

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA  
EL DEPARTAMENTO DE CONFIABILIDAD Y PROYECTOS EN LA EMPRESA  
PETROSANTANDER COLOMBIA (INC).**

**PAOLA JULIANA USCÁTEGUI CRISTANCHO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACIÓN EN ALTA GERENCIA  
BUCARAMANGA**

**2014**

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA  
EL DEPARTAMENTO DE CONFIABILIDAD Y PROYECTOS EN LA EMPRESA  
PETROSANTANDER COLOMBIA (INC).**

**PAOLA JULIANA USCÁTEGUI CRISTANCHO**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar por el título de  
Especialista en Alta Gerencia**

**Director:**

**Edwin Alberto Garavito Hernández.**

**Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACIÓN EN ALTA GERENCIA  
BUCARAMANGA**

**2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios principalmente por llenarme de bendiciones a diario.

A mi familia por su apoyo incondicional durante toda mi formación académica y ahora para para alcanzar este logro.

A Petrosantander Colombia Inc., especialmente al Ingeniero John Jairo Espinosa por brindarme el apoyo necesario para lograr el mejor resultado para su gestión en el área de mantenimiento.

Ingeniero Edwin Garavito, director del proyecto

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	13
1. PETROSANTANDER COLOMBIA INC. ....	14
1.1. RESEÑA HISTÓRICA Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	14
1.2 LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	20
1.3 MISIÓN EMPRESARIAL.....	21
1.4 VISIÓN EMPRESARIAL .....	22
1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	23
2. MARCO TEÓRICO .....	24
2.1 LA INDUSTRIA PETROLERA EN COLOMBIA.....	24
2.2 LA INDUSTRIA PETROLERA Y SU ENFOQUE DE MANTENIMIENTO.....	25
2.3 BREVE RESEÑA DEL MANTENIMIENTO .....	26
2.4 EL PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	28
2.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	29
2.5.1 Mantenimiento Correctivo .....	29
2.5.2 Mantenimiento Preventivo.....	30
2.5.3 Mantenimiento Predictivo.....	31
2.6 BREVE INTRODUCCIÓN A LA NORMA ISO 14224.....	31
3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	33
3.1 PLANEACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	33
3.2 DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	34
4. PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO.....	39
4.1 RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	40

4.2 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, FICHAS TÉCNICAS Y HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS MAYORES.....	42
4.3 IDENTIFICACIÓN DE FALLAS MAYORES DE LOS EQUIPOS COMPRESORES.....	46
4.4 DOCUMENTACIÓN DE RUTINAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO.....	48
4.5 IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDA POR COMPUTADOR MEDIANTE EL SOFTWARE MP9.....	51
4.5.1 Catálogos de equipos .....	52
4.5.2 Planes de mantenimiento.....	53
4.5.3 Registros de Trabajos .....	56
4.5.4 Planeación y Programación bajo el sistema de información .....	57
4.5.5 Solicitudes de mantenimiento .....	58
4.5.6 Órdenes de trabajo .....	59
4.5.7 Análisis de la información .....	62
4.6 INDICADORES DE GESTIÓN IMPLEMENTADOS .....	64
4.6.1 Disponibilidad.....	65
4.6.2 Confiabilidad .....	65
4.6.3 Tiempo medio entre falla (TMEF) .....	66
4.6.4 Tiempo medio para reparación (TMPR).....	66
4.6.5 KPI Key Performance Indicators .....	68
5. CONCLUSIONES .....	72
6. RECOMENDACIONES.....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	75
ANEXO .....	76

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización geográfica Petrosantander, Campo Payoa.....	21
Figura 2. Visión Empresaria/ .....	22
Figura 3. Estructura Organizacional.....	23
Figura 4. Cadena de suministro industria Petrolera .....	24
Figura 5. Historia del mantenimiento Industrial .....	28
Figura 6. El proceso de mantenimiento .....	29
Figura 7. Información centrada en confiabilidad (ISO 14224) .....	32
Figura 8. Propósito de la información en Mantenimiento. ....	42
Figura 9. Mapa de la información para identificación de equipos. ....	43
Figura 10. Estructuración ficha técnica CPY-01.....	45
Figura 11. Fallas mayores identificadas para equipos compresores.....	46
Figura 12 Detalle de fallas mayores para equipos compresores .....	47
Figura 13. Comportamiento de un Sistema de Información.....	52
Figura 14. Catalogación de equipos mp9.....	53
Figura 15. Planes mantenimiento Compresores IR.....	55
Figura 16. Calendarios de mantenimiento de equipos.....	56
Figura 17. Registro de trabajos Mantenimiento no rutinario .....	57
Figura 18. Actividades básicas del proceso de planeación y programación .....	58
Figura 19. Generación OT preventiva.....	60
Figura 20. Orden de trabajo correctiva diligenciada.....	61
Figura 21. Proceso ordenes de trabajo .....	61
Figura 22. Análisis de falla.....	62
Figura 23. Trabajos Realizados vs Programados.....	63
Figura 24. Índices de mantenimiento MP9.....	64
Figura 25. Informe de disponibilidad y confiabilidad de equipos.....	70

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Criterios para establecer la frecuencia de inspecciones e intervenciones en unidades habitacionales. ....	38
Tabla 2. Identificación y codificación de equipos críticos.....	44
Tabla 3. Programa de mantenimiento equipos mayores.....	49
Tabla 4. Ficha técnica Indicadores de Mantenimiento.....	67
Tabla 5. Calendario de paradas de equipos enero 2014.....	69
Tabla 6. KPI´s departamento de Confiabilidad y Proyectos.....	71

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Producción diaria promedio crudo por empresa (barriles/día) .....	76
Anexo B. Instructivo para generación de solicitudes de mantenimiento .....	77
Anexo C Orden de trabajo de mantenimiento preventivo .....	80
Anexo D. Cuadro seguimiento Indicadores de Gestión de Mantenimiento .....	93

## RESUMEN

**TÍTULO:** PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL DEPARTAMENTO DE CONFIABILIDAD Y PROYECTOS EN LA EMPRESA PETROSANTANDER COLOMBIA (INC).\*

**AUTOR:** PAOLA JULIANA USCÁTEGUI CRISTANCHO\*

**PALABRA CLAVE:** Plan de mantenimiento. Sistemas de información. Indicadores de Gestión

**DESCRIPCIÓN:** El objetivo principal del presente proyecto es diseñar una propuesta para el mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento para el departamento de Confiabilidad y Proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (Inc.), que permita a la empresa el mejoramiento de las actividades diarias del departamento y una controlada y efectiva ejecución de las actividades que sean programadas, para dar cumplimiento al plan diseñado, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

La norma ISO 14224 se tomó como guía para la identificación de equipos críticos y no críticos para la operación, el levantamiento de la información y la concentración de la misma en un solo lugar haciéndola más accesible y de fácil consulta.

La implementación del software de mantenimiento MP9 fue una herramienta práctica y clave para el establecimiento de los planes de mantenimiento de los equipos y el departamento. Esta herramienta contribuyó para la documentación de equipos y localizaciones, planes y rutinas de mantenimiento rutinario, organizar y programar los trabajos de mantenimiento y seguimiento a los indicadores de gestión del departamento.

Finalmente, se exponen las ventajas de tener procedimientos de mantenimiento para cada equipo y de enfocar los esfuerzos en actividades que requieren más tiempo como análisis de falla, su corrección y las medidas para evitar su ocurrencia.

---

\* Trabajo de monografía para optar por el título de Especialista en Alta Gerencia

\*\* Escuela de estudios Industriales y empresariales, Especialización en Alta Gerencia .

Director: Edwin Alberto Garavito Hernández

## ABSTRACT

**TITLE:** PROPOSED IMPROVEMENT MAINTENANCE MANAGEMENT DEPARTMENT FOR RELIABILITY AND PROJECTS IN COLOMBIA Petrosantander COMPANY INC.\*

**AUTHOR:** PAOLA JULIANA USCÁTEGUI CRISTANCHO

**KEYWORDS:** Maintenance Plan. Information systems. Management Indicators

**DESCRIPTION:** The main objective of this project is to design a proposal for improving the Maintenance Management for Reliability and Projects department in Petrosantander Colombia Inc., which enables the company to optimize the daily activities of the department and a controlled and effective implementation of the activities that are scheduled to apply the designed plan, ensuring the availability and reliability of equipment.

The ISO 14224 standard was taken as a guide for identifying critical and non-critical equipment for the operation, lifting information and concentrating it in one place making it more accessible and user friendly.

Implementation of software maintenance and MP9 was a key practice for establishing plans and equipment maintenance department tool. This tool contributed to the documentation of equipment and locations, plans and routine maintenance routines, organize and schedule maintenance and monitor indicators management department.

Finally, the advantages of maintenance procedures for each team and focus efforts on activities that require more time as failure analysis, correction and measures to prevent its occurrence are discussed.

---

\* Working paper to qualify for the title of Specialist in Management

\*\* School of Industrial and Business Studies, Specialization in Management.

Director: Edwin Alberto Garavito Hernández

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento tiene uno de los mayores costos operativos controlables en la industria intensiva en capital, mientras que la confiabilidad es la clave para alcanzar un mantenimiento efectivo. Es también una función crítica del negocio que impacta en el servicio al cliente, riesgo comercial, producción de la planta, calidad de productos, seguridad y medio ambiente. El dilema que la mayoría de los gerentes enfrenta en las organizaciones es que escasamente cuentan con los recursos para tener la planta funcionando, mucho menos para encontrar maneras de mejorar la confiabilidad. Por lo general se presentan más fallas inesperadas de las que se esperan y éstas consumen los escasos recursos de manera ineficiente.

El impacto de esta situación es que generalmente se ejecuta menos mantenimiento planeado, lo cual se refleja en la ocurrencia de más fallas inesperadas. Esto se denomina el “círculo vicioso del mantenimiento reactivo” que crea un efecto negativo en todos los aspectos críticos para el éxito de la organización.

Petrosantander Colombia Inc., con el objetivo de evaluar sus actividades de mantenimiento y buscando herramientas gerenciales que lleven al departamento a aumentar su eficiencia, maximizar sus recursos y disminuir sus costos, ha visto la necesidad de mejorar sus planes de mantenimiento, ya que actualmente no se cuenta con un modelo adecuado y unificado para la gestión del departamento.

El alcance de este proyecto busca lograr el mejoramiento de los planes de mantenimiento actuales para los equipos mayores, que permitan al área actualizar su modelo de gestión de mantenimiento y administrar de manera eficiente el tiempo de vida útil de sus equipos.

## 1. PETROSANTANDER COLOMBIA INC.

### 1.1. RESEÑA HISTÓRICA Y DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Desde 1995 un grupo de inversionistas decidió a través de Petrosantander Colombia Inc., recibir la operación en los campos Payoa, Salinas y Corazones, situados a 20 minutos del Municipio de Sabana de Torres. En estos campos la compañía ha adelantado proyectos de exploración y explotación de crudo, gas y sus derivados como propano, butano y gasolina.

Petrosantander Colombia Inc., es una de las principales fuentes generadoras de empleo y desarrollo en la región, una empresa con responsabilidad social que ejecuta procesos organizados y de máxima seguridad.<sup>1</sup>

Consolidándose como una compañía confiable, Petrosantander realiza sus operaciones bajo políticas de desarrollo integral del recurso humano, protección del ambiente, beneficio social y razonables parámetros de utilidades, buscando garantizar la permanencia del negocio durante la vida productiva de los campos petroleros, siendo en todo Seguros por Naturaleza.

Dentro de la organización existen diferentes departamentos que operan así:

**En la casa matriz** ubicada en Houston Texas se encuentra el personal directivo, acompañado por un excelente grupo de ingenieros y geólogos que son soporte importante en las decisiones de Colombia.

**En el país** la compañía tiene sedes en Bogotá donde se ubica la Gerencia General, los Departamentos de Finanzas y Operaciones.

---

<sup>1</sup> Tomado Video Inducción Corporativa Petrosantander Colombia Inc.

La Gerencia General supervisa todas las actividades administrativas y operativas que se realizan en Petrosantander Colombia Inc. El departamento de finanzas controla y organiza la debida ejecución de los presupuestos aprobados para el funcionamiento de las diferentes áreas. El departamento de Operaciones, el cual está conformado por Ingenieros y geólogos, es el encargado de generar nuevas ideas y proyectos que conducen a la optimización de las operaciones y a la generación de nuevos hallazgos.

**En Bucaramanga** funciona, el departamento de compras, soporte importante en la adquisición de todas las herramientas, materiales y servicios que son requeridos por los diferentes departamentos de la operación.

**En Barrancabermeja** se localiza la estación Terminal Galán, en la cual se reciben por oleoducto, poliducto y gasoducto, productos como: gas, productos licuados del petróleo y se hace control de presiones y volúmenes de crudo bombeado desde los campos Provincia y Payoa, para posterior entrega a refinería.

**Directamente en Campo, bajo la supervisión de la Gerencia de Distrito:**

Se Supervisan todas las operaciones directas, se toman las decisiones para solucionar situaciones técnicas y administrativas, y se implementan nuevas estrategias para el desarrollo del campo. Bajo su intervención se controla que los procedimientos se ejecuten dentro de las normas de Seguridad Industrial, salud ocupacional y medio ambiente establecidas para mantener una operación segura y sostenible.

Los departamentos que funcionan en campo son:

- **Producción:** Un grupo calificado de ingenieros y técnicos con la mejor experiencia, se enfocan diariamente en el proceso de la extracción de crudo y gas. Los pozos fluyen a través de los sistemas de flujo natural y sistemas de

levantamiento artificial dentro de los cuales se tienen: bombeo mecánico, bombas de cavidades progresivas y gas lift. El principal objetivo de ese departamento es mantener e incrementar los niveles de producción, aplicando mejoras en el manejo de los pozos, siguiendo y respetando los mejores estándares de calidad. El crudo y el gas son sometidos a procesos de refinación, donde se separan los componentes pesados y se logra obtener propano, butano y gasolina natural, productos que se venden a Ecopetrol Barranca para su final refinación.

- Ingeniería: Un equipo de ingenieros realiza la interpretación de planos, estadísticas y trabajo de campo para el diagnóstico de pozos, unidades de bombeos, interpretación de registro de pozos, estudio de gráficas e investigación, detectando las causas que generan las fallas de producción en cada uno de los pozos; permitiendo mantener óptimos los niveles de producción en el campo Payoa.
- Workover y Perforación: Coordina el funcionamiento de los equipos de Workover y Well service, para realizar el mantenimiento correctivo de todas las necesidades técnicas que presenten los pozos, logrando incrementar la producción. Por medio del equipo de Perforación, es posible encontrar nuevos proyectos que se generan como resultado de las investigaciones realizadas por el grupo de geología y operaciones, permitiendo descubrir yacimientos que aumentan a futuro los niveles de producción.
- Civil y Ambiental: Cumple dos funciones importantes, una es realizar el mantenimiento de toda la infraestructura del campamento, como la adecuación de las edificaciones, servicios hidráulicos, sanitarios, mantenimiento de las vías principales y de acceso a los pozos. Otra es proteger el ambiente que rodea el campo de acción, logrando una actividad limpia que mantenga total armonía con el ecosistema y con los requerimientos legales que se tienen en la

industria. Para ello se aplican programas sobre manejo adecuado de aguas, residuos sólidos, reforestación y educación ambiental siendo Seguros por Naturaleza.

- **Mantenimiento:** Conformado por un grupo de ingenieros y técnicos de experiencia, encargados que la planta de gas, los compresores, las bombas de transferencia de crudos, el parque automotriz, los sistemas de comunicación, redes eléctricas y maquinaria funcionen eficazmente, ejecutando programas de corrección y prevención que logren el normal desarrollo de las actividades al interior del campo.
- **Planta de Gas:** Desde un cuarto de control de última generación, ejecuta mediante procesos automatizados actividades de extracción y deshidratación de productos licuables del gas, obteniendo productos en condiciones adecuadas para su transporte y comercialización a través de los gasoductos y poliductos. Equipos de refrigeración, torres fraccionadoras, bombas y medidores entre otras maquinarias optimizan la labor de extracción y deshidratación.
- **Seguridad Física:** Este departamento, controla el ingreso de personal a las instalaciones del campo, organiza la logística necesaria para los desplazamientos del personal activo, entre Campo Payoa, Barrancabermeja, Bucaramanga, y Sabana de torres. Maneja los convenios con la Policía Nacional y el ejército buscando mantener el orden y la tranquilidad en la zona.
- **Seguridad Industrial:** Seguros por Naturaleza es la consigna que día a día trabaja éste departamento, al divulgar, promover y hacer cumplir a empleados, contratistas y visitantes, las normas de seguridad que deben seguir en las instalaciones de la compañía. Éste departamento identifica, planea, controla y hace seguimiento de los programas orientados a proveer un ambiente laboral

seguro para todos en Petrosantander. Meta que logra al destinar los recursos técnicos, humanos y financieros necesarios en la ejecución de sus proyectos; al generar escenarios de estricto cumplimiento con las normas exigidas por la legislación vigente en materia de seguridad industrial. Hace cumplir protocolos de seguridad como el uso de los elementos de protección pertinentes, que conozcan las prohibiciones, peligros, lo que sucede y debe hacerse en caso de emergencia, el manejo de vehículos, permisos de trabajo, reportes e investigación de incidentes, fortaleciendo la cultura empresarial.

- Bodega de materiales: Tiene como finalidad requerir, recibir, controlar y distribuir maquinaria, equipos y todos los suministros que para el desarrollo de la operación, mantenimiento de equipos y facilidades de producción sean solicitados por los diferentes departamentos. Soporte importante para el óptimo cumplimiento de las actividades de la empresa.
- Recursos Humanos: Desde el departamento de Recursos Humanos se supervisan 3 áreas: Administración de campo, Responsabilidad social y manejo del Recursos Humano. Dentro de la administración de campo, se manejan los contratos de servicios como: alimentación, transporte y suministro del personal contratista temporal, alquileres, gastos médicos, pólizas de seguro y comunicaciones. Se coordina la logística de alojamiento en campo, y la necesaria para gestionar viajes del personal y alojamiento en hoteles.

La compañía dentro de su Responsabilidad Social, soporta de manera importante a las comunidades del área de influencia, beneficiando alrededor de 1800 personas entre adultos y niños, los cuales participan de programas como: prevención en salud (brigadas hacia adultos y niños, y entrega de medicamentos), suministro de transporte, generación de empleo para personal calificado y no calificado, reparación y mantenimiento de escuelas e infraestructura, apoyo al adulto mayor, y soporte en el desarrollo de programas

de fortalecimiento a la educación de niños y adultos. Con los cuales la compañía busca generar un ambiente de confianza en donde comunidades, empresa y gobierno, trabajan de la mano buscando mejoras conjuntas que incrementen los niveles de calidad de vida en la zona.

Desde Recursos Humanos, se realizan los siguientes procesos:

*Contratación de personal:* procesos de búsqueda y selección.

*Manejo de beneficios:* supervisión de las pólizas de salud, pólizas de seguros de vida, fomento a los fondos de ahorro, y préstamos de vivienda.

*Gestión del desempeño:* se coordinan los diferentes procesos de evaluaciones de desempeño con el apoyo de los diferentes departamentos, buscando conseguir oportunidades de mejoramiento y generar planes de capacitación y entrenamiento.

*Atención a los trabajadores:* soporte permanente en temas: legales, de motivación, familiares, intereses en planes de capacitación y desarrollo, expectativas personales.

*Manejo de las relaciones empresa- organización sindical,* las cuales se desarrollan bajo parámetros de confianza y trabajo en equipo, buscando el adecuado bienestar para el grupo de trabajadores técnicos y operativos.

*Manejo del personal jubilado:* atención básica, soporte en salud, aprobaciones de procedimientos especiales.

### **Infraestructura física:**

- Campamento: Este consta de Habitaciones, áreas deportivas, salón de juegos, piscina, y un consultorio médico que presta su servicio las 24 horas del día.
- Área Administrativa: en esta se encuentran las oficinas de Gerencia de Distrito, Recursos humanos y administrativa, trabajo social, seguridad industrial, Seguridad física, ingeniería, civil y ambiental, workover y perforación, mantenimiento y producción.
- Área Operativa: Comprende la portería, bodega, batería Payoa, compresores, taller de bombas, taller automotriz, taller eléctrico, planta de gas, taller de instrumentación, batería satélite, batería salinas y pozos.

### **1.2 LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA**

Petrosantander Colombia Inc., se encuentra localizada a 52 Km al occidente de Bucaramanga, a 20 minutos del Municipio de Sabana de Torres Santander.

Es operadora del contrato especial Carare Las Monas, compuesto por los campos de Payoa, La salinas, Corazón, Aguas claras y las monas. Se determinó como contrato especial debido a una negociación realizada entre Ecopetrol y la operadora. La figura 1 indica la localización geográfica de la empresa.

Figura 1. Localización geográfica Petrosantander, Campo Payoa.



### 1.3 MISIÓN EMPRESARIAL

Petrosantander Colombia Inc., es una empresa petrolera privada dedicada a la exploración y explotación de hidrocarburos en Colombia, cuyo fin es el de contribuir en la generación de recurso energético necesario para su desarrollo

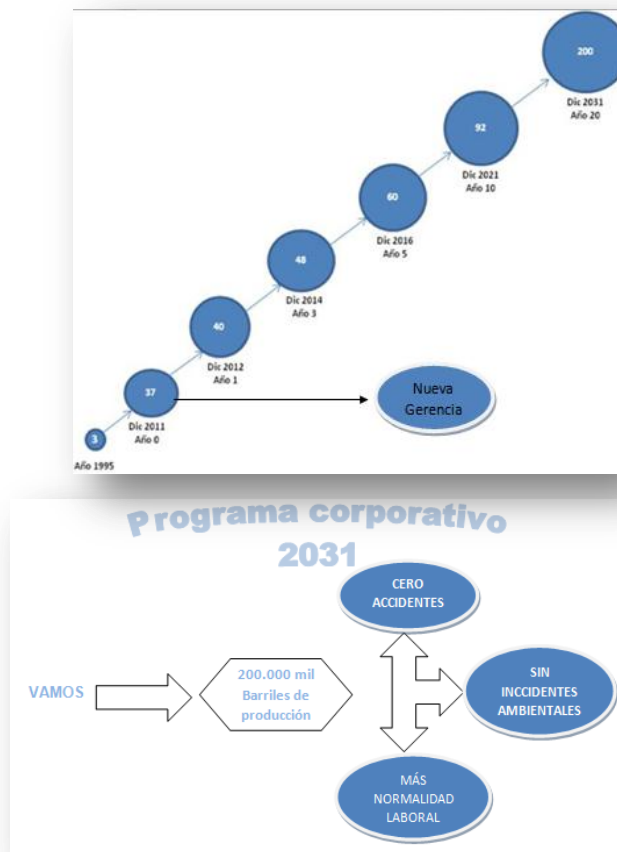
La exploración y explotación se realiza dentro de los estándares de calidad en el ámbito internacional pero cumplimiento las normas de la nación Colombiana, y el desarrollo integral del recurso humano, el desarrollo sostenible, la protección y el uso racional de los recursos naturales, el beneficio social y la seguridad industrial, así como a razonables parámetros de utilidades tendientes a garantizar la permanencia del negocio durante el ejercicio de la actividad productiva de los contratos bajo su responsabilidad.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Gerencia Petrosantander Colombia Inc.

## 1.4 VISIÓN EMPRESARIAL

Petrosantander Colombia Inc., tiene como visión para el año 2031 convertirse en una de las más importantes empresas petroleras en Colombia, en el manejo adecuado y rentable de los recursos a su cargo, enfocado hacia el desarrollo de campos maduros en tierra firme y haciendo parte del sector productivo en materia energética del país.<sup>2</sup> La figura 2 muestra el esquema de visión empresarial para la organización.

Figura 2. Visión Empresarial/

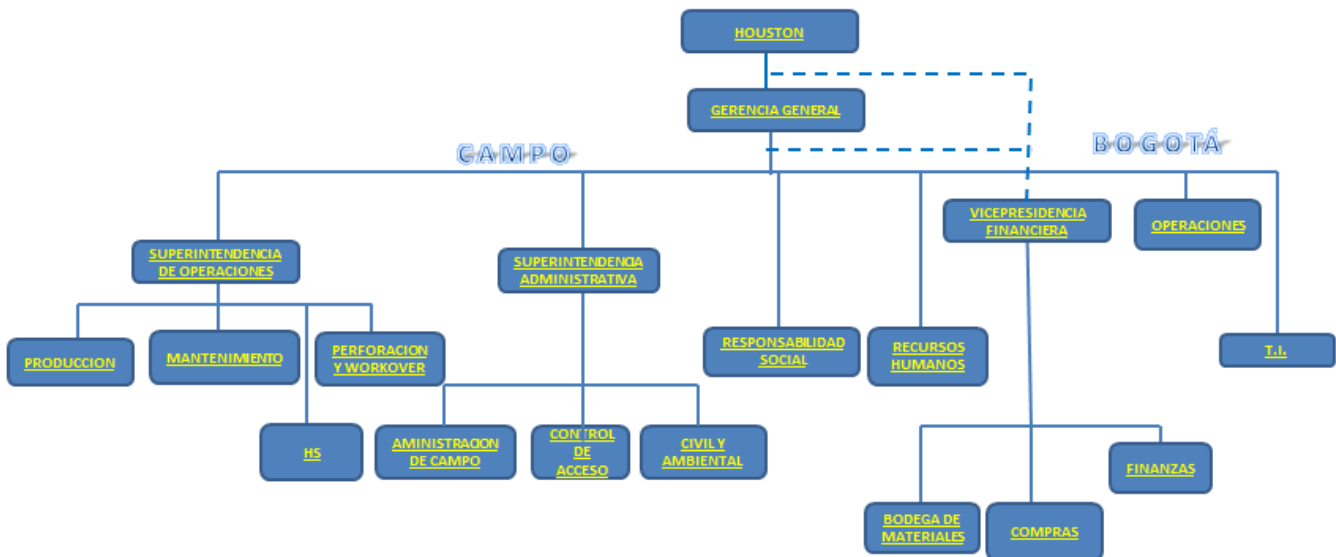


Fuente: Gerencia Petrosantander Colombia Inc.

## 1.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En Petrosantander Colombia Inc., la cadena de mando es descendente y su estructura organizacional tiene una cabeza principal en Colombia la cual direcciona el proceso de forma centralizada a las decisiones de mayor envergadura, sin embargo hay procesos que se descentralizan a las superintendencias (operativa-administrativa) creando dos centros de poder en la estructura, esto trae por consiguiente dos culturas diferentes debido a que el centro de poder operativo va al cumplimiento de la producción, mientras que el centro de poder administrativo se encamina a llevar orden de los gastos de lo producido o del presupuesto asignado de esta forma se orienta este grupo más a ser apoyo de los operacionales. Al ser una estructura amplia en niveles, de cada grupo de trabajo se deriva tramos de control cortos para cumplir tareas más no para tomar decisiones debido a que todo se va a la cabeza principal, nivel a nivel.

Figura 3. Estructura Organizacional



Fuente. Adaptado “Organigrama General Petrosantander”

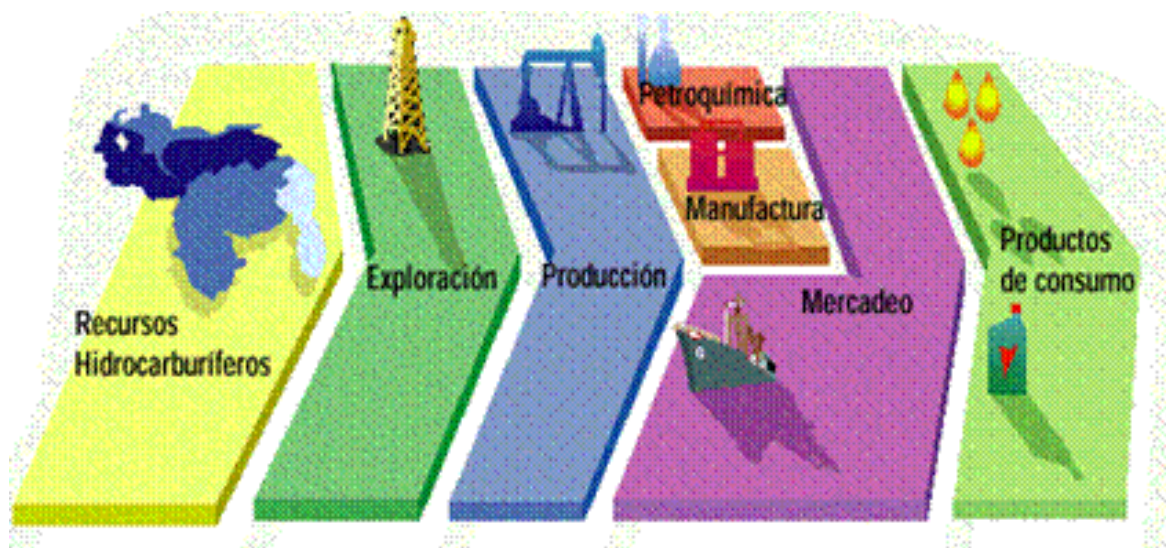
## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 LA INDUSTRIA PETROLERA EN COLOMBIA

La industria petrolera se caracteriza porque se ocupa de toda la cadena del negocio, es decir, se encarga de los procesos de exploración, explotación, transporte y comercialización del petróleo y sus derivados para su refinación.

El petróleo constituye hoy en día el motor de la economía colombiana, por ser el principal generador de renta externa por encima incluso del café, nuestro producto tradicional de exportación, y por ser la fuente principal de rentas para las regiones, bien a título de regalías por su explotación o por contribuciones fiscales en las distintas fases de su proceso. Se caracteriza porque se ocupa de toda la cadena del negocio tal como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Cadena de suministro industria Petrolera



Fuente. PDVSA. Disponible en <<http://www.oocities.org>>

Factores como acontecimientos y comportamientos políticos de los países

productores o consumidores, factores ambientales como el calentamiento global y el carácter de recurso natural no renovable del petróleo, afectan positiva o negativamente el precio del barril del petróleo, esta industria es una de las más rentables del sector industrial. Por esta misma rentabilidad, es común encontrar que las empresas construyan y mantengan la infraestructura necesaria para el negocio. De acuerdo a las estadísticas de producción generadas por el ministerio de minas y energía junto con la dirección de hidrocarburos, se tienen datos de producción de cada compañía exploradora y operadora en los diferentes campos petroleros en Colombia, como se muestra en el anexo A.

## **2.2 LA INDUSTRIA PETROLERA Y SU ENFOQUE DE MANTENIMIENTO**

Hasta hace poco más de veinte años el proceso de mantenimiento en el sector petrolero era enfocado con los mismos esfuerzos para los equipos de confort, como para una unidad del proceso de producción del petróleo.

La gestión de mantenimiento se caracterizaba por procesos de planeación o programación de los trabajos muy pobres o inexistentes, falta de organización, escaso control de costos de mantenimiento, ineficientes prácticas de manejo de personal y escasez de información de mantenimiento que permitieran mejorar su gestión.<sup>3</sup>

Hoy en día se hace necesario contar con sistemas de gestión, información histórica de equipos, estructuras de costos de mantenimiento, estandarización y documentación de prácticas y procedimientos, planeación y programación de los trabajos, indicadores de desempeño, etc., herramientas que permiten hacer mejoras continuas a los mismos.

---

<sup>3</sup>Tomado de la revista desarrollo sostenible y responsabilidad social. Disponible en < <http://www.web.cecodes.org.co>>

El mantenimiento por su incidencia significativa sobre la producción y la productividad de las organizaciones, constituye uno de los principales procesos para lograr y mantener mejoras en eficiencia, calidad, reducción de costos y de pérdidas optimizando así la competitividad de las empresas que lo implementan dentro del contexto de la Excelente Gerencia.

### **2.3 BREVE RESEÑA DEL MANTENIMIENTO**

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos. Conforme las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.<sup>4</sup>

A partir de la Primera Guerra Mundial y, sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de confiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos sino además prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento, personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca aumentar y fiabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados. De este modo aparecen

---

<sup>4</sup> Scientia et Technica Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. ISSN 0122-1701. Disponible en <<http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf?sequence=1>>

casi sucesivamente diversos métodos de mantenimiento, cada uno aplicado a las necesidades concretas de cada proceso industrial: el Mantenimiento Preventivo (revisiones y limpiezas periódicas y sistemáticas), el Mantenimiento Predictivo (análisis del estado de los equipos mediante el análisis de variables físicas), el Mantenimiento Proactivo (implicación del personal en labores de mantenimiento), la Gestión de Mantenimiento Asistida por Computador, y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM).

El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

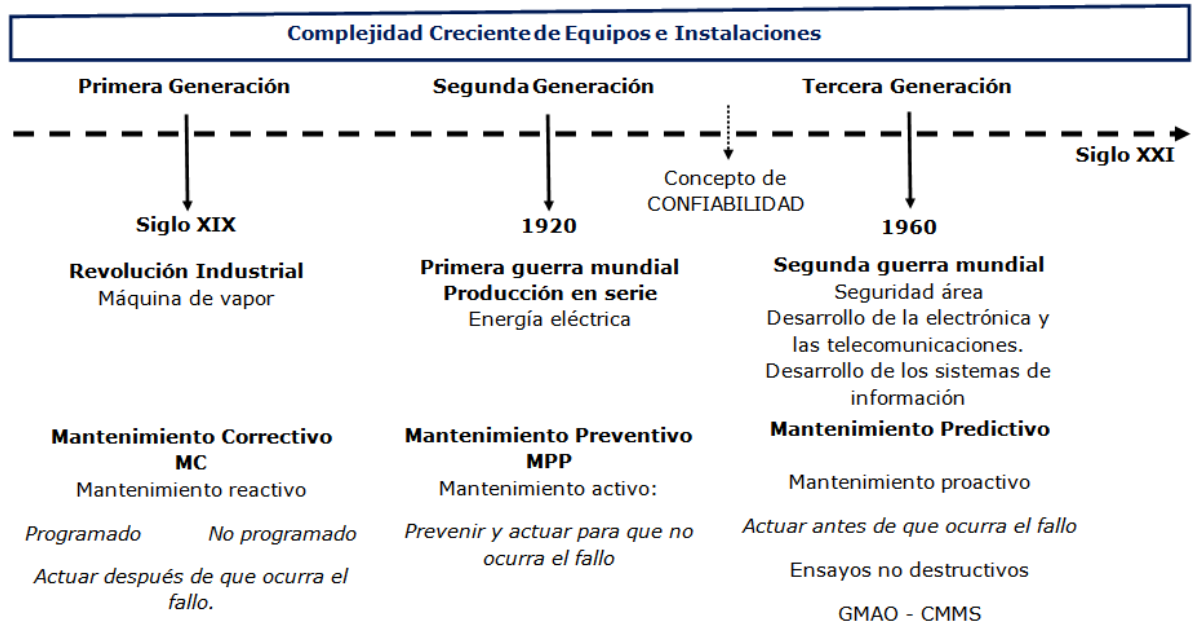
Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas ‘transferidas’ son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones.

Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir “Cero Averías”. Como filosofía de mantenimiento, el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano (desde el personal de producción y de mantenimiento hasta los altos mandos), en lugar de la tecnología.

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada industria las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades. Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que incluye las tareas de Mantenimiento

Preventivo y Predictivo, integrado siempre en un modelo de Gestión de Mantenimiento Asistida por Computador, y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM).<sup>5</sup> La figura 5 muestra la evolución y la historia del mantenimiento industrial.

Figura 5. Historia del mantenimiento Industrial



Fuente. <<http://academica-e.unavarra.es>>

## 2.4 EL PROCESO DE MANTENIMIENTO

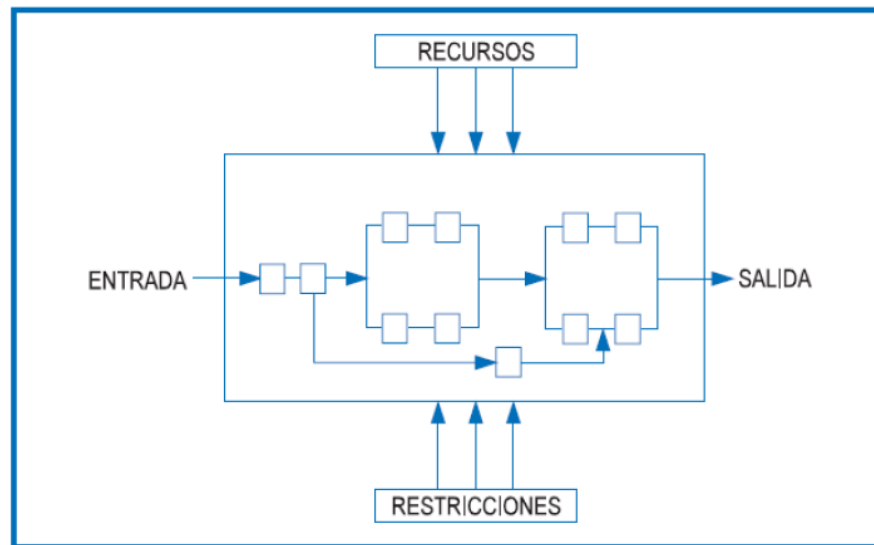
El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier

<sup>5</sup> Scientia et Technica Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. ISSN 0122-1701. Disponible en <<http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf?sequence=1>>

actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional.<sup>6</sup>

Todas las organizaciones desean que sus sistemas se mantengan en estado de funcionamiento durante tanto tiempo como sea posible y para lograrlo es necesario ayudar al sistema a mantener su funcionalidad durante la operación realizando las tareas apropiadas. La figura 6 ilustra el proceso de mantenimiento.

Figura 6. El proceso de mantenimiento



Fuente. Mantenimiento. Jezdimir Knezevick<sup>7</sup>

## 2.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO

### 2.5.1 Mantenimiento Correctivo.

Este tipo de mantenimiento también se denomina mantenimiento reactivo. Esta estrategia de mantenimiento permite a la máquina funcionar hasta que ocurra una

<sup>6</sup> KARDEK, A.,. NASCIF, J. Mantenimiento, Función Estratégica, CIP Brasil, Rio de Janeiro, 2002

<sup>7</sup> KNEZEVIC, Jezdimir. Mantenimiento. Madrid: Isdefe, 1996 211p.

falla o avería y se utiliza para reparación o remplazo de ella con el fin de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o los servicios que se requieren.

### **2.5.2 Mantenimiento Preventivo.**

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento preventivo programado. En esta estrategia se interviene la máquina periódicamente en ciclos fijos para efectuar una acción preventiva (inspección, ajustes, remplazo de partes), antes de que alcance la condición fuera del estándar, en ese momento se interviene y se realiza la tarea proactiva de falla aun cuando la máquina esté operando satisfactoriamente sin que ocurra una falla o avería.

De esta manera se busca alcanzar de manera eficiente las siguientes ventajas:<sup>8</sup>

- Anticiparse a las fallas para evitar averías mayores como consecuencia de pequeñas fallas.
- Planear y programar las actividades, logrando optimizar los recursos necesarios para la ejecución de los trabajos.
- Realizar las reparaciones en el momento oportuno
- Distribuir los trabajos de mantenimiento optimizando el recurso humano de los frentes de trabajo.
- Disminuir la frecuencia de los paros y aprovecharlos para realizar varias reparaciones al mismo tiempo.

---

<sup>8</sup> GARCIA PALENCIA. Oliverio. El mantenimiento general. Disponible en <[http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/133\\_mantenimiento.pdf](http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/133_mantenimiento.pdf)>

### **2.5.3 Mantenimiento Predictivo**

En esta estrategia se hace seguimiento a la evolución temporal de ciertos parámetros sin alterar el funcionamiento normal del equipo para diagnosticar el comportamiento futuro de la posible manifestación de fallas o situaciones fuera de las condiciones estándares.

Lo que se busca es planear las tareas proactivas con tiempo suficiente con el objetivo de disminuir las paradas por mantenimientos preventivos y así minimizar los costos por mantenimiento y por no producción

## **2.6 BREVE INTRODUCCIÓN A LA NORMA ISO 14224**

### **Industria de petróleo y gas natural – Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos**

Esta norma da las bases para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas natural en oleoductos y gaseoductos, respectivamente.

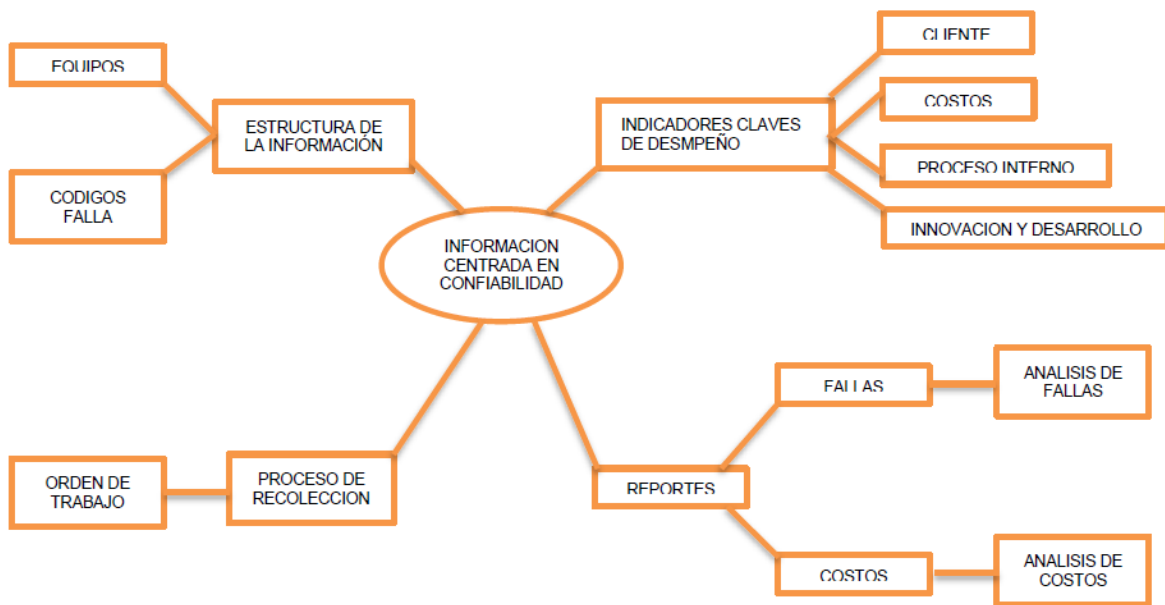
Este estándar fue desarrollado por la iniciativa de un grupo de compañías petroleras que identificaron en los años 80 la necesidad de comparar el resultado del uso de sus equipos para mejorar su confiabilidad. Fue así como decidieron asociarse en este proyecto y desarrollaron una gran base de datos que tiene más de 20 años de historia (OREDA), la cual evolucionó hasta convertirse en un estándar que fue publicado en 1998 y revisado en diciembre de 2006.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Tomado de memorias diplomado en Gestión y control del Mantenimiento ACIEM

Esta norma internacional presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos. La información permitirá al usuario cuantificar la confiabilidad del equipo y compararla con la confiabilidad de equipos de características similares, diseñar y configurar el sistema, planear, optimizar y ejecutar las actividades de mantenimiento. En la figura 7 se muestra el mapa de la información según la norma ISO 14224.

Figura 7. Información centrada en confiabilidad (ISO 14224)



Fuente. Diplomado en Gestión y control de mantenimiento ACIEM

### **3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

El objetivo principal de la gestión es coordinar los medios sistemáticamente, para lograr un fin o fines comunes dentro de la organización. Así, el mantenimiento representa un organismo social que opera como cualquier empresa independiente pues cuenta con:

- Operaciones presupuestales
- Operaciones de productividad
- Operaciones en la conservación de recursos humanos y materiales
- Operaciones de registro y control estadístico de las actividades.

La gestión de mantenimiento se define como un conjunto sistemático de técnicas que mediante la coordinación de cursos y estructuras organizacionales, busca la obtención de un objetivo definido.

Esta gestión está alineada a los programas y directrices gerenciales de diferentes procesos estratégicos y de apoyo. Para el desarrollo de la gestión se han diseñado estrategias basadas en el cumplimiento de procesos y herramientas que garanticen la efectividad del proceso.

#### **3.1 PLANEACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

La experiencia demuestra que cualquier máquina o equipo a lo largo de su vida presenta degradaciones. Si estas situaciones no se evitan o no se eliminan cuando aparecen, su objetivo de operación no se cumple, su rendimiento disminuye y se reduce su vida útil, por lo cual se hace necesario que siempre se esté al pendiente de mantenerlas en adecuadas condiciones.

Para lograr una alta disponibilidad en los equipos, es necesario contar con una buena estrategia de mantenimiento. Esta estrategia pretende mantener altos indicadores de confiabilidad y disponibilidad de dichos equipos. Adicionalmente ante la ocurrencia de un evento no deseado, la respuesta ante las necesidades operacionales deberá ser efectiva y en el menor tiempo posible, minimizando los efectos de su ocurrencia. De igual forma, el costo de la gestión del mantenimiento debe ser razonable y buscar la optimización de los recursos del proceso y de la empresa en general.

### **3.2 DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

Como primer paso se realizó una revisión del proceso de mantenimiento, donde se identificó la razón de ser del departamento. En este análisis realizado en conjunto con el jefe y los coordinadores del departamento se lograron identificar los aspectos críticos y que afectan la buena gestión del departamento.

Petrosantander Colombia Inc., no cuenta con una organización para el departamento de mantenimiento, a pesar de ser una empresa de carácter multinacional, sus operaciones en Colombia no cuentan con un adecuado manejo administrativo del área.

Para la identificación de los factores críticos que se presentan en el área fue necesario realizar entrevistas tanto a los directivos de la empresa, al jefe del departamento, coordinadores y operadores. Así mismo, en varias oportunidades se hizo acompañamiento en la realización de las actividades diarias de mantenimiento con el fin de observar en detalle el manejo que se le daba a los trabajos realizados. Para realizar un diagnóstico de la documentación técnica, se realizó un inventario de los manuales, catálogos y demás información suministrada por los fabricantes de los diferentes equipos.

Los siguientes son los aspectos críticos que se lograron identificar teniendo en cuenta elementos deficientes en cuanto a planeación y control de actividades, documentación, sistemas de información, personal y técnicos:

*Planeación y Control de actividades:*

- Los operadores de turno manejan registros diarios para el control de variables de funcionamiento de los equipos críticos de la empresa pero no se hace trazabilidad a los datos.
- Falta de una adecuada programación, planeación y control de las actividades de mantenimiento que originan la baja disponibilidad en los equipos por fallas imprevistas.
- No se puede llevar un adecuado control ya que no se manejan indicadores que puedan medir la gestión del departamento.
- Se presentan costos elevados en las diferentes áreas de mantenimiento (Compresores, Unidades de bombeo, Planta de Gas, Oleoductos y Automotriz).
- La Gestión de mantenimiento que se realiza consiste básicamente en la programación de mantenimiento de tipo correctivo en los equipos, generando así una dinámica que no ha contado con un previo análisis que determine las políticas de mantenimiento que se deben implementar de acuerdo al impacto de los equipos en el sistema productivo de la empresa.

*Documentación:*

- Se encontró que solo aproximadamente el 25% de los equipos posee catálogos de operación y/o mantenimiento y el resto no posee información

detallada. La ausencia de esta información se debe principalmente a que con el paso del tiempo se ha ido perdiendo por falta de precaución y cuidado en su manejo además no se tiene un lugar centralizado para manejo de la documentación. A lo anterior se suma que algunos fabricantes no entregaban los manuales correspondientes o muchas veces no se le exigía.

- Respecto a la documentación correspondiente a fichas técnicas, hojas de vida de los equipos y órdenes de trabajo, se observó que no existen documentos de este tipo.
- No se han establecido procedimientos formales o estandarizados.
- Los mantenimientos no se manejan bajo una orden de trabajo formal.
- Información poco disponible.
- No existe un formato definido de ficha técnica donde se resuman los datos fundamentales de los equipos.
- Los trabajos se realizan sin una orden de trabajo, ya que tampoco existe, por lo tanto la información no se registra completa y no se diligencia en el momento de terminar la labor.
- No existe un formato para solicitudes de mantenimiento, estas solicitudes se realizan por vía telefónica o por correo electrónico pero no se lleva un registro y por lo tanto no se hace seguimiento a dichas solicitudes.

*Personal:*

- Se identificaron inconvenientes en el manejo de la documentación por parte del personal ya que en algunas ocasiones no se diligencian los datos en el momento oportuno.
- El personal contratado es insuficiente para dar cumplimiento oportuno a las actividades solicitadas, lo cual retrasa los trabajos de mantenimiento.

*Sistemas de Información:*

- La empresa no posee un sistema que recopile, organice y analice la información con el fin de obtener informes periódicamente sobre el desempeño del mantenimiento.

*Técnicos:*

- No se ha realizado un análisis de las fallas más comunes en los equipos, se requiere hacer una caracterización y estudio de las fallas por medio de la información proveniente de las actividades de mantenimiento.

### **Programación de mantenimiento Preventivo**

La mayor parte de la información necesaria para la elaboración del programa de mantenimiento se obtiene de la experiencia del coordinador de mantenimiento, los supervisores y mecánicos. El cronograma ha ido cambiando de acuerdo al inventario de los equipos. Analizando el manejo que se le da a esta programación, de detectaron los siguientes aspectos por mejorar:

No se han tenido en cuenta criterios para establecer las frecuencias de inspecciones e intervenciones de mantenimiento, que permitan centrar esfuerzos

en equipos de alto impacto para la producción de crudo y gas tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios para establecer la frecuencia de inspecciones e intervenciones en unidades habitacionales.

CRITERIO	TEORIA
Edad, condición y valor	El equipo mas viejo y en peores condiciones, necesita mas inspección, con mas frecuencia
Severidad del servicio	Equipo idéntico en condiciones de servicio mas severas requiere ciclos más cortos
Requisitos de Seguridad	A mayor seguridad de operación mas corto debes ser el ciclo
Horas de operación	A mayor tiempo de servicio, mas corto debe ser el ciclo en días calendario
Susceptibilidad al deterioro	Entre mas críticos sean factores como, la susceptibilidad a ensuciarse, contaminarse, deteriorarse por fatiga, corrosión, fluencia, etc.
Susceptibilidad la siniestro	Existe la posibilidad de sobrecargas, abuso del operario o altas vibraciones que puedan producir daños o costos irreparables?
Precisión de Ajustes	Mas Inspección, cuando las tolerancias de ajuste sean muy estrechas
Análisis de Criticidad	Los equipos mas críticos requieren una mayor frecuencia de inspecciones.

Fuente. Adaptación PDVSA E & P Occidente 2002.

### **Indicadores de Gestión de Mantenimiento.**

En Petrosantander no se cuenta con un sistema de indicadores que permitan medir la eficiencia y el desempeño del departamento de mantenimiento. Esto se traduce en la ausencia de control de sus operaciones y no es posible identificar oportunidades de mejora.

#### **4. PROPUESTAS DE MEJORA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL DEPARTAMENTO.**

En este capítulo se presentan las propuestas de mejora identificadas en el diagnóstico inicial y la implementación de algunas de ellas con el fin de lograr el mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento del departamento y como preámbulo para lograr a futuro la excelencia en la Gerencia del área y por ende de la organización en general.

##### **Objetivo General:**

Diseñar una propuesta de Gestión de Mantenimiento para el departamento de Confiabilidad y Proyectos en la empresa Petrosantander Colombia (Inc.)

##### **Alcance:**

Mejoramiento de las actividades diarias del departamento tales como la organización de la información del área de Confiabilidad y Proyectos como fichas técnicas, hojas de vida de los equipos, personal asignado, indicadores, órdenes de trabajo, rutina de actividades y la toma de decisiones con base en índices de confiabilidad y disponibilidad de los equipos mayores de superficie, para este caso los Equipos Compresores.

A continuación se describen las propuestas de mejora a la Gestión del Mantenimiento para Petrosantander, las cuales pretenden que la función de mantenimiento se lleven a cabo de la forma más técnica y eficiente. Se tratan los aspectos a mejorar con el fin ofrecer una solución a los problemas encontrados en el diagnóstico.

Es importante resaltar que algunas de las propuestas se lograron implementar inicialmente para los equipos mayores y de mayor relevancia en la producción; equipos compresores.

#### **4.1 RECOLECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

El primer paso para lograr estructurar el proceso de mejoramiento de la gestión de mantenimiento consiste en la recolección de la información del área. Los métodos utilizados para la recolección de dicha información son absolutamente decisivos y por tanto debe ser planeado cuidadosamente. Las reglas de oro para lograrlo exitosamente son las siguientes:

- Capturar el 100% de los eventos ocurridos en mantenimiento.
- Tomar la información lo más cerca posible de la fuente.
- No crear procesos paralelos, hacer que la información sea parte del proceso.
- Evitar que varias personas re-escriban la misma información y que sería considerado como un desperdicio.
- Verificar la información escrita y contrastarla con la real.
- Verificar la calidad de la información.
- Desarrollar un proceso que permita mantener la información actualizada.
- Estructurar los equipos y codificarlos para hacer análisis estadísticos y producir los indicadores claves de desempeño.

Para comenzar el proceso de gestión de la información, se tomó como guía la norma estándar internacional ISO 14224, la cual brinda la base para la recolección de información y datos sobre la cual se establecen los lineamientos para la recolección de la información para los equipos.

La recolección y organización de esta información facilita la toma de decisiones que resultan en mejoras sostenibles de confiabilidad en los equipos.

Se realizó un inventario de los catálogos y manuales existentes de los equipos. De igual manera, se comenzó a llevar organizada la información que se obtiene a diario de los reportes de mantenimiento y de los registros del seguimiento a la operación.

Se etiquetaron varias carpetas con el nombre de cada equipo para así ir recopilando la información por separado de cada uno de ellos y llevar un mejor control. Toda la información se centralizó en estantes que se adecuaron en la oficina de mantenimiento.

Manteniendo organizada la información, se pueden obtener grandes beneficios como:

- Mantener centrados los esfuerzos de mantenimiento en lo que realmente se necesita
- Guía la gestión hacia los resultados esperados
- Permite mejorar constantemente: *No se puede controlar lo que no se mide, No se puede mejorar lo que no se controla*
- Sin información adecuada es imposible mejorar la gestión de Mantenimiento
- La información es el camino al mejoramiento tal como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Propósito de la información en Mantenimiento.



Fuente. Autor

#### **4.2 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, FICHAS TÉCNICAS Y HOJAS DE VIDA DE EQUIPOS MAYORES.**

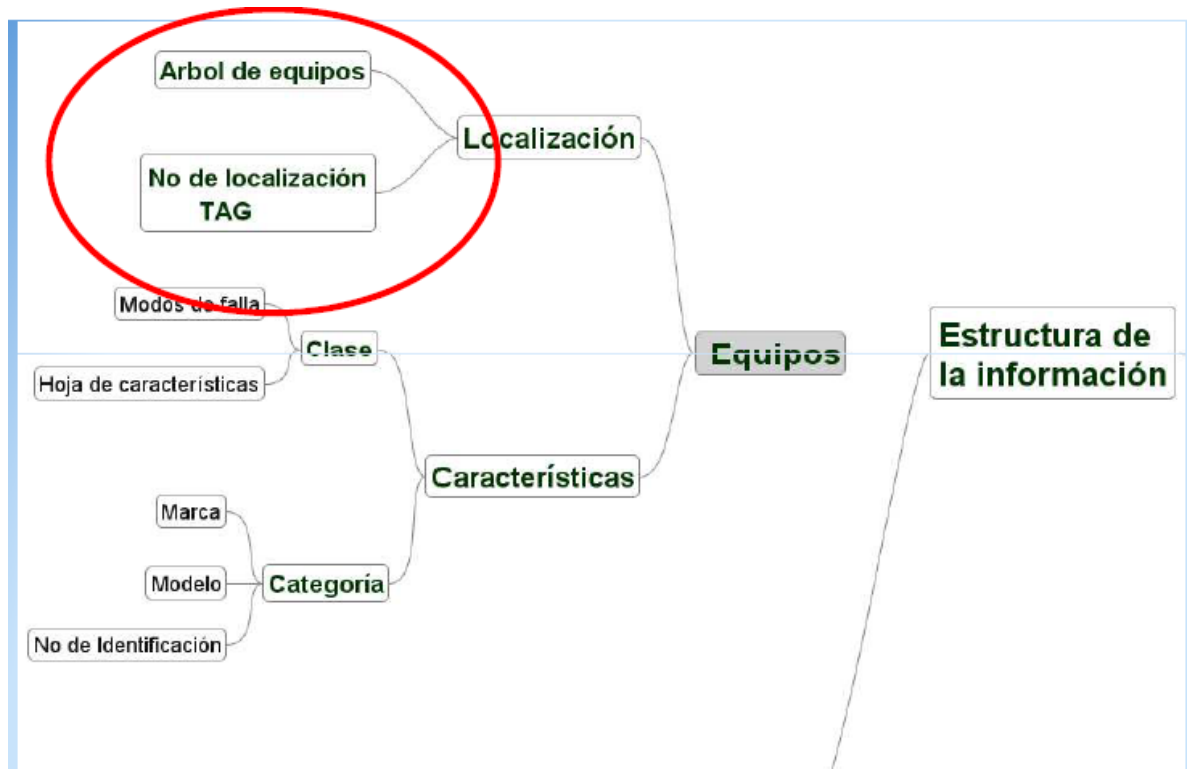
Para la identificación de los equipos, la elaboración de fichas técnicas y las hojas de vida de los equipos mayores, se tomó como guía los parámetros establecidos en la norma ISO 14224.

Con la colaboración de los coordinadores de mantenimiento se logró hacer el levantamiento de la información de los equipos considerados como mayores, con

el fin de darles una identificación, reconstruir las fichas técnicas de los equipos y dar un primer paso hacia el proceso de gestión de activos de la compañía.

Partiendo de los principios definidos en la norma ISO 14224, la información de activos se estructura bajo los parámetros que se muestran en la figura 9:

Figura 9. Mapa de la información para identificación de equipos.



Fuente. SILVA, Pedro E. Manejo de la Información para optimizar la gestión de mantenimiento. Disponible en

<[http://confiabilidad.net/assets/uploads/art/PDF/manejo\\_de\\_la\\_informacion.pdf](http://confiabilidad.net/assets/uploads/art/PDF/manejo_de_la_informacion.pdf).>

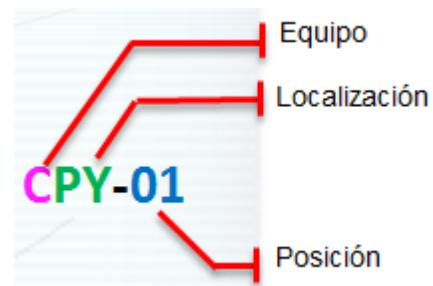
En Petrosantander se consideran como equipos críticos los compresores de gas, ya que en el momento en que fallan, producen una parada total o suspensión drástica de la producción de gas y crudo. Es decir afecta sustancialmente el funcionamiento normal del sistema productivo. Solamente cuando es reparado

este equipo, se puede reiniciar la producción. El tiempo que permanezca fuera de servicio es igual al tiempo en el cual no hay producción.

La tabla 2 muestra la identificación y codificación de los equipos mayores, donde la primera letra indica el tipo de equipo, las siguientes la zona de ubicación y un número consecutivo de la posición en que se encuentran. Por ejemplo, el código CPY-01 hace referencia al equipo de tipo Compresor, ubicado en campo Payoa junto a su consecutivo el número 1.


Tabla 2. Identificación y codificación de equipos críticos

Nombre Equipo	TAG
COMPRESOR PAYOA 01	CPY-01
COMPRESOR PAYOA 02	CPY-02
COMPRESOR PAYOA 03	CPY-03
COMPRESOR PAYOA 04	CPY-04
COMPRESOR PAYOA 05	CPY-05
COMPRESOR PAYOA 06	CPY-06
COMPRESOR PAYOA 07	CPY-07
COMPRESOR PAYOA 08	CPY-08
COMPRESOR PAYOA 09	CPY-09
COMPRESOR PAYOA 10	CPY-10
COMPRESOR PAYOA 11	CPY-11
COMPRESOR PAYOA 12	CPY-12
COMPRESOR PAYOA 13	CPY-13
COMPRESOR PAYOA 14	CPY-14
COMPRESOR PAYOA 15	CPY-15
COMPRESOR PAYOA 16	CPY-16
COMPRESOR PAYOA 17	CPY-17
COMPRESOR PAYOA 18	CPY-18
COMPRESOR PAYOA 19	CPY-19
COMPRESOR PAYOA 20	CPY-20
COMPRESOR PAYOA 21	CPY-21
COMPRESOR PAYOA 22	CPY-22
COMPRESOR REFRIGERANTE 01	CRF-01
COMPRESOR REFRIGERANTE 02	CRF-02
COMPRESOR CORAZON WEST	CCW-01
COMPRESOR LA SALINAS 01	CLS-01
COMPRESOR LA SALINAS 02	CLS-02
COMPRESOR LA SALINAS 07	CLS-07
COMPRESOR LA SALINAS 08	CLS-08
COMPRESOR LA SALINAS 64	CLS-64
COMPRESOR LA SALINAS 76	CLS-76
COMPRESOR LA SALINAS B01	CLS-B01
COMPRESOR LA SALINAS B01	CLS-B01



Posteriormente a esta identificación, se procedió a realizar la estructuración de las fichas técnicas de los equipos, donde se establecieron los parámetros técnicos más relevantes para cada equipo. La figura 10 ilustra una de las fichas técnicas para el equipo.

Figura 10. Estructuración ficha técnica CPY-01

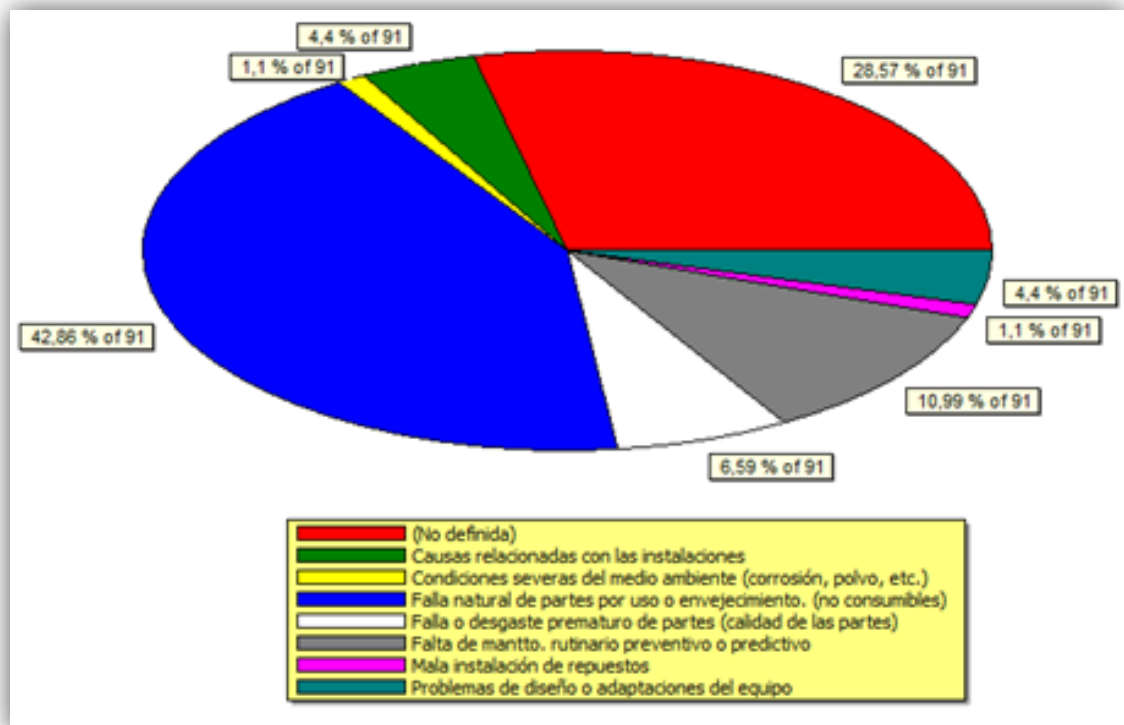
 <b>PetroSantander (Colombia) Inc</b> DEPARTAMENTO DE CONFIABILIDAD Y PROYECTOS					
INVENTARIO DE EQUIPOS CAMPO PAYOA COMPRESORES A GAS					
<b>EQUIPMENT #:</b>	CPY-01	<b>LOCATION:</b>	PAYOA	<b>DATE:</b>	28/06/2010
<b>DRIVER</b>					
<b>MANUFACTURE:</b>	INGERSOL RAND	<b>MODEL:</b>	10 SVG	<b>SERIAL #:</b>	10CS1264
<b>RATED BHP:</b>	550	<b>RPM:</b>	400	<b># CYLINDERS:</b>	10
<b>BORE X STROKE:</b>	11,75"X12"	<b>CYCLE:</b>	4	<b>IGNITION:</b>	ALTRONIC II
<b>TURBOCHARGED:</b>		<b>NATURALLY:</b>	YES	<b>GOVERNOR:</b>	MECANICO
<b>YEAR:</b>	1963				
<b>COMPRESSOR</b>					
<b>MANUFACTURE:</b>	INGERS-RAND	<b>MODEL:</b>	10 SVG	<b>SERIAL #:</b>	10CS1264
<b>FIRING ORDER:</b>					
<b>THROW</b>	1-IR	2	3	4	5
<b>SERIAL #</b>	YGR-4741	YGR-7831		YGR-4146	-
<b>CLASS OR TYPE</b>	RDS	RDS		RDS	-
<b>STAGE</b>	1	1		2	-
<b>BORE X STROKE (IN)</b>	13 X 5.5	13 X 5.5		13 X 5.5	-
<b>ROD DIAMETER (IN)</b>	2,125	2,125		2,125	-
<b>MAWP (PSIG)</b>	495	495		495	-
<b>SUCTION PRESS (PSI)</b>	15	15		15	-
<b>DISCHARGE PRESS (PSI)</b>	90	90		90	-
<b>SUCTION TEMP. (°F)</b>	110	110		80	-
<b>DISCHARGE TEMP. (°F)</b>	275	275		275	-
<b>% CL HE</b>	14,5	14,5		14,5	-
<b>% CL CE</b>	14,3	14,3		14,3	-

### 4.3 IDENTIFICACIÓN DE FALLAS MAYORES DE LOS EQUIPOS COMPRESORES.

Con base en la documentación de los reportes de mantenimiento que diligencian los mecánicos y que se logró recopilar en el proceso del levantamiento de la información, se realizó un análisis de fallas mayores para los equipos compresores considerados como críticos para la compañía.

En este análisis se logró identificar las diferentes causas por las cuales se presentan fallas en estos equipos como se muestra en la figura 11.

Figura 11. Fallas mayores identificadas para equipos compresores.



La figura 12 detalla las causas de las fallas que se presentan en los equipos compresores.

Figura 12 Detalle de fallas mayores para equipos compresores

	<b>NO DEFINIDA</b>	Parada de equipos, que no dejan causa en el tablero analogo que se tienen, principalmente se ameritan a cambios rapidos en la carga, que no permiten que el governor actue, quedando la maquina sin el suficientes gas hasta apagarse. El plan seria cambiar todos los tableros a electronicos con capapcidad de almacenamiento de 1 año.
	<b>CAUSA RELACIONADAS CON LAS INSTALACIONES</b>	En este tipo de causas se consideran los suministros de agua, gas combustible. los cuales se manipulan desde fuera del proceso de compresion
	<b>FALLA NATURAL DE PARTES POR USO O ENVEJECIMIENTO</b>	Dentro de este tipo de fallas estan todas las fallas de piezas mayores, debido a que el programa de mantenimiento no considere el cambio de partes por horas de servicio sino por condicion a falla. Ejemplo: Crucetas, vastagos, pistones, cilindros compresores, sprocket, volanta, arbol de lebas, multiples de admision y escape
	<b>FALLA O DESGASTE PREMATURO DE PARTES (CALIDAD DE PARTES)</b>	Partes que durante trabajos con carga presentan falla inmediatea, se consideran problemas de garantia, por razones: constructivas y comprar repuestos homologados o calidad y garantia de materiales
	<b>FALTA DE MANTTO, RUTINARIO, PREVENTIVO O PREDICTIVO</b>	Fallas por rodamientos, correas o partes fusibles que estan dentro de una parte mayor, que para hacer su cambio se necesitaria desmontar un porcentaje considerable de accesorios, por tal motivo se cambia por falla toda la parte
	<b>MALA INSTALACION DE REPUESTOS</b>	Esta categoria contempla las fallas que provienen de la instalacion de partes nuevas y usadas
	<b>PROBLEMAS DE DISEÑO O ADAPTACIONES DEL EQUIPO</b>	Estas fallas son las resultantes de las variaciones en el proceso, que hacen que el diseño inicialno cumpla. Ejemplo: Bajas o latas presiones Temperaturas interetapas altas por cooler averiados Arrastre de liquidos a cilindros Cambio de combustible

#### **4.4 DOCUMENTACIÓN DE RUTINAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO.**

Como primer paso en esta etapa, se consolidó información junto al coordinador de mantenimiento, estableciendo las tareas que se deben realizar a los equipos compresores en cada mantenimiento de tipo preventivo. Estas actividades se dividieron según el área de intervención en el equipo:

- Mantenimiento Mecánico
- Mantenimiento Eléctrico
- Mantenimiento por Instrumentación

La programación de las intervenciones de mantenimiento se organizó en un cronograma donde está establecido cuándo se deben realizar dichas tareas en el año.

En este cronograma (ver tabla3) están registrados cada uno de los equipos mayores con la fecha del último mantenimiento realizado y la programada para el siguiente, adicionalmente se registran los consumos de aceite por cada equipo, ya que este es un insumo de vital importancia en los equipos.

Tabla 3. Programa de mantenimiento equipos mayores

Cantidad de mantenimientos año 2013		138		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO EQUIPOS MAYORES											
Consumo de aceite por mantenimientos 2013		12260		12	13	12	11	11	10	5	16	15	11	13	9
Cantidad de mantenimientos mensual				1260	1110	950	910	1160	910	410	1560	1110	910	1110	860
Consumo de aceite mensual por mant.				AÑO 2013											
EQUIPOS CAMPO PAYOA				ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
ITEM	IDENTIFICACION EQUIPO	FECHA ULTIMO MANTENIMIENTO REALIZADO	FECHA PARA EJECUTAR MANTENIMIENTO												
1	VRU	20-ago-2013	18-nov-2013		50				50		50			50	
2	CPY-01	10-abr-2013	07-oct-2013				150						150		
3	CPY-02	28-may-2013	24-nov-2013					150						150	
4	CPY-03	07-mar-2013	03-sep-2013			150						150			
5	CPY-04	28-may-2013	24-nov-2013	150				300						150	
6	CPY-05	13-mar-2013	09-sep-2013			150						150			
7	CPY-06	09-abr-2013	06-oct-2013		150		150						150		
8	CPY-07	06-feb-2013	05-ago-2013							150		150			
9	CPY-08	04-jun-2013	01-dic-2013						150						150
10	CPY-09	11-abr-2013	08-oct-2013				150						150		
11	CPY-10	05-sep-2013	04-mar-2014			10						10			
12	CPY-11	30-ago-2013	26-feb-2014	150							150				
13	CPY-12	05-jun-2013	02-dic-2013						150						150
14	CPY-13	27-ago-2013	25-nov-2013		150			150			150			150	
15	CPY-14	08-mar-2013	04-sep-2013			50						50			
16	CPY-15	04-abr-2013	01-oct-2013				50						50		
17	CPY-16	24-abr-2013	21-oct-2013				50						50		
18	CPY-17	25-jun-2013	23-sep-2013		150				150			150			150
19	CPY-19	26-ago-2013	22-feb-2014	50							50				
20	CPY-20	03-sep-2013	02-mar-2014		50							10			
21	CPY-21	18-jul-2013	14-ene-2014	50						50					
22	CPY-22	03-abr-2013	30-sep-2013				50						50		
23	REF-01	11-mar-2013	07-sep-2013			150						150			
24	REF-02	13-jun-2013	10-dic-2013	150					150						150
25	GPY-01	14-mar-2013	10-sep-2013			150						150			
26	GPY-02	24-jul-2013	20-ene-2014							150					
27	GPY-03	12-mar-2013	10-jun-2013			150			100			100			100
28	BOPY-01	02-sep-2013	01-dic-2013			50						50		50	
29	BOPY-02	15-abr-2013	12-oct-2013				50						50		
30	BOPY-03	16-abr-2013	15-jul-2013				50						50		
31	CLS-01	05-ago-2013	01-feb-2014	150							150				
32	CLS-02	31-jul-2013	27-ene-2014	150							150				
33	CLS-07	16-jul-2013	14-oct-2013	150			150			150			150		
34	CLS-08	04-mar-2013	31-ago-2013			15						15			
35	CLS-B01	04-mar-2013	31-ago-2013			15						15			
36	GONAN-01	07-feb-2013	08-may-2013		50			50			50			50	
37	GKATOLS-01	07-feb-2013	08-may-2013		100			100			100			100	
38	GKATOLS-02	08-feb-2013	09-may-2013		100			100			100			100	
39	GKATOLS-03	11-feb-2013	12-may-2013		100			100			100			100	
40	GLS-W-03	21-ago-2013	19-nov-2013			100		100			100			100	
41	BOLS-01	07-may-2013	03-nov-2013												
42	BOLS-02	03-sep-2013	02-dic-2013	50				50				50		50	
43	CCWIR-01	07-ago-2013	03-feb-2014	150							150				
46	GCATCW-01	15-ago-2013	14-sep-2013	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
47	GCATCW-04	15-ago-2013	14-sep-2013	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
48	BO-ST	12-sep-13	11-mar-14												
49	BIA-ST-1	29-ago-13	25-feb-14		50						50				
50	CLS-76	18-jun-13	15-dic-13						50						50
51	CLS-64	04-jun-13	01-dic-13						50						50



#### **4.5 IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDA POR COMPUTADOR MEDIANTE EL SOFTWARE MP9.**

El modelo de mantenimiento a través de los sistemas de información permite la clasificación y caracterización de la información, para que esta sea agrupada y consultada de acuerdo a los requerimientos específicos de cada usuario, lo cual facilita los procesos de análisis y toma de decisiones.

Petrosantander, consiente de la necesidad de mejorar continuamente, adquirió un sistema de información con el fin de apoyar la gestión del mantenimiento y que permita realizar la mejor supervisión, control y administración de las actividades de mantenimiento.

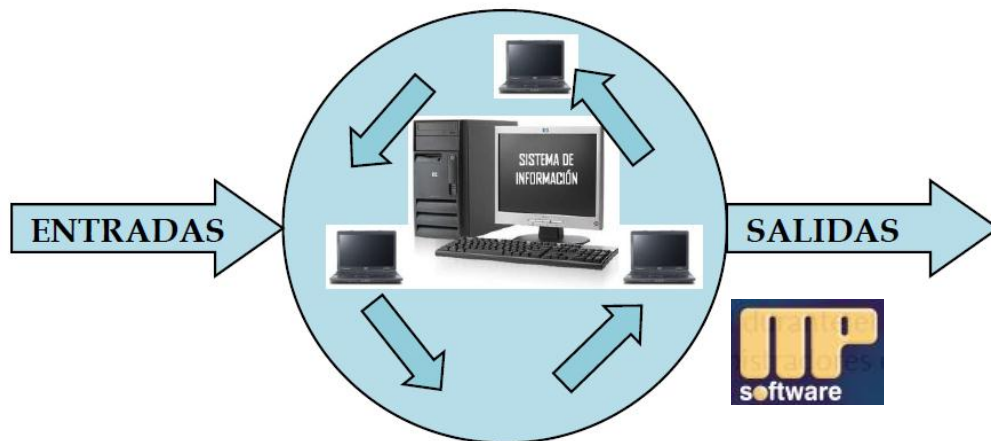
En la practica, se trata de un Programa Informático (Software), que permite la gestión de mantenimiento de los equipos y/o instalaciones de una o más empresas, tanto mantenimiento correctivo como preventivo, predictivo, etc.

Mantiene la información del departamento de mantenimiento actualizada día a día, el MP informa sobre los trabajos de mantenimiento que deben realizarse y una vez que se realizan, y reprograma las fechas próximas para cuando deban volver a realizarse. Entre otros beneficios, el software permite.

- Documentar información de equipos y localizaciones
- Documentar planes y rutinas de mantenimiento rutinario
- Organizar y programar trabajos de mantenimiento
- Generar una gran cantidad de consultas, gráficos y reportes relacionados con la gestión del mantenimiento.
- Seguimiento a los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

La siguiente figura ilustra en forma sencilla el comportamiento de cualquier sistema de información

Figura 13. Comportamiento de un Sistema de Información



Fuente. Duffuaa Salih O., Raouf A. y Dixon Campbell John. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. México, Limusa Wiley S.A. 2000

En el proceso de implementación del sistema de información se hizo énfasis en los siguientes módulos:

#### 4.5.1 Catálogos de equipos

En esta parte se recolectan los equipos de la planta y la idea es comenzar con los equipos principales para comenzar alimentando el software mientras se recoge el catalogo de los equipos secundarios.

Dicho catalogo debe contener las características principales de las maquinas para lograr identificarlas de los demás equipos de la misma categoría o área.

- Equipo
- Marca



- *Planes de mantenimiento rutinario:*

Esta segunda etapa consta de cuatro pasos los cuales tienen como objetivo el hacer planes de mantenimiento con sus actividades y frecuencias para uno o varios sistemas de la maquina.

- *Partes del equipo:*

En este paso se muestran los equipos divididos por sistemas (mecánico, eléctrico, instrumentación) y en cada sistema se muestran las piezas o componentes de cada uno.

Esto para tener ubicadas las partes del equipo y sus piezas que constantemente necesitan mantenimiento y hacer más fácil este para cada persona ya que se mostrará el procedimiento bien especificado y las partes que intervienen en el.

- *Actividades de mantenimiento:*

Aquí se mostrarán las actividades que se le tengan que realizar a cada uno de los equipos ya que pueden ser varias para cada una de ellos.

- *Frecuencias de mantenimiento:*

Dependiendo de las actividades de mantenimiento y el sistema involucrado se establece la frecuencia, es decir, cada cuanto se debe realizar una actividad a cada máquina. Una vez introducida la actividad en el software se le darán las fechas iniciales para cada actividad y el programa comenzará a contar el tiempo desde la fecha que se programe como inicial.

- *Mano de obra:*

En este último paso se introducirán en el software los mecánicos, eléctricos, instrumentistas y otras personas que se vean relacionadas con los mantenimientos de los equipos, deben ir con su nombre completo y con la cantidad de dinero que se les paga por hora ordinaria de trabajo, esto para calcular la cantidad que se gasta en mano de obra en cada mantenimiento y así determinar los equipos a los que se les está invirtiendo más en cuestión de mantenimiento preventivo y correctivo.

Figura 15. Planes mantenimiento Compresores IR

Parte	Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Clasificación 1
\ELECTRICIDAD\SISTEMA ELECTRICO MOTOR\MAGNETO	Revisar y probar en banco	6 Mes(es)	1 h 00 m	Baja	Preventivo	Electricidad
\ELECTRICIDAD\SISTEMA ELECTRICO MOTOR\SISTEMA DE IGNICION	Probar anillos, bobinas, cables alta y caja magneto	6 Mes(es)	2 h 00 m	Baja	Preventivo	Electricidad
\ELECTRICIDAD\SISTEMA ELECTRICO MOTOR\VALVULA DE CONTROL	Revisión de control, limpieza y correcta operación	6 Mes(es)	0 h 15 m	Baja	Preventivo	Electricidad
\ELECTRICIDAD\SISTEMA ELECTRICO MOTOR\VALVULA DE CONTROL	Verificar sello	6 Mes(es)	0 h 15 m	Baja	Preventivo	Electricidad
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION COMPRESOR\INDICADOR DE PRESION ACEITE	Limpieza y calibración	6 Mes(es)	0 h 20 m	Meda	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION COMPRESOR\INDICADOR DE TEMPERATURA AGUA	Limpieza y calibración	6 Mes(es)	0 h 20 m	Meda	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION COMPRESOR\VALVULA DE CONTROL	Revisión de control, limpieza y correcta operación	6 Mes(es)	2 h 00 m	Alta	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION COMPRESOR\VALVULA DE CONTROL	Revisión de sellos y operación	6 Mes(es)	2 h 00 m	Alta	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION COMPRESOR\VALVULAS DE SEGURIDAD	Mantenimiento y Calibración	6 Mes(es)	3 h 00 m	Alta	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION MOTOR\TABLERO DE CONTROL	Revisión y limpieza	6 Mes(es)	0 h 30 m	Meda	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION MOTOR\TABLERO DE CONTROL	Revisar	6 Mes(es)	0 h 30 m	Meda	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION MOTOR\TABLERO DE CONTROL	Calibración de los indicadores	6 Mes(es)	0 h 30 m	Alta	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION MOTOR\TABLERO DE CONTROL	Calibración de los indicadores	6 Mes(es)	0 h 30 m	Alta	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION MOTOR\TABLERO DE CONTROL	Calibración de los indicadores	6 Mes(es)	0 h 30 m	Alta	Preventivo	Instrumentación
\INSTRUMENTACION\INSTRUMENTACION MOTOR\TABLERO DE CONTROL	Calibración de los indicadores	6 Mes(es)	0 h 30 m	Alta	Preventivo	Instrumentación

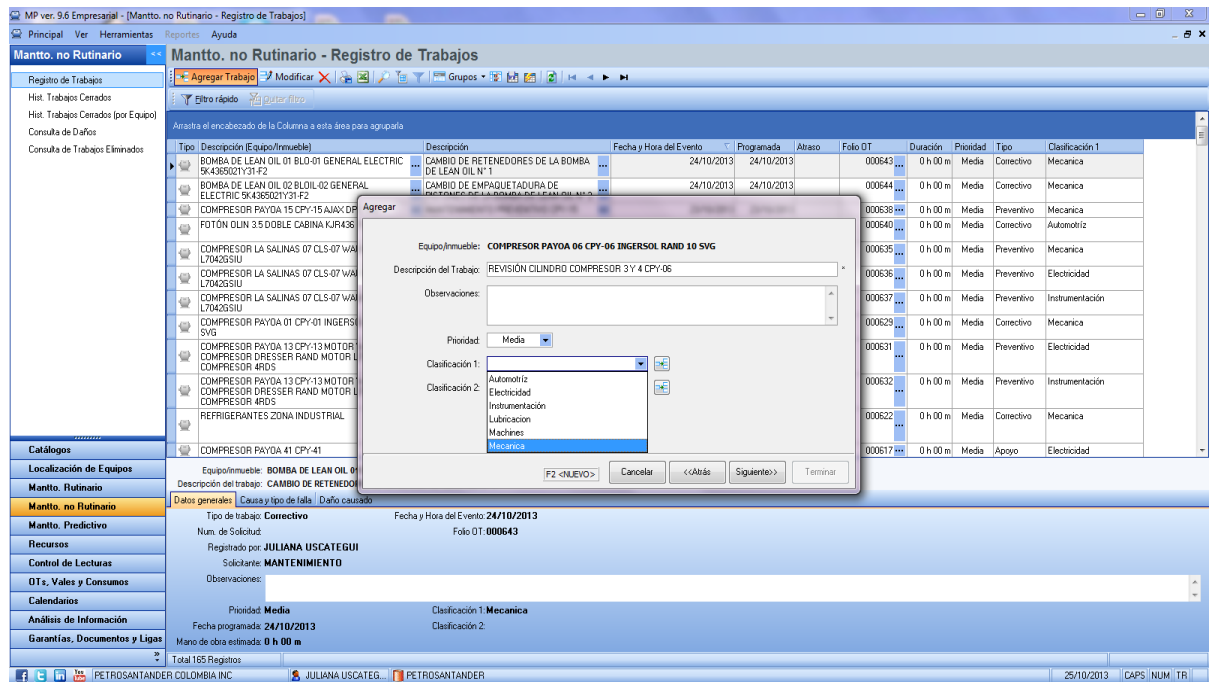
Fuente. Software MP9

Una vez que se hace la liga de equipos con sus respectivos planes o rutinas de mantenimiento, el MP calcula en forma automática los calendarios de mantenimiento. En los calendarios de mantenimiento se muestran las fechas cuando deben realizarse cada una de las actividades. (Ver figura 16).



Como ejemplo podemos mencionar trabajos de mantenimiento correctivo, mejoras a equipos e instalaciones, trabajos de apoyo a otras áreas, o incluso trabajos de mantenimiento preventivo que no se realicen en forma rutinaria.

Figura 17. Registro de trabajos Mantenimiento no rutinario

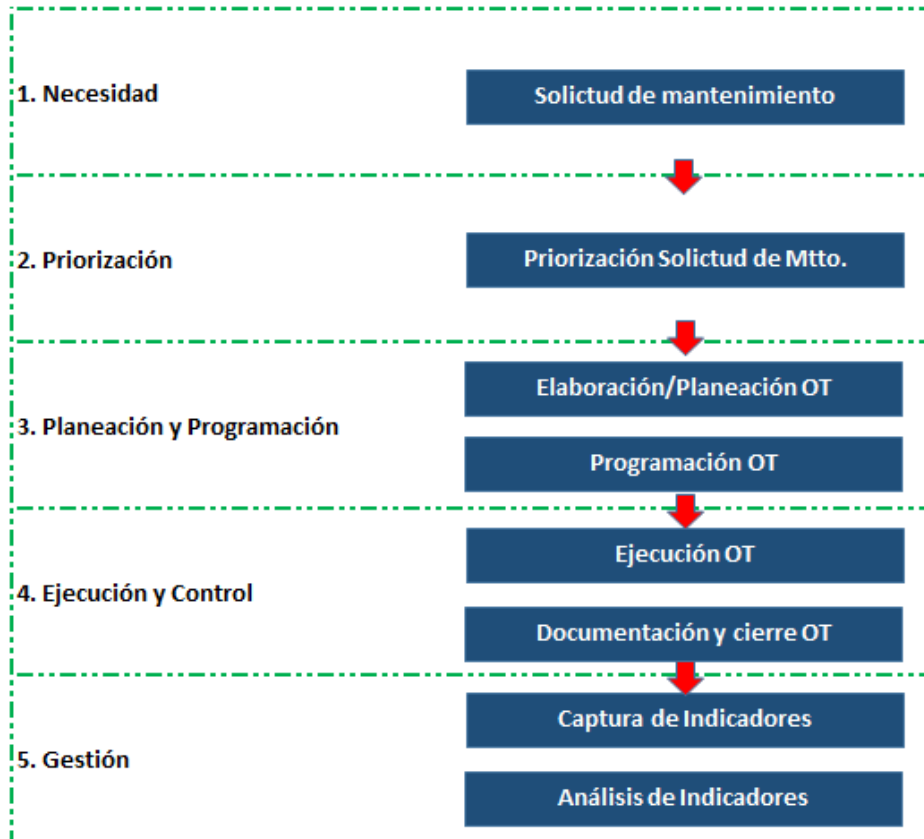


Fuente. Software MP9

#### 4.5.4 Planeación y Programación bajo el sistema de información

El proceso de planeación y programación se dividió en los siguientes subprocesos con el fin de asegurar la correcta gestión de las actividades a realizar.

Figura 18. Actividades básicas del proceso de planeación y programación



Fuente. Autor.

#### 4.5.5 Solicitudes de mantenimiento

Se realizó la instalación de la aplicación de solicitudes de mantenimiento a cada uno de los encargados de las diferentes áreas de la compañía, esto con el fin de que cada vez que alguien detecte una falla o requiera los servicios del personal de mantenimiento, podrá registrar su solicitud vía internet.

Las solicitudes que se hacen vía internet llegan directamente a los administradores del mantenimiento quienes se encargan de registrarlas en el MP y de generar las órdenes de trabajo correspondientes.

Se realizó un instructivo como guía para que los usuarios puedan hacer el registro de sus solicitudes, el cual se muestra en el anexo B.

#### **4.5.6 Órdenes de trabajo**

El MP a diario indica sobre todos los trabajos que deben realizarse.

En el modulo generación de ordenes de trabajo el MP presenta una lista actualizada con todos aquellos trabajos programados para realizarse en el periodo. Partiendo de esta lista de trabajos que deben realizarse, el usuario genera las órdenes de trabajo agrupando los trabajos por especialidades o cualquier otro criterio. Al generar las órdenes de trabajo se puede asignar también a un responsable.

El MP cuenta con poderosas herramientas de filtrado que le permiten agrupar los trabajos por atender según su prioridad, especialidad, días de atraso, etc.

A cada orden de trabajo que el usuario genere, el MP asignará un número de folio consecutivo.

En una misma orden de trabajo se pueden incluir una o varias actividades, tanto de mantenimiento rutinario como no rutinario. Las órdenes de trabajo se pueden referir a equipos o a localizaciones. Además, las órdenes de trabajo pueden generarse para un equipo específico, o bien se pueden incluir varios equipos en una misma orden de trabajo.

El MP incluye una herramienta que permite balancear las cargas de trabajo, ayudando a optimizar la asignación de las órdenes de trabajo al personal de mantenimiento en función de la duración estimada de los trabajos.

Una vez generadas las ordenes de trabajo, el usuario podrá imprimirlas. El MP ofrece varias opciones para configurar el contenido de las órdenes de trabajo impresas. Conforme se van realizando los trabajos contemplados en las órdenes de trabajo, los encargados deberán reportar al MP sobre los trabajos realizados, de modo que en base a dicha información el MP calculará las fechas próximas para cuando deban volver a realizarse.

Las figuras 19 y 20 ilustran un ejemplo de una orden de trabajo de tipo correctivo diligenciada, mientras que en el anexo C se detalla la orden de trabajo de tipo preventivo.

Figura 19. Generación OT preventiva

The screenshot shows the MP9 software interface for generating preventive work orders (OTs). The main window is titled "OTs, Vales y Consumos - Fase 1 - Generador de OTs". It features a sidebar with navigation options like "Fase 1 - Generador de OTs", "Fase 2 - OTs Abiertas", "Fase 3 - OTs Abiertas Listas p/Cerrar", "Fase 4 - Historial de OTs Cerradas", "Consulta OTs Abiertas (por Equipo)", "Consulta OTs Abiertas (por Responsable)", "Consulta de Vales", "Consulta de Consumos (por OT)", "Consulta de Consumos (por Equipo)", and "Consulta de Consumos (por Recurso)".

The main area displays "Equipos por atender hoy a fin de mes (del 09/10/2013 al 31/10/2013)". A table lists various equipment items, including compressors and refrigerants, with columns for "Tipo", "Descripción (Equipo/Inmueble)", "Tipo de Equipo", "Clasificación 1", "Clasificación 2", and "Prioridad".

Below this, a detailed view of a "Mantenimiento Rutinario: COMPRESOR PAYOA 09 CPY-09 INGERSOL RAND 10 SVG" is shown. It includes a table with columns for "Parte", "Actividad", "Tipo", "Atraso", "Clasificación 1", "Clasificación 2", "Prioridad", "Duración", and "Requiere Pao".

Parte	Actividad	Tipo	Atraso	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad	Duración	Requiere Pao
✓ ELECTRICIDAD: SISTEMA ELÉCTRICO MOTOR: MAGNETO	Revisar y probar en banco	Preventivo		Electricidad		Baja	1 h 00 m	1 día(s)
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: COMPRESOR: INDICADOR DE PRESIÓN ACEITE	Limpieza y calibración	Preventivo		Instrumentación		Medio	0 h 20 m	1 día(s)
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: COMPRESOR: INDICADOR DE TEMPERATURA AGUA	Limpieza y calibración	Preventivo		Instrumentación		Medio	0 h 20 m	1 día(s)
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: COMPRESOR: VÁLVULA DE CONTROL	Revisión de sellos y operación	Preventivo		Instrumentación		Alta	2 h 00 m	1 día(s)
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: COMPRESOR: VÁLVULA DE CONTROL	Revisión de control, limpieza y correcta operación	Preventivo		Instrumentación		Alta	2 h 00 m	1 día(s)
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: COMPRESOR: VÁLVULAS DE SEGURIDAD	Mantenimiento y Calibración	Preventivo		Instrumentación		Alta	3 h 00 m	1 día(s)
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: MOTOR: TABLERO DE CONTROL	Revisión y Limpieza	Preventivo		Instrumentación		Medio	0 h 30 m	
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: MOTOR: TABLERO DE CONTROL: CONTROLES DE NIVEL	Revisar	Preventivo		Instrumentación		Medio	0 h 30 m	1 día(s)
✓ INSTRUMENTACIÓN: INSTRUMENTACIÓN: MOTOR: TABLERO DE CONTROL: INDICADORES	Calibración de los indicadores	Preventivo		Instrumentación		Alta	0 h 30 m	1 día(s)

At the bottom, there is a section for "Mantenimiento no Rutinario: COMPRESOR PAYOA 09 CPY-09 INGERSOL RAND 10 SVG" with columns for "Descripción", "Tipo de Trabajo", "Atraso", "Clasificación 1", "Clasificación 2", "Prioridad", "Duración", and "Requiere Pao".

Fuente. Software MP9

Figura 20. Orden de trabajo correctiva diligenciada

**PETROSANTANDER COLOMBIA INC**  
CONFIABILIDAD Y PROYECTOS

Orden de Trabajo Folio: 000228  
del 25-jun-2013 al 30-jun-2013

Responsable: WILTON ROPERO Duración aproximada: 0 h 00 m  
Revisó: GOMER JULIANA USCATEGUI Fecha y hora de recepción de la OT: 02/07/2013  
Omnibus: MAZDA BT 50 4X2 G1W 486 MAZDA 2008 Fecha y hora de devolución de la OT: 25/06/2013

Localización: CAMPO AVIA  
Estado: Medio  
Provincia: Medio  
Clasificación 1: PETROSANTANDER  
Clasificación 2: Mantenimiento, Instalaciones  
Código de costo: 52000 AUTOMOTRIZ

**Actividades no rutinarias**

TRABAJOS CORRECTIVOS G1W 486  
Solicitud: MANTENIMIENTO Provincia: Medio  
Fecha de notificación: 25-jun-2013 09:06 Clasificación 1: Admisión  
Duración aproximada: 0 h 00 m Clasificación 2:  
Requiere parte: No

**DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO**  
Fecha y hora de inicio: Junio 26/2013 2:00 p.m. Fecha y hora de terminación: Junio 26/2013 22:00 m  
Tiempo invertido en realizar el trabajo: 20:00 h  
Procedimiento realizado: *El vehículo lo trajeron remolcado al taller, se apaga y no vuelve a encender. Se comienza a diagnosticar el vehículo y se observa que no hay salto de chispa del cable de la bobina al distribuidor, se continúa al diagnóstico quitándole la bobina de la zona de la bobina o hacia de la bobina y el módulo de inyección, se le realizan pruebas a la bobina, módulo de inyección y módulo pump del "bomba" en condiciones de buen estado, luego se procedió a desarmar la bobina, la bobina del G1W y dejar el sistema original de fábrica, se dio un cheque al vehículo y al encendido, se lo ejecutan más pruebas y se concluye que el alternador necesita mantenimiento (14.2 v) la cual carga un consumo de 14.2 v y se cambia, se cambia el alternador por uno repuesto, se prueba y genera (14.2 v).  
\* Revisión de niveles del vehículo (aceite, refrigerante, frenos, etc...)*

Repuestos y refacciones  
No anotar repuestos y refacciones, ya que el consumo de estos queda registrado automáticamente al momento de generar el movimiento de salida del almacén.

Descripción	No. de parte	Cantidad	Unidad
Bujías repuestas		2	EA

Mano de obra

Nombre	Unidad	Nombre	Unidad
Orlando Umaña	Horas	Wilton Ropera	Horas
Roberto Cab	Horas	Orlando Umaña	Horas

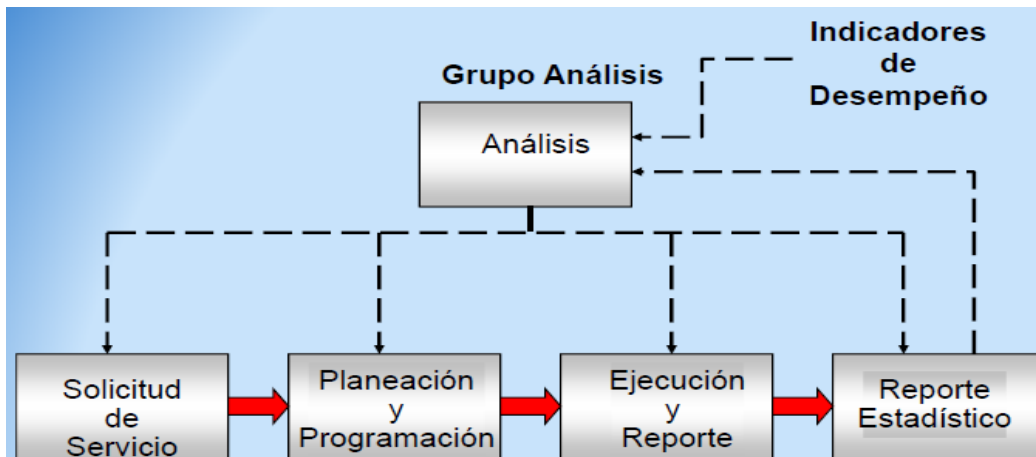
Servicios externos

Nombre compañía	Servicio	Fecha	Cantidad
Taller Auto Kivera	Reparación Repuestos		2

Fuente. Software MP9

En la figura 21 se resume el proceso del manejo que se le da a las órdenes de trabajo.

Figura 21. Proceso ordenes de trabajo



Fuente. SILVA, Pedro E. Manejo de la Información para optimizar la gestión de mantenimiento. Disponible en

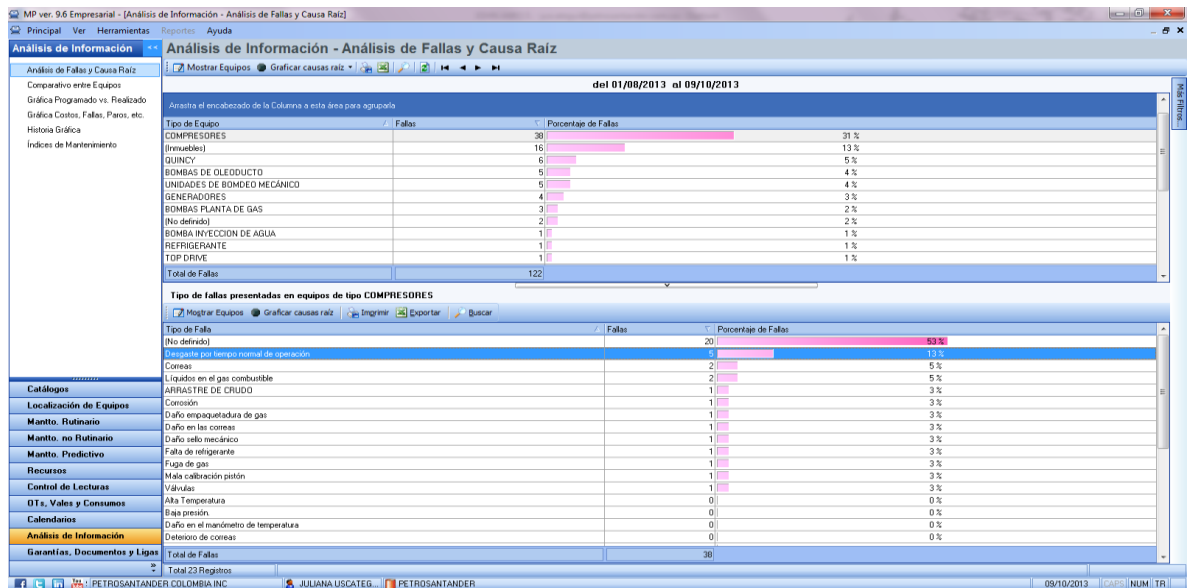
<[http://confiabilidad.net/assets/uploads/art/PDF/manejo\\_de\\_la\\_informacion.pdf](http://confiabilidad.net/assets/uploads/art/PDF/manejo_de_la_informacion.pdf).>

En el momento en el que son diligenciadas las órdenes de trabajo generadas, son entregadas al administrador del software quien se encarga de hacer revisión de las mismas y posteriormente a cerrarlas. Estas órdenes quedan como un historial para consulta, integran la hoja de vida de los equipos y permiten la generación de reportes de los mismos.

#### 4.5.7 Análisis de la información

Toda la información referente a los trabajos realizados se almacena en la base de datos del MP y queda disponible para consulta. Por ejemplo, el análisis de fallas y causas raíz constituye una magnífica herramienta de la identificación de los equipos que mas fallas presentan, los tipos de fallas más frecuentes y las causas raíz que condujeron a la falla, permitiendo al usuario establecer filtros para generar el análisis en función del impacto de las fallas como se muestra en la figura 22.

Figura 22. Análisis de falla.



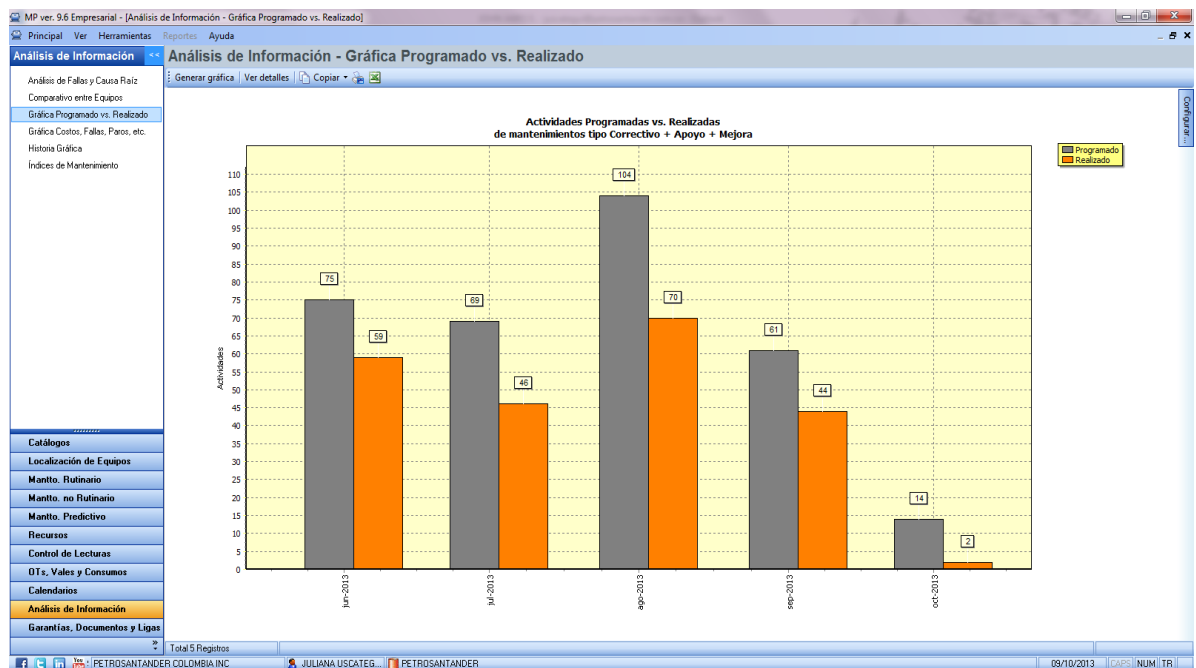
Fuente. Software MP9

El análisis de fallas y causas raíz otorga al administrador del mantenimiento información muy valiosa cuando se busca la disminución de fallas, ayudando a identificar los problemas más repetitivos y de mayor impacto.

El MP permite por ejemplo comparar en forma gráfica la cantidad de actividades realizadas mensualmente.

Incluye también un modulo denominado historia gráfica que presenta en forma grafica los mantenimientos realizados a cada equipo. Este módulo constituye un indicador para evaluar en forma práctica en el cumplimiento de los programas de mantenimiento establecidos para cada equipo.

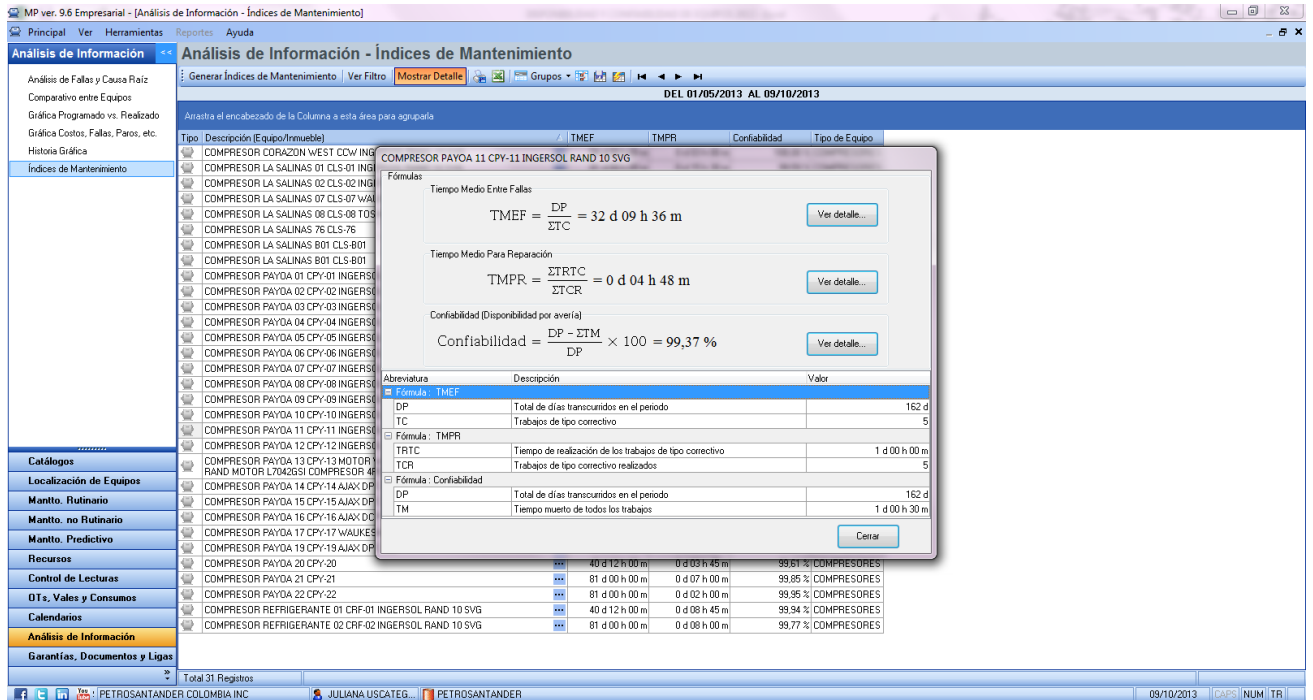
Figura 23. Trabajos Realizados vs Programados



Fuente. Software MP9

Con base en la información histórica el MP calcula también índices de mantenimiento como tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparación y disponibilidad. (Ver figura 24)

Figura 24. Índices de mantenimiento MP9



Fuente. Software MP9

## 4.6 INDICADORES DE GESTIÓN IMPLEMENTADOS

Productividad y competencia son características de los ambientes donde se desempeñan las industrias., las cuales se ven obligadas a maximizar sus capacidades productivas y minimizar sus costos operativos. La condición y disponibilidad de sus sistemas productivos juegan un papel decisivo en el éxito de sus negocios.

Para el área de mantenimiento, esto representa una constante búsqueda de nuevas y novedosas formas de incrementar la confiabilidad, disponibilidad y vida útil de sus equipos industriales. Los indicadores de mantenimiento permiten evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y

de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento.

Estos indicadores son:

- Disponibilidad
- Confiabilidad
- Tiempo medio entre falla (TMEF)
- Tiempo medio para reparación (TMPR)

#### **4.6.1 Disponibilidad**

Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.

#### **4.6.2 Confiabilidad**

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas para un periodo de tiempo determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. El análisis de fallos es el paso más importante en la determinación de un programa de mantenimiento óptimo y éste depende del conocimiento del índice de fallos de un equipo en cualquier momento de su vida útil.

El estudio de confiabilidad se utiliza con el fin de:<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Manual de Indicadores de Mantenimiento PDVSA 1998

- Prever y optimizar el uso de los recursos humanos y materiales necesarios para el mantenimiento.
- Diseñar y/o modificar las políticas de mantenimiento a ser utilizadas.
- Calcular instantes óptimos de sustitución económica de equipos.
- Establecer frecuencias óptimas de ejecución de mantenimiento preventivo.

#### **4.6.3 Tiempo medio entre falla (TMEF)**

Indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, el tiempo medio transcurrido hasta la llegada de un evento de falla. Mientras mayor sea su valor, mayor es la confiabilidad del equipo. Uno de los parámetros más utilizados en el estudio de la confiabilidad es el TMEF, por esta razón es tomado como un indicador más que representa el comportamiento de un equipo.

#### **4.6.4 Tiempo medio para reparación (TMPR)**

Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad de restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un periodo de tiempo determinado.

La ficha técnica de los indicadores de gestión del departamento de mantenimiento se muestra en la tabla 4 donde se muestra el nombre del indicador, definición, fórmula de cálculo, frecuencia de medición, responsables y valores meta.

Tabla 4. Ficha técnica Indicadores de Mantenimiento

FICHA TÉCNICA INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO						
PETROSANTANDER COLOMBIA INC						
OBJETIVO INDICADORES DE MANTENIMIENTO:						
Evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos y de esta manera será posible implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar la labor de mantenimiento.						
NOMBRE	SIGLA	DEFINICIÓN	FÓRMULA	FRECUENCIA	META	RESPONSABLE
Disponibilidad	D	Expresa el tiempo que el equipo está disponible para producir.	$\frac{Hrs\ periodo - Hrs\ Mtto}{Hrs\ Periodo}$	Mensual	95%	Coordinador Mantenimiento
Confiabilidad	C	Expresa de alguna manera la confianza de nuestro equipo para trabajar un determinado período sin fallas.	$\frac{Hrs\ Periodo - \sum Hrs\ Mtto\ Corr}{Hrs\ Periodo}$	Mensual	95%	Coordinador Mantenimiento
Tiempo medio entre fallas	TMEF	Expresa el tiempo promedio entre intervenciones (Horas)	$\frac{Total\ Horas\ Periodo}{\sum Trabajos\ correctivos}$	Mensual	> 5% Periodo anterior	Coordinador Mantenimiento
Tiempo medio para reparación	TMPR	Expresa el tiempo promedio que se demora en reparar el equipo cada vez que es intervenido. (Horas)	$\frac{\sum Tiempo\ Correctivos}{\sum Trabajos\ correctivos}$	Mensual	< 5% Periodo anterior	Coordinador Mantenimiento

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial son las siguientes:<sup>11</sup>

- Permitir el establecimiento de estrategias para alcanzar un alto desempeño.
- Facilitar la toma de decisiones.
- Permitir la realización del benchmarking.
- Hacer públicos los resultados.

#### **4.6.5 KPI Key Performance Indicators**

Constituye una combinación de indicadores técnicos y financieros. Permiten el seguimiento de del comportamiento de parámetros críticos de procesos clave. Requiere su sintonía con los indicadores financieros que utiliza la empresa a más alto nivel que facilitan la determinación de fortalezas y debilidades de áreas específicas

La información arrojada por el sistema permitió implementar un archivo donde se llevan actualizados los indicadores tanto por equipo como en general, en este se especifican las causas con mayor claridad. De igual manera, este fue el inicio para la implementación de los KPI's del departamento, la idea es llevarlos mensualmente e ir alimentando el acumulado para ver el comportamiento y si está siendo efectiva la gestión realizada por el área, como se muestra en las tablas 5 y 6 y la figura 25, las cuales se consolidan mensualmente en un informe presentado a la gerencia de planta.

La realización de este proyecto logró que tanto el departamento de confiabilidad y proyectos como la organización en general prestara atención y tomara conciencia de la importancia de hacer gestión en todas las áreas, llevar sistemas de

---

<sup>11</sup> Manual de Indicadores de Mantenimiento PDVSA 1998

indicadores y trazarse metas cada vez más retadoras que permitan ver el desempeño de la organización en general. Cabe destacar que muchas áreas se interesaron por tomar como ejemplo este sistema y por ahora se comenzó a aplicar esta metodología a departamento de perforación y workover, siendo el objetivo, llevarlo a las demás áreas.

Tabla 5. Calendario de paradas de equipos enero 2014

CALENDARIO PARADAS DE EQUIPOS																																		
ENERO																																		
EQUIPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	HR		
CPY-05																															5	5		
CPY-06								4																									4	
CPY-08																												4					4	
CPY-13																			1														1	
CPY-15															1																		0,5	
CPY-16											1																						1	
CPY-18														1											1								1,5	
CPY-20																															2		2	
CPY-22											3																		19	24	24	24	94	
GPY-01			24	3																													27	
GPY-02								8	7	8																							23	
GPY-03															8																		8	
CLS-02																																	13	
CLS-07				7										6																			25,5	
CLS-B01								24																									24	
CCWIR-01									3	12				1																			15,5	
GCATCW-01																	5																5	
BIA-ST-1															24	24															3		51	
BIA-ST-2															2																3		5	
CLS-76																																2		2

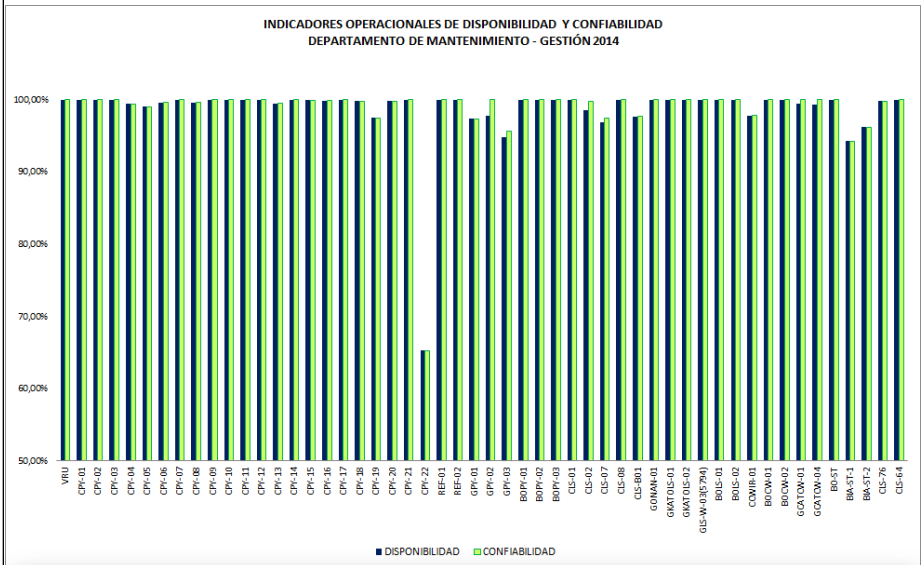
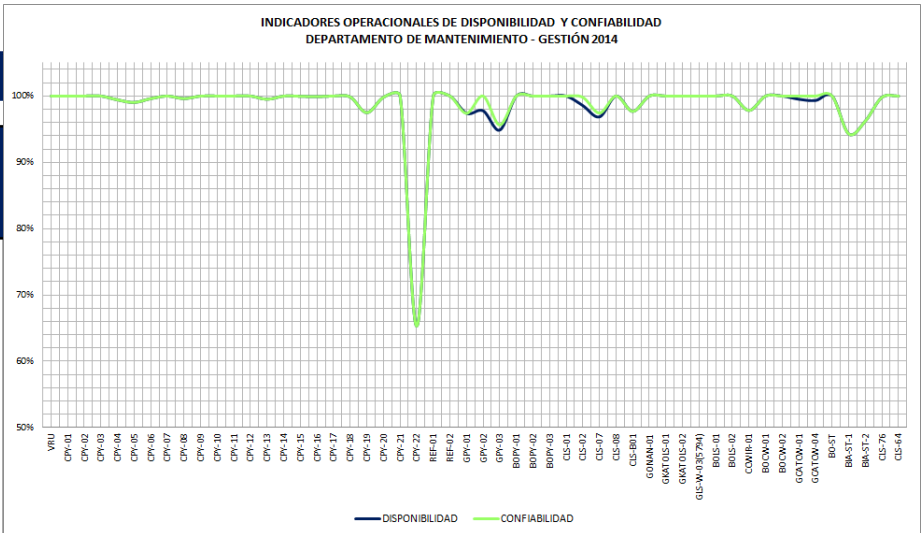


Figura 25. Informe de disponibilidad y confiabilidad de equipos.

DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD DE EQUIPOS 2014

DEPARTAMENTO DE CONFIABILIDAD Y PROYECTOS


ITEM	IDENTIFICACION EQUIPO	CORR.	PREV.	CONFIABILIDAD %	DISPONIBILIDAD %
		ENERO			
1	VRU	0	0	100,00%	100,00%
2	CPY-01	0	0	100,00%	100,00%
3	CPY-02	0	0	100,00%	100,00%
4	CPY-03	0	0	100,00%	100,00%
5	CPY-04	0	0	99,42%	99,42%
6	CPY-05	5	0	99,03%	99,03%
7	CPY-06	4	0	99,61%	99,61%
8	CPY-07	0	0	100,00%	100,00%
9	CPY-08	4	0	99,61%	99,61%
10	CPY-09	0	0	100,00%	100,00%
11	CPY-10	0	0	100,00%	100,00%
12	CPY-11	0	0	100,00%	100,00%
13	CPY-12	0	0	100,00%	100,00%
14	CPY-13	1	0	99,52%	99,52%
15	CPY-14	0	0	100,00%	100,00%
16	CPY-15	0,5	0	99,95%	99,95%
17	CPY-16	1	0	99,90%	99,90%
18	CPY-17	0	0	100,00%	100,00%
19	CPY-18	1,5	0	99,85%	99,85%
20	CPY-19	0	0	97,48%	97,48%
21	CPY-20	2	0	99,81%	99,81%
22	CPY-21	0	0	100,00%	100,00%
23	CPY-22	94	0	65,31%	65,31%
24	REF-01	0	0	100,00%	100,00%
25	REF-02	0	0	100,00%	100,00%
26	GPY-01	27	0	97,38%	97,38%
27	GPY-02	0	23	100,00%	97,77%
28	GPY-03	0	8	95,64%	94,86%
29	BOPY-01	0	0	100,00%	100,00%
30	BOPY-02	0	0	100,00%	100,00%
31	BOPY-03	0	0	100,00%	100,00%
32	CLS-01	0	0	100,00%	100,00%
33	CLS-02	0	13	99,81%	98,55%
34	CLS-07	19,5	6	97,43%	96,85%
35	CLS-08	0	0	100,00%	100,00%
36	CLS-B01	24	0	97,67%	97,67%
37	GONAN-01	0	0	100,00%	100,00%
38	GKATOLS-01	0	0	100,00%	100,00%
39	GKATOLS-02	0	0	100,00%	100,00%
40	GLS-W-03(5794)	0	0	100,00%	100,00%
41	BOLS-01	0	0	100,00%	100,00%
42	BOLS-02	0	0	100,00%	100,00%
43	CCWIR-01	15,5	0	97,82%	97,82%
44	BOCW-01	0	0	100,00%	100,00%
45	BOCW-02	0	0	100,00%	100,00%
46	GCATCW-01	0	5	100,00%	99,52%
47	GCATCW-04	0	0	100,00%	99,32%
48	BO-ST	0	0	100,00%	100,00%
49	BIA-ST-1	51	0	94,28%	94,28%
50	BIA-ST-2	5	0	96,22%	96,22%
51	CLS-76	2	0	99,81%	99,81%
52	CLS-64	0	0	100,00%	100,00%
INDICADORES GLOBALES				98,76%	98,65%



Disponibilidad afectada en los siguientes equipos:

- CPY-22: Por daño en el cigüeñal.
- GPY-01: Cambio culata 7 y pistón y Cambio correas excitatriz y ventilador.
- CLS-07: Cambio anillos cilindro compresor 13" y reparación válvulas y Daño en cilindro motriz 5L

Tabla 6. KPI's departamento de Confiabilidad y Proyectos

INDICADORES DE GESTIÓN (KPI) DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
 PetroSantander (Colombia) Inc.		<b>"Mejores prácticas para las metas Petrosantander"</b>				
INDICADORES DE DESEMPEÑO - KPI						
Área	Designación	Descripción	Fórmula	Real Mes	Presupuesto	Ejecución y/o Cumplimiento %
Financieros	CUB	Cumplimiento presupuesto Unidades de Bombeo	$CUB = \frac{Real\ Mes}{Presupuesto\ mes}$	71.863.176	74.930.490	✓ 95,91
	CM	Cumplimiento presupuesto Mantenimiento	$CM = \frac{Real\ Mes}{Presupuesto\ mes}$	449.342.459	465.581.668	✓ 96,51
	CA	Cumplimiento presupuesto Automotriz	$CA = \frac{Real\ Mes}{Presupuesto\ mes}$	39.442.002	49.283.001	✓ 80,03
	CAFEi	Cumplimiento AFES Inversión	$CAFEi = \frac{Real\ Mes}{Presupuesto\ mes}$			✓
	CAFEG	Cumplimiento AFES Gastos	$CAFEG = \frac{Real\ Mes}{Presupuesto\ mes}$			✓
Mantenimiento	TMEF	Tiempo Medio entre Fallas (TMEF)	$TMEF = \frac{Total\ Horas\ Periodo}{\sum Trabajaos\ correctivos}$	259,23		259,23
	TMPR	Tiempo Medio para la Reparación	$TMPR = \frac{\sum Tiempo\ Correctivos}{\sum Trabajaos\ correctivos}$	3,11		3,11
	D	Disponibilidad	$D = \frac{Hrs\ periodo - Hrs\ Mtto}{Hrs\ Periodo}$	98,65%	97%	✓ 101,70
	C	Confiabilidad	$C = \frac{Hrs\ Periodo - \sum Hrs\ Mtto\ Corr}{Hrs\ Periodo}$	98,76%	98%	✓ 100,78
	CPM	Cumplimiento Plan de Mantenimiento	$CPM = \frac{Mttos\ Preventivos\ Realizados}{Mttos\ Preventivos\ Programados}$	33,00%	90%	✗ 36,67
	EGE	Efectividad global de Equipos	$EGE = D * C * CPM$	97,42%	85%	✓ 114,62

## 5. CONCLUSIONES

La estrategia de mantenimiento expuesta en este proyecto está orientada principalmente a la eliminación o anticipación de todas las fallas no deseadas para los equipos mayores de compresión.

Se elaboró un inventario de equipos de Petrosantander a cargo del departamento de confiabilidad y proyectos, recopilando la información para comenzar a estructurar las hojas de vida de los equipos y demás información técnica que se requiere. En total se estructuraron 52 fichas técnicas correspondientes a los equipos mayores de mantenimiento.

El diagnóstico realizado al departamento se hizo con el fin de determinar el estado de la gestión de mantenimiento e identificar oportunidades de mejora. Se determinaron aspectos importantes y deficientes en cuanto a documentación, planeación y control de actividades, sistemas de información, temas de personal y técnicos.

Se establecieron indicadores de mantenimiento como respuesta a la carencia de mediciones y controles orientados a la gestión del departamento. Dichos indicadores permiten hacer trazabilidad a la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, así como al tiempo medio entre fallas y tiempo medio para la reparación. Estos registros se detallan en el anexo D y su tendencia se ha ido mejorando respecto a las metas establecidas.

Se realizó un plan de mantenimiento preventivo para los equipos compresores IR como preámbulo a la realización de los planes para todos los equipos de la empresa.

Para la adecuada implementación de la gestión de mantenimiento en Petrosantander, fue necesaria la adquisición de un sistema de información, MP9, el cual ha permitido una retroalimentación permanente del desempeño de los equipos.

Tomando como guía la norma ISO14224 se logró mejorar la documentación de la información que manejaba el departamento, enfocando el mantenimiento a la mejora de la confiabilidad y por ende a una mayor productividad.

## 6. RECOMENDACIONES

Para alcanzar el éxito de la implementación del presente documento es necesario contar con el apoyo de la alta gerencia para lograr involucrar a todas las áreas de la organización hacia una cultura de planeación estratégica y trabajo en equipo, con el fin de tomar decisiones estratégicas enfocadas a la confiabilidad de los equipos.

Aunque se tienen identificados algunos equipos que se pueden calificar como críticos, se hace necesario desarrollar un estudio formal de criticidad de equipos, lo cual permitirá revisar prioridades y optimizar la frecuencia de las tareas de mantenimiento.

El recurso humano con el que cuenta el departamento es insuficiente para cubrir los trabajos que se requieren a diario de mantenimiento. Por lo tanto se recomienda a la gerencia general evaluar la posibilidad de contratación de personal que apoye dichas actividades para mantener los trabajos al día.

Ningún plan de mantenimiento debe permanecer estático, debe incluir nuevas técnicas administrativas que actualicen su correcto funcionamiento.

Se recomienda hacer extensiva esta metodología de gestión hacia los demás departamentos de tal manera que se unifiquen criterios y se hable en el mismo idioma dentro de la organización.

## BIBLIOGRAFÍA

- DUFFUAA SALIH O., Raouf A. y Dixon Campbell John. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. México, Limusa Wiley S.A. 2000
- GARCIA, Oliverio. Administración de mantenimiento industrial. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Duitama 1992. P.56 Gestión de mantenimiento
- GONZALEZ B, Carlos R. Conferencias Ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.
- KARDEK, A., NASCIF, J. Mantenimiento, Función Estratégica, CIP Brasil, Rio de Janeiro, 2002
- KNEZEVIC, jezdimir. Mantenimiento. Madrid: Isdefe, 1996 211p.
- MANUAL DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO. PDVSA, 1998
- MORA GUTIERREZ, Luis Alberto. Mantenimiento estratégico para industriales y servicios. Medellín. AMG. 2005
- NORMA ISO 14224. Petroleum and natural Gas industries – Collection and Exchange of reability and maintenance data for equipment. 2004.
- SCIENTIA ET TECHNICA Año XII, No 30, Mayo de 2006 UTP. ISSN 0122-1701. Disponible <<http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf?sequence=1>>
- SILVA, Pedro E. Manejo de la Información para optimizar la gestión de mantenimiento. Disponible<[http://confiabilidad.net/assets/uploads/art/PDF/manejo\\_de\\_la\\_informacion.pdf](http://confiabilidad.net/assets/uploads/art/PDF/manejo_de_la_informacion.pdf)>

## Anexo A. Producción diaria promedio crudo por empresa (barriles/día)

EMPRESA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	PROMEDIO
ECOPETROL S.A. - OPERACIÓN DIRECTA	335.042	342.543	336.731	341.947	345.063	349.056	352.565	320.476	352.531	349.844	350.719	342.425	343.191
META PETROLEUM LIMITED	219.910	218.699	216.028	217.121	216.166	214.004	215.067	219.823	224.943	234.132	243.162	256.287	224.642
OCCIDENTAL DE COLOMBIA	57.376	16.709	76.216	75.701	71.572	71.064	63.254	65.637	68.937	65.702	71.503	71.134	64.750
EQUION ENERGÍA LTD.	42.777	42.896	35.286	44.989	46.084	44.823	44.113	42.068	42.446	42.000	38.097	41.452	42.245
MANSAROVAR ENERGY COLOMBIA LTD.	38.239	37.058	36.416	35.987	35.290	34.673	34.144	33.273	34.679	34.843	35.563	35.325	35.451
HOCOL S.A.	30.593	31.470	30.526	30.000	29.733	29.664	30.173	29.975	29.544	29.804	28.849	28.960	29.937
PETROBRAS COLOMBIA LIMITED	26.160	26.337	29.982	31.304	29.337	28.203	27.873	27.380	26.853	26.871	25.549	24.774	27.554
CEPCOLSA	22.634	22.880	23.355	23.828	23.759	23.233	24.089	25.302	27.312	27.851	28.505	28.477	25.108
PETROMINERALES COLOMBIA LTD.	26.360	26.705	28.830	24.981	25.667	24.939	22.108	20.518	21.094	20.197	18.805	19.107	23.266
GRAN TIERRA ENERGY COLOMBIA LTD	21.215	21.407	20.539	22.826	15.305	11.511	17.375	22.700	23.175	21.296	19.347	18.309	19.578
PERENCO COLOMBIA LIMITED	20.540	19.522	19.390	19.241	18.437	18.439	18.518	18.006	18.183	18.016	18.148	18.687	18.759
CANACOL ENERGY COLOMBIA S.A.	29.924	27.775	27.054	24.173	20.566	18.787	17.319	14.760	10.649	12.057	10.799	10.962	18.715
C&C ENERGIA	10.224	10.281	10.662	10.666	9.597	11.355	11.793	11.600	11.268	10.905	11.343	10.564	10.855
VETRA E&E COLOMBIA S.A.	9.296	9.868	8.777	9.173	8.035	9.170	9.189	10.017	12.872	10.772	10.946	14.420	10.209
PAREX RESOURCES COLOMBIA	12.883	10.363	11.706	10.335	9.827	9.499	8.747	7.305	7.905	7.067	7.442	6.960	9.168
NEW GRANADA ENERGY CO.	6.507	6.445	6.279	6.022	4.539	5.639	6.870	7.335	8.768	8.992	9.516	9.308	7.186
ALANGE ENERGY	5.555	5.262	4.493	3.372	2.464	4.813	4.671	3.556	5.093	5.697	5.863	6.070	4.739
EMERALD ENERGY PLC	4.567	3.048	3.087	2.674	2.708	3.330	3.636	3.016	4.033	4.140	4.138	6.344	3.868
PETROSANTANDER (COLOMBIA) INC	3.179	3.359	3.373	3.390	3.423	3.363	3.557	3.548	3.541	3.564	3.432	3.323	3.421
PACIFIC STRATUS ENERGY	1.996	2.130	2.738	2.069	2.934	3.378	3.077	3.016	2.387	3.300	3.633	4.098	3.017
INTEROIL COLOMBIA E&P	3.013	3.106	2.875	2.788	2.685	2.689	2.715	2.579	2.362	2.202	2.312	2.257	2.630
HUPECOL LLC	2.223	2.215	2.012	2.110	2.262	2.307	2.221	2.115	2.089	1.941	1.706	1.633	2.069
WINCHESTER OIL & GAS S.A.	1.134	1.043	1.009	1.084	1.099	1.081	1.152	2.440	2.507	3.297	2.994	4.004	1.908
PETROLEOS DEL NORTE	1.298	1.169	1.268	1.314	1.328	1.193	1.532	1.861	2.016	2.061	1.966	1.967	1.583
UNION TEMPORAL OMEGA ENERGY	1.308	1.249	1.228	1.210	1.162	1.126	1.614	2.039	2.087	2.037	1.992	1.854	1.577
COLOMBIA ENERGY DEVELOPMENT CO.	1.078	962	1.312	1.071	842	1.402	1.747	1.751	1.683	1.464	1.358	1.431	1.344
MAUREL & PROM COLOMBIA B.V.	491	741	1.035	1.222	1.440	1.754	1.530	1.504	1.465	1.310	1.239	1.191	1.244
AMERISUR EXPLORACION COLOMBIA	364	267	372	328	171	710	551	848	2.008	2.857	3.297	2.417	1.183
P1 ENERGY DELTA CORP.	0	0	0	93	89	230	1.998	1.730	1.580	3.423	2.807	2.099	1.177
LEWIS ENERGY COLOMBIA INC.	1.127	1.090	1.102	1.100	924	930	885	839	815	764	732	718	918
SOGOMY ENERGY	752	561	658	794	677	714	684	673	627	611	593	516	655
UNION TEMPORAL PETROCARIBE S.A	356	422	397	533	655	644	562	506	493	520	447	549	507
CLEAN ENERGY RESOURCES S.A.	750	130	309	214	1.118	379	166	263	1	600	647	588	433
NCT ENERGY GROUP	0	0	612	310	0	0	43	566	778	814	646	543	360
TECPETROL COLOMBIA S.A.S.	11	0	41	0	36	95	272	374	287	377	832	1.026	280
UNION TEMPORAL II&B	294	278	446	533	355	452	0	0	0	0	191	488	253
DRILLING AND WORKOVER SERVICES	136	136	136	130	95	95	94	92	83	77	79	86	103
UNION TEMPORAL IUP	70	69	66	69	60	67	68	67	64	66	67	66	67
CONSORCIO CAMPOS DE PRODUCCION	47	48	44	47	45	46	45	46	45	45	45	53	46
UNION TEMPORAL MIDAS	33	34	30	32	30	29	35	0	12	8	55	35	28
COPP S.A.	27	25	25	35	23	17	23	29	20	25	25	21	25
PETROLCO S.A.	29	29	29	27	26	27	22	20	20	20	17	19	24
RAMSHORN INTERNATIONAL LTD.	0	0	0	0	0	0	0	164	0	0	0	0	14
UNION TEMPORAL MOCAN	12	14	13	13	12	13	12	12	11	12	12	12	12
MOMPOS OIL COMPANY INC.	0	0	0	0	0	0	2	37	34	25	23	20	12
PETROLIFERA PETROLEUM COLOMBIA	40	2	0	2	6	6	6	6	4	3	0	0	6
WELL LOGGING	0	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
FENIX OIL & GAS S.A.	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1
LUKOIL OVERSEAS COLOMBIA LTD.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	1
<b>TOTAL</b>	<b>939.565</b>	<b>899.250</b>	<b>946.508</b>	<b>955.857</b>	<b>935.664</b>	<b>934.849</b>	<b>936.119</b>	<b>910.773</b>	<b>957.474</b>	<b>961.608</b>	<b>969.645</b>	<b>980.558</b>	<b>944.119</b>

Fuente. Ministerio de Minas y Energía dirección de Hidrocarburos

## Anexo B. Instructivo para generación de solicitudes de mantenimiento

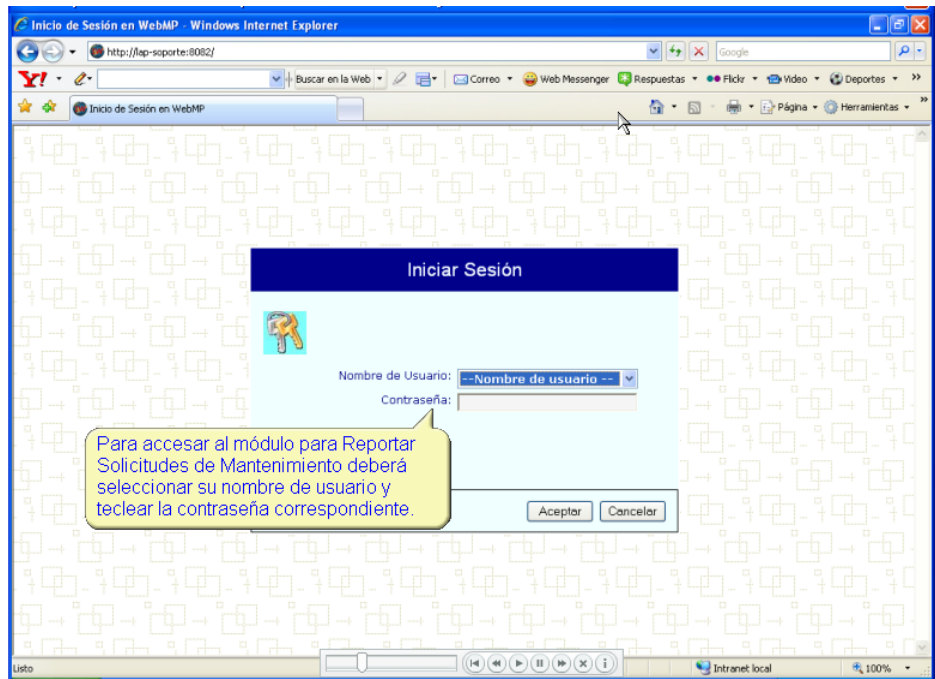
El siguiente instructivo indica como realizar solicitudes de mantenimiento por parte de las diferentes áreas que lo requieren.

Cada vez que alguien solicite los servicios del personal de mantenimiento, podrá generar una solicitud de mantenimiento o reporte de falla vía internet. Dichas solicitudes llegarán al personal encargado de administrar el mantenimiento.

La fecha y hora de la solicitud queda registrada en el sistema así como la fecha y la hora en la que la solicitud es leída por el administrador de mantenimiento. El solicitante podrá estar enterado y dar seguimiento vía internet al estado de su solicitud.

1. Copiar el siguiente link en la barra de internet explorer: [aquiles:8081/](http://lap-soporte:8082/)

Se despliega la siguiente pantalla donde se digita el nombre de usuario y contraseña



## 2. Crear una solicitud nueva

The screenshot shows a web browser window titled "Reporte de fallas en línea [Aarón (Web)]". The main content area displays a list of maintenance requests under the heading "Solicitudes de Mantenimiento". A yellow callout box points to a "Reportar" button, stating: "Presionamos este botón para reportar una solicitud nueva." Below the list, the "Seguimiento de la Solicitud 49" section shows a table of updates:

Fecha	Status	Usuario	Comentarios
12/02/2008 02:46:15 p.m.	SOLICITUD REGISTRADA EN EL MP SIN OT	Armando Contreras García	
12/02/2008 02:32:31 p.m.	SOLICITUD LEIDA	Armando Contreras García	
12/02/2008 02:08:12 p.m.	SOLICITUD REPORTADA	Aarón (Web)	

## 3. Se despliega la siguiente ventana:

The screenshot shows the "Reportar Nueva Solicitud de Mantenimiento" form. It includes a text input field for the description, a larger text area for additional comments, and a checkbox for "Urgente". A yellow callout box points to the "Urgente" checkbox, stating: "Marcamos esta casilla para indicar que la solicitud es urgente." At the bottom of the form are "Registrar" and "Cancelar" buttons.

Diligenciar los campos de descripción de la solicitud de mantenimiento y comentarios adicionales y dar clic en registrar.

Aparece la siguiente ventana:

Reporte de fallas en línea [Aarón (Web)] - Windows Internet Explorer  
http://lap-soporte:8082/EXEC

Bienvenido Aarón (Web) Cerrar sesión  
Última actualización: 12/Feb/2008 16:47

Reportar Recordar Cancelar Configurar Folio 50

Pendientes y Atendidas o Canceladas desde 23/Ene/2008

Solicitud	Descripción	Último Status
50	Revisar calentamiento excesivo del motor	SOLICITUD REPORTADA
49	Se rompieron 2 bandas	SOLICITUD REGISTRADA EN
48	Reparación de fuga de agua en el estopero	SIN OT
47	No hay agua	SOLICITUD REPORTADA
46	No funciona el aire acondicionado de sala M001	SOLICITUD REGISTRADA EN
45	no funciona el aire acondicionado	SIN OT
44	Motor amarrado	SOLICITUD ATENDIDA
43	asd	SOLICITUD LEIDA
41	no trabaja la llenadora	SOLICITUD REGISTRADA EN
39	La prensa se quedó la corbna abajo	SIN OT
38	parada de equipo	SOLICITUD REPORTADA
35	Prueba	SOLICITUD REPORTADA
33	trabajo CHILLER	SOLICITUD REPORTADA
32	motor parado 11332	SOLICITUD REPORTADA
9	Prueba2	SOLICITUD EN OT ABIERTA

Observe que la solicitud que acabamos de reportar aparece en nuestra lista de solicitudes con el número de folio 50.  
La solicitud ha quedado registrada también en la base de datos en Internet.

Seguimiento de la Solicitud 50

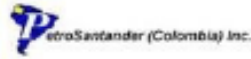
Fecha	Status	Usuario	Comentarios
12/02/2008 04:42:04 p.m.	SOLICITUD REPORTADA	Aarón (Web)	El motor electrico esta trabajando a mas de 90 grados

Fecha de la anotación

Intranet local 100%

Las solicitudes quedan registradas y son reportadas de inmediato al administrador para su respectiva gestión

# Anexo C Orden de trabajo de mantenimiento preventivo



**PETROSANTANDER COLOMBIA INC**  
CONFIABILIDAD Y PROYECTOS

(clave ISO)  
(revisión ISO)

Orden de Trabajo

Folio:

**000621**



del 7-oct-2013 al 31-oct-2013

Responsable:

Duración aproximada: 34 h 45 m

Revisó:

Fecha y hora de recepción de la OT:

Generó: JULIANA USCATEGUI

Fecha y hora de devolución de la OT:

**COMPRESOR PAYOA 06 CPY-06 INGERSOL RAND 10 SVG**

Localización: \ CAMPO PAYOA\ PAYOA\ ZONA INDUSTRIAL

Equipo padre:

Prioridad: **Alta**

Clasificación 1:

Clasificación 2:

Centro de costo: 580000 MANTENIMIENTO

### Actividades rutinarias

\ ELECTRICIDAD\ SISTEMA ELÉCTRICO MOTOR\ MAGNETO: Revisar y probar en banco

Frecuencia: 6 Mes(es)

Prioridad: **Baja**

Duración aproximada: 1 h 00 m

Clasificación 1: **Electricidad**

Requiere paro: 1 día(s)

Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		○																						

Comentarios:

\ INSTRUMENTACION\ INSTRUMENTACIÓN COMPRESOR\ INDICADOR DE PRESIÓN ACEITE: Limpieza y calibración

Frecuencia: 6 Mes(es)

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: 0 h 20 m

Clasificación 1: **Instrumentación**

Requiere paro: 1 día(s)

Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		○																						

Comentarios:

\ INSTRUMENTACION\ INSTRUMENTACIÓN COMPRESOR\ INDICADOR DE TEMPERATURA AGUA: Limpieza y calibración

Frecuencia: 6 Mes(es)

Prioridad: **Media**

Duración aproximada: 0 h 20 m

Clasificación 1: **Instrumentación**

Requiere paro: 1 día(s)

Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		○																						

octubre 05, 2013 03:32 pm

Página 1 de 12

(clave ISO) (revisión ISO)









Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **0 h 30 m**  
 Requiere paro: **1 día(s)**

Prioridad: **Media**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\ MECÁNICA\ SISTEMA MECÁNICO COMPRESOR\ SISTEMA DE ENFRIAMIENTO: Revisión de estado de tubería, válvulas y coupling

Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **1 h 00 m**  
 Requiere paro: **No**

Prioridad: **Media**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\ MECÁNICA\ SISTEMA MECÁNICO MOTOR\ BIELA MAESTRA: Medicion de tolerancia de cojinete de muñon biela

Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **0 h 30 m**  
 Requiere paro: **1 día(s)**

Prioridad: **Media**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\ MECÁNICA\ SISTEMA MECÁNICO MOTOR\ BIELA MAESTRA: Revisión de estado de los tornillos de tapa biela

Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **0 h 15 m**  
 Requiere paro: **1 día(s)**

Prioridad: **Media**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\ MECÁNICA\ SISTEMA MECÁNICO MOTOR\ BIELA MAESTRA: Revisión de pin de bielas motrices

Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **0 h 30 m**  
 Requiere paro: **1 día(s)**

Prioridad: **Media**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_











Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **1 h 00 m**  
 Requiere paro: **1 día(s)**

Prioridad: **Alta**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\ MECÁNICA\ SISTEMA MECÁNICO MOTOR\ TIEMPOS DEL MOTOR\ ARBOL DE LEVAS: Inspección visual de desgaste de levas

Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **0 h 30 m**  
 Requiere paro: **1 día(s)**

Prioridad: **Alta**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\ MECÁNICA\ SISTEMA MECÁNICO MOTOR\ TIEMPOS DEL MOTOR\ CADENAS DE REPARTICIÓN: Revisión y tensión cadena de gobernador y magneto

Frecuencia: **6 Mes(es)**  
 Duración aproximada: **0 h 15 m**  
 Requiere paro: **1 día(s)**

Prioridad: **Alta**  
 Clasificación 1: **Mecanica**  
 Clasificación 2:

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Comentarios: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



### Anexo D. Cuadro seguimiento Indicadores de Gestión de Mantenimiento

		25		7		20		10		20		4		29		9		24		9		17		7		13		3		9		2		Mant. Preventivos	TMF: Tiempo medio entre fallas	
Horas de paro mensual		241.5	771	161	454	265.5	789	242	820	164.65	764	155.5	464	492	19	328.5	13	Mant. Correctivos	Over Haul		TMPR: Tiempo medio para reparación															
ITEM	IDENTIFICACION EQUIPO	CORR.	PREV.	CORR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	COR.	PREV.	HRS PARO TOTAL	TMF Hrs	TMPR Hrs	CONFIABILIDAD %	DISPONIBILIDAD %				
		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE																				
1	VRU	1		2	8	1.5		1	4	2.15		1		360		96											504	1128	44	95.67	95.53					
2	CPY-01	3.5		10		3		4		12		51.5		6													110	1410	13	99.11	99.02					
3	CPY-02	3	8	7		8		3		8		13		8													67	1253	7	99.48	99.41					
4	CPY-03	4		9						12																	62	2820	7	99.77	99.45					
5	CPY-04		706	7		4.5		3.5		3																	987	1611	8	99.53	91.25					
6	CPY-05			7		8		10.5		5																	68	1410	6	99.54	99.40					
7	CPY-06	1		7				6		5				8													39	1880	3	99.85	99.65					
8	CPY-07	23					744		696		720		360				4										2968	5640	11	99.72	73.69					
9	CPY-08	2			8	5		10.5		1																	31	2256	5	99.80	99.73					
10	CPY-09					4		1		1.5			2	48													69	1880	2	99.89	99.39					
11	CPY-10	6.5				0.5		1					1														18	1880	2	99.88	99.84					
12	CPY-11	5				22		10.5		3			2														73	1253	7	99.44	99.36					
13	CPY-12			4	8	7		33.5		2																	75	1253	7	99.47	99.34					
14	CPY-13	7	11	3		5		4	8	3			27	8	18		2.5										170	1025	10	98.89	98.50					
15	CPY-14			15		1							5														27	1880	5	99.76	99.76					
16	CPY-15							11		0.5				11	1												43	1880	5	99.78	99.62					
17	CPY-16	1				2.5		21		7				12													70	1253	6	99.50	99.38					
18	CPY-17	4			6	9		1					12														47	1611	6	99.68	99.58					
19	CPY-18																										107	5640	53	99.06	99.06					
20	CPY-19	3				1			5	0.5			2														25	1611	2	99.86	99.78					
21	CPY-20	59.5		6		12.5		11		34				3													207	1128	20	98.20	98.17					
22	CPY-21						7			10			1														37	2256	4	99.77	99.67					
23	CPY-22	4		12				16																			72	2256	13	99.42	99.36					
24	REF-01	1		6				5.5		1	7	2															37	1880	4	99.81	99.68					
25	REF-02	1			6			1.5		1																	48	2256	7	99.70	99.58					
26	GPY-01	1											11														19	5640	1	99.98	99.83					
27	GPY-02									1																	1	11280	1	99.99	99.99					
28	GPY-03						30																				84	11280	48	99.57	99.26					
29	BOFY-01												6														10	#DIV/0!	#DIV/0!	100.00	99.91					
30	BOFY-02																										8	#DIV/0!	#DIV/0!	100.00	99.93					
31	BOFY-03																										4	#DIV/0!	#DIV/0!	100.00	99.96					
32	CLS-01	4		1				9	8					24													55	2820	4	99.86	99.51					
33	CLS-02	38		3			8		32																		105	2820	13	99.55	99.07					
34	CLS-07	26		1		140		46	33	17			12	5	3											323	1253	30	97.62	97.14						
35	CLS-08	10				5							2														47	2256	9	99.70	99.58					
36	CLS-801												2														173	11280	84	98.51	98.47					
37	GONAN-01																										0	#DIV/0!	#DIV/0!	100.00	100.00					
38	GKATOLS-01	1						8		18																	56	2820	14	99.50	99.50					
39	GKATOLS-02	8																									8	11280	8	99.93	99.93					
40	GKATOLS-03																										232	5640	114	97.99	97.94					
41	GLS-5794		19					0.5	17	14																	63	3760	7	99.83	99.45					
42	BOLS-01	24						4																			28	5640	14	99.75	99.75					
43	BOLS-02		20					3																			27	11280	3	99.97	99.76					
44	CCWIR-01			13				3	17	1			4														51	2820	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!				
45	BOCW-01																										0	#DIV/0!	#DIV/0!	100.00	100.00					
46	BOCW-02																										0	#DIV/0!	#DIV/0!	100.00	100.00					
47	GCATCW-01		4	28	2	2		1					2														54	2820	8	99.71	99.52					
48	GCATCW-04		3	22	2			8					2														49	5640	15	99.73	99.57					
49	BO-ST																										24	11280	24	99.79	99.79					
50	BIA-ST									4																	7	11280	4	99.96	99.94					
51	CLS-76				3																						3	#DIV/0!	#DIV/0!	100.00	99.97					
51	CLS-64			2	3		24																				29	5640	13	99.77	99.74					