 | 29 |
| A06 | 7,3% | 0,42 | 25 |
| A16 | 5,9% | 0,34 | 20 |
| A08 | 4,0% | 0,22 | 13 |
| A13 | 3,4% | 0,19 | 12 |
| A01 | 3,1% | 0,18 | 11 |
| A15 | 2,5% | 0,14 | 9 |
| A10 | 2,3% | 0,13 | 8 |
| A09 | 1,4% | 0,08 | 5 |
| A07 | 0,3% | 0,02 | 1 |
| A11 | 0,0% | 0,00 | 0 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE REFINACIÓN DE CRUDOS



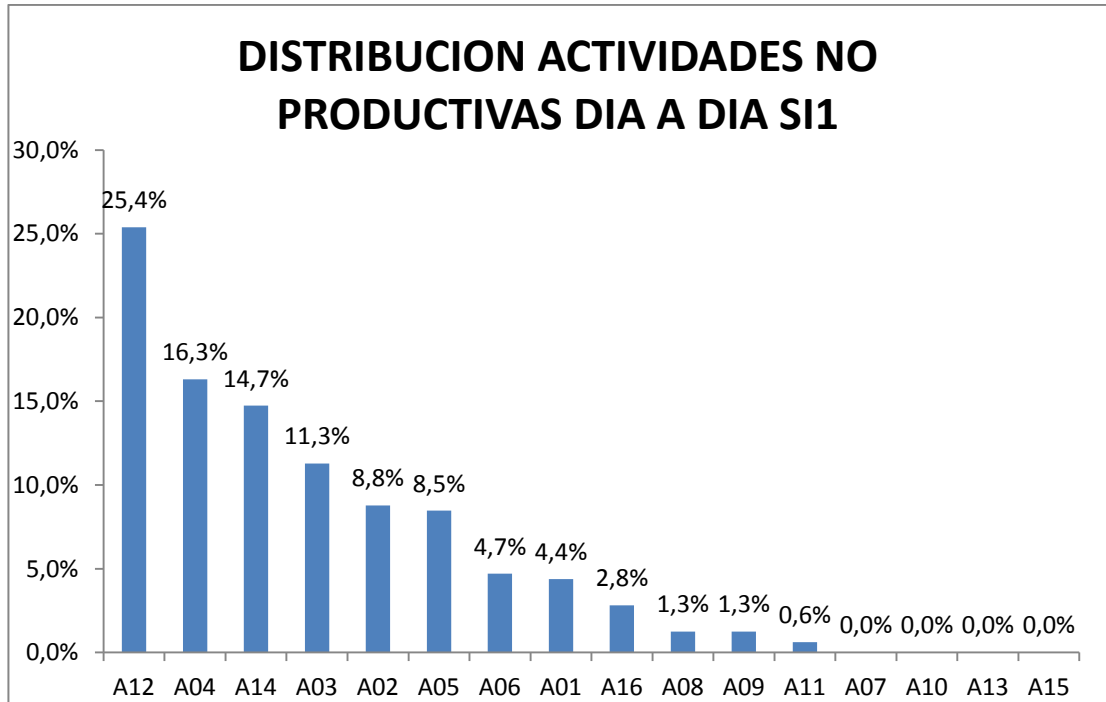
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 21,7% | 1,23 | 74 |
| A04 | 12,0% | 0,68 | 41 |
| A06 | 12,0% | 0,68 | 41 |
| A03 | 10,4% | 0,59 | 35 |
| A05 | 10,4% | 0,59 | 35 |
| A02 | 7,8% | 0,44 | 26 |
| A14 | 7,2% | 0,41 | 25 |
| A01 | 3,5% | 0,20 | 12 |
| A09 | 2,7% | 0,15 | 9 |
| A07 | 2,4% | 0,14 | 8 |
| A08 | 2,1% | 0,12 | 7 |
| A15 | 2,1% | 0,12 | 7 |
| A16 | 1,9% | 0,11 | 6 |
| A10 | 1,3% | 0,08 | 5 |
| A13 | 1,3% | 0,08 | 5 |
| A11 | 1,1% | 0,06 | 4 |

CUADRILLA DE REFINACIÓN DE FONDOS



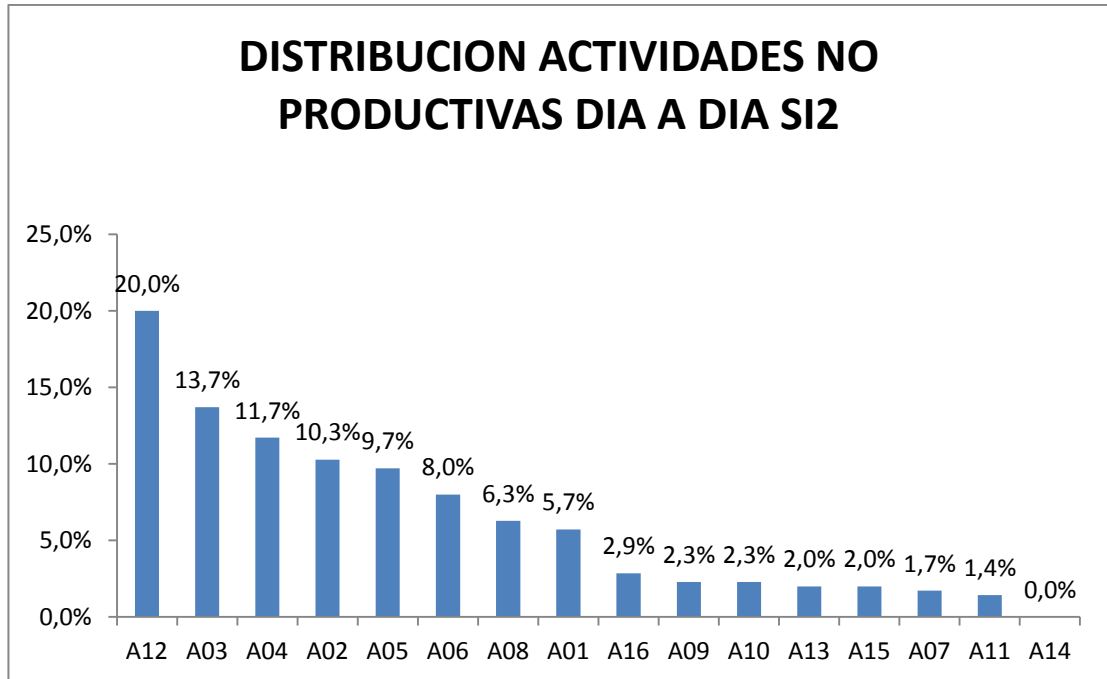
| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 28,3% | 1,59 | 95 |
| A03 | 14,0% | 0,79 | 47 |
| A04 | 13,4% | 0,75 | 45 |
| A05 | 12,9% | 0,72 | 43 |
| A02 | 7,3% | 0,41 | 25 |
| A06 | 6,1% | 0,34 | 21 |
| A01 | 3,8% | 0,21 | 13 |
| A10 | 3,2% | 0,18 | 11 |
| A16 | 3,2% | 0,18 | 11 |
| A08 | 2,3% | 0,13 | 8 |
| A13 | 2,0% | 0,11 | 7 |
| A15 | 1,8% | 0,10 | 6 |
| A07 | 1,5% | 0,08 | 5 |
| A09 | 0,0% | 0,00 | 0 |
| A11 | 0,0% | 0,00 | 0 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERIA



| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 25,4% | 1,33 | 80 |
| A04 | 16,3% | 0,85 | 51 |
| A14 | 14,7% | 0,77 | 46 |
| A03 | 11,3% | 0,59 | 35 |
| A02 | 8,8% | 0,46 | 27 |
| A05 | 8,5% | 0,44 | 27 |
| A06 | 4,7% | 0,25 | 15 |
| A01 | 4,4% | 0,23 | 14 |
| A16 | 2,8% | 0,15 | 9 |
| A08 | 1,3% | 0,07 | 4 |
| A09 | 1,3% | 0,07 | 4 |
| A11 | 0,6% | 0,03 | 2 |
| A07 | 0,0% | 0,00 | 0 |
| A10 | 0,0% | 0,00 | 0 |
| A13 | 0,0% | 0,00 | 0 |
| A15 | 0,0% | 0,00 | 0 |

CUADRILLA DE SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE



| ACTIVIDAD | % | TIEMPO PROMEDIO | |
|------------|-------|-----------------|---------|
| | | Horas | Minutos |
| A12 | 20,0% | 1,15 | 69 |
| A03 | 13,7% | 0,79 | 47 |
| A04 | 11,7% | 0,67 | 40 |
| A02 | 10,3% | 0,59 | 35 |
| A05 | 9,7% | 0,56 | 33 |
| A06 | 8,0% | 0,46 | 27 |
| A08 | 6,3% | 0,36 | 22 |
| A01 | 5,7% | 0,33 | 20 |
| A16 | 2,9% | 0,16 | 10 |
| A09 | 2,3% | 0,13 | 8 |
| A10 | 2,3% | 0,13 | 8 |
| A13 | 2,0% | 0,11 | 7 |
| A15 | 2,0% | 0,11 | 7 |
| A07 | 1,7% | 0,10 | 6 |
| A11 | 1,4% | 0,08 | 5 |
| A14 | 0,0% | 0,00 | 0 |


Anexo 19. CONDICIONES ACTUALES DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE DE LAS CUADRILLAS DE MANTENIMIENTO.







Anexo 20. PLANTILLA PARA REGISTRAR INFORMACION DE TIEMPOS DE ESPERA DEL PROCESO DE REPARACION DE EQUIPOS ROTATIVOS.

| FECHA DE CORTE | | | PROCESO DE REPARACION EQUIPO ROTATIVO- TALLER DE MECANICA DE CAMPO | | | | | | | | | |
|--|--------|---------|--|----------------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------|------------------------|----------------|----------------|
|  (DIAS) | | | TIEMPO MEDIO EN TALLER | | | | DESARME | | | ESPERA SERVICIO LAVADO | | FECHA INICIO L |
| ITEM | UNIDAD | EQUIPO | FECHA DE ENTRADA AL TALLER | FECHA DE SALIDA DEL TALLER | TIEMPO EN TALLER | TIEMPO ALM. ENTRADA | FECHA Y HORA INICIO DESARME | FECHA Y HORA FIN DESARME | TIEMPO DESARME | ESPERA SERVICIO LAVADO | FECHA INICIO L | |
| 7 | RF3 | SP2523B | 6-6-11 9:00 | | 129,63 | 22,96 | 29-6-11 8:00 | 7-7-11 13:00 | 8,21 | 0,79 | 8-7-11 | |
| 9 | RF3 | SP2669A | 20-5-11 14:00 | | 146,42 | 11,83 | 1-6-11 10:00 | 3-6-11 15:00 | 2,21 | 3,75 | 7-6-11 | |
| 10 | SI2 | SP2953A | 20-5-11 10:00 | | 146,58 | 11,92 | 1-6-11 8:00 | 2-6-11 15:00 | 1,29 | 0,71 | 3-6-11 | |
| 11 | MP2 | SP3048D | 6-5-11 10:00 | | 160,58 | 27,92 | 3-6-11 8:00 | 6-6-11 8:00 | 3,00 | 0,04 | 6-6-11 | |
| 12 | MP2 | SP3051A | 7-6-11 14:00 | | 128,42 | 12,75 | 20-6-11 8:00 | 20-6-11 15:00 | 0,29 | 0,71 | 21-6-11 | |
| 13 | MP1 | SP3160A | 13-5-11 14:00 | | 153,42 | 2,75 | 16-5-11 8:00 | 16-5-11 16:00 | 0,33 | 0,67 | 17-5-11 | |
| 14 | MP1 | SP3421 | 24-5-11 11:00 | | 142,54 | 7,88 | 1-6-11 8:00 | 2-6-11 11:00 | 1,13 | 0,88 | 3-6-11 | |


Unidad operativa a la que pertenece el equipo

Identificación del equipo en la GRB

Estimación del tiempo de espera

Registro de fechas de inicio y fin de una tareas de mantenimiento.

Anexo 21. FORMATO PARA AUDITORIA DE ORDEN Y ASEO EN ÁREAS OPERATIVAS.

| | | | | | | | | |
|--|---------------|---|-----------|----------------|----------------------|-------------------------------|---------------|-----|
|  | | DIRECCIÓN DE HSE & GESTIÓN SOCIAL | | | | | | |
| | | FORMATO PARA AUDITORIA DE ORDEN Y ASEO, EN ÁREAS OPERATIVAS | | | | | Versión 02 | 1/1 |
| | | | | | | fecha: | | |
| Departamento / Coordinación / Área: | | | | | | | Fecha: | |
| Equipo auditor: | | | | | | | | |
| Persona contactada: | | | | | | | | |
| <u>PUNTAJES A OTORGAR:</u> | | | | | | | | |
| 100 puntos | 90 puntos | 85 puntos | 70 puntos | 50 puntos | 25 puntos | 0 puntos | | |
| Excelente | Sobresaliente | Se puede mejorar | Regular | Deficiente | Crítico | Requiere corrección inmediata | | |
| ASPECTO A CHEQUEAR | | | | PUNTAJE | OBSERVACIONES | | | |
| 1. MATERIAL SUPERFLUO | | | | 0 | | | | |
| Diferentes materiales ordenados en la planta / Drenajes de aguas lluvia y aceitosas se encuentran sin basura / | | | | | | | | |


| | | |
|--|---|--|
| Tambores y cilindros en buen estado / El canal o cajas de drenaje de aguas aceitosas se encuentran con las rejillas respectivas. | | |
| 2. DERRAMES / ESCAPES | 0 | |
| No se encuentran escapes de aceite, agua, condensado, etc. / No hay derrames de hidrocarburo en el piso (Ej. En los toma muestras y Consolas de aceite)/ Las bombas se encuentran libre de escape por los sellos./ No hay escapes de Hidrocarburo por Tuberías | | |
| 3. ESCOMBROS Y BASURAS | 0 | |
| Están plenamente identificadas las áreas de residuos / Los residuos se encuentran debidamente almacenados / Están en condiciones seguras para su disposición final / Las canecas de la basura presentan cantidades adecuadas | | |
| 4. CUARTO DE CONTROL | 0 | |
| Manuales, procedimientos etc. se encuentran debidamente ordenados e indexados / No se usa para almacenamiento de materiales u otros / Piso, paredes y techo limpios y en buen estado / Posee buena iluminación / Buen funcionamiento del aire acondicionado | | |
| 5. BODEGA O AREA DE ALMACENAMIENTO | 0 | |
| Número de tambores y/o cilindros adecuados, ordenados y en buen estado / Los cilindros se encuentran ordenados y con la respectiva cadena / El almacenamiento se encuentra señalizado / Tambores, cilindros, reactivos, etc. se encuentran rotulados. / El piso se encuentra en buen estado. | | |

| | | |
|--|----------|--|
| 6. INSTRUMENTOS / ELECTRICOS (CAMPO) | 0 | |
| No se encuentran cables sueltos en la planta / No se encuentran conexiones eléctricas temporales instaladas / Hay señales preventivas de aviso para equipos energizados / El cableado eléctrico se encuentra en buenas condiciones / Todas las instalaciones eléctricas están canalizadas y no hay tomas sobrecargadas | | |
| 7. MANGUERAS | 0 | |
| Almacenamiento eficiente de mangueras (aseguradas y amarradas) / Suficiente número de mangueras en uso / Las condiciones físicas de las mangueras se encuentran en buen estado / Solo se conectan mangueras a hidrantes para su uso y posteriormente son retiradas y puestas a secar para su posterior almacenamiento. | | |
| 8. BAÑOS | 0 | |
| No se usa para almacenamiento de materiales diferentes / El piso se encuentra limpio, seco y sin desperdicios / El (los) inodoro (s) y (los) lavamanos presentan buen funcionamiento / Los baños se encuentran en condiciones higiénicas / Cuenta con papel, jabón y secador de manos y/o toallas de papel | | |
| 9. EQUIPOS DE EMERGENCIA | 0 | |
| Disponibilidad de extintores de contraincendios, mantas contrafuego, camillas, botiquín / Las chaquetas de contraincendios se encuentran debidamente colgadas y en un sitio apropiado para su uso / Extintores con fecha de recargue vigente. | | |

| | | |
|---|----------|--|
| 10. ILUMINACION Y VENTILACION | 0 | |
| El sistema de iluminación de la planta funciona / La iluminación es suficiente / Buen funcionamiento de ventiladores, extractores y aire acondicionado. | | |
| 11. PASILLOS Y AREAS DE ACCESO | 0 | |
| Las vías de acceso y pasillos se encuentran libres de obstáculos / La ruta de evacuación está señalizada / Los extintores y monitores hidrantes no están obstaculizados. | | |
| 12. CUARTO DE BREAKERS | 0 | |
| Cajas de breakers con su correspondiente tapa y cerrado / No se usa para almacenamiento de materiales diferentes / No hay presencia de personal ajeno. / El piso se encuentra limpio, seco y sin desperdicios | | |
| 13. PROTECCION INDUSTRIAL | 0 | |
| Equipos con guardas de protección / Plataformas en buen estado y con barandas (pasamanos) / escaleras en buen estado / Alarmas de gas, fuego, humo, cortes de protección de equipos, sistemas de Shut Down en funcionamiento o en su defecto con la autorización. | | |
| 14. ZONA VERDE | 0 | |
| No se encuentra maleza en las zonas verdes de la planta / El estado general de la zona verde en buen estado. | | |
| 15. RECOMENDACIONES REASEGURADORES | 0 | |
| Está disponible en el cuarto de control la carpeta roja con los procedimientos operativos de emergencia, las cajas y accesorios a prueba de explosión están debidamente tapados con todos sus tornillos, todos los drenajes poseen su correspondiente tapón. | | |

| | | |
|--|--|--|
| TOTAL DE PUNTOS ALCANZADOS | 0,0 | |
| PUNTAJE PROMEDIO (Total puntos alcanzados / 15) | 0,0 | |
| ¿Están corregidos los hallazgos encontrados como oportunidades de mejora de la auditoría anterior? | | |
| FIRMA DEL AUDITOR PRINCIPAL | FIRMA AUDITADO / RESPONSABLE DEL ÁREA | |
| | | |
| (Nombre, Registro o CC y Firma) | (Nombre, Registro o CC y Firma) | |

Anexo 22. LISTA DE CHEQUEO PARA EL DIAGNOSTICO DE LAS 5'S

| LISTA DE CHEQUEO PARA EL DIAGNOSTICO DE 5'S | | | | | |
|--|---------------|----------|----------|----------|----------|
|  | FECHA: | | | | |
| CONDICIONES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PRIMERA S: CLASIFICAR | | | | | |
| El lugar de trabajo se encuentra despejado de cosas innecesarias (revistas, periódicos, vasos, etc.) | | | | | |
| Los utensilios de trabajo se encuentran separados según la frecuencia de uso | | | | | |
| El piso se encuentra libre de herramientas, útiles o materiales. | | | | | |
| El sitio de trabajo está despejado de tubos, cables, mangueras o herramientas para prueba. | | | | | |
| CALIFICACION (1 A 5) | | | | | |
| SEGUNDA S: ORDENAR | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Las cosas que son necesarias se encuentran debidamente separadas en los lugares designados. | | | | | |
| Las herramientas necesarias se encuentran ordenadas y colocadas en su sitio. | | | | | |
| Se encuentran rápida y fácilmente las herramientas y útiles necesarios. | | | | | |
| El sitio de trabajo se encuentra fácilmente y está debidamente señalado. | | | | | |
| Los contenedores y cajas están en los lugares correspondientes | | | | | |
| El sitio de trabajo se encuentra libre de ropas u objetos personales de los trabajadores | | | | | |
| Se encuentra bien distribuido el equipo. | | | | | |
| CALIFICACION (1 A 5) | | | | | |
| TERCERA S: LIMPIAR | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Los pisos, pasillos, techos y ventanas están limpios. | | | | | |
| Las maquinas o equipos están libres de polvo, desechos o grasas. | | | | | |
| Las lámparas y focos están limpios. | | | | | |
| Las mesas de trabajo están limpias y secas. | | | | | |
| Los pisos están libres de agua, aceite y otros fluidos. | | | | | |
| Las paredes están en buen estado, limpias, libres de humedad y huecos. | | | | | |

| | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| La dotación de los ejecutores está limpia. | | | | | |
| CALIFICACION (1 A 5) | | | | | |
| CUARTA S: BIENESTAR | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Las zonas de trabajo están delimitadas apropiadamente. | | | | | |
| Existen extintores y señales de seguridad en toda la sección. | | | | | |
| El lugar de trabajo es adecuado para la posición corporal. | | | | | |
| El personal expuesto a un gran nivel de ruido recibe protección. | | | | | |
| La iluminación del lugar de trabajo es adecuada. | | | | | |
| La temperatura del sitio de trabajo es adecuada. | | | | | |
| La dotación es adecuada y no contribuye a tener accidentes. | | | | | |
| Los techos están libres de goteras. | | | | | |
| El personal se abstiene de comer, beber y fumar en los sitios de trabajo. | | | | | |
| Los ejecutores no están expuestos a rayos solares. | | | | | |
| La conexión eléctrica es apropiada. | | | | | |
| CALIFICACION (1 A 5) | | | | | |
| QUINTA S: DISCIPLINA | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| El personal hace limpieza sin que se le recuerde. | | | | | |
| Se siguen reglas, procedimiento e instrucciones. | | | | | |
| El personal llega a tiempo a su trabajo. | | | | | |
| Se organizan jornadas de limpieza en donde se lleva a cabo la selección de herramientas y el mantenimiento de los equipos. | | | | | |
| Se capacita al personal sobre seguridad industrial y salud ocupacional de tal forma que estén preparados para cualquier situación de emergencia. | | | | | |
| Los empleados llevan a cabo sus labores teniendo en cuenta las normas básicas de seguridad. | | | | | |
| Se hace seguimiento de las enfermedades y lesiones de los trabajadores ocasionadas en la empresa. | | | | | |
| CALIFICACION (1 A 5) | | | | | |
| CALIFICACION TOTAL (1 A 5) | | | | | |

